

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



**ИННОВАЦИОННАЯ
ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИЯ**

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

Том 9

№ 4

2022

Научно-теоретический и практический журнал

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

Д. И. Фролов, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Зам. главного редактора

А. А. Курочкин, д-р техн. наук, профессор
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Редакционная коллегия:

- А. М. Зимняков**, канд. хим. наук, доцент
Пензенский государственный университет,
Пенза, Россия;
- В. М. Зимняков**, д-р экон. наук, профессор
Пензенский государственный аграрный
университет, Пенза, Россия;
- А. И. Купреенко**, д-р техн. наук, профессор
Брянский государственный аграрный университет,
Брянск, Россия;
- В. И. Курдюмов**, д-р техн. наук, профессор
Ульяновская государственная сельскохозяйственная
академия имени П. А. Столыпина, Ульяновск, Россия;
- О. Н. Кухарев**, д-р техн. наук, профессор
Пензенский государственный аграрный
университет, Пенза, Россия;
- В. А. Милюткин**, д-р техн. наук, профессор
Самарский государственный аграрный
университет, Кинель, Россия;
- В. Ф. Некрашевич**, д-р техн. наук, профессор
Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия;
- А. Н. Омаров**, канд. техн. наук, доктор философии
Западно-Казахстанский инновационно-
технологический университет, Уральск, Казахстан;
- С. В. Чекайкин**, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия;
- Г. В. Шабурова**, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Адрес редакции:

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

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

Входит в международную информационную
систему по сельскому хозяйству AGRIS.

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

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

Deputy-chief editor

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

Editorial board members:

- A. M. Zimnyakov**, cand. of chemical sciences,
assoc. professor
Penza State University, Penza, Russia;
- V. M. Zimnyakov**, doctor of economic sciences,
professor
Penza State Agrarian University, Penza, Russia;
- A. I. Kupreenko**, doctor of technical sciences,
professor
Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russia;
- V. I. Kurdyumov**, doctor of technical sciences, professor
Ulyanovsk State Agricultural Academy
in honor of P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia;
- O. N. Kuharev**, doctor of technical sciences,
professor
Penza State Agrarian University, Penza, Russia;
- V. A. Milutkin**, doctor of technical sciences,
professor
Samara State Agrarian University, Kinel, Russia;
- V. F. Nekrashevich**, doctor of technical sciences, professor
Ryazan State Agrotechnological University
Named After P.A. Kostychev, Ryazan, Russia;
- A. N. Omarov**, cand. of technical sciences, PhD
West Kazakhstan Innovative
and Technological University, Uralsk, Kazakhstan;
- S. V. Chekaykin**, cand. of technical sciences,
associate professor
Penza State Technological University, Penza, Russia;
- G. V. Shaburova**, candidate of technical sciences,
associate professor
Penza State Technological University, Penza, Russia

The editorial office address:

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

“Innovative machinery and technology” is included into the Russian
Scientific Citation Index system:
<http://www.elibrary.ru>
Included in the international information
system for agriculture AGRIS.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Разработка булочных изделий повышенной пищевой ценности <i>Гарькина П.К., Курочкин А.А., Долгов М.В.</i>	7
Обоснование применения сока брусники в технологии кваса <i>Гарькина П. К., Соколов Е.Г.</i>	13
Современный метод контроля качества муки с помощью «ИНФРАНЕО» <i>Жазыкбаева Г.М.</i>	17
Поликомпонентный экструдат на основе семян томатов <i>Курочкин А.А., Долгов М.В.</i>	22
Разработка рецептурного состава кекса повышенной пищевой ценности <i>Пономарева Е.И., Лукина С.И., Логунова Л.В., Федорченко Н.Н.</i>	27
Идентификация смесей растительных масел с помощью колориметрических параметров <i>Фролов Д.И., Оськина А.Г.</i>	32

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Анализ структурной модели энергосберегающего агрегата для термовакуумной обработки пищевого сырья <i>Курочкин А.А., Потапов М.А.</i>	36
Исследование уплотнения кормов в вакууме <i>Некрашев В.Ф., Мамонов Р.А., Торженева Т.В., Воробьева И.В.</i>	40
Моделирование процесса взаимодействия с почвой рыхлительных пальцев ротационной бороны <i>Ожерельев В.Н.</i>	46
Применение формалина для обработки навоза подстилки дойных коров <i>Потапов М.А., Фролов Д.И.</i>	53
Процесс 3d моделирования пружины сжатия для почвообрабатывающего катка <i>Прошкин В.Е., Богатский Р.В.</i>	59
Обоснование параметров доильного аппарата <i>Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Волков А.Ю.</i>	64
Исследование процесса нейтрализации кислотности кукурузного экстракта <i>Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е.</i>	72

Изменение мясных продуктов при хранении <i>Фролов Д.И., Долгов М.В.</i>	77
---	----

Оценка влияния ежегодного применения индюшиного помета на запасы питательных веществ в почве и урожайность яровой пшеницы <i>Чекаев Н.П., Галиуллин А.А., Новичков С.В.</i>	81
---	----

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Состояние производства хлеба и хлебобулочных изделий в России <i>Зимняков В.М.</i>	87
--	----

Особенности производства мясных полуфабрикатов <i>Зимняков В.М.</i>	93
---	----

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

<i>Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей</i>	100
<i>Требования к оформлению статьи</i>	100

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

Development of bakery products of increased nutritional value <i>Garkina P.K., Kurochkin A.A., Dolgov M.V.</i>	7
Justification of the use of cranberry juice in kvass technology <i>Garkina P.K., Sobolev E.G.</i>	13
Modern method of flour quality control using INFRANEO <i>Zhazykbaeva G.M.</i>	17
Multicomponent extrudate based on tomato seeds <i>Kurochkin A.A., Dolgov M.V.</i>	22
Development of the recipe composition of the cupcake increased nutritional value <i>Ponomareva E.I., Lukina S.I., Logunova L.V., Fedorchenko N.N.</i>	27
Identification of vegetable oil mixtures using colorimetric parameters <i>Frolov D.I., Oskina A.G.</i>	32

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

Analysis of the structural model of an energy-saving unit for thermal vacuum processing of food raw materials <i>Kurochkin A.A., Potapov M.A.</i>	36
Investigation of feed compaction in vacuum <i>Nekrashevich V.F., Mamonov R.A., Torzhenova T.V., Vorobyova I.V.</i>	40
Simulation of the process of interaction with the soil of the rotary harrow's roofing pins <i>Ozherelev V.N.</i>	46
The use of formalin for the treatment of bedding manure of dairy cows <i>Potapov M.A., Frolov D.I.</i>	53
The process of 3d modeling of the compression spring for a tillage roller <i>Proshkin V.E., Bogatsky R.V.</i>	59
Justification of milking machine parameters <i>Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E., Volkov A.Yu.</i>	64
Investigation of the process of neutralizing the acidity of corn extract <i>Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E.</i>	72

Changes in meat products during storage <i>Frolov D.I., Dolgov M.V.</i>	77
---	----

Assessment of the impact of the annual use of turkey manure on the nutrient reserves in the soil and the yield of spring wheat <i>Chekaev N.P., Galiullin A.A., Novichkov S.V.</i>	81
--	----

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

The state of production of bread and bakery products in Russia <i>Zimnyakov V.M.</i>	87
--	----

Features of the production of meat semifinished products <i>Zimnyakov V.M.</i>	93
--	----

AUTHOR GUIDELINES

<i>The procedure for consideration, approval and rejection of articles</i>	100
<i>Article requirements</i>	100

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.66.016

Разработка булочных изделий повышенной пищевой ценности

Гарькина П.К., Курочкин А.А., Долгов М.В.

Аннотация. Рассмотрена возможность и целесообразность применения муки из семян томатов (СТ) в технологии булочных изделий. Проведена оценка органолептических показателей изделий, изготовленных с заменой части муки пшеничной (МП) высшего сорта на муку из СТ. Установлена рациональная замена МП на муку из СТ.

Ключевые слова: булочные изделия, мука из семян томатов, органолептические показатели, пищевая ценность.

Для цитирования: Гарькина П.К., Курочкин А.А., Долгов М.В. Разработка булочных изделий повышенной пищевой ценности // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 7–12.

Development of bakery products of increased nutritional value

Garkina P.K., Kurochkin A.A., Dolgov M.V.

Abstract. The possibility and expediency of using tomato seed flour (ST) in the technology of bakery products is considered. The evaluation of organoleptic indicators of products made with the replacement of part of the premium wheat flour (MP) with flour from ST was carried out. A rational replacement of MP with flour from ST has been established.

Keywords: bakery products, tomato seed flour, organoleptic indicators, nutritional value.

For citation: Garkina P.K., Kurochkin A.A., Dolgov M.V. Development of bakery products of increased nutritional value. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 7–12. (In Russ.).

Введение

Разработка новых продуктов питания и расширение ассортимента продукции базируется на поиске и применении нетрадиционных видов сырья, способствующих интенсификации технологических процессов и повышению пищевой ценности изделий [13–15].

Применение плодов томатов и продуктов их переработки является перспективным и актуальным в производстве пищевых продуктов, в том числе и хлебобулочных изделий, в связи с возможностью активации жизнедеятельности дрожжевых клеток, улучшения качества и повышения биологической ценности продукции [1]. Семена томатов, как вторичные материальные ресурсы, образующиеся при переработке плодов томатов, характеризуются профилактическими и лечебными свойствами. Установлено, что они содержат эссенциальные

вещества, в том числе антиоксиданты (ликопин, β-каротин), витамины, минеральные вещества, являющиеся полезными для организма человека. Их применение в технологии пищевых продуктов позволит расширить ассортимент обогащенных, функциональных изделий и изделий специализированного назначения [2, 3]. Гаджиевой А.М. с сотрудниками предложено при производстве консервной, майонезно-маргариновой и хлебобулочной продукции использовать полученный в процессе переработки СТ и томатных выжимок томатно-масляный экстракт и белково-томатно-масляную пасту, являющихся источником функциональных пищевых ингредиентов [4]. Разработаны рекомендации по регулированию технологических свойств пищевых систем, таких как хлебобулочные изделия, колбасные изделия, паштеты, майонезы, с помощью применения добавки на основе выжимок томатов [5].



Рис. 1. Внешний вид семян томатов

Таким образом, семена томатов представляют собой резервуар полезных для здоровья макромолекул, таких как белки, каротиноиды (ликопин), полисахариды (пектин), фитохимические вещества (флавоноиды) и витамины (альфа-токоферол). Полезные для здоровья свойства делают эти биологически активные компоненты подходящими кандидатами для разработки новых продуктов питания и нутрицевтиков. Семена томатов характеризуются биомедицинской активностью, что способствует лечению сердечно-сосудистых заболеваний, неврологических расстройств. Семена томатов проявляют активность в качестве антиоксидантов, противораковых и противомикробных средств. Использование биологически активных веществ семян томатов способствует улучшению экономической целесообразности переработки томатов и уменьшению загрязнения окружающей среды [6].

Целью исследований является исследование

возможности применения СТ в технологии булочных изделий повышенной пищевой ценности.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлась мука из СТ, готовые булочные изделия повышенной пищевой ценности с применением муки из СТ.

Предмет исследования – влияние муки из СТ на качество и пищевую ценность готовых булочных изделий.

Внешний вид исходных СТ представлен на рисунке 1. Семена томатов измельчали на лабораторной мельнице ЛМТ-1 с частотой вращения размольного органа 12000 оборотов в минуту.

Прототипом разработки новой рецептуры булочных изделий служила рецептура булочки «Московская» [7]. В качестве контрольных готовили образцы булочных изделий по традиционной рецептуре и технологии, без внесения муки из СТ [8].

Муку из СТ вносили в дозировке 5 %, 10 % и 15 % взамен эквивалентного количества сухих веществ МП.

Возможность и технологическую целесообразность замены части МП высшего сорта на муку из СТ в рецептуре булочных изделий оценивали на основании оценки органолептических показателей и пищевой ценности.

Замес теста производили безопасным способом, вручную, из всего сырья в соответствии с рецептурами. Замешенное тесто помещали в термостат для брожения на 180-210 мин. Проводили две обминки. Первая – через 120 мин после начала брожения, вторая за 40 минут до окончания брожения. Разделку и округление булочных изделий осуществляли. Для брожения и расстойки тестовых заготовок в течение 50-60 минут использовали шкаф модели Unox. Выпекание тестовых заготовок осуществляли в увлажненной камере пароконвектомата Unox при температуре 200-220 °С в течение 19-21 мин. Тесто для контрольных и опытных образцов готовили влажностью не более 45,5 %.

Таблица 1 – Рецептуры булочки «Московская» с применением муки из СТ взамен части МП

Наименование компонентов рецептуры	Массовая доля сухих веществ, %	Соотношение МП и муки из СТ, %							
		100:00		95:05		90:10		85:15	
		В натуре	в СВ	В натуре	в СВ	В натуре	В СВ	В натуре	в СВ
МП высшего сорта, г	85,5	100	85,5	95	81,23	90	76,95	85	72,68
Мука из СТ, г	92,2	0	0	4,64	4,28	9,27	8,55	13,91	12,83
Дрожжи хлебопекарные прессованные, г	25	2,5	0,63	2,5	0,63	2,5	0,63	2,5	0,63
Соль пищевая, г	96,8	2	1,94	2	1,94	2	1,94	2	1,94
Сахар белый кристаллический, г	99,8	1	1	1	1	1	1	1	1
Итого		105,5	89,06	105,14	89,06	104,77	89,06	104,41	89,06

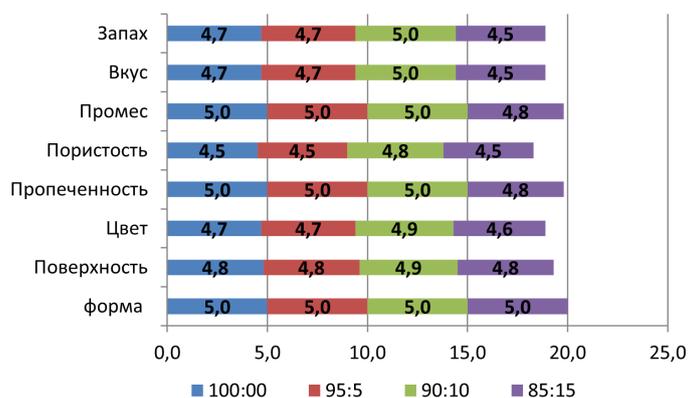


Рис. 2. Органолептические показатели булочки «Московская» с заменой части МП муки на муку из семян томатов

Результаты и их обсуждение

Семена томатов применяли в измельченном виде. Контрольные образцы готовили по традиционной рецептуре [7]. Модельные образцы готовили с заменой части МП на муку из СТ в количестве 5 %, 10 % и 15 % по сухим веществам в соответствии с рецептурами (таблица 1).

Результаты балловой органолептической оценки образцов булочки «Московская» приведены на рисунке 2.

Установлено, что замена МП на муку из СТ в количестве 5 %, 10 % и 15 % не приводит к снижению уровня основных органолептических показателей. Все изделия характеризуются по внешнему виду, как нерасплывчатые, без притисков, округлой формы, с прямыми параллельными надрезами на поверхности.

Отмечено изменение цвета от светло-желтого до коричневого в образцах по мере увеличения дозировки муки из СТ. Наиболее темный цвет в сравнении с контрольным образцом отмечен у модельного образца с внесением 15 % муки из СТ взамен МП. Отмечен более высокой оценкой приятный

светло-коричневый цвет у модельного образца с заменой части МП на 10 % муки из СТ.

Все образцы пропеченные, не влажные на ощупь, эластичные. При непродолжительном надавливании мякиш принимает первоначальную форму.

В сравнении с контрольным образцом пористость в модельном образце при замене МП на 5 % муки из СТ не изменилась. Развитая, без пустот и уплотнений пористость заметно выше в модельных образцах при внесении 10 % и 15 % муки из СТ, в сравнении с показателем в контрольном образце.

Все образцы без комочков и следов непромеса, за исключением модельного образца с внесением 15 % муки из СТ, в котором отмечены нехарактерные включения.

Наивысший балл по показателям «вкус» и «запах» отмечен у модельного образца с заменой 10 % МП на муку из СТ.

Таким образом, средняя балловая оценка органолептических показателей контрольного образца и модельного образца с заменой МП на 5 % муки из СТ оказалась одинаковой, и составила 4,8 балла. Внесение 10 % муки из СТ взамен части МП повысило среднюю органолептическую оценку булочки

Таблица 2 – Пищевая и энергетическая ценность булочки «Московская» с заменой части МП на 15 % муки из СТ, г/100 г

Наименование пищевых веществ и энергетическая ценность	Рекомендуемый уровень суточного потребления [12]	Булочка «Московская» по традиционной рецептуре		Булочка «Московская» с заменой части МП на муку из СТ	
		содержание пищевых веществ в 100 г	степень удовлетворения суточной потребности, %	содержание пищевых веществ в 100 г	степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	75	7,9	10,5	9,1	12,1
Жиры, г	83	0,9	1,1	2,2	2,7
в т.ч. ПНЖК, г	11	0,38	3,5	0,97	8,8
ω-3 (α-линоленовая), г	1	0,02	2	0,07	7
ω-6 (линолевая), г	10	0,36	3,6	0,9	9
Углеводы, г	365	55,9	15,3	51,3	14,1
Пищевые волокна, г	23	0,11	0,5	1,68	7,3
ЭЦ, кДж	10467	1102,4	10,5	1094,4	10,5
ЭЦ, ккал	2500	263,3	10,5	261,4	10,5

«Московская» до 5 баллов. Модельный образец с заменой части МП на 15 % муки из СТ оценен на 4,7 баллов.

В результате проведенных исследований и полученных результатов определена рациональная дозировка муки из СТ в количестве 10 % взамен эквивалентного количества сухих веществ МП при производстве булочки «Московская».

Расчетно-аналитическим методом [9] на основе справочных данных и результатов научных исследований [10, 11] рассчитан химический состав контрольного и модельного образца булочки «Московская». Результаты представлены в таблице 2.

Анализ приведенных результатов свидетельствует о возможности повышения пищевой ценности булочных изделий при использовании муки из семян томатов в дозировке 10 % взамен эквивалентного количества сухих веществ МП в рецептуре. Так, употребление 100 г булочных изделий в сутки способствует повышению степени удовлетворения суточной потребности в белке в изделиях, приготовленных по модифицированной рецептуре, на 15,2 %. Повысилось содержание полиненасыщенных жирных кислот в 2,6 раза. При этом, следует

отметить, что содержание эссенциальной линолевой кислоты (ω -3) увеличилось в 3,5 раза, линолевой (ω -6) – в 2,5 раза в сравнении с изделием, изготовленным по традиционной рецептуре. Уровень пищевых волокон в булочных изделиях при замене части пшеничной муки на муку из семян томатов повысился в 15,3 раза. Следовательно, повышается и степень удовлетворения суточной потребности в указанных нутриентах. Энергетическая ценность снизилась незначительно. В контрольном образце она составила 263,3 ккал, в модельном образце – 261,4 ккал.

Выводы

Полученные результаты исследований позволяют рекомендовать применение муки из семян томатов в качестве замены части пшеничной муки в рецептурах булочных изделий. Установлено, что рациональной дозировкой муки из семян томатов следует считать 10 % взамен эквивалентного количества муки по сухим веществам при производстве булочных изделий.

Литература

- [1] Першакова, Т. В. Влияние добавок растительных препаратов на активацию прессованных дрожжей и потребительские свойства хлебобулочных изделий / Т. В. Першакова, П. И. Кудинов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2013. – № 5-6(335-336). – С. 35-38.
- [2] Томаты: основные направления использования в пищевой промышленности (обзор) / Д. П. Ефремов, И. М. Жаркова, И. В. Плотникова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84. – № 1(91). – С. 181-195.
- [3] Гринченко В.С., Касьянов Г.И., Мазуренко Е.А. Технологии специализированных продуктов питания для спортсменов. – Краснодар : Экоинвест, 2013. – 125 с.
- [4] Функциональные продукты питания на основе белково-липидной пасты из семян томатов / А. М. Гаджиева, Г. Хабягинова, З. Атаева, С. Шайхалова // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции, Махачкала, 19-20 ноября 2020 года. – Махачкала: Дагестанский государственный технический университет, 2020. – С. 21-23.
- [5] Технологические свойства растительной БАД на основе выжимок томатов / С. А. Калманович, Т. В. Першакова, Е. А. Вербицкая, Д. Ю. Кашкара // Новые технологии. – 2011. – № 1. – С. 14-17.

References

- [1] Pershakova, T.V., Kudinov, P.I. Influence of additives of herbal preparations on the activation of pressed yeast and consumer properties of bakery products. Food technology. - 2013. - No. 5-6 (335-336). - S. 35-38.
- [2] Efremov D. P., Zharkova I. M., Plotnikova I. V. [et al.] Tomatoes: main directions of use in the food industry (review) // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. - 2022. - T. 84. - No. 1 (91). - S. 181-195.
- [3] Grinchenko V.S., Kasyanov G.I., Mazurenko E.A. Technologies of specialized food products for athletes. - Krasnodar: Ecoinvest, 2013. - 125 p.
- [4] Functional food products based on protein-lipid paste from tomato seeds / A. M. Gadzhieva, G. Khabaginova, Z. Atayeva, S. Shaikhalova // Improving the quality and safety of food products: Proceedings of the X All-Russian Scientific and Practical Conference, Makhachkala, November 19-20, 2020. - Makhachkala: Dagestan State Technical University, 2020. - P. 21-23.
- [5] Kalmanovich S. A., Pershakova T. V., Verbitskaya E. A., Kashkara D. Yu. Technological properties of vegetable dietary supplement based on tomato pomace // New technologies. - 2011. - No. 1. - P. 14-17.
- [6] Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seed: A review on bioactives and biomedical activities/ Manoj Kumar, Maharishi Tomar, Deep Jyoti Bhuyan et al. // Biomedicine & Pharmacotherapy Volume 142, October 2021, 112018
- [7] Collection of recipes for bread and bakery products / P.S. Ershov. - St. Petersburg: Gidrometeoizdat. - 1998. - 192 p.

- [6] Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seed: A review on bioactives and biomedical activities/ Manoj Kumar, Maharishi Tomar, Deep Jyoti Bhuyan et all. // *Biomedicine & Pharmacotherapy* Volume 142, October 2021, 112018
- [7] Сборник рецептур на хлеб и хлебобулочные изделия/П.С. Ершов. – СПб.: Гидрометеоздат. – 1998. – 192 с.
- [8] Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 1080 с.
- [9] Методическое руководство по определению химического состава и энергетической ценности хлебобулочных изделий / А. П. Косован, Г. Ф. Дремучева, Р. Д. Поландова [и др.]. – Москва: Московская типография № 2, 2008. – 214 с.
- [10] Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - X46 М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.
- [11] Томатная выжимка – обзор. ScienceDirect Topics. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.9877309b-63624051-d305557f-74722d776562/ <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tomato-pomace>.
- [12] Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21.– М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 72 с.
- [13] Рациональные технологические параметры при производстве поликомпонентного композита на основе семян льна / В.М. Зимняков, О.Н. Кухарев, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // *Нива Поволжья*. 2017. № 4 (45). С. 157–163. EDN ZTIERL.
- [14] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2579488 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова ; UOANLF. 2014146596/13 ; заявл. 19.11.2014 ; опубл. 10.4.2016, Бюл. №10. 8 с. EDN UOANLF.
- [15] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2592619 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова ; VEAHCZ. 2015109402/13 ; заявл. 17.3.2015 ; опубл. 27.7.2016, Бюл. №21. 8 с. EDN VEAHCZ.
- [8] Collection of technological instructions for the production of bakery products. – М.: Price list izdat, 1989. – 1080 p.
- [9] Kosovan A. P., Dremucheva G. F., Polandova R. D. Methodological guide to determining the chemical composition and energy value of bakery products [and others]. - Moscow: Moscow printing house No. 2, 2008. - 214 p.
- [10] Chemical composition of Russian food products: Handbook / Ed. corresponding member MAI, prof. I. M. Skurikhin and Academician of the Russian Academy of Medical Sciences, prof. V. A. Tutelyan. - X46 М.: DeLi print, 2002. - 236 p.
- [11] Tomato pomace - an overview. Science Direct Topics. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.9877309b-63624051-d305557f-74722d776562/ <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tomato-pomace>.
- [12] Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation: Guidelines МР 2.3.1.0253-21.– М. : Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2021. – 72 p.
- [13] Rational technological parameters in the production of a polycomponent composite based on flax seeds / V.M. Zimnyakov, O.N. Kukharev, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // *Niva of the Volga region*. 2017. No. 4 (45). pp. 157–163. EDN ZTIERL.
- [14] Method for the production of bakery products: Pat. 2579488 Russian Federation: МПК А 21 D 8/02 / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova; UOANLF. 2014146596/13 ; dec. 11/19/2014; publ. 10.4.2016, Bull. No. 10. 8 p. EDN UOANLF.
- [15] Method for the production of bakery products: Pat. 2592619 Russian Federation: МПК А 21 D 8/02 / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova; VEAHCZ. 2015109402/13; dec. 17.3.2015; publ. 27.7.2016, Bull. No. 21. 8 p. EDN VEAHCZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Гарькина Полина Константиновна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru</p>	<p>Garkina Polina Konstantinovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru</p>
<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Долгов Максим Викторович магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Dolgov Maxim Viktorovich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>

Обоснование применения сока брусники в технологии кваса

Гарькина П. К., Соболев Е. Г.

Аннотация. С целью расширения ассортимента, улучшения конкурентоспособности предприятий, повышения пищевой ценности напитков целесообразно применение натурального сырья, являющегося источником функциональных пищевых ингредиентов. Квас является традиционным напитком в Российской Федерации. В связи с этим, обогащение кваса, как продукта массового употребления, является актуальной задачей. В статье приводятся результаты исследований возможности обогащения кваса на основе концентрата квасного сусла (ККС) с применением сока брусники. Сок брусники вводили в купаж основного сусла до начала брожения кваса взамен части ККС. Установлена более высокая скорость брожения опытных образцов с заменой ККС на сок в дозировке 15% и 20%. Готовый напиток характеризовался специфическим гармоничным вкусом и ароматом.

Ключевые слова: брусника, сок, квас, показатели качества.

Для цитирования: Гарькина П. К., Соболев Е. Г. Обоснование применения сока брусники в технологии кваса // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 13–16.

Justification of the use of cranberry juice in kvass technology

Garkina P.K., Sobolev E.G.

Abstract. In order to expand the assortment, improve the competitiveness of enterprises, increase the nutritional value of beverages, it is advisable to use natural raw materials, which are a source of functional food ingredients. Kvass is a traditional drink in the Russian Federation. In this regard, the enrichment of kvass, as a product of mass consumption, is an urgent task. The article presents the results of studies on the possibility of enriching kvass based on kvass wort concentrate (KKS) with the use of cranberry juice. Cranberry juice was introduced into the blend of the main wort before the fermentation of kvass instead of part of the KKS. A higher fermentation rate of experimental samples was established with the replacement of KCS with juice at a dosage of 15% and 20%. The finished drink was characterized by a specific harmonious taste and aroma.

Keywords: cranberries, juice, kvass, quality indicators.

For citation: Garkina P.K., Sobolev E.G. Justification of the use of cranberry juice in kvass technology. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 13–16. (In Russ.).

Введение

Приоритетами утвержденной Распоряжением Правительства от 29 июня 2016 г. № 1364-р Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. является ориентирование на разработку и производство обогащенных пищевых продуктов, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества, обеспечение рационального питания, соответствующего принципам здорового питания.

Квас является напитком сезонного и массового употребления. В этой связи является целесообразным

поиск и применение различных видов нетрадиционного сырья с целью создания обогащенного напитка и коррекции питания.

Наиболее гармоничным вкусом обладают безалкогольные напитки, содержащие боярышник, листья брусники, плоды шиповника.

Брусника (*Vaccinium vitis idaeae* L.) представляет собой плотную небольшую округлую красную ягоду семейства вересковых, рода *Vaccinium*. В диком виде брусника произрастает в лесах на севере России, Центральной Европы, Канады [1]. Известно, что брусника произрастает в Западной Сибири и Алтайском крае [2]. В Пензенской области имеются небольшие по

площади заросли брусники. В основном, она произрастает в сосновых лесах Засурского плато, Земетчинского района, в районе Светлополянских болот, в Сосновоборском, Кузнецком районах.

Ягоды брусники имеют приятный кисло-сладкий вкус. Плоды богаты антиоксидантами, такими как витамины С, А, и Е (токоферол) и полифенолы [1,3]. Ягодам присущи функциональные пищевые ингредиенты – пищевые волокна и минеральные вещества (калий, кальций, магний, фосфор, железо) [1]. Брусника характеризуется наличием в ней органических кислот, в том числе бензойной и салициловой кислоты, что и обуславливает противомикробные свойства ягод брусники.

Наличие биологически активных веществ в бруснике является обоснованием ее применения в пищевой промышленности, в том числе при разработке безалкогольных напитков [4]. Свежую бруснику широко используют для получения морсов. Уровень содержания каротина в бруснике значительно выше, чем в клюкве, лимонах, груше, яблоках, винограде и чернике. Следует отметить, что содержание меди в ягодах и листьях брусники, позволяет считать ее полезной для лечения сахарного диабета [5].

Известен способ производства кваса, позволяющий обогатить квас витаминами брусничного сока, и обеспечивающий высокую стойкость и стабильность напитка при хранении. Способ предусматривает предварительное получение сока брусники. Квасное сусло получают путем разведения концентрата квасного сусла водой. В сусло вносят сухие хлебопекарные дрожжи, предварительно обеззараженные молочной кислотой. Затем вносят сахарный сироп. Далее осуществляют брожение квасного сусла, охлаждение его и введение брусничного сока, предварительно пастеризованного при температуре 70 °С в течение 30 с. Затем производят купажирование сброженного сусла сахарным сиропом и лимонной кислотой. Следующие стадии предполагают созревание и осветление молодого кваса, сепарирование, фильтрование с применением картриджей (диаметр отверстий 10 мкм, 5 мкм, 0,5 мкм), пастеризацию (температура 70 °С), разлив в бутылки [5].

Анализ научных источников информации о химическом составе брусники позволяет считать ее эффективным источником функциональных пищевых ингредиентов, обуславливающих многофункциональное влияние на организм человека.

Целью исследований является разработка рецептуры кваса, обогащенного источником биологически активных веществ – соком из ягод брусники, являющейся региональным плодово-ягодным сырьем.

Объекты и методы исследования

Объектами для исследований служили сок брусники и контрольные и опытные образцы кваса. Выбор рациональной дозировки сока брусники определяли на основе анализа органолептических показателей напитка.

Оценка качества контрольных и экспериментальных квасов проведена в соответствии с требованиями ГОСТ 31494-2012 с использованием стандартных органолептических методов исследований.

Все эксперименты проведены в лабораториях ПензГТУ на кафедре «Пищевые производства» с использованием необходимых для опытов реактивов и оборудования.

С целью определения рациональной дозировки сок брусники вносили в количестве 10 %, 15 % и 20 % по отношению к объему получаемого кваса. Разрабатываемые напитки изготавливали по стандартной технологии. Основой кваса являлся концентрат квасного сусла (ККС). С целью получения сока замороженную бруснику размораживали. Сок из ягод получали прямым отжимом, после бланширования.

Прототипом разработки новой рецептуры кваса использовали рецептуру № 69 «Квас хлебный» [6]. В качестве контрольных готовили образцы кваса, в которых количество ККС, используемое для изготовления квасного сусла, количество сахара и дрожжей соответствовало классическим рецептурам квасов брожения. Процесс брожения квасного сусла для контрольного образца проводили по классической схеме с использованием дрожжей хлебопекарных прессованных *Saccharomyces cerevisie*.

Результаты и их обсуждение

Ингредиентный состав квасов на основе ККС приведен в таблице 1.

Установлено, что процесс брожения экспериментальных образцов с заменой ККС на сок брусники в количестве 5, 10, 15 и 20 % осуществлялся активно. Отмечено, что процесс брожения образца кваса с заменой ККС на 25 % сока брусники про-

Таблица 1 – Ингредиентный состав квасов на основе ККС с внесением сока брусники

Наименование сырья	Расход сырья на 100 дал кваса				
	Соотношение ККС и сока брусники, %				
	100:00	90:10	85:15	80:20	75:25
Сахар белый	50	50	50	50	50
Концентрат квасного сусла	29,4	26,46	24,99	23,52	22,05
Сок брусники	–	2,94	4,41	5,88	7,35
Дрожжи хлебопекарные прессованные	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Таблица 2 – Влияние применения сока брусники на органолептические показатели кваса

Наименование показателей	Соотношение ККС и сока брусники, %				
	100:0	90:10	85:15	80:20	75:25
Внешний вид	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и без посторонних включений				Пенящаяся жидкость без осадка, без посторонних включений
Цвет	Темно-коричневый		Коричневый		Светло-коричневый
Прозрачность	Прозрачный				
Аромат	Аромат сброженного напитка, кисло-сладкий		Аромат сброженного напитка со слабо выраженным запахом ягодного сырья. Дрожжевой запах отсутствует		
Вкус	Освежающий, кисло-сладкий, отсутствует дрожжевой привкус	Освежающий вкус с легким послевкусием ягодного сырья	Освежающий, кисло-сладкий, умеренно выраженный привкус ягодного сырья		

ходил менее активно, что требует дополнительных исследований. Полученные после брожения и купаживания контрольные и экспериментальные образцы квасов исследованы в лабораторных условиях и определены их органолептические показатели (таблица 2).

В результате проведенных исследований, полученных результатов сравнительной оценки органолептических показателей установлено, что рациональной заменой ККС на сок брусники следует считать образцы с заменой ККС в дозировке 15 % и 20 %.

Литература

- [1] Mane, C. Food Grade Lingonberry Extract: Polyphenolic Composition and In Vivo Protective Effect against Oxidative Stress/ C. Mane, M. Loonis, C. Juhel, C. Dufour, C. Malien-Aubert// J. Agric. Food Chem. – 2011. – No. 59. – P. 3330-3339.
- [2] Отраднов, А. И. Использование регионального плодово-ягодного сырья для обогащения Квасов брожения / А. И. Отраднов, Ю. В. Мороженко, Е. Ю. Егорова // Ползуновский вестник. – 2018. – № 2. – С. 32-36.
- [3] Szakiel, A. Comparison of the Triterpenoid Content of Berries and Leaves of Lingonberry *Vaccinium vitis-idaea* from Finland and Poland/ A. Szakiel, C. Paczkowski, H. Koivuniemi, S. Huttunen// J. Agric. Food Chem. 2012, 60, 4994-5002.
- [4] Быстрова, Е. А. Совершенствование технологии порошкового концентрата ягод брусники и его применение для создания продуктов повышенной пищевой ценности: дисс. ... канд техн. наук: 05.18.01 / Е. А. Быстрова. – М., 2018. – 185 с.
- [5] Патент № 2442443 С1 Российская Федерация, МПК А23L 2/02. Способ производства кваса «первый зимний» с брусничным соком: № 2010148310/13: заявл. 26.11.2010: опубл. 20.02.2012 / В. С. Левандовский.

Выводы

Таким образом, полученные результаты исследований свидетельствуют о возможности эффективного применения сока брусники в качестве частичной замены концентрата квасного сула. Указанное технологическое решение позволит расширить ассортимент квасов и повысить их пищевую ценность.

References

- [1] Mane, C. Food Grade Lingonberry Extract: Polyphenolic Composition and In Vivo Protective Effect against Oxidative Stress/ C. Mane, M. Loonis, C. Juhel, C. Dufour, C. Malien-Aubert// J. Agric. Food Chem. – 2011. – No. 59. – P. 3330-3339.
- [2] Otradnov, A. I. The use of regional fruit and berry raw materials for the enrichment of fermentation Kvass/ A. I. Otradnov, Yu. V. Ice cream, E. Y. Egorova// Polzunovsky Bulletin. – 2018. – No 2. – P. 32-36
- [3] Szakiel, A. Comparison of the Triterpenoid Content of Berries and Leaves of Lingonberry *Vaccinium vitis-idaea* from Finland and Poland/ A. Szakiel, C. Paczkowski, H. Koivuniemi, S. Huttunen// J. Agric. Food Chem. 2012, 60, 4994-5002.
- [4] Bystrova, E. A. Improvement of the technology of powdered concentrate of cranberries and its application for the creation of products of increased nutritional value: diss. ... cand. tech. sciences: 05.18.01 / E. A. Bystrova. – M., 2018. – P. 185
- [5] Patent No. 2442443 C1 Russian Federation, MPK A 23L 2/02. Method of production of kvass «first winter» with lingonberry juice: No. 2010148310/13: declared. 26.11.2010: publ. 20.02.2012 / V. S. Levandovsky.

[6] Сборник рецептов на напитки безалкогольные, квасы и напитки из хлебного сырья и сиропы товарные. – М.: Пищепромиздат, 1983. – 111 с.

[6] Collection of recipes for soft drinks, kvass and beverages from bread raw materials and commodity syrups. – М.: Pishchepromizdat, 1983. – P. 111

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Гарькина Полина Константиновна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru</p>	<p>Garkina Polina Konstantinovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru</p>
<p>Соболев Егор Георгиевич магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: E-mail:</p>	<p>Sobolev Egor Georgievich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: E-mail:</p>

Современный метод контроля качества муки с помощью «ИНФРАНЕО»

Жазыкбаева Г.М.

Аннотация. Современная экономика требует не только производства различной по пищевым достоинствам муки, но и завоевания рынка, т.к. это является важным фактором устойчивости предприятия в конкурентной борьбе. Поэтому на каждой мельнице следует вырабатывать несколько сортов муки, тем более, что это допускается современным законодательством. Рассматриваемый метод оценки качества муки с помощью ИНФРАНЕО можно использовать при обосновании использования при производстве муки в соответствии с требованиями нормативной документации. Анализируя, полученные данные в ходе исследований можно сделать следующие выводы: что муку Домашняя, Экстра, Классик рекомендуется использовать как примум мука по показателям белизна и золы. Для улучшения сбыта рекомендуется расширить ассортимент муки Премиум класса и производить фасовку по 2 и 5 кг.

Ключевые слова: мука, клейковина, протеин, влагопоглощительные способности (ВПС).

Для цитирования: Жазыкбаева Г.М. Современный метод контроля качества муки с помощью «ИНФРАНЕО» // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 17–21.

Modern method of flour quality control using INFRANEO

Zhazykbaeva G.M.

Abstract. The modern economy demands not only productions of flour, various on food advantages, but also gaining the market since it is an important factor of stability of the enterprise in competition. Therefore on each mill it is necessary to develop several grades of flour especially as it is allowed by the modern legislation. The considered method of assessment of quality of flour by means of INFRANEO can be used at justification of use by production of flour according to requirements of standard documentation. Analyzing, the obtained data during the researches it is possible to draw the following conclusions: what flour House, Extra, the Classic is recommended to use as a premium flour on indicators whiteness and ashes. For improvement of sale it is recommended to expand the range of flour of the Premium class and to make packing on 2 and 5 kg.

Keywords: millet, gluten, a protein, desiccant ability flour.

For citation: Zhazykbaeva G.M. Modern method of flour quality control using INFRANEO. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 17–21. (In Russ.).

Введение

Для производства некоторых диетических продуктов питания, мучных кондитерских изделий или пищевых продуктов функционального назначения требуется мука с особыми свойствами, например, с повышенным или с пониженным содержанием белка. В последнее время на крупных мельницах вырабатывают так называемые мучные смеси, т.е. муку с повышенным содержанием волокнистых веществ, витаминов, минеральных веществ и т.п. [5].

Анализ химического состава потоков муки

различных систем помола показывает, что она заметно различаются по содержанию органических и неорганических веществ. Таким образом, уже при помоле можно так организовать формирование конечных сортов муки, чтобы получить существенно различные по пищевым качествам продукты. Поэтому по современной технологии в размольном отделении организуют два или три потока муки с различными характеристиками и направляют в цех готовой продукции (выбойное отделение), а там формируют такую муку, которая требуется потребителю [2].

Кроме того, для получения муки с повышенным содержанием волокнистых веществ, присутствие которых положительно влияет на функции пищеварительного тракта. Для обогащения муки витаминами, минеральными веществами, сухой клейковиной или же различными пищевыми добавками используют специальную технологию.

Экструзия зерновых круп является перспективным методом получения полнофункциональных продуктов питания [8-10].

В последнее десятилетие отмечается снижение хлебопекарных свойств муки пшеницы, не отвечающее требованиям, предъявляемым стандартами к качеству зернопродуктов по двум основным причинам:

- постепенное снижение качества пшеницы, отмечаемое как мировая тенденция;
- естественные перепады качества пшеницы по агроклиматическим условиям года [1, 6].

Технологические свойства зерна реализуются в процессе его переработки в муку и крупу. Чем больше выход этих конечных продуктов и чем лучше их качество, а также чем ниже удельные затраты на производство, тем выше оценивают технологические свойства переработанной партии зерна. На эти свойства существенное влияние оказывает и техническая составляющая технологии [4, 7].

Зная исходные показатели физико-химических свойств зерна, технолог может судить не только о потенциальных возможностях получения из него определенного выхода муки или крупы, но выбрать параметры режимов основных этапов технологического процесса.

Располагая данными о структурно-механических свойствах зерна и его анатомических частей, технолог имеет возможность выбирать режим работы измельчающих или шелушильных машин так, чтобы обеспечивалась максимальная их эффективность при минимальных затратах энергии.

Сведения о биохимических свойствах зерна позволяют технологю при выборе режимов гидротермической обработки зерна, формировании потоков муки по сортам и т. п. обеспечить высокое качество готовой продукции.

Таким образом, технологические свойства зерна являются производными комплекса различных свойств, которые по отношению к технологическим будут первичными. Следовательно, между показателями, определяющими различные свойства зерна, должна существовать взаимосвязь.

Наличие взаимосвязи между показателями различных свойств зерна позволяет технологю судить об изменении мукомольных свойств, не подвергая зерно специальному испытанию, т. е. без проведения опытных помолов.

Потребительские свойства определяют степень соответствия готовой продукции своему назначению. Мука должна обеспечивать выработку хлебобулочных, макаронных или кондитерских из-



Рис. 1. Корректировка прибора на рабочем месте лаборатории ТОО «Белес-Агро»

делий высокого качества, крупа – различных кулинарных блюд, комбикорма – служить высокоэффективным кормом сельскохозяйственным животным, птице и рыбе.

Потребительские свойства оценивают лабораторным анализом, а также опытной проверкой в специально организованном испытании.

Государственные стандарты и технические условия на готовую продукцию обязательно составляют с учетом обеспечения достаточно высоких потребительских свойств.

В современном лабораторном контроле качества муки традиционно принято анализировать множество отдельно взятых параметров различных составных частей муки: крахмал, клейковина, протеинов, воды и т.д. Помимо этого существует целый ряд компонентов, которыми зачастую пренебрегают: упругость, растяжимость, эластичность. ИН-ФРАНЕО производства компании SHORIN (Франция), позволяет вести контроль качества на новый уровень, принимая во внимание все выше перечисленные элементы. И что самое главное, взаимодействие между ними, и все это на одном аппарате и в единой пробе. Благодаря своим уникальным особенностям имеет непревзойденные возможности в области быстрого и точного контроля качества муки [3].

Индекс ВПС (влагопоглотительная способность) непосредственно влияет на весь процесс хлебопечения и в особенности на физико-механические свойства теста, такие как масса получаемого теста и количество конечного продукта. Например, при чрезмерном увлажнении муки, взаимодействие между протеиновыми соединениями и крахмалом снижаются. В целом увеличение водопоглощения муки приводит к лучшей желатинизации, большому поднятию при выпечке, улучшению мягкости мякиша и меньшей ретроградации крахмала.

P – упругость (максимальное давление, необходимое для деформации образца);

L – растяжимость (длина кривой);

W – хлебопекарная способность (площадь кривой);



Рис. 2. Процесс проведения анализа образца муки на приборе ИНФРАНЕО

Le – эластичность эластичность (P/L).

Улучшители пластичности муки при помощи ИНФРАНЕО пользователи могут оптимизировать количество добавок в муку в соответствии с заданными критериями: при добавлении клейковины увеличиваются значения W и P , уменьшается значение L ; при добавлении эмульгатора значение P немного уменьшается, значения W и L увеличиваются.

Приготовление различных сортов муки по назначению: бисквитная мука – тесто с низкой вязкостью (низкое значение P) и большой растяжимостью (высокое значение L); мука для французских батонов – тесто, обладающее достаточно высокой силой и растяжимостью (среднее значения P и L); мука для выпечки булочек для гамбургеров – тесто с высокой вязкостью и растяжимостью (высокие значения P и L).

Простота в эксплуатации и высокая скорость анализа делают этот прибор незаменимым в любой лаборатории (рис. 1).

Основные достоинства: высокая скорость и точность определения, получение спектральных данных за 3 секунды; одновременное определение нескольких параметров; надежность в работе и хорошая сходимость результатов, отсутствие особых

требований к подготовке пробы; отсутствие человеческого фактора при определении.

Преимущества в эксплуатации: применении открытой чашки в качестве юветы образца ускоряет процесс работы и сводит к минимуму возможность ошибки; наличие стандартных для современного компьютера интерфейсов обеспечивает легкость работы с данными; благодаря применению прецизионной оптики и метода отражения в ближнем ИК диапазоне результаты калибровок могут быть перенесены с одного прибора на другой, заменены новыми или скорректированы на месте (рис. 2).

Объекты и методы исследований

Материалом исследования служили: мука пшеничная производства мельничного комплекса ТОО «Белес Агро».

Методы исследований: влажность определяли по ГОСТ 9404-88, количество клейковины, протеин, зола, белизна, крахмал, ВПС, упругость, растяжимость, эластичность, хлебопекарная способность на приборе ИНФРАНЕО.

Результаты и их обсуждение

Анализ результатам исследований, приведенных в таблице, показывает, что мука Домашняя, Экстра, Классик по показателям белизна и золы превосходят муку первого и второго сорта. В пшеничном зерне наиболее высокая зольность у оболочек и алейронового слоя, а самая низкая в центральных частях эндосперма. Поэтому зольность муки I сорта всегда выше зольности муки высшего сорта.

Количество и качество клейковины характеризуют питательную (белковую) ценность муки, обуславливают физико-механические свойства (упругость, пластичность, прочность)

Количество белка в муке влияет на водопоглотельную способность изделий при содержании сырой клейковины в муке 25-40 %.

Согласно показателям качества муки первого и

Таблица 1 – Показатели качества муки пшеничной ТОО «Белес-Агро» полученных при помощи прибора ИНФРАНЕО

Образец муки	Влажность, %	Протеин, %	Зола, %	Клейковина, %	Крахмал, %	ВПС, %	P Упругость, мм	L Растяжимость, мм	Le эластичность	W хлебопекарная способность, е/а	Белизна, %
Высший сорт (контроль)	14,8	13,9	0,52	36	17,7	66,2	49,2	29,2	62,6	427	72
Первый сорт	15	17,9	0,73	46	17,7	66,6	63,9	34,7	67	540	61
Второй сорт	13,8	17,2	1,06	42	19	70	80,7	32,9	57,8	476	46
Мука премиум класса											
Экстра	14,6	12,8	0,45	33	17,9	65,6	47,7	27,4	61,4	397	77
Классик	14,4	12,9	0,53	33	17,8	65,3	49	27	62,4	405	77
Домашняя	14,6	13,4	0,55	34	17,9	66,7	51,8	27,6	61,4	405	72,1

Второго сорта можно использовать при производстве социального хлеба, а муку Высшего сорта для сдобной выпечки.

Муку Домашняя, Экстра, Классик как Премиум класса для потребителей отдающих предпочтение по белизне.

Современная экономика требует не только производства различной по пищевым достоинствам муки, но и завоевания рынка, т.к. это является важным фактором устойчивости предприятия в конкурентной борьбе. Поэтому на каждой мельнице следует вырабатывать несколько сортов муки, тем более, что это допускается современным законодательством.

Литература

- [1] Асангалиева, Ж.Р. Предпосевная обработка семян пшеницы ионозоно-воздушным потоком в поле кавитации и без кавитации Ж.Р. Асангалиева, Г.М. Жазыкбаева / Материалы международной научно-практической конференции. XVII Международная научно-практическая конференция. М. 2018. С. 6-7.
- [2] Бутковский, В. А. Современная техника и технология производства муки / В.А. Бутковский, Л.С. Галкина, Г.Е. Птушкина. М.: ДеЛи принт, 2006. 319 с.
- [3] Zhazkbaeva, G.M. MODERN METHOD OF FLOUR'S QUALITY CONTROL WITH THE HELP OF «INFRANEO» /G.M.Zhazkbaeva, N.N. Aitkulov// Scitntific and pzactical journal of Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical Universtcity, 2018.
- [4] Курочкин, А.А. Оборудование хлебопекарного производства. Практикум: учебное пособие/А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова. М.: ИНФРА-М. 2021. 231 с.
- [5] Лазарев, С.В. Производство муки из мягкой пшеницы для целевого использования С.В. Лазарев, Т.Б. Цыганова // Пищевая промышленность, 2003. №8. С. 62-64.
- [6] Мартянова, А.И. и др. Оценка технологических свойств товарных партий зерна пшеницы / А.И. Мартянова, Б.Е. Кравцова, Т.В. Васюсина, Г.Е. Гришина. М.: Агропромиздат, 1986. 150 с.
- [7] Оборудование перерабатывающих производств /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.М. Зимняков, П.К. Воронина.–М.: ИНФРА-М, 2015.– 363 с.
- [8] Оптимизация состава зернопродуктов при получении пивного сусла с использованием экструдированного ячменя / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6(22). – С. 103-109. – EDN TKJLIH.
- [9] Рациональные технологические параметры при производстве поликомпонентного композита на основе семян льна / В. М. Зимняков, О. Н. Кухарев, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Нива Поволжья. – 2017. – № 4(45). – С. 157-163. – EDN ZTIERL.

Выводы

Рассматриваемый метод оценки качества муки с помощью ИНФРАНЕО можно использовать при обосновании в производстве видов муки специального назначения в соответствии с требованиями нормативной документации.

Анализируя полученные в ходе исследований данные, можно сделать вывод о том, что мука Домашняя, Экстра, Классик может быть рекомендована как хлебопекарное сырье Премиум класса по показателям белизны и содержанию золы. Для улучшения сбыта этого продукта следует осуществлять его фасование по 2 и 5 кг.

References

- [1] Asanalieva, Zh.R. Pre-sowing treatment of wheat seeds with ionozone-air flow in the field of cavitation and without cavitation Zh.R. Asangalieva, G.M. Zhazykbayeva / Materials of the international scientific and practical conference. XVII International Scientific and Practical Conference. M. 2018. pp. 6-7.
- [2] Butkovsky, V. A. Modern technique and technology of flour production / V.A. Butkovsky, L.S. Galkina, G.E. Ptushkina. M.: Delhi print, 2006. 319 p.
- [3] Zhazkbaeva, G.M. MODERN METHOD OF FLOUR'S QUALITY CONTROL WITH THE HELP OF «INFRANEO» /G.M.Zhazkbaeva, N.N. Aitkulov// Scitntific and pzactical journal of Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical Universtcity, 2018.
- [4] Kurochkin, A.A. Equipment of bakery production. Workshop: textbook/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova. M.: INFRA-M. 2021. 231 p.
- [5] Lazarev, S.V. Production of soft wheat flour for target use S.V. Lazarev, T.B. Tsyganova // Food industry, 2003. No. 8. pp. 62-64.
- [6] Martinova, A.I. et al. Evaluation of technological properties of commodity batches of wheat grain / A.I. Martyanova, B.E. Kravtsova, T.V. Vasyusina, G.E. Grishina. M.: Agropromizdat, 1986. 150 p.
- [7] Hardware processing industries /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.M. Zimnyakov, P.K. Voronina.–M.: INFRA-M, 2015.– 363 p.
- [8] Optimization of the composition of grain products when obtaining beer wort using extruded barley / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, D. I. Frolov // XXI century: results of the past and problems of the present plus . - 2014. - No. 6(22). - pp. 103-109. – EDN TKJLIH.
- [9] Rational technological parameters in the production of a polycomponent composite based on flax seeds / V. M. Zimnyakov, O. N. Kukharev, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Niva Povolzhya. - 2017. - No. 4 (45). - pp. 157-163. – EDN ZTIERL.

[10] Повышение эффективности обезвоживания экструдата в вакуумной камере модернизированного экструдера / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, П. К. Гарькина [и др.] // Нива Поволжья. – 2019. – № 2(51). – С. 134-143. – EDN BIRIFZ.

[10] Improving the efficiency of extrudate dehydration in the vacuum chamber of a modernized extruder / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, P. K. Garkina [et al.] // Niva Povolzhya. - 2019. - No. 2 (51). - pp. 134-143. – EDN BIRIFZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Жазыкбаева Галия Муратовна кандидат технических наук профессор кафедры «Транспорт и технологии» Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана 090000, Казахстан. ЗКО г. Уральск, ул. Ихсанова 44/1 Тел.: E-mail: galiya_2765@mail.ru</p>	<p>Zhazykbayeva Galiya Muratovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Transport and Technology» West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan Phone: E-mail: galiya_2765@mail.ru</p>
---	--

Поликомпонентный экструдат на основе семян томатов

Курочкин А.А., Долгов М.В.

Аннотация. В работе представлен материал, свидетельствующий об актуальности вовлечения в хозяйственный оборот растительных сырьевых ресурсов их вторичных компонентов. Показано, что отходы от переработки томатов имеют значительный потенциал использования в хлебопекарном производстве как источник пищевых добавок, позволяющих обогащать хлеб и хлебобулочные изделия белком, пищевыми волокнами и биологически активными веществами. На основе анализа ранее выполненных работ, приведены аргументы в пользу технологического решения, в котором полезные ингредиенты семян томатов используются в составе поликомпонентного экструдата, получаемого путем обработки смеси этих семян с зерном пшеницы. Предложены технологические режимы работы экструдера для получения этого полуфабриката.

Ключевые слова: семена, томаты, выжимки, пшеница, зерно, экструдат, технология, поликомпонентный.

Для цитирования: Курочкин А.А., Долгов М.В. Поликомпонентный экструдат на основе семян томатов // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 22–26.

Multicomponent extrudate based on tomato seeds

Kurochkin A.A., Dolgov M.V.

Abstract. The paper presents the material testifying to the relevance of the involvement of their secondary components in the economic turnover of plant raw materials. It is shown that waste from tomato processing has a significant potential for use in bakery production as a source of food additives, which allows enriching bread and bakery products with protein, dietary fibers and biologically active substances. Based on the analysis of previously performed works, arguments are given in favor of a technological solution in which the useful ingredients of tomato seeds are used as part of a multicomponent extrudate obtained by processing a mixture of these seeds with wheat grain. Technological modes of operation of the extruder for obtaining this semi-finished product are proposed.

Keywords: seeds, tomatoes, pomace, wheat, grain, extrudate, technology, multicomponent.

For citation: Kurochkin A.A., Dolgov M.V. Multicomponent extrudate based on tomato seeds. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 22–26. (In Russ.).

Введение

Современный подход к разработке рецептур хлебобулочных изделий путем расширения вовлекаемых в хозяйственный оборот растительных сырьевых ресурсов характеризуется весьма широким диапазоном – от откровенно экзотических для России растений до использования вторичного сырья, которое в реальных условиях пока еще утилизируется или в лучшем случае – идет на корм животным. Между тем не следует забывать, что под вторичным сырьем понимается часть вторичных материальных ресурсов (ВМР), в отношении которых имеется техническая возможность и экономическая целесообразность повторного применения в пищевых и

иных технологиях в первоначальном виде или после дополнительной обработки.

При этом очевидно, что второй вариант более актуален, так как наряду с решением основной цели – расширением номенклатуры выпускаемых хлебобулочных изделий, предполагает внедрение малотходных или безотходных технологий, а также способствует сокращению затрат на вынужденную в ряде случаев утилизацию этих ресурсов [1, 5].

Например, в пищевой отрасли существует целый ряд технологий, реализация которых приводит к появлению значимых объемов вторичного сырья, содержащего весьма ценные ингредиенты, из которых экономически выгодно и технологически целесообразно вырабатывать различные пищевые

добавки. К такому сырью можно отнести продукты переработки овощей, фруктов, семян масличных культур и т.д.

Так, в процессе переработки томатов образуются побочные продукты, включающие кожуру, семена и мякоть перерабатываемого сырья. Эти продукты, известные как томатная выжимка, являются источником белка, липидов, каротиноидов и минералов. Выжимка также содержит биологически активные соединения и ценные антиоксиданты, такие как токоферолы, полифенолы, терпены и стерины [2, 3, 6].

Учитывая, что наиболее освоенными, с точки зрения технологии и техники переработки томатов, являются технологии производства томатного сока, томатной пасты и кетчупов, целесообразно рассмотреть материальные потоки, в которых образуются выжимки.

Выработка томатного сока предусматривает следующие технологические операции: мойку в сагурированной воде, инспекцию, сортировку, ополаскивание, дробление, семяотделение, подогрев пульпы, отжатие сока, фасовку и стерилизацию. Семена томатов по этой технологии получают после обработки сырья в дробилках-семяотделителях, а кожура образуется за счет работы протирочной машины. В некоторых технологических линиях семяотделительная машина не применяется, а рабочий процесс комплекта оборудования реализуется при участии 2-3 протирочных машин [2, 6].

Томатное пюре и томатная паста относятся к концентрированным продуктам в связи с чем их производство начинается с изготовления протертой томатной массы (пульпы), которую затем уваривают до требуемого содержания сухих веществ в выпарных аппаратах [3, 6].

Дальнейшее использование томатной выжимки, состоящей из семян томатов или смеси семян с кожей, предполагает несколько вариантов.

В первом случае предлагается обработка семян, томатных выжимок и кожицы томатов жидким диоксидом углерода, в результате чего получают натуральные пищевые добавки с высокими органолептическими, физико-химическими и медико-биологическими свойствами [2, 3, 6]. Широкого применения в условиях промышленного производства эта технология пока не получила.

По второму варианту из томатных выжимок можно получить томатно-масляный экстракт (ТМЭ) или белково-томатно-масляную пасту (БТМП).

Установлено, что добавление ТМЭ и БТМП в оптимальных дозировках способствует улучшению органолептических показателей качества хлеба: пористость становится более развитой, равномерной, тонкостенной, мякиш – более нежный и эластичный с приятным томатным привкусом, он дольше сохраняет свою свежесть в процессе хранения. Удельный объем хлеба увеличивается на 8,6-18,0 %, пористость – на 1,2-4%, формоустойчивость по-

довых изделий – на 8,1-23%, сжимаемость мякиша – на 9,1-20% [1].

Одновременно с этим внесение БТМП и ТМЭ при производстве хлеба пшеничного из муки первого сорта повышает его пищевую ценность:

– увеличивается содержание белка в хлебе с добавлением БТМП на 13%, а незаменимых аминокислот на 12,6% по сравнению с контролем. При этом в хлебе, содержащем БТМП, соотношение трех незаменимых аминокислот – триптофан : лизин : метионин близко к оптимальному и составляет 1:2,5:2,2;

– при добавлении в тесто БТМП, которая является богатым источником минеральных веществ, и в частности кальция, соотношение кальция и фосфора в хлебе изменяется в сторону оптимального. При внесении ТМЭ и БТМП хлеб также обогащается ценными витаминами [1].

Технология выработки и применения ТМЭ и БТМП опирается на ряд патентов [1, 9] и технологических инструкций, однако, за рамки диссертационного исследования и научных публикаций она так и не вышла.

Третий вариант связан с получением масла из семян томатов и, в отличие от первых двух, получил некоторое распространение в условиях малотоннажных производств. Однако отсутствие высокоэффективного и сравнительно недорогого комплекта оборудования для реализации этого проекта обусловило низкую конкурентоспособность вырабатываемого продукта вследствие его высокой стоимости.

Цель работы – обоснование технологии получения поликомпонентного экструдата на основе семян томатов.

Объекты и методы исследований

Изучали химический состав и пищевую ценность семян томатов, а также ряд других показателей, оказывающих влияние на параметры их экструзионной обработки. Исследования выполнялись с помощью одношнекового пресс-экструдера ЭК-40 производства ВЦПО «Фавор» (г. Волгоград), дополнительно оснащенного вакуумной камерой [13].

Результаты и их обсуждение

Анализ литературных источников показывает, что количество данного вторичного сырья зависит от реализуемых пищевых технологий и свойств перерабатываемых томатов, и обычно составляет от 10 до 20% массы перерабатываемого сырья.

Например, при производстве томатного сока получают влажные выжимки, которые прессуют с целью предварительного обезвоживания, а затем сушат. В высушенном виде семена составляют примерно 50-55% сухих выжимок и при необходимости относительно просто отделяются от общей массы сырья.

Таблица 1 – Состав томатной выжимки, кожуры и семян

Компоненты (% по массе)	Томатная выжимка	Кожура	Семена
Вода	6,6-8,5	7,0-10,1	6,1-11,9
Белок	15,1-22,7	5,7-20,0	16,6-39,3
Масло	8,4-16,2	1,7-3,8	6,4-36,9
Волокна	11,3-64,7	29,9-65,6	14,8-33,8
Углеводы	2,9-5,1	1,1-8,2	2,3-26,0
Зола	3,2-3,4	2,7-25,6	2,0-3,6
Ликопин (мг/кг)	413,7	734	130
β-каротин (мг / кг)	149,8	29,3	14,4

Таблица 2 – Химический состав и пищевая отдельных ингредиентов и их смеси, на 100 г

Показатели	Зерно твердой пшеницы	Семена томатов*	Экструдированная смесь	
			соотношение зерно:семена	
			2:01	3:01
Калорийность, ккал	304	556	388	367
Белки, г	13	26,5	17,5	16,4
Жиры, г	2,5	20,2	8,4	6,9
Углеводы, г	57,5	13,2	42,7	46,4
Пищевые волокна, г	11,3	23,3	15,3	14,3
Вода, г	14	14	14	14
Зола, г	1,7	2,8		

* – [10];

** – средние данные, взятые из источника [11] и пересчитанные на 14% влажности сырья.

Следует особо отметить, что сушка выжимок или семян перед их более глубокой переработкой является обязательной технологической операцией, так как предварительно обезвоженное сырье содержит не менее 45-48 % воды и не подлежит даже кратковременному хранению. При этом практически во всех работах, посвященных этому аспекту использования данного сырья, отмечается, что применение технологии и оборудования для традиционных способов сушки сельскохозяйственного сырья приводят к потере значительной части наиболее ценных ингредиентов, в том числе – биологически активных веществ [11].

Химические составы кожуры и семян томатов заметно отличаются друг от друга в связи, с чем имеет смысл рассматривать их отдельно. Состав томатной выжимки, кожуры и семян по питательным и биологически активным компонентам приведен в табл. 1[11].

Анализ приведенных данных убедительно свидетельствует о том, что семена томатов могут рассматриваться в качестве потенциального источника белка. Томатные белки содержат все незаменимые аминокислоты, которые составляют 39,5% от об-

щего содержания белка. К тому же качество белка превышает рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в части содержания в них аминокислот [12].

В специальной литературе отмечается, что высокие концентрации глутаминовой и аспарагиновой кислот и особенно лизина по сравнению с другими растительными белками делают использование белков из семян томатов благоприятным для обогащения пищевых продуктов (например, муки лизином) [11].

Семена томатов содержат значительное количество масла, поэтому они могут считаться источником, пригодным для обогащения пищевых продуктов этим компонентом. О высоком качестве масла из семян томатов свидетельствует тот факт, что его жирнокислотный состав очень близок к составу хлопкового масла.

Масло из семян томатов также содержит фенольные кислоты, полифенолы и флавоноиды, которые придают ему антиоксидантные и антибактериальные свойства. Биологически активные соединения представлены токоферолом (282 мг/кг), ликопином (95 мг/кг), поликозанолом (70 мг/кг), фитостерином (11 мг/кг), β-каротином (4,5 мг/кг), а также и фенольными соединениями (20 мкг галловой кислоты/100г). В случае мягкой тепловой обработки все эти соединения могут быть хорошим дополнением любого пищевого продукта.

Учитывая опыт применения экструдатов на основе семян тыквы, расторопши, льна и кунжута, можно сделать предположение, что разработка пищевого композита функционального назначения на основе семян томатов представляется весьма актуальной и реальной в технологическом плане. При этом за основу алгоритма выработки такого композита можно принять технологию поликомпонентных экструдатов, основанную на совместной экструзионной обработке основного ингредиента с наполнителем [5, 7, 8].

В этом случае наполнитель необходим для обогащения экструдированной смеси углеводами, а также существенного снижения влаги в обрабатываемом сырье. В свою очередь это позволит исключить предварительное подсушивание семян томатов до влажности, позволяющей добиться стабильного рабочего процесса экструдера и получить экструдат с низким содержанием воды с целью его хранения без потери качественных характеристик.

Учитывая, что влажность семян томатов на выходе из семяотделительной машины обычно составляет не больше 50%, целесообразно в качестве наполнителя использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей требованиям ГОСТ Р 52554-2006.

Таким образом, для получения экструдата необходимого качества к одной части семян томатов для снижения влажности экструдированной смеси можно добавить 2-3 части зерна пшеницы. С уче-

том этого в табл. 2 прогнозируются некоторые характеристики поликомпонентного экструдата на основе семян томатов.

Предлагаемая авторами технология переработки семян томатов заключается в следующем. Смесь предварительно обезвоженных семян томатов влажностью 46-50% и семян пшеницы влажностью 14% в соотношении 1:2-1:3 обрабатывают с помощью одношнекового экструдера, оснащенного вакуумной камерой.

На выходе из фильеры матрицы экструдера сырье имеет температуру 100-110°C и поступает в вакуумную камеру, в которой поддерживается пониженное давление (вакуум), равное 0,06-0,08 МПа. Содержание влаги в экструдированном продукте регулируют величиной давления воздуха в вакуумной камере экструдера на уровне не более 8-10%.

Литература

- [1] Вершинина, О.Л. Разработка технологии получения белковых и липидных продуктов отходов переработки томатов и применение их в хлебопечении: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.18.06, 05.18.01 / Вершинина Ольга Львовна. Краснодар, 1999. 23 с.
- [2] Гаджиева, А. М., Особенности высокотехнологичной переработки томатов /А.М. Гаджиева, Г.И. Касьянов // «Живые и биокосные системы». 2016. № 15; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-15/article-6>.
- [3] Гаджиева, А.М. Технология получения жирного масла из семян томата и изучение его биохимических характеристик /А.М. Гаджиева, Ю.М. Султанов, Г.А. Рабаданов и др. //Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 3. С. 30-37. DOI: 10.31161/1995-0675-2018-12-3-30-37.
- [4] Рациональные технологические параметры при производстве поликомпонентного композита на основе семян льна / В. М. Зимняков, О. Н. Кухарев, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Нива Поволжья. – 2017. – № 4(45). – С. 157-163. – EDN ZTIERL.
- [5] Инновации в экструзии /А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов. [и др.]. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 247 с.
- [6] Касьянов, Г.И. Теоретические разработки и практическая реализация способов переработки томатов /Г.И. Касьянов, В.С. Гринченко, Е.А. Мазуренко // <http://id-yug.com/images/id-yug/SET/2014/4/Kasyanov-Grinchenko-Mazurenko-4-2014-183-193.pdf>.
- [7] Курочкин, А.А. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой /А.А. Курочкин, Д.И. Фролов //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 76-81.

Выводы

Для получения поликомпонентного экструдата на основе семян томатов в качестве наполнителя следует использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей требованиям ГОСТ Р 52554-2006 к базисным кондициям для этой культуры. При этом условии экструдат требуемого качества можно получить при обработке смеси семян томатов и зерна пшеницы в соотношении 1:2 -1:3.

Рекомендуемые технологические параметры экструзионной обработки семян томатов обеспечивают необходимые структурно-механические и частично химические изменения в них и не приводят к деградационным изменениям белков и липидов сырья.

References

- [1] Vershina, O.L. Development of technology for obtaining protein and lipid products of tomato processing waste and their use in baking: abstract. dis. ...Candidate of Technical Sciences: 05.18.06, 05.18.01 / Vershina Olga Lvovna. Krasnodar, 1999. 23 p.
- [2] Gadzhieva, A.M., Features of high-tech processing of tomatoes /A.M. Gadzhieva, G.I. Kasyanov // «Living and biocostic systems». 2016. № 15; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-15/article-6>.
- [3] Gadzhieva, A.M. Technology of obtaining fatty oil from tomato seeds and the study of its biochemical characteristics /A.M. Gadzhieva, Y.M. Sultanov, G.A. Rabadanov, etc. //Izvestiya Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences. 2018. Vol. 12. No. 3. P. 30-37. DOI: 10.31161/1995-0675-2018-12-3-30-37.
- [4] Zimnyakov, V. M. Rational technological parameters in the production of a polycomponent composite based on flax seeds / V. M. Zimnyakov, O. N. Kukharev, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov //Niva Of The Volga Region. 2017. No. 4. (45). P. 157-163. EDN ZTIERL.
- [5] Innovations in extrusion /A. A. Kurochkin, P. K. Garkina, A. A. Blinokhvatov [et al.] Penza: RIO PGU, 2018. 247 p.
- [6] Kasyanov, G.I. Theoretical developments and practical implementation of tomato processing methods /G.I. Kasyanov, V.S. Grinchenko, E.A. Mazurenko // <http://id-yug.com/images/id-yug/SET/2014/4/Kasyanov-Grinchenko-Mazurenko-4-2014-183-193.pdf>.
- [7] Kurochkin, A. A. Poly-Component extrudate based on wheat grain and milk Thistle seeds /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov //Proceedings of the Samara state agricultural Academy, 2015. No. 4. P. 76-81.
- [8] Kurochkin, A.A. The extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids and dietary fibers /A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov //Equipment and technologies for food production. 2016. Vol. 42. No. 3. P. 104-111.

- [8] Курочкин, А.А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон /А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов //Техника и технологии пищевых производств. 2016. Т. 42. № 3. С. 104-111.
- [9] Пат. № 2130049 Российская Федерация МПК С 11 В 1/10. Способ переработки семян томатов и томатных выжимок /заявители: С.А Калманович, В.И. Мартовщук, О.Л. Вершинина и др.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – № 97108301/13; заявл. 20.05.1997; опубл. 10.05.1999, бюл. № 25.
- [10] Мой здоровый рацион. Калорийность. Пшеница твердая, зерно. Химический состав и пищевая ценность. https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/291.php.
- [11] Томатная выжимка – обзор. ScienceDirect Topics. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.9877309b-63624051-d305557f-74722d776562/ <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tomato-pomace>.
- [12] FAO and WHO. 2020 Устойчивое здоровое питание – Руководящие принципы. Рим. <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>.
- [13] Повышение эффективности обезвоживания экструдата в вакуумной камере модернизированного экструдера / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, П. К. Гарькина [и др.] // Нива Поволжья. – 2019. – № 2(51). – С. 134-143. – EDN BIRIFZ.
- [9] Pat. No. 2130049 Russian Federation IPC C 11 B 1/10. Method of processing tomato seeds and tomato pomace /applicants: S.A. Kalmanovich, V.I. Martovshchuk, O.L. Vershinina, etc.; applicant and patent holder of the Penza State Technical University. – No. 97108301/13; application. 05/20/1997; publ. 10.05.1999, bul. No. 25.
- [10] My healthy diet. Caloric content. Hard wheat, grain. Chemical composition and nutritional value. https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/291.php.
- [11] Tomato squeeze – review. ScienceDirect Topics. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.9877309b-63624051-d305557f-74722d776562/ <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tomato-pomace>.
- [12] FAO and WHO. 2020 Sustainable healthy nutrition – Guidelines. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>.
- [13] Increasing the efficiency of extrudate dehydration in the vacuum chamber of a modernized extruder / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, P. K. Garkina [et al.] // Niva Povolzhya. - 2019. - No. 2 (51). - S. 134-143. – EDN BIRIFZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Долгов Максим Викторович магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Dolgov Maxim Viktorovich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>

Разработка рецептурного состава кекса повышенной пищевой ценности

Пономарева Е.И., Лукина С.И., Логунова Л.В., Федорченко Н.Н.

Аннотация. Объем производства мучных кондитерских изделий функционального назначения в настоящее время недостаточен. Продукты, содержащие функциональные ингредиенты, оказывающие положительное влияние на здоровый организм, рекомендуются к использованию в рационе основных групп населения. Целью исследований явилась разработка кекса «Загадка» из смеси пшеничной муки высшего сорта и муки из цельнозернового зерна пшеницы, обогащенного плодами вяленой черноплодной рябины. Выявлено, что с увеличением дозировки обогатителя значения щелочности и плотности изделий увеличивались, удельный объем кексов уменьшался. В результате рекомендована рациональная дозировка измельченной вяленой черноплодной рябины - 10% к массе муки.

Ключевые слова: кексы, нетрадиционное сырье, показатели качества, пищевая ценность.

Для цитирования: Пономарева Е.И., Лукина С.И., Логунова Л.В., Федорченко Н.Н. Разработка рецептурного состава кекса повышенной пищевой ценности // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 27–31.

Development of the recipe composition of the cupcake increased nutritional value

Ponomareva E.I., Lukina S.I., Logunova L.V., Fedorchenko N.N.

Abstract. The volume of production of flour confectionery products for functional purposes is currently insufficient. Products containing functional ingredients that have a positive effect on a healthy body are recommended for use in the diet of the main population groups. The purpose of the research was the development of a cake «Riddle» from a mixture of premium wheat flour and flour from whole wheat grain enriched with dried chokeberry fruits. It was revealed that with an increase in the dosage of the concentrator, the values of alkalinity and density of products increased, the specific volume of cupcakes decreased. As a result, a rational dosage of crushed dried chokeberry is recommended - 10% by weight of flour.

Keywords: cupcakes, non-traditional raw materials, quality indicators, nutritional value.

For citation: Ponomareva E.I., Lukina S.I., Logunova L.V., Fedorchenko N.N. Development of the recipe composition of the cupcake increased nutritional value. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 27–31. (In Russ.).

Введение

В связи с неблагоприятным изменением экологической обстановки качество питания населения ухудшается, а это непременно ведет к ухудшению здоровья. Изделия, содержащие функциональные ингредиенты, оказывающие положительное влияние на здоровый организм, рекомендуются к использованию в рационе основных групп населения. Поэтому значимость разработки продуктов повышенной пищевой ценности, повышающих сопротивляемость организма человека заболеваниям, увеличивается. В настоящее время объем производства мучных кондитерских изделий функциональ-

ного назначения недостаточен. В связи с этим является целесообразным разработка таких изделий на основе использования нетрадиционного сырья [1].

Целью исследований явилась разработка кекса из смеси пшеничной муки высшего сорта и муки из цельнозернового зерна пшеницы, обогащенного плодами вяленой черноплодной рябины.

В качестве контрольного образца была выбрана рецептура кекса «Столичный» (ГОСТ 15052-2014) с заменой муки пшеничной высшего сорта на муку из цельнозернового зерна пшеницы в количестве 20 % к массе муки, сахара белого на патоку крахмальную высокосахаренную, с уменьшенным содержанием масла сливочного на 16 % [6]. В качестве обогати-

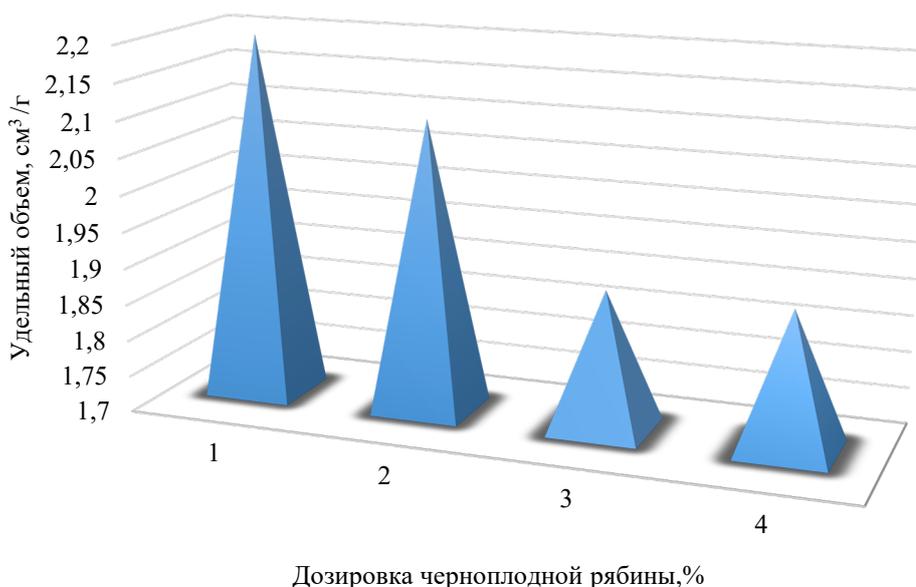


Рис. 1. Влияние различных дозировок вяленой черноплодной рябины на удельный объем кекса, %: 1 – 0; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 30.

теля применяли плоды вяленой черноплодной рябины (ТУ 9761-402-02068108-2017) [2].

Известно, что мука из цельнозернового зерна пшеницы богата витамином Е, тиамин, рибофлавином, фолиевой кислотой, кальцием, фосфором, медью, железом, магнием, бета-каротином, пищевыми волокнами. Благоприятно влияет на работу пищеварительной, сердечно-сосудистой и кровеносной систем [3, 4]. Патока позволяет снизить сахаросодержание и продлить срок хранения изделий, а также придать им насыщенный цвет.

При употреблении плодов черноплодной рябины снижается уровень холестерина, понижается артериальное давление, увеличивается прочность и эластичность сосудов. Плоды, благодаря богатому химическому составу, способствуют выведению тяжелых металлов из организма, обладают противовоспалительными и противосклеротическими свойствами [5].

Объекты и методы исследования

Вяленую черноплодную рябину готовили следующим образом: отбирали полностью созревшие плоды, отделяли их от плодоножек, мыли, обсушивали. Перекладывали на противень и подвяливали в духовке 80°C – 3 ч, выдерживали 3-4 дня при комнатной температуре, затем измельчали.

Измельченные плоды вяленой черноплодной рябины вносили в тесто с разной дозировкой, %, к общей массе муки: 1 – контроль (без обогатителя); 2 – 10; 3 – 20; 4 – 30.

Тесто готовили в сбивальной машине kitchenAid. Сначала перемешивали меланж в течение 3-5 мин, добавляли патоку, подогретую до 60°C и сбивали еще 5–7 мин, не прекращая сбивания, вносили размягченное сливочное масло, к сбитой

массе добавляли измельченную вяленую черноплодную рябину, смесь сбивали в течение 1 мин, добавляли гидрокарбонат натрия и соль пищевую, тщательно перемешивали, вносили смесь муки из цельнозернового зерна пшеницы и пшеничной хлебопекарной высшего сорта, замешивали тесто влажностью 30±2 % в течение 2-3 мин. После замеса теста формовали заготовки массой 0,045 кг и выпекали при температуре 200°C в течение 30 мин [7, 8].

Готовые мучные кондитерские изделия анализировали через 3 ч после выпечки по органолептическим и физико-химическим показателям [9, 10].

Результаты и их обсуждение

Установлено, что при внесении вяленой черноплодной рябины наблюдался незначительный привкус и запах обогатителя, образцы имели светло-коричневый цвет в изломе с включениями черноплодной рябины, обладали разрыхленной, пористой структурой. Изделия имели правильную форму, без вмятин, поверхность изделий гладкая, без значительных трещин и вздутий.

Щелочность изделий увеличивалась с ростом дозировки обогатителя. Минимальным значением характеризовался кекс без внесения вяленой черноплодной рябины – 0,44 град, максимальным – 30 % обогатителя – 1,2 град. Значение массовой доли влаги в образцах с внесением черноплодной рябины было в пределах 20 %.

Определение плотности в кексах показало, что внесение вяленой черноплодной рябины до 30 % увеличивало значение исследуемого параметра на 13 % по сравнению с контролем. Минимальной величиной плотности среди опытных образцов характеризовался кекс с 10 % обогатителя – 0,51 г/см³.

Таблица 1 – Содержание пищевых нутриентов и степень удовлетворения их суточной потребности организма за счет употребления 100 г. кекса

Наименование пищевых веществ	Физиологическая суточная потребность, г/сут.	Содержание в образцах кексов		Степень удовлетворения за счет употребления кекса, %	
		«Столичный»	«Загадка»	«Столичный»	«Загадка»
Белки, г	68	6,1	11,8	9	17,4
Жир, г	77	18,4	16,5	24,1	21,4
Углеводы, г	335	56,3	51,1	16,8	15,3
Пищевые волокна, г	20	2,6	3,6	13	18
Натрий, мг	1300	115,4	70,2	8,9	6
Калий, мг	2500	101,4	298	4,1	12
Кальций, мг	1200	13,6	28	1,1	2,3
Магний, мг	400	6,7	19	1,8	5
Фосфор, мг	800	45,8	107	5,7	13,4
Железо, мг	1,8	1,6	1,7	89	95
Витамин В ₁ , мг	1,5	0,09	0,2	6	13,3
Витамин В ₂ , мг	1,8	0,13	0,13	7,22	7,22
Витамин РР, мг	20	-	1	-	5

Выявлено, что с увеличением дозировки рябины удельный объем кексов уменьшался. Максимальным значением исследуемого показателя характеризовался образец с внесением обогатителя 10 % (рисунок 1).

Увеличение плотности и уменьшение удельного объема кексов с ростом обогатителя объясняется повышением пищевых волокон в продукте, способствующих уплотнению мякиша и снижению объема изделия.

Следовательно, было выявлено, что рациональной дозировкой плодов вяленой черноплодной рябины при производстве кексов из смеси муки пшеничной высшего сорта и муки цельнозерновой является 10 %, так как при внесении большего количества обогатителя физико-химические показатели изделий снижались. В резуль-

тате разработан пакет документов на кекс «Загадка» ТУ, ТИ, РЦ (ТУ 9136-421-02068108-2017).

Расчет пищевой ценности показал, что 100 г изделий с исследуемыми обогатителями за счет их химического состава обеспечит степень удовлетворения суточной нормы потребления в среднем белка на 17,4 %, жира – 21,4 %, углеводов на 15,3 %, пищевых волокон – 18 %, минеральных веществ – 2,3- 95 %, витаминов – 5-13,3 % (таблица 1).

Выводы

Таким образом, было установлено, что внесение вяленой черноплодной рябины в количестве 10 % к общей массе муки позволяет повысить пищевую ценность кексов, а разработанные изделия могут быть рекомендованы для профилактического питания.

Литература

- [1] Щербаклова, Е.И. Обоснование использования нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий //Вестник ЮУрГУ, серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. Т. 2.№3.С. 94 – 98.
- [2] Лапшина, В.Т. Сборник рецептов на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия [Текст] / В.Т. Лапшина, Г.С. Фонарева, С.Л. Ахиба. М.: Хлебпродинформ, 2000. 720 с.
- [3] Пономарева, Е.И. Нетрадиционное сырье для функциональных видов хлеба и пряников / Е.И. Пономарева, С.И. Лукина, А.В. Одинцова, Е.В. Зубкова // Материал. XVI Всероссийской заочн. науч.-практ. конф. «Современное хлебопекарное

References

- [1] Shcherbakova, E.I. Justification of the use of unconventional raw materials in the production of flour confectionery //Bulletin of SUSU, «Food and Biotechnology» series. 2014. Vol. 2.No. 3.pp. 94-98.
- [2] Lapshina, V.T. Collection of recipes for cakes, pastries, cupcakes, rolls, cookies, gingerbread, gingerbread and pastry products [Text] / V.T. Lapshina, G.S. Fonareva, S.L. Ahiba M.: Khlebproinform, 2000. 720 p .
- [3] Ponomareva, E.I. Unconventional raw materials for functional types of bread and gingerbread / E.I. Ponomareva, S.I. Lukina, A.V. Odintsovo, E.V. Zubkova // Material. XVI All-Russian Correspondence Course. Scientific-practical conf. «Modern bakery production: development prospects». – Catherine-burg, 2015. – pp. 71-75

- производство: перспективы развития». – Екатеринбург, 2015. – С. 71-75
- [4] Белокурова, Е.В. Прогнозирование и варьирование показателей качества мучных кулинарных изделий с внесением цельнозерновой пшеничной муки / Е.В. Белокурова, В.А. Маслова // Пищ. пром-сть. – 2017. - № 6. – С. 26-28.
- [5] Магомедов, Г.О. Побочные продукты переработки зерна в производстве мучных кондитерских изделий функциональной направленности / Г.О. Магомедов, Ю.И. Шишацкий, И.В. Плотникова, А.Я. Олейникова, А.А. Журавлев, Г.В. Бырбыткина // Хлебопродукты. – 2012. - № 2. – С. 40-42.
- [6] Журавлева, Ю.А. Исследование химического состава плодов черноплодной рябины / Журавлева Ю.А., Земцова М.Н. // Пищ. пром-сть. – 2013. – № 8. – С. 20-21.
- [7] Магомедов, Г.О. Технология мучных кондитерских изделий / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, Т.А. Шевякова. М: ДеЛипринт, 2009. – 296 с.
- [8] Пономарева, Е.И. Разработка кекса для специализированного питания и оценка его качества / Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, М.К. Садыгова // Вестник КрасГау. – 2016. - №6 (117). – С. 84-88.
- [9] Пономарева, Е.И. Практикум по технологии отрасли (технология хлебобулочных изделий): учебное пособие для вузов / Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, Н. Н. Алехина [и др.]. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 316 с.
- [10] Корячкина, С.Я. Методы исследования качества хлебобулочных изделий: учебно-методическое пособие для вузов / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелева. – Орел: ОрелГТУ, 2010. –166 с.
- [4] Belokurova, E.V. Forecasting and varying the quality indicators of flour culinary products with the introduction of whole wheat flour / E.V. Belokurova, V.A. Maslova // Food. prom. - 2017. – No. 6. - pp. 26-28.
- [5] Magomedov, G.O. By-products of grain processing in the production of flour confectionery products of functional orientation / G.O. Magomedov, Yu.I. Shishatsky, I.V. Plotnikova, A.Ya. Oleinikova, A.A. Zhuravlev, G.V. Byrbytkina // Bread products. - 2012. - No. 2. – pp. 40-42.
- [6] Zhuravleva, Yu.A. Investigation of the chemical composition of fruits of black-fruited mountain ash / Zhuravleva Yu.A., Zemtsova M.N. //Food. Prom-st. – 2013. – No.8. – pp. 20-21.
- [7] Magomedov, G.O. Technology of flour confectionery products [Text] / G.O. Magomedov, A.Ya. Oleinikova, T.A. Shevyakova. Moscow: DeLiprint, 2009. – 296 p.
- [8] Ponomareva, E.I. Development of a cupcake for specialized nutrition and evaluation of its quality / E. I. Ponomareva, S. I. Lukina, M.K. Sadygova // Bulletin of KrasGAU. – 2016. - №6 (117). – Pp. 84-88.
- [9] Ponomareva, E.I. Workshop on industry technology (bakery products technology): textbook for universities / E. I. Ponomareva, S. I. Lukina, N. N. Alyokhina [et al.]. - 4th ed., erased. - St. Petersburg: Lan, 2022. - 316 p.
- [10] Koryachkina, S.Ya. Methods of researching the quality of bakery products: an educational and methodological guide for universities / S.Ya. Koryachkina, N.A. Berezina, E.V. Khmeleva. – Orel: OrelSTU, 2010. -166 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Пономарева Елена Ивановна доктор технических наук профессор кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» 394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19 E-mail: elena6815@yandex.ru</p>	<p>Ponomareva Elena Ivanovna D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Technology of bakery, confectionery, macaroni and grain processing industries» Voronezh State University of Engineering Technologies E-mail: elena6815@yandex.ru</p>
<p>Лукина Светлана Ивановна кандидат технических наук доцент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» 394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19 E-mail: lukina.si@yandex.ru</p>	<p>Lukina Svetlana Ivanovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Technology of bakery, confectionery, macaroni and grain processing industries» Voronezh State University of Engineering Technologies Phone: E-mail: lukina.si@yandex.ru</p>
<p>Логунова Людмила Владимировна кандидат технических наук ассистент кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» 394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19 Тел.: E-mail: logunova.lyudmila@mail.ru</p>	<p>Logunova Lyudmila Vladimirovna PhD in Technical Sciences assistant of the department «Technology of bakery, confectionery, macaroni and grain processing industries» Voronezh State University of Engineering Technologies Phone: E-mail: logunova.lyudmila@mail.ru</p>
<p>Федорченко Нина Николаевна аспирант кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств» АНО ВО «Белгородский университет кооперации, экономики и права» 308023, г. Белгород, ул. Садовая, д. 116а Тел.: E-mail: Ni2na.carvi@gmail.com</p>	<p>Fedorchenko Nina Nikolaevna postgraduate student of the department «Technology of bakery, confectionery, macaroni and grain processing industries» Belgorod University of Cooperation, Economics and Law Phone: E-mail: Ni2na.carvi@gmail.com</p>

Идентификация смесей растительных масел с помощью колориметрических параметров

Фролов Д.И., Оськина А.Г.

Аннотация. Для смесей подсолнечного масла и хлопкового или рапсового масла был применен математический дискриминантный анализ и продемонстрированы различия в цветовых параметрах и содержании пигментов, таких как хлорофилл и бета-каротин. Предлагаемый метод направлен на обеспечение контроля качества и простое определение фальсификации подсолнечного масла растительными маслами. Оценивалась значимость отдельных показателей для моделирования. Модели были протестированы с результатами других независимых выборок.

Ключевые слова: идентификация, цветовые параметры, подсолнечное масло, хлопковое масло, рапсовое масло.

Для цитирования: Фролов Д.И., Оськина А.Г. Идентификация смесей растительных масел с помощью колориметрических параметров // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 32–35.

Identification of vegetable oil mixtures using colorimetric parameters

Frolov D.I., Oskina A.G.

Abstract. For mixtures of sunflower oil and cottonseed or rapeseed oil, mathematical discriminant analysis was applied and differences in color parameters and content of pigments such as chlorophyll and beta-carotene were demonstrated. The proposed method aims to provide quality control and easy detection of adulteration of sunflower oil by vegetable oils. The significance of individual indicators for modeling was assessed. The models were tested with the results of other independent samples.

Keywords: identification, color parameters, sunflower oil, cottonseed oil, rapeseed oil.

For citation: Frolov D.I., Oskina A.G. Identification of vegetable oil mixtures using colorimetric parameters. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 32–35. (In Russ.).

Введение

В последние годы значительно возросла потребность в быстрых и эффективных методах контроля качества пищевых продуктов. Возрастающая фальсификация оливкового и подсолнечного масел более дешевыми растительными маслами потребовала использования дискриминационного анализа для выявления различий между группами натуральных масел и масел, содержащих примеси [1].

Целью данной работы был анализ базы данных колориметрических параметров и содержания пигментов в смесях подсолнечного масла с рапсовым или хлопковым маслом. Для этого необходимо было решить следующие вопросы:

– выбор подходящих образцов подсолнечного масла, подготовка модельных систем, содержащих примеси рапсового или хлопкового масла – в концентрациях от 10% до 50%, а также накопление

базы данных благодаря колориметрическому анализу.

– установление статистически значимых различий между показателями групп масел с разным содержанием примесей и разработка подходящих моделей, описывающих их характеристики.

Объекты и методы исследования

Были исследованы три доступных растительных масла: подсолнечное масло, рапсовое масло, хлопковое масло. Были приготовлены две системы модельных смесей из подсолнечного и рапсового масел и форм подсолнечного и хлопкового масла. Для каждой из систем было проведено четыре измерения содержания пигментов и параметра цвета.

Образцы заливали в кюветы шириной 10 мм. Цветовые параметры (индекс светлоты L^* , b^* и a^*), соответствующие однородному цветовому про-

странству. Указанная колориметрическая система выбрана и использована потому, что она больше подходит для работы с пигментами, так как проще в применении на практике и дает очень хорошую оценку результирующих цветов, получаемых при смешении пигментов.

Для обработки данных использовалось программное обеспечение Statistica [2, 3, 4]. Для каждой из модельных систем были сформированы группы с различным компонентом содержания примеси рапсового или хлопкового масла. Была проведена статистическая обработка данных. Для установления типа распределения показателей, дисперсионного и дискриминационного анализа использовалась программа Statistica с априорно равными вероятностями попадания в каждую группу [4].

Результаты и их обсуждение

Данные получены после колориметрического анализа двойных смесей подсолнечного и рапсового масел с содержанием примеси от 10% до 50%. Для этого были исследованы модельные системы. Были проанализированы параметры цвета (x, y) в колориметрических системах XYZ, показатель светлоты L* и параметры цвета (a*, b*), соответствующие единому цветовому пространству CIE Lab. Получены основные статистические характеристики исследуемых параметров. Результаты представлены в таблице 1.

Значения дисперсионного анализа показаны в таблице 1. Они показывают, что существуют статистически значимые различия в рассматриваемых параметрах.

После применения систематического анализа с группировкой переменной «содержание примеси рапса» были получены дискриминантные функции, гарантирующие 100% распознавание. Показатели, использованные при моделировании, в порядке их включения в модель: координата цвета y, координаты цвета X, Y, Z, индекс светлоты L*, хлорофилл и бета-каротин.

Как видно из данных табл. 2, можно оценить степень статистически значимых различий для различных групп.

Для лучшей иллюстрации полученных результатов был проведен канонический анализ.

С увеличением содержания рапсового масла в образцах резко увеличивалось содержание хлорофилла и бета-каротина, что, очевидно, влияло на цветовые показатели. Зеленая составляющая в рассматриваемых смесях увеличилась ($a^* < 0$).

Аналогичное исследование было проведено, чтобы отличить образцы подсолнечного масла, содержащие хлопковое масло, от образцов натурального подсолнечного масла. В результате статистического анализа были получены основные статистические характеристики анализируемых параметров. Результаты представлены в таблице 3.

После применения систематического дискриминантного анализа с группирующей переменной «концентрация примеси хлопкового масла» были найдены дискриминантные функции, гарантирующие 100% распознавание. Показателями, включенными в моделирование, были координаты цвета Y, Z, светлота L* и параметр цвета a*, b* в колориметрической системе CIE Lab, хлорофилл и бета-каротин. В этой группе в модели участвовали цветовые параметры, характеризующие небольшие цветовые различия в смесях. тогда как в группе подсолнечное масло/рапсовое масло преобладали цветовые параметры колориметрической системы XYZ, предназначенные для более значительных цветовых различий между образцами. Были получены расстояния Махаланобиса между центроидами отдельных образцов. Их значения представлены в таблице 4. Все расстояния гарантируют распознавание образцов. Модель тестировалась при значениях заданных параметров образца подсолнечного масла, не участвовавшего в моделировании. Образец был отнесен к группе чистого масла модельных смесей масло/хлопковое масло. Результаты были проиллюстрированы каноническим анализом.

Для каждой из групп выборки (подсолнечное масло и рапсовое масло или подсолнечное масло

Таблица 1 – Основные статистические характеристики группы подсолнечного масла с примесью рапсового масла

Рапс	0%	10%	20%	30%	40%	50%	100%	
	среднее	p						
x	0,321	0,381	0,415	0,433	0,449	0,458	0,475	0
y	0,334	0,417	0,464	0,484	0,501	0,506	0,51	0
X	85,422	77,293	72,973	69,785	68,293	55,032	64,587	0
Y	88,915	84,98	81,988	77,575	76,258	60,823	69,3	0
Z	92,425	41,275	20,193	13,797	8,157	4,435	2,013	0
L*	95,53	93,738	92,688	90,683	90,037	82,332	86,663	0
a*	-3,092	-11,062	-13,648	-13,62	-13,408	-11,088	-7,278	0
b*	7,945	48,408	72,355	86,323	100,667	102,847	125,792	0
Хлорофилл	0,008	0,17	0,301	0,408	0,508	0,608	9,465	0
Каротин	2,273	15,4	25,575	34,152	43,772	53,263	134,902	0

Таблица 2 – Расстояния Махаланобиса для образцов подсолнечного и рапсового масел

№	С, % Рапсовое масло	Процент рапсового масла						
		0	10	20	30	40	50	100
1	0	0						
2	10	1,9	0					
3	20	4,2	4,6	0				
4	30	5,6	1	0,1	0			
5	40	7,3	1,9	0,5	0,1	0		
6	50	9,8	3,6	1,7	0,9	0,4	0	
7	100	25,1	15,2	11,2	9	7	4,8	0

Таблица 3 – Основные статистические характеристики группы подсолнечного масла с добавками хлопкового масла

Хлопок	0%	10%	20%	30%	40%	50%	
	сред- нее	сред- нее	сред- нее	сред- нее	сред- нее	сред- нее	Р
x	0,322	0,327	0,333	0,335	0,338	0,341	0
y	0,336	0,343	0,351	0,353	0,359	0,361	0
X	83,592	82,75	79,905	77,958	69,62	73,402	0
Y	87,078	86,105	83,898	81,363	73,39	77,408	0
Z	88,667	83,563	75,517	72,442	62,272	64,048	0
L*	95,058	94,892	93,29	92,303	88,72	90,567	0
a*	-3,198	-4,022	-4,708	-5,058	-5,2	-5,322	0
b*	9,147	12,095	16,075	17,2	18,837	20,567	0
Хлоро- фил	0,014	0,019	0,003	0,004	0,001	0,000	0
Каро- тин	2,658	3,615	4,895	5,345	6,083	6,653	0

Таблица 4 – Расстояния Махаланобиса для образцов подсолнечного и хлопкового масел

№	С, % Хлопко- вое масло	Процент хлопкового масла					
		0	10	20	30	40	50
1	0	0					
2	10	0,6	0				
3	20	4,2	1,6	0			
4	30	6,2	2,8	1,2	0		
5	40	14,3	8,8	3	1,7	0	
6	50	14	8,6	2,8	1,6	0,02	0

Таблица 5 – Расстояния Махаланобиса независимых выборок

№	Расстояния Махаланобиса в квадрате	Процент рапсового масла						
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	100%
1	25% рапсовое масло - 75% подсолнечное масло	9,25	3,8	2,07	1,25	0,74	0,09	3,55
2	33% рапсовое масло - 67% подсолнечное масло	15,91	9,5	7,16	5,77	4,84	2,79	4,06
3	Рапсовое масло образец 1	22,1	13,78	10,34	8,34	6,62	4,5	0,17
4	Рапсовое масло образец 2	19,27	11,57	8,47	6,66	5,18	3,12	0,5
5	Рапсовое масло образец 3	0,11	1,14	2,76	3,75	5,02	6,78	19,06
6	Подсолнечное масло образец 1	3,7	0,61	0,2	0,22	0,52	1,09	8,96
7	Подсолнечное масло образец 2	0,44	0,84	2,13	2,95	4,05	5,48	17,14

и хлопковое масло) были рассчитаны расстояния Махаланобиса и одновременно проведен канонический анализ, поскольку расстояния Махаланобиса дают представление об особенностях исследуемой группы в исходном пространстве, тогда как канонические представления находятся в двумерном пространстве. Они служат для лучшей визуализации конкретных групп, поскольку их канонические переменные представляют собой линейные комбинации исходных физических показателей.

Расстояния Махаланобиса представляют отдельные группы лучше, чем канонические переменные, потому что они дают представление о динамике изменения расстояния между центроидами группы. Большие различия наблюдались между центроидами групп с примесью 40-50% и натурального подсолнечного масла. Для примесей хлопкового масла они были более существенны, чем для примесей рапсового масла.

Данные таблиц 2 и 4 наглядно показывают значительную разницу в расстояниях Махаланобиса между группами смесей подсолнечного и рапсового масел и натурального подсолнечного масла, что гарантирует 100%-ное распознавание наличия примеси в тестируемом образце. Труднее было бы выделить две соседние группы, содержащие примеси с разницей до 10%. Таким образом, предложенный дискриминантный анализ может быть успешно использован для качественного отличия натурального подсолнечного масла от подсолнечного масла, содержащего примеси рапсового и хлопкового масел.

Основной интерес представляет проверка независимых выборок. Исследовались образцы с различным содержанием рапса в диапазоне от 0 до 100 %. Модели использовались для классификации образцов. Результаты по соответствующим расстояниям Махаланобиса до соответствующих групп представлены в таблице 5.

Стоит отметить, что образцы, содержащие от 25 до 33 % рапсового масла, были отнесены к группе с содержанием рапсового масла 50 %. Два образца со 100% содержанием рапса были точно классифицированы. При исследовании образца 5 было замечено отсутствие характерной линии поглощения рапсового масла. Как видно из таблицы, этот образец наиболее удален от чистого рапса и

ближе всего к чистому маслу. Образец 6 находится на относительно равных расстояниях 20% и 30% рапсового масла, что можно трактовать как нахождение в нем процентного содержания рапса в тех же пределах. Образец 7 заявлен как подсолнечное масло и точно отнесен к группе 100% масла.

Литература

- [1] Определение примесей в растительных жирных маслах / А. М. Калинин, Н. П. Антонова, С. С. Прохвятилова, Е. П. Шефер // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. – 2015. – № 4. – С. 51-53. – EDN UYSRFP.
- [2] Changes in Chemical Compositions of Olive Oil under Different Heating Temperatures Similar to Home Cooking / X. Li [et al.] // Journal of Food Chemistry and Nutrition. 2016. Vol. 4. № 1. P. 07–15.
- [3] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 104–111. EDN WMENCL.
- [4] Курочкин А.А., Фролов Д.И., Воронина П.К. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4 (32). С. 172–177. EDN VNХВNX.

Выводы

Статистически доказано наличие различий в значениях исследуемых показателей. Это делает дискриминантный анализ эффективным инструментом для качественного различения натурального подсолнечного масла и фальсифицированного масла, содержащего примеси других масел. Модели и связанные с ними расстояния Махаланобиса позволяют классифицировать неизвестные образцы.

References

- [1] Determination of impurities in vegetable fatty oils / A. M. Kalinin, N. P. Antonova, S. S. Prokhvatilova, E. P. Shefer // Bulletin of the Scientific Center for Expertise of Medicinal Products. Regulatory research and examination of medicines. - 2015. - No. 4. - S. 51-53. – EDN UYSRFP.
- [2] Changes in Chemical Compositions of Olive Oil under Different Heating Temperatures Similar to Home Cooking / X. Li [et al.] // Journal of Food Chemistry and Nutrition. 2016. Vol. 4. No. 1. P. 07–15.
- [3] Extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids and food fibers / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // Technique and technology of food production. 2016. No. 3 (42). pp. 104–111.
- [4] Kurochkin A.A., Frolov D.I., Voronina P.K. Determination of the main parameters of the vacuum chamber of the modernized extruder // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2015. No. 4 (32). pp. 172–177.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>
<p>Оськина Алёна Геннадьевна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Oskina Alena Gennadievna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 631.363.285

Анализ структурной модели энергосберегающего агрегата для термовакуумной обработки пищевого сырья

Курочкин А.А., Потапов М.А.

Аннотация. В статье представлены результаты анализа структурной модели энергосберегающего агрегата для экструзионной обработки сырья, в котором шнековый рабочий орган предлагается заменить на винтовой насос. В модернизированной конструкции агрегата винтовой насос выполняет функцию шнека только в части источника повышенного давления сырья, перемещаемого по внутреннему тракту экструдера. Нагрев обрабатываемого сырья в агрегате осуществляется с помощью индукционного или диэлектрического нагревателя, что в сравнении с серийными экструдерами позволяет существенно сократить удельные затраты электроэнергии на реализацию рабочего процесса подобного оборудования. Развернутые выводы по анализу модели позволяют систематизировать задачи по дальнейшей работе, связанной с модернизацией оборудования для термовакуумной обработки пищевого сырья.

Ключевые слова: анализ, модель, агрегат, энергосбережение, шнек, нагреватель, сырье, экструдат.

Для цитирования: Курочкин А.А., Потапов М.А. Анализ структурной модели энергосберегающего агрегата для термовакуумной обработки пищевого сырья // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 36–39.

Analysis of the structural model of an energy-saving unit for thermal vacuum processing of food raw materials

Kurochkin A.A., Potapov M.A.

Abstract. The article presents the results of the analysis of the structural model of an energy-saving unit for the extrusion processing of raw materials, in which it is proposed to replace the screw working body with a screw pump. In the proposed design of the unit, the screw pump performs the function of a screw only in part of the source of increased pressure of raw materials moved along the inner path of the extruder. Heating of the processed raw materials in the unit is carried out using an induction or dielectric heater, which, in comparison with serial extruders, can significantly reduce the specific energy costs for the implementation of the workflow of such equipment. The detailed conclusions on the analysis of the model allow us to systematize the tasks for further work related to the modernization of equipment for thermal vacuum processing of food raw materials.

Keywords: analysis, model, unit, energy saving, auger, heater, raw materials, extrudate.

For citation: Kurochkin A.A., Potapov M.A. Analysis of the structural model of an energy-saving unit for thermal vacuum processing of food raw materials. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 36–39. (In Russ.).

Введение

Одним из широко распространенных способов обработки пищевого сырья растительного происхождения является его горячая термопластическая экструзия [4]. При этом широкое применение экструзионных технологий в реальных условиях хозяйствующих субъектов сдерживается достаточно низкой их энергоэффективностью.

Термовакuumная разновидность экструзии позволяет в определенной степени устранить этот системный недостаток базовой технологии за счет использования ее нижних температурных режимов, а также повторного вовлечения в энергетический баланс машины энергии горячего пара, выделяющегося из экструдата в процессе его охлаждения в вакуумной камере экструдера [5]. Первая отмеченная особенность термовакuumной технологии позволяет снизить риск нежелательной деградации наиболее ценных термолабильных ингредиентов сырья, а вторая – снизить примерно на 20-25% удельные затраты электроэнергии на обработку сырья данной группой оборудования [1, 3].

В ряде научных публикаций кардинальное сокращение удельных затрат электроэнергии на процесс термовакuumной экструзии различных видов сырья аффилируются с заменой шнекового рабочего органа экструдера на винтовой насос и применением индукционного или диэлектрического нагревателя. Предполагается, что реализация этой научной концепции в случае модернизации одношнекового автогенного экструдера позволит снизить затраты электроэнергии на обработку некоторых видов сырья примерно в 3,0-3,5 раза [2].

Цель исследования – на основе системного анализа структурной модели энергосберегающего агрегата для термовакuumной обработки пищевого сырья дать рекомендации по совершенствованию его конструктивно-технологической схемы и основным рабочим параметрам.

Объекты и методы исследований

Поставленную цель предлагается реализовать путем привлечения инструментариев структурного и функционального моделирования.

Известно, что структурное моделирование используется как средство исследования систем и может служить для их анализа наряду с другими методами формализованного представления – теоретико-множественными, лингвистическими, кибернетическими и т.п. [1].

В данном случае такой подход к совершенствованию рабочего процесса экструдера оправдан тем, что позволяет выявить в рассматриваемой системе составные элементы и связи между ними. В дополнение к этому в работе на основе функционального подхода предполагается обосновать и сформулировать предложения по совершенствованию конструктивно-технологической схемы объекта исследования.

В качестве объекта исследования рассматривается энергосберегающий агрегат для экструзионной обработки сырья, в котором шнековый рабочий орган предложено заменить на винтовой насос. При этом насос выполняет функцию шнека только в части источника избыточного давления сырья, а его нагрев осуществляется с помощью индукционного или диэлектрического нагревателя.

Результаты

Структурная модель агрегата, рабочий процесс которого основан на энергосберегающих принципах, представляет собой пять относительно самостоятельных блоков: загрузки (З), транспортирования (Тр), нагрева (Н), экструзии (Э) и вакуумной сушки (В) (рис. 1).

Рабочий процесс агрегата осуществляется следующим образом. Перерабатываемое сырье поступает в блок загрузки и с помощью подающего шнека подается к винтовому насосу блока транспортирования. Под действием напора (1,0-1,2 МПа), созда-

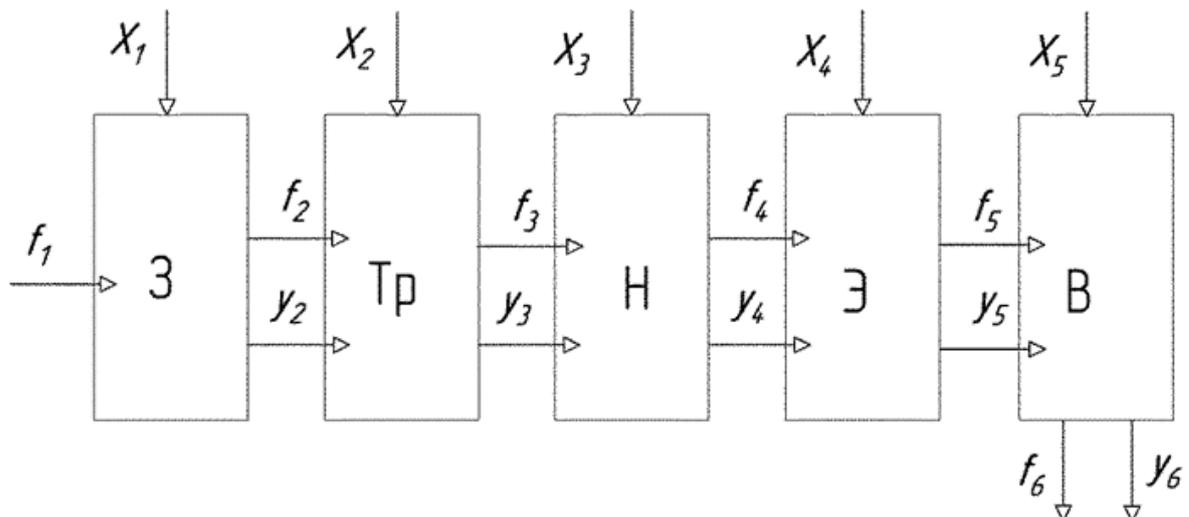


Рис. 1. Структурная модель агрегата для энергосберегающей обработки пищевого сырья

ваемого насосом, сырье перемещается в нагревательную камеру блока нагрева, где его температура повышается до 100-110°C а затем выводится через фильтр матрицы блока экструзии в камеру блока вакуумной сушки. Таким образом, в процессе обработки в предлагаемом агрегате растительное сырье подвергается термическому воздействию, экструдруется и обезвоживается.

В качестве основных оценочных критериев работы агрегата можно принять обобщенные значения результирующих факторов его блоков $u_1 \dots u_6$.

На значения этих критериев влияют факторы, обусловленные внутренней структурой и параметрами каждого из блоков – $x_1 \dots x_5$.

Внешними воздействиями (входными факторами), оказывающими влияние на работу агрегата, являются обобщенные статистические показатели, характеризующие свойства сырья и готового продукта – $f_1 \dots f_5$.

Обсуждение

Анализ структурной модели агрегата позволяет сделать следующие предварительные выводы:

1. Внешний фактор f_1 , характеризующий свойства сырья, поступающего на обработку в блок загрузки, должен соответствовать требованиям блоков транспортирования и экструзии в части гранулометрического состава, а также блока экструзии – по влажности. Не выполнение этих требований в первом случае приведет к нарушению рабочего процесса насоса и забиванию фильеры матрицы, а во втором – отсутствию или не эффективному декомпрессионному взрыву сырья в блоке вакуумной сушки.

2. С целью поддержания работоспособности винтового насоса, факторы f_1 и f_2 должны быть согласованы по величине подачи таким образом, чтобы этот показатель у блока загрузки был равен или

незначительно больше, чем у блока транспортирования. Во втором варианте необходимо предусмотреть отвод излишков сырья на повторную подачу.

3. Время нахождения обрабатываемого сырья в блоке нагрева должно обеспечивать повышение его температуры до штатных режимов, для чего производительность (подача) винтового насоса должна быть согласована с геометрическими размерами камеры нагрева.

4. Подача винтового насоса должна быть согласована с количеством отверстий и суммарной пропускной способностью фильеры матрицы.

5. Температура нагрева обрабатываемого сырья должна быть согласована с величиной давления в вакуумной камере блока сушки.

Конечной целью анализа представленной модели является определение оптимальных, либо рациональных значений факторов $x_1 \dots x_5$ с целью доведения показателя u_6 до оптимального, а при отсутствии такой возможности – до рационального.

С точки зрения конструктивно-технологических параметров агрегата модель позволяет вводить ограничения на их численные значения или ориентировочно принимать их соотношение. Например, если в качестве f_1 принят диаметр отверстий фильеры, то очевидно, что работоспособность агрегата будет обеспечиваться при условии, что значение этого параметра будет больше, чем максимальный размер частиц обрабатываемого сырья и т.д.

Выводы

Перспективы дальнейших исследований в рамках заявленной проблемы связаны с экспериментами по изучению роли каждого из перечисленных факторов, а также нахождению их рациональных численных значений, обеспечивающих повышение эффективности технологического процесса объекта исследования в целом.

Литература

- [1] Алонцева, Е. Н. Структурное моделирование процессов и систем. /Е.Н. Алонцева, А.Н. Анохин, С.П. Саакян. Учебное пособие по курсу «CASE и CALS технология». Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2015. 72 с.
- [2] Курочкин, А.А. Повышение энергоэффективности одношнекового экструдера за счет использования термовакuumного эффекта/А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. 2019. № 1.(18) С. 28-31. EDN: PIWHXG.
- [3] Курочкин, А.А. Обоснование конструктивно-технологической схемы энергосберегающего термовакuumного агрегата /А.А. Курочкин, М.А. Потапов //Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 1. С. 25-29. EDN: НТЕHVZ.

References

- [1] Alontseva E.N. Structural modeling of processes and systems. / E.N. Alontseva, A.N. Anokhin, S.P. Sahakyan. Textbook for the course «CASE and CALS technology». Obninsk: IATE NRNU MEPhI. 2015. 72 p.
- [2] Kurochkin, A.A. improving the energy efficiency of a single-screw extruder by using the thermal vacuum effect/A.A. Kurochkin //Innovative equipment and technology. 2019. No. 1.(18) pp. 28-31. EDN: PIWHXG.
- [3] Kurochkin, A.A. Substantiation of the design and technological scheme of an energy-saving thermal vacuum unit / A.A. Kurochkin, M.A. Potapov // Innovative equipment and technology. 2022. Vol. 9. No. 1. pp. 25-29. EDN: НТЕHVZ.

- [4] Рациональные технологические параметры при производстве поликомпонентного композита на основе семян льна / В. М. Зимняков, О. Н. Кухарев, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Нива Поволжья. – 2017. – № 4(45). – С. 157-163. – EDN ZTIERL.
- [5] Повышение эффективности обезвоживания экструдата в вакуумной камере модернизированного экструдера / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, П. К. Гарькина [и др.] // Нива Поволжья. – 2019. – № 2(51). – С. 134-143. – EDN BIRIFZ.
- [4] Rational technological parameters in the production of a polycomponent composite based on flax seeds / V. M. Zimnyakov, O. N. Kukharev, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Niva Povolzhya. - 2017. - No. 4 (45). - S. 157-163. – EDN ZTIERL.
- [5] Improving the efficiency of extrudate dehydration in the vacuum chamber of a modernized extruder / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, P. K. Garkina [et al.] // Niva Povolzhya. - 2019. - No. 2 (51). - S. 134-143. – EDN BIRIFZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Потанов Максим Александрович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440045, Пенза, ул. Ульяновская, д. 36, кв. 37 Тел.: +7(962) 473-86-96 E-mail: makspotapov@mail.ru</p>	<p>Potapov Maxim Alexandrovich postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(962) 473-86-96 E-mail: makspotapov@mail.ru</p>

Исследование уплотнения кормов в вакууме

Некрашевич В.Ф., Мамонов Р.А., Торженова Т.В., Воробьёва И.В.

Аннотация. В статье приводится краткий анализ результатов исследований в области приготовления и хранения силосованных кормов. Наиболее перспективным направлением развития технологии приготовления и хранения силоса, является силосование кормов в вакуумируемых контейнерах из воздухонепроницаемой пленки. Уплотнение корма в контейнере происходит за счёт собственного веса силосуемой массы и вакуумметрического давления. Теоретически обоснованно, что сверху контейнера действует только вакуумметрическое давление, а сбоку и снизу – разность между вакуумметрическим и соответственно боковым и осевым давлением. Практика применения вакуумируемых контейнеров при силосовании показала, что по всей поверхности получаемого монолита образуется уплотненный слой, препятствующий выходу из силосной массы сока и воздуха. Целью исследования являлось установление влияния вакуумметрического давления на выделение сока и уплотнение силосуемой массы. При пористости массы, приближающейся к нулю, плотность измельченной массы растений приближается к плотности их стеблей и дальнейшее уплотнение силосуемой массы не имеет смысла. Достаточным вакуумом при силосовании является 60 – 70 кПа. Плотность спрессованных монолитов силоса при этом составляет 700 – 800 кг/м³.

Ключевые слова: силос, контейнер, герметизация, вакуумирование.

Для цитирования: Некрашевич В.Ф., Мамонов Р.А., Торженова Т.В., Воробьёва И.В. Исследование уплотнения кормов в вакууме // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 40–45.

Investigation of feed compaction in vacuum

Nekrashevich V.F., Mamonov R.A., Torzhenova T.V., Vorobyova I.V.

Abstract. The article provides a brief analysis of the results of research in the field of preparation and storage of siloed feed. The most promising direction of development of the technology of preparation and storage of silage is the silage of feed in vacuum containers made of airtight film. Compaction of the feed in the container occurs due to its own weight of the silage mass and vacuum pressure. It is theoretically justified that only the vacuum pressure acts on top of the container, and the difference between the vacuum pressure and the lateral and axial pressure, respectively, acts on the side and bottom. The practice of using evacuated containers during silage has shown that a compacted layer forms over the entire surface of the resulting monolith, preventing juice and air from escaping from the silage mass. The aim of the study was to establish the effect of vacuum pressure on the release of juice and compaction of the silage mass. With the porosity of the mass approaching zero, the density of the crushed mass of plants approaches the density of their stems and further compaction of the silage mass does not make sense. Sufficient vacuum during silage is 60-70 kPa. The density of compressed silage monoliths is 700 – 800 kg/m³.

Keywords: silo, container, sealing, vacuuming.

For citation: Nekrashevich V.F., Mamonov R.A., Torzhenova T.V., Vorobyova I.V. Investigation of feed compaction in vacuum. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 40–45. (In Russ.).

Введение

Одним из важнейших кормов в составе рационов для сельскохозяйственных животных является силос. Достаточно сказать, что он составляет, например, для крупного рогатого скота до 40, а иногда и более процентов по питательности [1]. Основной культурой для приготовления силоса в настоящее время является кукуруза [2].

Анализируя современные способы силосования кормов, следует отметить ряд существенных недостатков при их применении. К ним относятся: большие затраты на строительство траншей и башен; большие потери силосной массы и питательных веществ, достигающие 10 – 25 % [1], а иногда и больше; большая закисленность силосной массы [3]. Большинство исследований посвящено вопросам биологии процесса силосования. Только в последние десятилетия начали заниматься изучением влияния вакуума на процесс силосования кормов [3, 4, 5]. Экструзия в вакуумной камере является перспективным способом переработки пищевого сырья [8].

Все существующие технологии связаны с механическим уплотнением силосуемой массы [1]. Нами предлагается технология с уплотнением силосуемой массы с помощью вакуума в контейнерах из воздухонепроницаемой пленки [7].

Сущность этой технологии заключается в следующем. Заготовка зеленой массы осуществляется обычным способом, то есть скашивание растений, измельчение их и погрузка измельченной массы в транспортные средства осуществляется кормоуборочным комбайном. В нашем случае измельченная масса загружается в специальный контейнер из воздухонепроницаемой пленки, который размещается в транспортном мешке, а тот в свою очередь размещается и подвешивается в кассете. Заполненный силосуемой массой контейнер сначала герметично закрывается, а затем из него вакуумным насосом откачивается воздух, то есть он вакуумируется. Контейнеры доставляются на хранение с использованием транспортных средств с манипуляторами. Корм хранится практически близко к безвоздушной среде.

Объекты и методы исследований

В качестве культуры для проведения опытов была взята кукуруза как наиболее применяемая в сельскохозяйственном производстве для силосования кормов. В связи с тем, что предлагается силосование осуществлять в герметичных контейнерах из воздухонепроницаемой пленки, то необходимо рассмотреть вопросы изменения плотности и пористости силосуемой массы в зависимости от первоначальной объемной массы измельченного корма, а также его уплотнения под действием собственного веса и вакуумметрического давления.

Плотность стеблей кукурузы определялась пикнометрическим способом, то есть срезанный стебель сначала взвешивался, затем опускался в мерную емкость с жидкостью и по разности объемов до и после погружения определялся объем стебля. Отношение массы стебля к объему даёт его плотность. Отношение массы измельченных частиц кукурузы к объему ёмкости, в которую они насыпаны, даёт их объёмную массу. Пористость π силосуемой массы определялась по формуле:

$$\pi = \frac{\rho - \gamma}{\rho} \quad (1)$$

где ρ – плотность стеблей кукурузы, кг/м³;

γ – объёмная масса частиц кукурузы, кг/м³.

Рассмотрим процесс уплотнения силосуемой массы в мягком контейнере под действием собственного веса материала и вакуума. Для упрощения теоретического исследования процесса применим принцип независимости действия сил, то есть рассмотрим отдельно уплотнение материала от собственного веса (рис. 1) и вакуума, а полученные результаты сложим [13].

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

P_x – осевое давление от собственного веса сверху;

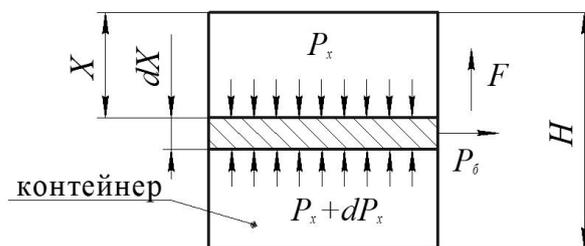


Рис. 1. Схема действующих давлений, вызывающих уплотнение материала от собственного веса

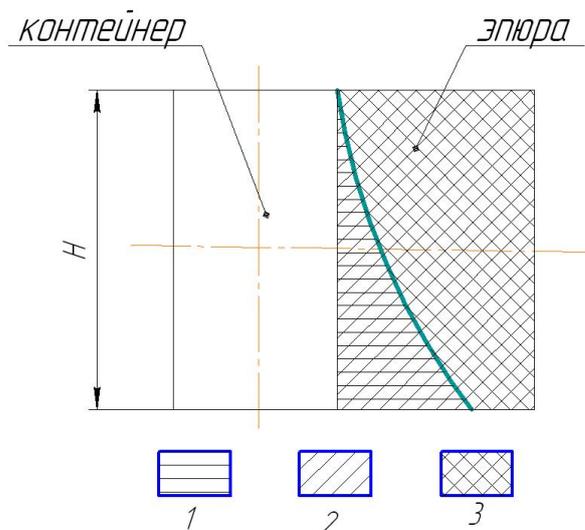


Рис. 2. Эпюра распределения давлений в контейнере с силосуемой массой на боковую грань при вакуумировании: 1 – эпюра бокового давления, 2 – эпюра вакуумметрического давления, 3 – результирующая эпюра

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

P_6 – боковое давление распора материала от собственного веса;

F – сила трения, возникающая от бокового давления.

Элементарная сила трения F определяется по формуле

$$F = fP_6PdX \quad (2)$$

где f – коэффициент трения материала о стенки контейнера;

P – периметр поперечного сечения контейнера.

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

$$P_6 = P_x \xi \quad (3)$$

где ξ – коэффициент бокового распора.

Напишем уравнение равновесия слоя материала в проекции на вертикальную ось контейнера

$$P_x S - (P_x + dP_x) S - f \xi P_x PdX = 0 \quad (4)$$

Сделав необходимые преобразования и разделив переменные, получим уравнение

$$\frac{dP_x}{P_x} = -f \xi PdX / S \quad (5)$$

где S – площадь поперечного сечения контейнера

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

$$P_x = Pe^{-f \xi PX / S}, \quad (6)$$

где P – осевое давление от собственного веса снизу, или

$$P_x = qgxe^{-f \xi PX / S}, \quad (7)$$

где q – плотность материала;

g – ускорение свободного падения.

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

$$P_{сн} = qgHe^{-f \xi PH / S}, \quad (8)$$

где H – высота контейнера.

Для куба высота и длина ребра равны H , поэтому формула (8) примет вид

$$P_{сн} = qgHe^{-f \xi^4}. \quad (9)$$

Для монолитов цилиндрической формы и высотой H формула будет иметь вид

$$P_{сн} = qgHe^{-f \xi \pi 4H / d}, \quad (10)$$

где d – диаметр спрессованного монолита.

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

$$P_b = P_a - P_o, \quad (11)$$

где P_a – атмосферное давление;

P_o – остаточное давление воздуха в контейнере.

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

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

$$P_{обн} = P_b - qgae^{-4f \xi}. \quad (12)$$

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

$$P_{об} = P_b - qga \xi e^{-4f \xi}. \quad (13)$$

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

На рисунке 2 показана примерная эпюра распределения давлений на боковую грань от собственного веса материала и вакуумметрического давления. Из рисунка видно, что суммарное давление в нижней части контейнера уменьшается на величину давления бокового распора. Если $P_b < P$, то возможно истечение сока из спрессованного монолита, при $P_b > P$ истечение сока не наблюдается, что и происходит обычно на практике..

Результаты

Результаты опытов по определению плотности стеблей кукурузы с одним или двумя початками, или без них со средней длиной 2,08 м и массой 0,714 кг показали, что их плотность зависит от влажности и находится в пределах от 730 до 850 кг/м³ при соответствующей влажности от 63 до 74 %. Объёмная масса измельченных стеблей кукурузы, собранных с одного и того же поля, находилась при вышеуказанной влажности в пределах от 370 до 450 кг/м³.

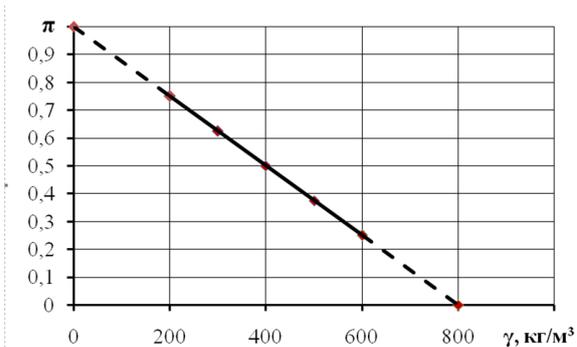


Рис. 3. Графическая зависимость пористости измельченных стеблей кукурузы от их объемной массы при плотности 800 кг/м³

Пористость силосуемой массы π в зависимости от плотности стеблей кукурузы, например, при её величине 800 кг/м³ показана на графической зависимости (рис. 3).

Из графической зависимости видно, что с увеличением объемной массы силосуемой культуры её пористость снижается. Проведенная штриховая линия слева указывают на то, что теоретически с приближением объёмной массы к нулю её пористость приближается к единице. Проведенная штриховая линия справа указывает на то, что при приближении объёмной массы корма к плотности самого стебля пористость приближается к нулю. Такое явление возможно только тогда, когда происходит уплотнение измельченной массы. Это свидетельствует о том, что из измельченной массы вытеснен весь воздух и нет смысла больше уплотнять силосуемую массу, так как при дальнейшем её уплотнении будут деформироваться сами частицы, выжиматься из них сок и ухудшаться качество корма.

Опыты в лабораторных и полевых условиях показали, что при воздействии в контейнере вакуума на силосуемую массу, на её поверхности возникает твердый слой, который препятствует выходу из сформированного монолита сока и воздуха. Происходит это в том случае, если осевое давление меньше вакуумметрического. Поэтому, чтобы сохранить сок в уплотненном монолите, следует повышать вакуумметрическое давление по мере увеличения высоты контейнера. Появление сока на дне контейнера может свидетельствовать и о том, что при слишком высоком вакууме происходит деформация частиц силосуемой массы и из них выжимается сок. Поэтому плотность силосованного корма нельзя увеличивать больше плотности самих стеблей. Она должна находиться в зависимости от силосуемой культуры в пределах от 680 до 820 кг/м³.

Результаты опытов по определению качества силоса из одной и той же массы кукурузы, убранной в одно время, показали, что силос в вакуумируемых контейнерах содержал на 21,9% больше протеина, на 20% больше каротина при pH 4,3 по сравнению с силосом, приготовленным в траншеях. Влажность силоса в вакуумированных контейнерах была несколько выше приготовленного в траншеях,

что подтверждает наши предположения о защемлении части сока в силосуемой массе при вакуумировании.

Обсуждение

Опыт показывает, что для успешного осуществления работ по приготовлению и хранению силоса в вакуумируемых контейнерах, комплекс машин должен содержать: кормоуборочные агрегаты, оборудование для приёма зеленой измельченной массы, оборудование для герметизации контейнеров и их вакуумирования, погрузки и доставки контейнеров в транспортных мешках к местам хранения.

Результаты исследований по определению пористости силосуемой массы показали, что при приближении пористости силосуемой массы к плотности стеблей, из которых она изготовлена, начинается деформация частиц, что приводит к выделению из них сока. Поэтому при вакуумировании силосуемой массы, с целью её уплотнения, нет смысла величину вакуума превышать больше допустимой.

Теоретически установлено, что уплотнение силосуемой массы под действием собственного веса подчиняется экспоненциальному закону и зависит от высоты насыпи в контейнере, коэффициентов трения и бокового распора. Уплотнение под действием вакуума действует объёмно, в связи с чем в контейнере сверху уплотнённого монолита действует только вакуумметрическое давление, а снизу и с боков разность между вакуумметрическим давлением и соответственно осевым и боковым. На практике установлено, что при вакуумировании на поверхности монолита образуется уплотненный слой, препятствующий выходу из его середины сока и воздуха. При вакуумметрическом давлении ниже осевого возможен выход сока из середины монолита, что тоже подтверждается практикой.

Выводы

Таким образом, приведенный выше комплекс машин и оборудования позволяет вести заготовку измельченной зеленой массы, её загрузку в контейнеры из воздухонепроницаемой плёнки, герметизацию контейнеров и их вакуумирование, доставку контейнеров с силосом к местам хранения. Теоретически выявлено, что уплотнение силосуемой массы можно осуществлять как за счёт её собственного веса, так и при помощи вакуума. Установлено, что вести уплотнение измельченной силосуемой массы выше плотности самих стеблей не целесообразно из-за увеличения затрат энергии и повышенного выделения сока. Достаточным вакуумметрическим давлением для силоса из кукурузы является 60 – 70 кПа. При этом силос получается высокого качества.

Литература

- [1] Михалев, С. С. Кормопроизводство: учебное пособие / С. С. Михалев, Н. Н. Лазарев. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 288 с.
- [2] Боронтова, М.А. Результаты определения количества воды на стеблях и листьях кукурузы после дождя / М.А. Боронтова // Вестник РГАТУ, 2019, — № 1(41), — С. 142-147.
- [3] Ульянов, В.М. Вакуумированный контейнер с отводом жидкой фракции для приготовления и хранения силоса / В.М. Ульянов, М.А. Боронтова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научнопрактической конференции 22 ноября 2018 года. — Рязань: Издательство Рязанского ГАУ, 2019. — Часть 1., — С. 448- 450.
- [4] Иванов, Д.В. Режимы и технические средства приготовления силосованных культур в упаковках с пониженным давлением газовой среды.: дис... канд. техн. наук (05.20.01)/ Иванов Дмитрий Владимирович; Ставропольский государственный аграрный университет. — Ставрополь, 2010. — 182 с.
- [5] Johnson, H.E., R.J. Merry, D.R. Davies, D.B. Kell, M.K. Theodorou and G.W. Griffith. 2005. Vacuum packing: a model system for laboratory-scale silage fermentations. *Journal of Applied Microbiology*.
- [6] Некрашевич, В.Ф. Приготовление и хранение силоса в мягких вакуумированных контейнерах из воздухонепроницаемой пленки / В.Ф. Некрашевич, И.В. Воробьёва, К.С. Афанасьева, М.А. Боронтова, А.Е. Белов // Кормопроизводство, 2017. — № 10. — С. 44-47.
- [7] Некрашевич, В.Ф. Использование вакуума при уплотнении силосуемой массы в контейнерах из воздухонепроницаемой плёнки / В.Ф. Некрашевич, А.С. Попов, К.С. Афанасьева. // Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии, 2017. — №3. — С. 159-162.
- [8] Повышение эффективности обезвоживания экструдата в вакуумной камере модернизированного экструдера / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, П. К. Гарькина [и др.] // Нива Поволжья. — 2019. — № 2(51). — С. 134-143. — EDN BIRIFZ.

References

- [1] Mikhalev, S. S. Forage production: a textbook / S. S. Mikhalev, N. N. Lazarev. — Moscow : INFRA-M, 2020. — 288 p.
- [2] Borontova, M.A. Results of determining the amount of water on corn stalks and leaves after rain / M.A. Borontova // Bulletin of RGATU, 2019, — № 1(41), — P. 142-147.
- [3] Ulyanov, V.M. Vacuumed container with liquid fraction discharge for silage preparation and storage / V.M. Ulyanov, M.A. Borontova // Priority directions of scientific and technological development of the agro-industrial complex of Russia: Materials of the National Scientific and Practical Conference on November 22, 2018. — Ryazan: Publishing House of the Ryazan State Agrarian University, 2019. — Part 1., — P. 448- 450.
- [4] Ivanov, D.V. Modes and technical means of preparation of silage crops in packages with reduced pressure of the gas medium.: Ph.D. St. Stavropol State Agrarian University.. — Stavropol, 2010. — 182 p.
- [5] Johnson, H.E., R.J. Merry, D.R. Davies, D.B. Kell, M.K. Theodorou and G.W. Griffith. 2005. Vacuum packing: a model system for laboratory-scale silage fermentations. *Journal of Applied Microbiology*.
- [6] Nekrashevich, V.F. Preparation and storage of silage in soft vacuumed containers made of airtight film / V.F. Nekrashevich, I.V. Vorobyeva, K.S. Afanasyeva, M.A. Borontova, A.E. Belov // Feed production, 2017. — No. 10. — P. 44-47.
- [7] Nekrashevich, V.F. The use of vacuum when compacting the silo mass in containers made of airtight film / V.F. Nekrashevich, A.S. Popov, K.S. Afanasyeva. // Bulletin of the Ulyanovsk Agricultural Academy, 2017. — No. 3. — P. 159-162.
- [8] Improving the efficiency of extrudate dehydration in the vacuum chamber of a modernized extruder / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, P. K. Garkina [et al.] // Niva Povolzhya. - 2019. - No. 2 (51). - pp. 134-143. — EDN BIRIFZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Некрашевич Владимир Федорович доктор технических наук профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет» 390044, Рязань, ул. Костычева, д. 1</p>	<p>Nekrasevich Vladimir Fedorovich D.Sc. in Technical Sciences professor Ryazan State Agrotechnological University</p>
<p>Мамонов Роман Александрович доктор технических наук профессор кафедры тылового обеспечения уголовно- исполнительной системы Академия ФСИН России 390000, Рязань, ул. Сенная, д. 1 Тел.: E-mail: mamonov.agrotexnol@yandex.ru</p>	<p>Mamonov Roman Alexandrovich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of logistic support of the penitentiary system The Academy of Law Management of the Federal Penitentiary Service of Russia Phone: E-mail: mamonov.agrotexnol@yandex.ru</p>
<p>Торженова Татьяна Владимировна кандидат экономических наук доцент кафедры экономической безопасности, анализа и учета ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» 390005, Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1 Тел.: E-mail: tanyatorg@yandex.ru</p>	<p>Torzhenova Tatiana Vladimirovna PhD in Economics associate professor at the department of economic security, analysis and accounting Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin Phone: E-mail: tanyatorg@yandex.ru</p>
<p>Воробьёва Ирина Викторовна кандидат биологических наук ассистент кафедры микробиологии ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации 390026 г. Рязань, ул. Высоковольная, д. 9 Тел.: E-mail: francais64@mail.ru</p>	<p>Vorobeva Irina Viktorovna PhD in Biology assistant of the department microbiology Ryazan State Medical University Phone: E-mail: francais64@mail.ru</p>

Моделирование процесса взаимодействия с почвой рыхлительных пальцев ротационной бороны

Ожерельев В.Н.

Аннотация. Предметом исследования является энергоёмкость процесса обработки почвы приводными ротационными машинами с вертикальной осью вращения роторов. В число задач входило разделение мощности, реализуемой через тяговое усилие и через вал отбора мощности (ВОМ) трактора. Кроме того, сопоставлены энергоёмкость приводных и пассивных рабочих органов. Исследование выполнено путем моделирования процесса на базе принятой исходной энергоёмкости взаимодействия со вспаханной почвой рыхлительного пальца на разных скоростях и в разных фазах поворота ротора. В результате моделирования процесса установлено, что среднее тяговое сопротивление, приходящееся на два ротора общей шириной захвата 0,8 м, не превышает 54 Н. Почвообрабатывающее орудие с пассивными рабочими органами требует в этих же условиях тягового усилия порядка 640 Н. То есть, разница существенная, что создает возможность агрегатировать приводную ротационную бороны с более легким трактором. При этом 94,5% его мощности должно реализоваться через ВОМ. Суммарная мощность, потребляемая пассивными рабочими органами, в 1,5 раза меньше, чем требует для привода ротационная бороны. Кроме того, орудия с пассивными рабочими органами имеет в 2 раза большую производительность, что в большинстве случаев делает по сравнению с ними приводные почвообрабатывающие машины неконкурентоспособными. В связи с этим практическое использование вертикально-ротационных почвообрабатывающих машин ограничено рядом специфических технологических операций, при которых качество рыхления доминирует над производительностью и себестоимостью работ. К таким операциям можно отнести подготовку почвы под посадку картофеля и уход за прикустовой зоной на плантациях ягодных кустарников.

Ключевые слова: обработка почвы, фреза, ротор, энергоёмкость, мощность.

Для цитирования: Ожерельев В.Н. Моделирование процесса взаимодействия с почвой рыхлительных пальцев ротационной бороны // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 46–52.

Simulation of the process of interaction with the soil of the rotary harrow's roofing pins

Ozherelev V.N.

Abstract. The subject of the study is the energy intensity of the process of tillage by driven rotary machines with a vertical axis of rotation of the rotors. The tasks included separating the power realized through the tractive effort and through the power take-off shaft (PTO) of the tractor. In addition, the energy consumption of drive and passive working bodies is compared. The study was carried out by modeling the process on the basis of the accepted initial energy intensity of interaction with the plowed soil of the loosening finger at different speeds and in different phases of the rotor rotation. As a result of modeling the process, it was found that the average traction resistance per two rotors with a total working width of 0.8 m does not exceed 54 N. A tillage tool with passive working bodies requires a traction force of about 640 N under the same conditions. That is, the difference is significant, which makes it possible to aggregate a powered rotary harrow with a lighter tractor. At the same time, 94.5% of its capacity should be realized through the PTO. The total power consumed by passive working bodies is 1.5 times less than what a rotary harrow requires to drive. In addition, tools with passive working bodies have a 2-fold higher productivity, which in most cases makes driven soil-cultivating machines uncompetitive compared to them. In this regard, the practical use of vertical rotary tillage machines is limited by a number of specific technological operations, in which the quality of loosening dominates the productivity and cost of work. Such operations include preparing the soil for planting potatoes and caring for the near-shoulder zone on plantations of berry bushes.

Keywords: tillage, soil tillage cutter, rotor, energy consumption, power.

For citation: Ozherelev V.N. Simulation of the process of interaction with the soil of the rotary harrow's roofing pins. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 46–52. (In Russ.).

Введение

Объектом исследования являются вертикально-ротационные почвообрабатывающие машины для поверхностной и мелкой обработки почвы. Предметом исследования является энергоёмкость процесса в целом и распределение потребляемой мощности между приводом роторов и тяговым сопротивлением машины. Указанное направление исследований мотивировано тем, что предел совершенствования почвообрабатывающих орудий близок к исчерпанию. При этом на почву воздействует ходовая часть трактора, переуплотняя ее и вызывая тем самым негативные последствия как для текущего урожая, так и для плодородия на дальнюю перспективу. Одним из путей решения проблемы является переход на приводные рабочие органы, которые радикально уменьшают тяговое сопротивление, а, следовательно, и вес трактора, являющегося основным разрушителем почвенного плодородия.

Для улучшения качества поверхностной обработки традиционно используют ротационные бесприводные бороны, которые при прямолинейном перемещении внедряют в почву зубья, разрушая корку и разрыхляя ее верхний слой на глубину заделки семян [1, 2]. Однако, это не решает проблему существенного уменьшения тягового сопротивления и веса агрегата. Кроме того, перемешивание слоев почвы не всегда является приемлемым с точки зрения сохранения влаги и по иным агротехническим соображениям [15, 16]. Поэтому сформировался специфический класс почвообрабатывающих машин, рабочими органами которых являются при-

водные роторы, размещенные в поперечный ряд и снабженные приводом от ВОМ трактора [3-5]. Каждый ротор снабжен, как правило, двумя ножами или пальцами. При этом ножи могут быть либо прямыми (вертикальными), либо снабжены горизонтальными или наклонными подрезающими лезвиями [6, 7].

Специфика использования машин накладывает на их конструкцию определенные технологические требования, что материализуется в виде вариантов исполнения. В частности, для обработки малины и смородины используют четыре L-образных ножа, специфическими ножами снабжены роторы для обработки приствольных полос в плодовом саду и на покрытом кочками лугу [6 - 8]. При полосовом подсеиве трав используют также особые роторы диаметром 80-90 мм [9].

Разработчики машин разной конструкции подходили специфически и к оценке энергоёмкости процесса. Очевидно, что прямые ножи на тяжелых полупустынных почвах Прикаспийской низменности нельзя сравнить с ножом, снабженным подрезающим лезвием типа «ласточкин хвост», использовавшимся при обработке междурядий ягодников в средней полосе России [3, 10]. Специфичны и условия работы вертикально-ротационной машины при подготовке поля под посадку картофеля [11, 12]. В связи с этим актуальной задачей является разработка методики расчета именно для последнего случая, так как применение вертикально-ротационных почвообрабатывающих машин в картофелеводстве становится массовым явлением. При этом целесообразно оценить, как изменение нагрузки на нож по

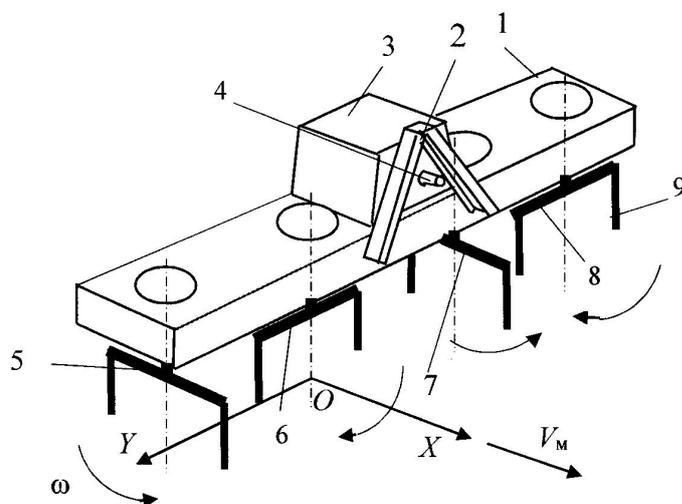


Рис. 1. Принципиальная схема вертикальной фрезы (ротационной бороны):

1 – картер трансмиссии; 2 – навесная система; 3 – редуктор коническо-цилиндрический; 4 – входной вал редуктора; 5 – 8 – роторы; 9 – палец рыхлительный

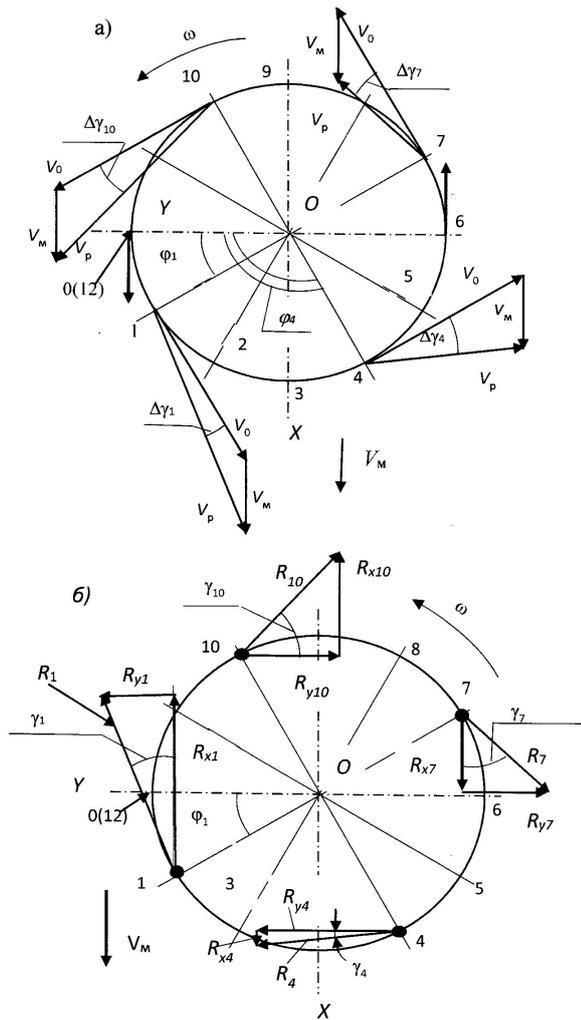


Рис. 2. Схема силового расчета вертикальной фрезы: а) – изменение направления и величины скорости резания по углу поворота ротора; б) – изменение силы резания и тягового усилия

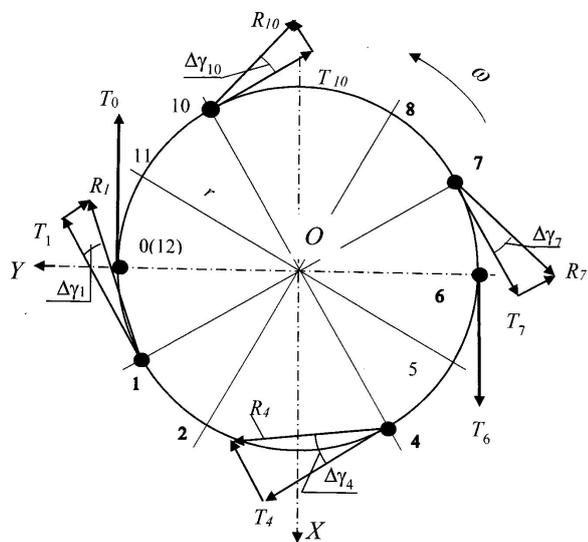


Рис. 3. Схема к расчету крутящего момента

углу поворота ротора, так и спроецировать усилия на направление перемещения агрегата и в перпендикулярном радиусу направлении, чтобы получить возможность дифференцировать мощность на привод рабочих органов от ВОМ трактора и возникающую параллельно с этим тяговую мощность.

Объекты и методы исследований

Кинематический и силовой анализ выполним по отношению к одному из роторов (например, поз. 6) вертикальной фрезы, работающей в режиме ротационной бороны (рис. 1). Считаем, что машина работает на поле после вспашки, осуществляя его подготовку к посадке картофеля. В исходном положении ротор 6 ориентирован вдоль вертикальной поперечной плоскости (оси Y прямоугольной системы координат XOY).

При вращении ротора 6 с угловой скоростью ω и поступательном перемещении машины по направлению скорости V_M каждый рыхлительный палец описывает в абсолютном движении траекторию в виде троихоиды. При этом скорость резания V_P (скорость рыхлительного пальца в абсолютном движении) складывается из его скоростей в относительном и переносном движениях (рис. 2):

$$\bar{V}_p = \bar{V}_o + \bar{V}_m \tag{1}$$

где: $V_o = \omega \cdot r$ - окружная скорость пальца, м/с(2)

$$V_m = V_o / \lambda \tag{3}$$

$$\omega = \pi \cdot n / 30 \tag{4}$$

n – частота вращения ротора, мин⁻¹;

r – радиус ротора, м;

λ - кинематический коэффициент.

Примеры векторного сложения скоростей показаны на рис. 2а. Так, в точке 1 скорость V_P отклонена от вектора окружной скорости V_o на угол $\Delta\gamma_1$. Очевидно, что по мере поворота ротора изменятся как длина вектора скорости в абсолютном движении, так и угол $\Delta\gamma_i$. При этом абсолютная величина указанной скорости может быть определена по формуле (5):

$$V_p = V_o \sqrt{\left(1 + \frac{1}{\lambda^2} + \frac{2}{\lambda} \cos \phi_i\right)} \tag{5}$$

где ϕ_i – угол поворота ротора от исходного положения (точки 0(12)), град.

Величина угла $\Delta\gamma_i$ может быть найдена по формуле (6):

$$\Delta\gamma_i = \arcsin \frac{\sin \phi_i}{\sqrt{\left(1 + \lambda^2 + 2\lambda \cdot \cos \phi_i\right)}} \tag{6}$$

Таблица 1 – Расчет скорости V_p усилия резания R_i и его проекций на оси координат ($R_{x_{\Sigma i}}$, $R_{y_{\Sigma i}}$)

φ_i^0	V_{pi} , м/с	$\Delta\gamma_i^0$	R_r , Н	R_{x_r} , Н	R_{y_r} , Н	$R_{x_{\Sigma i}}$, Н	$R_{y_{\Sigma i}}$, Н	$R_{y_{\Sigma i}}$, Н	$R_{y_{\Sigma i}}$, Н	N_p , Вт
0	6,85	0	105,8	105,8	0	24	67,3	0	-46,4	111
180	3,55	0	81,8	81,8	0					
30	6,67	7,1	104,5	96,2	41	64,4	48,6	12,5	-39,2	80,2
210	3,87	12,3	42	31,8	28,5					
60	6,19	13,2	101	69,2	73,6	59,8	45,7	29,9	-6,5	75,4
240	4,6	17,9	44,7	9,4	43,7					
90	5,45	17,6	95,6	28,9	92	43,3	67,3	46,4	46,4	111
270	5,45	17,6	47,8	14,4	45,6					
120	4,6	17,9	89,5	18,8	88,5	-15,8	48,6	51,7	39,2	80,2
300	6,19	13,2	50,5	34,6	36,8					
150	3,87	12,3	84,2	62,3	56,7	-14,1	45,7	36,4	6,5	75,4
330	6,67	7,07	52,3	48,2	20,3					
Среднее значение							53,9			88,9

Вектор суммарной силы резания в каждой расчетной точке (R_i) направлен в сторону, противоположную абсолютной скорости пальца \vec{V}_{pi} (рис.

2б). При этом величина силы зависит от скорости резания следующим образом:

$$R_i = R_0 \left(1 + 0,3 \frac{(V_{pi} - V_6)}{V_6} \right) \quad (7)$$

где R_0 – сила резания для пальца тяжелой зубовой бороны при скорости $V_6 = 12$ км/ч (3,3 м/с), Н.

Для нахождения тягового сопротивления машины и поперечных (раскачивающих) нагрузок следует спроецировать силу резания R на направление ее перемещения (R_x) и на перпендикулярное направление (R_y). Для пары точек (1; 7), в которых при повороте ротора от исходного положения на угол $\varphi_1=30^0$ находятся рыхлительные пальцы, указанные проекции могут быть вычислены по формулам:

$$\begin{cases} R_x = R \cdot \cos \gamma_1 \\ R_y = R \cdot \sin \gamma_7 \end{cases} \quad (8)$$

Для пары точек (4; 10) расчетные формулы трансформируются следующим образом:

$$\begin{cases} R_x = R \cdot \sin \gamma_4 \\ R_y = R \cdot \cos \gamma_{10} \end{cases} \quad (9)$$

Для остальных (четырёх) пар точек рассматривать вариант вычисления индивидуально, исходя из характера соответствующего векторного треугольника.

Для нахождения тягового и поперечного усилия в определенной точке поворота ротора необходимо суммировать соответствующие силы,

действующие в данной фазе поворота ротора на оба рыхлительных пальца. Так, при повороте ротора на угол $\varphi_1=30^0$

$$R_{x_{\Sigma 1}} = R_{x1} - R_{x7} \quad (10)$$

Для угла $\varphi_4=120^0$ формула принимает вид:

$$R_{x_{\Sigma 4}} = R_{x10} - R_{x4} \quad (11)$$

Мощность, расходуемая на преодоление тягового усилия в каждой фазе поворота ротора, вычисляется по формуле:

$$N_i = R_{x_{\Sigma i}} \cdot V_m \quad (12)$$

Аналогичным образом следует суммировать (с учетом знаков) поперечные составляющие сил резания R_y .

Расчеты окружного усилия, крутящего момента и мощности на привод могут быть выполнены следующим образом. Усилия резания R_i рассчитаны выше. Некоторые из них (для двух пар точек, принадлежащих ротору в определенной фазе его поворота) отложены на рис. 2б. Попарное размещение расчетных точек в диаметральной плоскости обусловлено наличием на роторе двух рыхлительных пальцев. Очевидно, что корректный расчет предполагает выявление всех сил, действующих на ротор одновременно. В связи с этим, необходимо вести расчеты, суммируя результаты по двум точкам (пальцам).

Прежде чем найти мощность и крутящий момент, необходимо разложить каждую силу R_i на соответствующую радиальную составляющую (T) и перпендикулярное радиусу направление (рис. 3).

В результате получаем окружные усилия T_i . Очевидно, что в точках 0(12) и 6 окружные силы равны соответствующим силам резания. То есть,

$$T_0 = R_0; T_6 = R_6 \quad (13)$$

Таблица 2 – Окружное усилие T_o , крутящий момент M и мощность N , расходуемая на привод роторов

φ^0	$T_{ор}$, Н	$T_{одр}$, Н	M_r , Н*м	N_r , Вт
0	105,8	187,6	37,52	1699
180	81,8			
30	103,7	144,7	28,94	1462
210	41			
60	98,4	141	28,2	1442
240	42,6			
90	91,1	136,7	27,34	1699
270	45,6			
120	85,2	134,4	26,88	1462
300	49,2			
150	82,3	134,2	26,84	1442
330	51,9			
Среднее значение		146,4	29,3	1534

Что касается остальных точек, то окружное усилие в них определяется таким образом:

$$T_i = R_i \cdot \cos \Delta\gamma_i \quad (14)$$

Крутящий момент для каждой фазы поворота ротора (в Н*м) равен:

$$M_{кри} = (T_i + T_{(i+6)}) \cdot r \quad (15)$$

где r – радиус ротора, м.

Мощность, необходимая для привода ротора, определяется по формуле:

$$N_{кри} = M_{кри} \cdot \omega \quad (16)$$

Результаты

Для подтверждения теоретической гипотезы выполнен расчет силовых характеристик одного из роторов ротационной бороны с параметрами: радиус ротора $r=0,2$ м; частота его вращения $n=250$ мин⁻¹; кинематический коэффициент $\lambda=3,15$; усилие на рыхлительном пальце при глубине обработки 0,14 м и скорости движения (в режиме культиватора с пассивными рабочими органами) $R_0 = 80$ Н. Усилия резания и их проекции на оси координат сначала рассчитаем для каждой из шести позиций одного ротора, а затем просуммируем с результатами, для второго ротора, с учетом его сдвига по фазе поворота на 90°. Результаты расчета приведены в таблице 1. При этом считаем, что в задней половине траектории относительного движения рыхлительный палец перемещается по частично разрыхленной почве, поэтому усилия резания в точках 7 – 11 (рис. 2) должны быть уменьшены в два раза по сравнению величиной этого параметра в передней части траектории движения [13].

С помощью формул (13) – (16) был выполнен расчет окружного усилия, момента и мощности, расходуемой на привод роторов в тех же фазах угла

их поворота. Мощность по двум роторам суммировалась с учетом сдвига по фазе между ними на угол 90°. Результаты приведены в таблице 2.

Обсуждение

Для того, чтобы добиться аналогичного качества рыхления почвы пассивными рабочими органами, заменяющими ширину захвата двух роторов, необходимо использовать восемь пальцев. Тогда тяговое усилие будет равно 640Н. При использовании ротационных рабочих органов среднее тяговое усилие не превышает 54 Н (табл. 1). Таким образом, переход на активные рабочие органы позволяет уменьшить потребность в тяговом усилии трактора в 11 раз. Соответствующим образом может быть уменьшен вес трактора и его уплотняющее воздействие на почву.

Что касается мощности, расходуемой на привод роторов, то она равна 1534 Вт, что составляет 94,5% от всей расходуемой трактором мощности (не считая перекачивания). При этом, если бы орудие аналогичной ширины захвата с пассивными рабочими органами перемещалось с той же скоростью (1,65 м/с), то потребляемая им мощность была бы равно 1056 Вт. То есть, энергоёмкость процесса ротационного рыхления почвы в 1,5 раза выше, чем у пассивных рабочих органов. Если же сопоставлять орудия по степени измельчения почвы, то их удельные энергозатраты становятся сопоставимыми [13].

Однако, следует также иметь в виду, что пассивные рабочие органы могут работать при скорости до 3,3 м/с, что позволяет им превысить в два раза производительность ротационной бороны той же ширины захвата. Указанные проблемы негативно отражаются на экономических параметрах технологических процессов, поэтому ротационные рабочие органы предпочитают использовать только в тех случаях, когда лимитирующим фактором однозначно становится качество рыхления (предпосадочная обработка почвы под картофель [11, 12]). Что касается экологических проблем, связанных с переуплотнением почвы, то пока они не стали приоритетными в реальном производстве, что сдерживает применение приводных ротационных почвообрабатывающих машин. В частности, их применение оказалось эффективным и незаменимым при обработке прикустовых полос на плантациях ягодных кустарников [6, 14].

Выводы

Выполненные расчеты свидетельствуют о том, что при использовании для обработки почвы приводной ротационной бороны с вертикальными осями вращения роторов более 90% мощности трактора реализуется через ВОМ, что создает хорошие предпосылки для уменьшения веса агрегата и снижения его негативного воздействия на почву. В свя-

зи с тем, что ротационные почвообрабатывающие машины уступают по производительности и иным экономическим параметрам орудиям с пассивными рабочими органами их практическое использова-

ние ограничено специфическими технологическими нишами, когда качество выполнения процесса становится безусловной экономической значимой величиной.

Литература

- [1] Матяшин Ю.И., Гринчук И.М., Егоров Г.М. Расчет и проектирование ротационных почвообрабатывающих машин. М.: ВО «Агропромиздат», 1988. 176с.
- [2] Матяшин Ю.И., Сиразиев Л.Ф., Валиев А.Р., Федулкина К.В. Совершенствование бесприводных ротационных рабочих органов для поверхностной обработки почвы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2012. Т. 7. № 1 (23). С. 93-97.
- [3] Садыков Р.О. Обоснование режимов работы и параметров ротора ротационной бороны с вертикальной осью вращения. автореферат дис. ... кандидата технических наук / Янгиюль, 2000. 17с.
- [4] Садыков Р.О. Результаты сравнительных испытаний экспериментального и базового роторов: В сборнике: Современные тенденции развития аграрного комплекса. материалы международной научно-практической конференции. ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», Региональный Фонд «Аграрный университетский комплекс». 2016. С. 1243-1245.
- [5] Садыков Р.О. Результаты сравнительных испытаний роторов ротационной бороны с вертикальной осью вращения: В сборнике: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», 2017. С. 301-304.
- [6] Ожерельев В.Н. Исследование и конструирование фрезерных машин: монография / В.Н. Ожерельев. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. 196с.
- [7] Саньков С.М., Цымбал В.И. Фреза с вертикальной осью вращения для обработки приствольных полос в саду // Садоводство и виноградарство. 2003. № 4. С. 9-10.
- [8] Гоголев М.М. Силовые характеристики рабочего органа вертикальной фрезы // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 4. С. 33-35.
- [9] Ладутько С.Н., Заяц Э.В., Эбертс А.А. К определению мощности, потребной для привода вертикальной почвенной фрезы/ В сборнике: Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства. материалы международной научно-практической конференции, посвященной

References

- [1] Matyashin Yu.I., Grinchuk I.M., Egorov G.M. Raschet i proektirovanie rotacionny`x pochvoobrabaty`vayushhix mashin. M.: VO «Agropromizdat», 1988. 176 p.
- [2] Matyashin Yu.I., Siraziev L.F., Valiev A.R., Fedulkina K.V. Sovershenstvovanie besprivodny`x rotacionny`x rabochix organov dlya poverxnostnoj obrabotki pochvy` // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. T. 7. № 1 (23). pp. 93-97.
- [3] Sady`kov R.O. Obosnovanie rezhimov raboty` i parametrov rotora rotacionnoj borony` s vertikal`noj os`yu vrashheniya. avtoreferat dis. ... kandidata texnicheskix nauk / Yangiyul`, 2000. 17 p.
- [4] Sady`kov R.O. Rezul`taty` cravnitel`ny`x ispy`taniy e`ksperimental`nogo i bazovogo rotorov: V sbornike: Sovremenny`e tendencii razvitiya agrarnogo kompleksa. materialy` mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. FGBNU «Prikaspijskij nauchno-issledovatel`skij institut aridnogo zemledeliya», Regional`ny`j Fond «Agrarny`j universitetskij kompleks». 2016. pp. 1243-1245.
- [5] Sady`kov R.O. Rezul`taty` sravnitel`ny`x ispy`taniy rotorov rotacionnoj borony` s vertikal`noj os`yu vrashheniya: V sbornike: Principy` i texnologii e`kologizacii proizvodstva v sel`skom, lesnom i ry`bnom xozyajstve. Materialy` 68-oy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj Godu e`kologii v Rossii. Ministerstvo sel`skogo xozyajstva Rossijskoj Federacii; FGBOU VO «Ryazanskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet imeni P.A. Kosty`cheva», 2017. pp. 301-304.
- [6] Ozherel`ev V.N. Issledovanie i konstruirovaniye frezerny`x mashin: monografiya / V.N. Ozherel`ev. Bryansk: Izd-vo Bryanskij GAU, 2019. 196 p.
- [7] San`kov S.M., Cymbal V.I. Freza s vertikal`noj os`yu vrashheniya dlya obrabotki pristvol`ny`x polos v sadu // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2003. № 4. pp. 9-10.
- [8] Gogolev M.M. Silovy`e karakteristiki rabocheho organa vertikal`noj frezy` // Traktory` i sel`xozmashiny`. 2011. № 4. pp. 33-35.
- [9] Ladut`ko S.N., Zayacz E`.V., E`berts A.A. K opredeleniyu moshhnosti, potrebnoy dlya privoda vertikal`noj pochvennoj frezy`/ V sbornike: Innovacionny`e napravleniya razvitiya texnologij i texnicheskix sredstv mexanizacii sel`skogo xozyajstva. materialy` mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 100-letiyu kafedry` sel`skoxozyajstvenny`x mashin agroinzhenernogo fakul`teta Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni imperatora Petra I. Voronezhskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet im. Imperatora

- 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I; Редакционная коллегия: Василенко В.В., Гиевский А.М., Казаров К.Р., Солнцев В.Н., Тарасенко А.П., Чернышов А.В., Шатохин И.В.; Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, В.И. Оробинского, И.В. Баскакова. 2015. С. 57-62.
- [10] Блохин В.Н., Орехова Г.В., Случевский А.М., Климович Р.А. Методика определения крутящего момента ротора фрезы с вертикальной осью вращения // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2 (60). С. 35-40.
- [11] Туболев С.С., Шеломенцев С.И., Пшеченков К.А., Зейрук В.Н. Машинные технологии и техника для производства картофеля М.: Агроспас, 2010. 316с.
- [12] Кувшинов Н.М. Эффективность применения орудий с активными рабочими органами в качестве приемов предпосевной обработки серых лесных почв нечерноземной зоны России // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1 (59). С. 23-31.
- [13] Чудак С.В. Исследование и разработка вертикальной фрезы для поверхностной обработки почвы в виноградниках: дисс. ... канд. техн. наук / С.В. Чудак. Кишинев, 1973. 149с.
- [14] Ожерельев В.Н., Никитин В.В. Управление перераспределением почвы по ширине междурядья малины // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. №4. С. 13 – 15.
- [15] 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 : В 2-х томах, Москва, 04–07 декабря 2007 года / под редакцией В. В. Вишневого. – Москва: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17-18. – EDN UGAVCZ.
- [16] 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. – EDN TKIWUZ.
- Petra I; Redakcionnaya kollegiya: Vasilenko V.V., Gievskij A.M., Kazarov K.R., Solncev V.N., Tarasenko A.P., Cherny`shov A.V., Shatoxin I.V.; Pod obshhej redakciej N.I. Buxtoyarova, V.I. Orobinskogo, I.V. Baskakova. 2015. pp. 57-62.
- [10] Bloxin V.N., Orexova G.V., Sluchevskij A.M., Klimovich R.A. Metodika opredeleniya krutyashhego momenta rotora frezy` s vertikal`noj os`yu vrashheniya // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. 2017. № 2 (60). pp. 35-40.
- [11] Tubolev S.S., Shelomencev S.I., Pshechenkov K.A., Zejruk V.N. Mashinny`e texnologii i texnika dlya proizvodstva kartofelya M.: Agrosapas, 2010. 316 p.
- [12] Kuvshinov N.M. E`ffektivnost` primeneniya orudij s aktivny`mi rabochimi organami v kachestve priemov predposevnoj obrabotki sery`x lesny`x pochv nechernozemnoj zony` Rossii // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. 2017. № 1 (59). pp. 23-31.
- [13] Chudak S.V. Issledovanie i razrabotka vertikal`noj frezy` dlya poverxnostnoj obrabotki pochvy` v vinogradnikax: diss. ... kand. texn. nauk / S.V. Chudak. Kishinev, 1973. 149 p.
- [14] Ozherel`ev V.N., Nikitin V.V. Upravlenie pereraspredeleniem pochvy` po shirine mezhduryad`ya maliny` // Mexanizaciya i e`lektrifikaciya sel`skogo xozyajstva. 2011. №4. pp. 13 – 15.
- [15] Laryushin, A. M. Improving the technology of onion harvesting / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of the International Forum on Problems of Science, Technology and Education: In 2 volumes, Moscow , December 04–07, 2007 / edited by V. V. Vishnevsky. - Moscow: Academy of Sciences of the Earth, 2007. - pp. 17-18. – EDN UGAVCZ.
- [16] Frolov, D. I. Analysis of the work of the haulm-removing working body with optimization of the air flow inside the casing / D. I. Frolov // Innovative technique and technology. - 2014. - No. 4(1). - pp. 30-35. – EDN TKIWUZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Ожерельев Виктор Николаевич доктор сельскохозяйственных наук профессор кафедры «Технические системы в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве» ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кино, ул. Советская 2а Тел.: +7(906) 502-68-70 E-mail: vicoz@bk.ru</p>	<p>Ozherelev Viktor Nikolaevich D.Sc. in Agricultural Sciences professor at the department of Technical systems in agribusiness, environmental management and road construction Bryansk State Agrarian University Phone: +7(906) 502-68-70 E-mail: vicoz@bk.ru</p>
---	--

Применение формалина для обработки навоза подстилки дойных коров

Потапов М.А., Фролов Д.И.

Аннотация. Проведены сравнительные исследования применения формалина в концентрациях 2% и 4% для обработки свежего и выдержанного навоза подстилки от дойных коров с целью обеззараживания. Для этого отслеживали изменение количества содержащихся в удобрении микроорганизмов, а также патогенных тест-штаммов *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus epidermidis*, отличающихся устойчивостью к гентамициновым и тетрациклиновым антибиотикам. Тест-бактерии вносились в количестве 105 КОЕ/г от их общего содержания. Установлено, что обработка формалином в двух тестируемых концентрациях 2% и 4% обеспечивает инактивацию патогенных тест-микроорганизмов и *Clostridium perfringens*, содержащихся в тестируемых образцах свежего и перепревшего навоза, даже через сутки. Инактивация кишечной палочки, обнаруженной в обеих пробах навоза, при обработке 2% формалином достигалась через 48 ч, а при концентрации 4% - только через 24 ч. В свежем навозе после обработки 4% формалином все микроорганизмы погибали через 96 ч, а в состаренном навозе - даже через 72 ч. Введение 2% формалина обеспечивает уничтожение всех микроорганизмов в свежем и выдержанном навозе крупного рогатого скота в течение 120 ч. Применение формалина в конечной концентрации 4% дает не намного лучшие результаты, чем удвоение наименьшей концентрации 2%, которая рекомендуется к использованию.

Ключевые слова: навоз, крупный рогатый скот, формалин, подстилка, обеззараживание.

Для цитирования: Потапов М.А., Фролов Д.И. Применение формалина для обработки навоза подстилки дойных коров // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 53–58.

The use of formalin for the treatment of bedding manure of dairy cows

Potapov M.A., Frolov D.I.

Abstract. Comparative studies have been carried out on the use of formalin at concentrations of 2% and 4% for the treatment of fresh and aged manure from litter from dairy cows for the purpose of disinfection. To do this, we monitored the change in the number of microorganisms contained in the fertilizer, as well as pathogenic test strains of *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus epidermidis*, which are resistant to gentamicin and tetracycline antibiotics. Test bacteria were introduced in the amount of 105 CFU/g of their total content. It has been established that formalin treatment at two test concentrations of 2% and 4% ensures the inactivation of pathogenic test microorganisms and *Clostridium perfringens* contained in the tested samples of fresh and rotted manure, even after a day. Inactivation of *Escherichia coli* found in both manure samples was achieved after 48 hours when treated with 2% formalin, and only after 24 hours at a concentration of 4%. In fresh manure, after treatment with 4% formalin, all microorganisms died after 96 hours, and in aged manure - even after 72 hours. The introduction of 2% formalin ensures the destruction of all microorganisms in fresh and aged cattle manure within 120 hours. The use of formalin at a final concentration of 4% does not give much better results than doubling the lowest concentration of 2%, which is recommended for use.

Keywords: manure, cattle, formalin, bedding, disinfection.

For citation: Potapov M.A., Frolov D.I. The use of formalin for the treatment of bedding manure of dairy cows. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 53–58. (In Russ.).

Введение

Содержание патогенных микроорганизмов в органических отходах животноводства препятствует их прямому использованию в качестве удобрения почвы без предварительной обработки и закрепления. Во избежание накопления большого количества таких отходов их переработка должна обеспечивать быстрое и безопасное обезвреживание, а также быть экономичной, удобной и экологически безопасной. Поиск средств и методов для этого является актуальным вопросом. По традиционным вариантам компостирования достигнуты хорошие результаты в этом направлении, но полное обезвреживание удобрений при этом занимает много времени [1]. Хорошим приемом компостирования является переработка срезанной ботвы лука, измельчение и разбрасывание ее по полю [5, 6]. Внесение некоторых химических веществ в качестве удобрений приводит к изменению pH почвы [7]. Накопления бобовыми культурами селена в зависимости от содержания, и оценка степени деградации почв на земельных участках сельскохозяйственного назначения в результате антропогенного воздействия свидетельствует об изменении почв [8, 9].

Формальдегид представляет собой химическое соединение, обладающее значительной активностью в отношении микроорганизмов и паразитов. При введении в высоких концентрациях его бактерицидное действие быстрое и надежное. Так как в этом случае он обладает коррозионно-токсичными свойствами, при использовании в соответствующих дозировках, он оказывает противомикробное действие без отрицательного воздействия на растения и свойства почвы [2].

Целью этих исследований было отслеживание выживаемости патогенных тест-микроорганизмов, завезенных в свежем и состаренном навозе крупного рогатого скота после обработки формалином в различных относительно невысоких концентрациях, с целью оценки возможности достижения бы-

строй и эффективной дезактивации с получением эпизоотиологически безопасных конечных продуктов.

Объекты и методы исследований

Исследовали свежий и выдержанный навоз молочных коров. В исследованиях использовали чистые культуры трех тест-штаммов патогенных бактерий: *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus epidermidis*. Они были выделены от животных с хроническими инфекциями и отобраны по полирезистентности *in vitro* к гентамицину и тетрациклинам (тетрациклину, доксициклину и окситетрациклину). Проведено дополнительное культивирование этих штаммов на питательных средах с антибиотиками из этих групп для выделения и использования в исследованиях ветвей, наиболее активно развивающихся в присутствии высоких концентраций этих антибиотиков.

Использовали селективные питательные среды с добавлением доксициклина (50 мкг/мл) и гентамицина (16 мкг/мл). Были выбраны агар с эозином и метиленовым синим для *Proteus vulgaris*, агар с цетримидом для *P. aeruginosa*. На этих средах другие бактерии не выращивали, кроме тест-штаммов, отобранных по устойчивости к указанным антибиотикам. Общее количество микроорганизмов в исследуемых материалах определяли на агаре без антибиотиков. Также отслеживали содержание и количество *Clostridium perfringens* на селективном агаре, а также *E. coli* и *Salmonella enterica* на эозин-метиленовом синем и агаре *Salmonella-Shigella*.

Количественное определение микроорганизмов проводили классическим методом в серийных (в 10 раз) возрастающих разведениях исследуемого материала в стерильном физиологическом растворе. Из этих разведений готовят культуры на выбранных средах с антибиотиками и без них, по три на каждую среду и разведение. После инкубации при 37°C в течение 24-72 ч в аэробных и анаэробных

Таблица 1 – Инактивация тест-организмов в свежем навозе крупного рогатого скота после обработки формалином в конечной концентрации 2% и 4%

Образец	Общее число	Кишечная палочка	<i>Clostridium perfringens</i>	Тестовый штамм <i>P.vulgaris</i>	Тестовый штамм <i>P.aeruginosa</i>	тестовый штамм <i>S.epidermidis</i>
0 ч	$3,2 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^6$	1,105	1,105	1,105
24 ч	2%	$1,5 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^4$	0	0	0
	4%	$1,3 \cdot 10^6$	0	0	0	0
48 ч	2%	$1,9 \cdot 10^5$	0	0	0	0
	4%	$6,8 \cdot 10^4$	0	0	0	0
72 ч	2%	$1,10 \cdot 10^4$	0	0	0	0
	4%	$7,6 \cdot 10^3$	0	0	0	0
96 ч	2%	$0,9 \cdot 10^2$	0	0	0	0
	4%	0	0	0	0	0
120 ч	2%	0	0	0	0	0
	4%	0	0	0	0	0

условиях подсчитывали среднее арифметическое число развитых колоний и колониобразующие единицы. (КОЕ) в 1 г исходного материала.

Микроскопические исследования микроорганизмов проводили в иммерсионном режиме при 1000-кратном увеличении после окрашивания различными классическими методами материалов из разных культур на питательных средах [4].

После предварительного определения общего количества микроорганизмов и таковых исследуемых групп в свежем и перепревшем навозе крупного рогатого скота в каждый из них были завезены тест-штаммы в количестве 105 КОЕ/г общего удобрения. Каждая из них (свежая и выдержанная) была разделена на две группы: обработанные 2% формалином и обработанные 4% формалином. Исследуемые удобрения распределяли в стеклянную тару по 200 г, добавляли по 100 мл раствора формалина и смеси хорошо гомогенизировали. Образцы для количественного определения микроорганизмов брали с 24-часовыми интервалами в течение недели.

Статистический анализ результатов выполнен с использованием классического метода Стьюдента-Фишера [3].

Результаты

Результаты количественного изменения микроорганизмов в свежем навозе крупного рогатого скота после обработки формалином в конечных концентрациях 2% и 4% представлены в таблице 1.

В таблице также показано количественное определение обнаруженных в нем *E. coli* и *S. perfringens* до и после химического воздействия. Не обнаружено, что он содержит *Salmonella enterica*.

Полученные результаты показывают, что обработка формалином в применяемых концентрациях обеспечивает инактивацию патогенных микроорганизмов в опытном свежем навозе дойных коров даже через 24 часа. *Clostridium perfringens* также

погибали в течение 24 ч даже после обработки формалином низкой концентрации 2 %, в то время как для кишечной палочки при обработке 2 % формалином это достигается через 48. В течение 96 ч все микроорганизмы в свежем навозе крупного рогатого скота после при обработке 4% формалином погибали, а при использовании вдвое меньшей концентрации 2% - до 120 ч. Через 48 часов жизнеспособными остаются только бактерии рода *Bacillus*, что установлено благодаря культуральным и микроскопическим исследованиям.

Из таблицы 2 можно увидеть результаты наблюдения за количественными изменениями микроорганизмов в зрелом навозе крупного рогатого скота после обработки формалином в конечных концентрациях 2% и 4%. Обобщенные данные показывают, что, как и в свежем навозе, обработка формалином в применяемых концентрациях обеспечивает инактивацию патогенных микроорганизмов в опытно-состаренном навозе от дойных коров даже через 24 ч. Выявленные в материале *S. perfringens* также гибли в течение 24 ч даже после обработки формалином низкой концентрации 2%, тогда как для инактивации кишечной палочки при обработке 2% формалином требовалось 48 ч. После обработки 4% формалином все микроорганизмы погибли через 72 ч, а при введении в концентрации 2% полная деконтаминация достигается до 120 ч. Микроорганизмы, установленные через 48 часов, принадлежали только к роду *Bacillus*.

Результаты, представленные в таблицах, также показывают, что общее микробное содержание в перепревшем навозе выше, чем в свежем. Это касается также количества отслеживаемых видов бактерий *E. coli* и *S. perfringens*. Различия между общим количеством микроорганизмов в двух материалах были статистически значимыми ($P < 0,001$) и между количеством кишечной палочки ($P < 0,001$).

Из представленных данных видно, что быстрая и эффективная деконтаминация навоза крупного рогатого скота достигается при обработке форма-

Таблица 2 – Инактивация тест-организмов в созревшем навозе крупного рогатого скота после обработки формалином в конечной концентрации 2% и 4%

Образец	Общее число	Кишечная палочка	<i>Clostridium perfringens</i>	Тестовый штамм <i>P.vulgaris</i>	Тестовый штамм <i>P.aeruginosa</i>	Тестовый штамм <i>S.epidermidis</i>
0 ч	$3,4 \cdot 10^9$	$9,2 \cdot 10^5$	$4,3 \cdot 10^6$	1,105	1,105	1,105
24 ч	2%	$9,5 \cdot 10^5$	$4,0 \cdot 10^4$	0	0	0
	4%	$5,0 \cdot 10^5$	0	0	0	0
48 ч	2%	$8,5 \cdot 10^4$	0	0	0	0
	4%	$4,5 \cdot 10^4$	0	0	0	0
72 ч	2%	$1,3 \cdot 10^3$	0	0	0	0
	4%	0	0	0	0	0
96 ч	2%	$0,4 \cdot 10^2$	0	0	0	0
	4%	0	0	0	0	0
120 ч	2%	0	0	0	0	0
	4%	0	0	0	0	0

лином как в концентрации 4%, так и в концентрации 2%. Эти результаты применения обеих испытываемых концентраций были одинаковыми для обоих типов навоза крупного рогатого скота. Патогенные организмы погибали в течение 24 ч после введения высоких концентраций. При использовании двойной и более низкой концентрации 2% только *E. coli* требуется 48-часовой период для полной инактивации. По истечении этого срока жизнеспособными остаются только спорообразующие бактерии. Они представляют собой нормальную почвенную микрофлору и не представляют эпизоотологической опасности, за исключением *Bacillus anthracis*. Это позволяет использовать обработанные материалы в качестве удобрения еще через два дня.

Хотя в старом навозе содержание микроорганизмов, в том числе кишечной палочки, значительно выше, его обеззараживание 4% формалином достигается всего за 3 дня. Для свежего навоза для этой цели требуется 4 дня. При 2% концентрации полная инактивация всех микроорганизмов происходит в течение 5 дней в обоих видах удобрения.

Обсуждение

Обеззараживание удобрительного сырья и инактивация вирусов с помощью 2% - 4% 35-37% раствора формалина достигается в течение 4 дней при температуре выше 20°C. Другие исследователи рекомендуют значительно более высокую конечную концентрацию 10% формалина. Бесспорно, что при такой дозе обеззараживание будет очень быстрым и надежным. Но токсические свойства полученного продукта будут значительны и ограничат его использование в качестве удобрения. Наши исследования показывают, что даже в концентрации 2% формалин способен уничтожить микроорганизмы в навозе крупного рогатого скота в течение 5 дней.

Очевидно, что более низкая концентрация 2% формалина должна быть предпочтительнее при ис-

пользовании для обеззараживания подстилочного навоза. Это более экономичный и менее токсичный для окружающей среды вариант. Нет необходимости стремиться к быстрой переработке свежего навоза, потому что после его старения также достигаются очень быстрые и надежные результаты даже при использовании более низкой концентрации 2% формалина. Преимуществом обработки свежего навоза является возможность более легкой и полной гомогенизации материала раствором формальдегида.

Для проверки влияния еще более низких концентраций формальдегида при его применении для обеззараживания удобрений необходимы дальнейшие исследования. Если бы они были достаточно эффективны, то открыли бы возможности надежной, экологически безопасной и относительно быстрой утилизации отходов удобрений.

Выводы

Содержание микробов в перезревшем навозе крупного рогатого скота примерно на 1 л выше, чем в свежем навозе. Это относится и к *Escherichia coli*, тогда как количества *Clostridium perfringens* в обоих исследованных материалах сходны. Применение формалина в конечной концентрации 4% дает ненамного лучшие результаты, чем удвоенная наименьшая концентрация 2%. Оба варианта обеспечивают инактивацию патогенных тест-микроорганизмов и *C. perfringens* в свежем и выдержанном навозе дойных коров даже через 24 часа. Для инактивации кишечной палочки в свежем и выдержанном навозе крупного рогатого скота при обработке 2% формалином необходимо 48 ч, а при концентрации 4% - всего 24 ч. Применение формалина в концентрации 4% обеспечивает гибель всех микроорганизмов в состаренном навозе крупного рогатого скота в течение 3 сут, а в свежем - в течение 4 сут.

Литература

- [1] Mohee R., Soobhany N. Comparison of heavy metals content in compost against vermicompost of organic solid waste: Past and present // Resources, Conservation and Recycling. 2014. Vol. 92. Comparison of heavy metals content in compost against vermicompost of organic solid waste. P. 206–213.
- [2] Попов, Н. И. Дезинфекция: роль, значение и назначение при инфекционной патологии свиней / Н. И. Попов // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4(8). – С. 79–86. – EDN SYNRMF.
- [3] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Потапов М.А. Экструдирование высоковлажных отходов птицеводства для получения удобрений // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. Т. 6. № 2. С. 18–24.

References

- [1] Mohee R., Soobhany N. Comparison of heavy metals content in compost against vermicompost of organic solid waste: Past and present // Resources, Conservation and Recycling. 2014. Vol. 92. Comparison of heavy metals content in compost against vermicompost of organic solid waste. P. 206–213.
- [2] Popov, N. I. Disinfection: role, significance and purpose in infectious pathology of pigs / N. I. Popov // Bulletin of the Omsk State Agrarian University. - 2012. - No. 4(8). - S. 79-86. – EDN SYNRMF.
- [3] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Potapov M.A. Extrusion of high-moisture poultry waste to obtain fertilizers // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. 2021. V. 6. No. 2. S. 18–24.
- [4] Potapov M.A., Frolov D.I., Kurochkin A.A. Optimization of the number of holes in the matrix

- [4] Потапов М.А., Фролов Д.И., Курочкин А.А. Оптимизация количества отверстий в матрице одношнекового экструдера для переработки птичьего помета // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. Т. 5. № 4. С. 42–48.
- [5] 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 : В 2-х томах, Москва, 04–07 декабря 2007 года / под редакцией В. В. Вишневого. – Москва: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17-18. – EDN UGAVCZ.
- [6] 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. – EDN TKIWUZ.
- [7] Шабьшев, Н. В. Изменение pH почвы при внесении безводного аммиака в качестве удобрения / Н. В. Шабьшев, Ю. В. Блинохватова, В. Н. Эркаев // Роль вузовской науки в решении проблем АПК : сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Г.Б. Гальдина, Пенза, 24–25 октября 2018 года. Том I. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – С. 161-164. – EDN YOXCXWH.
- [8] Накопления бобовыми культурами селена в зависимости от содержания его в почвах Пензенской области / В. А. Вихрева, А. А. Блинохватов, Ю. В. Блинохватова, С. В. Зиновьев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 5(21). – С. 96-98. – EDN SYIUTF.
- [9] Оценка степени деградации почв на земельных участках сельскохозяйственного назначения в результате антропогенного воздействия / Н. П. Чекаев, Ю. В. Блинохватова, А. Ю. Кузнецов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2018. – № 4(24). – С. 51-61. – DOI 10.21685/2307-9150-2018-4-6. – EDN YZQEUN.
- of a single-screw extruder for the processing of bird droppings. Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. 2020. V. 5. No. 4. S. 42–48.
- [5] Laryushin, A. M. Improving the technology of onion harvesting / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of the International Forum on Problems of Science, Technology and Education: In 2 volumes, Moscow, 04 -December 07, 2007 / edited by V. V. Vishnevsky. - Moscow: Academy of Sciences of the Earth, 2007. - P. 17-18. – EDN UGAVCZ.
- [6] Frolov, D. I. Analysis of the work of the haulm-removing working body with optimization of the air flow inside the casing / D. I. Frolov // Innovative technique and technology. - 2014. - No. 4(1). - pp. 30-35. – EDN TKIWUZ.
- [7] Shabyshv, N. V. Change in soil pH when anhydrous ammonia is applied as a fertilizer / N. V. Shabyshv, Yu. national) scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor G.B. Galdina, Penza, October 24–25, 2018. Volume I. - Penza: Penza State Agrarian University, 2018. - pp. 161-164. – EDN YOXCXWH.
- [8] Accumulation of selenium by legumes depending on its content in the soils of the Penza region / V. A. Vihreva, A. A. Blinokhvato, Yu. - 2014. - No. 5 (21). - pp. 96-98. – EDN SYIUTF.
- [9] Assessment of the degree of soil degradation on agricultural land plots as a result of anthropogenic impact / N. P. Chekaev, Yu. Volga region. Natural Sciences. - 2018. - No. 4 (24). - pp. 51-61. – DOI 10.21685/2307-9150-2018-4-6. – EDN YZQEUN.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Потапов Максим Александрович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440045, Пенза, ул. Ульяновская, д. 36, кв. 37 Тел.: +7(962) 473-86-96 E-mail: makcpotapov@mail.ru</p>	<p>Potapov Maxim Alexandrovich postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(962) 473-86-96 E-mail: makcpotapov@mail.ru</p>
<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>

Процесс 3d моделирования пружины сжатия для почвообрабатывающего катка

Прошкин В.Е., Богатский Р.В.

Аннотация. В данной статье описывается процесс 3D моделирования пружины сжатия для конструкции волнового катка. Создание 3D моделей деталей конструкций является важной составляющей в изобретательстве, это помогает сэкономить много времени и материалах, которые уходят на создание опытных образцов. САПР (Системы Автоматизации Проектных Работ), такие как КОМПАС 3D, NanoCAD и другие, позволяют создать 3D модели деталей конструкций и помогают получить необходимые характеристики создаваемой детали или в целом всей конструкции. Создав 3D модель пружины сжатия при помощи программы КОМПАС 3D, позволяет определить ее физические характеристики, которые необходимы в последующей проектировке конструкции почвообрабатывающего катка. Данная пружина проектируется как деталь, которая позволит снизить ударную нагрузку катка на почву в зоне контакта с уплотнителем за счет её практически полного сжатия, следовательно, обеспечивая выполнение агротребований по плотности почвы. Нами спроектирована совершенно новая конструкция почвообрабатывающего катка, главной особенностью которого являются подпружиненные уплотнители позволяющие обеспечить качественное прикатывание почвы с формированием волнового рельефа на его поверхности. При этом проектирование пружин сжатия в Компасе 3D позволило определить её основные конструктивные параметры, такие как усилие сжатия, силу при рабочей деформации и т.д. Выявлено, что необходимо установить 4 пружины на уплотнитель катка, что позволит добиться необходимого уплотнения почвы.

Ключевые слова: почвообрабатывающий каток, проектирование, геометрические данные, физические характеристики, пружина сжатия, КОМПАС 3D.

Для цитирования: Прошкин В.Е., Богатский Р.В. Процесс 3d моделирования пружины сжатия для почвообрабатывающего катка // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 59–63.

The process of 3d modeling of the compression spring for a tillage roller

Proshkin V.E., Bogatsky R.V.

Abstract. This article describes the process of 3D modeling of a compression spring for the design of a wave roller. Creating 3D models of structural parts is an important component in invention, it helps to save a lot of time and materials that go into creating prototypes. CAD (Design Automation Systems), such as COMPASS 3D, NanoCAD and others, allow you to create 3D models of structural parts and help to obtain the necessary characteristics of the created part or the whole structure. By creating a 3D model of the compression spring using the COMPASS 3D program, it allows you to determine its physical characteristics, which are necessary in the subsequent design of the structure of the tillage roller. This spring is designed as a part that will reduce the impact load of the roller on the soil in the contact zone with the seal due to its almost complete compression, therefore, ensuring the fulfillment of agricultural requirements for soil density. We have designed a completely new design of the tillage roller, the main feature of which are spring-loaded seals that allow for high-quality rolling of the soil with the formation of wave relief on its surface. At the same time, the design of compression springs in the Compass 3D made it possible to determine its main design parameters, such as compression force, force during working deformation, etc. It was revealed that it is necessary to install 4 springs on the roller sealer, which will allow to achieve the necessary soil compaction.

Keywords: tillage roller, design, geometric data, physical characteristics, compression spring, COMPASS 3D.

For citation: Proshkin V.E., Bogatsky R.V. The process of 3d modeling of the compression spring for a tillage roller. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 59–63. (In Russ.).

Введение

Создание 3D моделей деталей конструкций инженерных изобретений является важной составляющей в изобретательстве. Это позволяет сэкономить на разработке конструкции в металле и снижает денежные затраты [1]. Разработка современных машин с помощью современных технологий используется и в перерабатывающей промышленности [6]. Технологии совершенствования техники применяются и используются в машинах по уборке корнеклубнеплодов и подготовке к уборке [7-12].

3D модели можно исследовать с помощью программ FlowVision и SOLIDWORKS, смоделировать движение нового устройства и определить его основные конструктивные параметры.

Целью работы является проектирование модели пружины сжатия с помощью программы КОМПАС 3D, с определением ее основных параметров.

Объекты и методы исследований

Выполнить проектирование 3D модели упругого элемента волнового катка с помощью программы КОМПАС 3D можно двумя способами:

- первый способ, это построение эскиза спирали с нужными данными, а после предание ей толщины;

- второй способ, это использование автоматического проектирования пружины в библиотеке “Механика”. Этот способ включает в себя больше информации о проектируемой пружине.

Благодаря использованию специализированного приложения в программе КОМПАС 3D можно получить информацию о проектируемой пружине, начиная от материала и заканчивая физическими характеристиками будущей детали.

Результаты и их обсуждение

С помощью 3D проектирования можно увидеть конструктивные особенности разрабатываемой конструкции. При этом можно смоделировать движение, что позволит увидеть работу проектируемого катка, и благодаря этому снижается время, которое будет затрачено на разработку опытного образца.

Разработку конструкции начали в виде 3D модели, а в последующем изготовили в металле.

Для соединения вертикальных дисков, а также установки шпилек необходимы ребра. Для создания 3D детали ребра был использован эскиз квадрата с стороной 60 мм который выдавили на расстояние 1500 мм. Отверстия для установки шпилек сделаны через эскиз окружности диаметром 20 мм.

Шпильки, которые в последствии будут закреплены на ребрах с помощью самоконтращихся гаек, предназначены для крепления уплотнителя. 3D модель создана через эскиз окружности с диаметром 18 мм, и функция выдавливания на расстояние 72 мм. После была нарезана метрическая резьба с шагом 1,5 мм, для последующего навинчивания самоконтращихся гаек.

Самоконтращиеся гайки нужны для крепления шпилек к ребрам волнового катка. Модель была взята из библиотеки программы КОМПАС 3D с диаметром 18 мм с метрической резьбой шагом 1,5 мм.

Упругие элементы, выполненные в виде пружины сжатия, которые предназначены для обеспечения амортизационного действия, что не позволяет переуплотнять почву при воздействии на нее уплотнителей.

В процессе проектирования 3D модели пружины, нами был выбран второй способ. Для этого в программе КОМПАС 3D нужно открыть вкладку

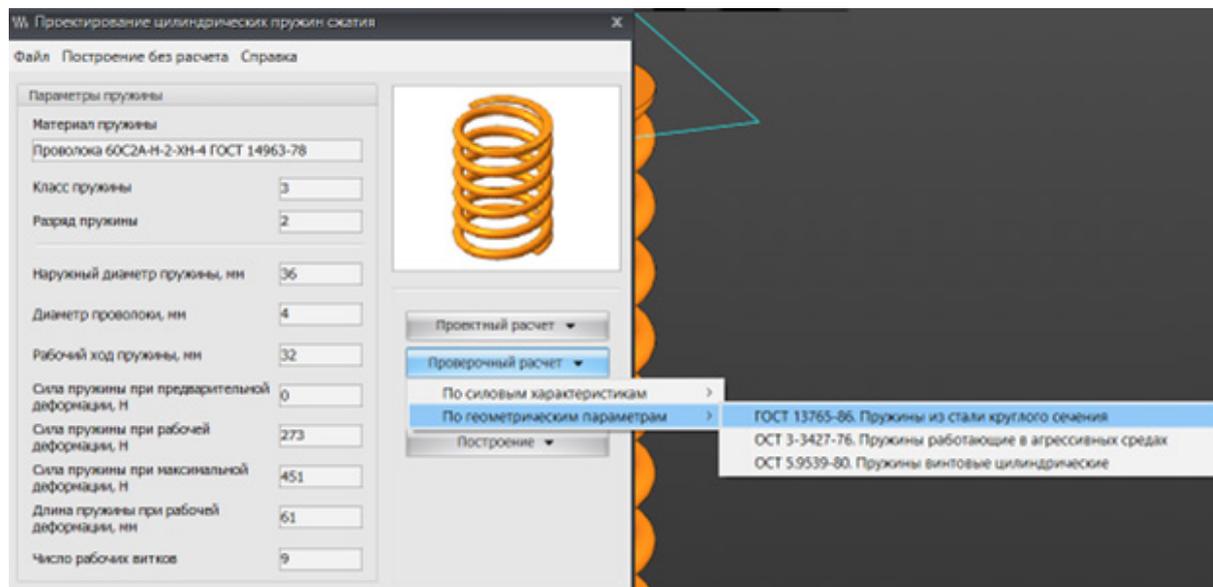


Рис. 1. Последовательность действий для расчета физических характеристик пружины

Проверочный расчет по геометрическим параметрам пружины сжатия ГОСТ 13765-86	
Наименование параметра	Значение
Материал пружины по ГОСТ: Проволока 60С2А-Н2-ХН-4 ГОСТ 14963-78	
Класс пружины	— 3
Разряд пружины	— 2
Относительный инерционный зазор	δ 0,39
Наружный диаметр пружины, мм	D1 36
Диаметр проволоки, мм	d 4
Число рабочих витков	n 9
Полное число витков	n1 10,5
Число поджатых витков с одной стороны	n2 0,75
Число обработанных витков с одной стороны	n3 0,75
Сила пружины при предварительной деформации, Н	F1 -
Сила пружины при рабочей деформации, Н	F2 273
Сила пружины при максимальной деформации, Н	F3 451
Рабочий ход пружины, мм	h 32
Длина пружины в свободном состоянии, мм	L0 93
Длина пружины при предварительной деформации, мм	L1 -
Длина пружины при рабочей деформации, мм	L2 61
Длина пружины при максимальной деформации, мм	L3 40
Максимальное касательное напряжение, МПа	τ_3 600
Допускаемое касательное напряжения, МПа	$[\tau]$ 1350
Модуль сдвига, МПа	G 78500
Плотность материала, г/см ³	ρ 8000
Масса, г	m 0,103
Длина развернутой пружины, мм	L 1076
Жесткость пружины, Н/мм	c 8,518
Наибольшая скорость перемещения подвижного конца пружины при нагружении или разгрузке, м/с	v0 -
Критическая скорость, м/с	Vк 7,48
Объем, см ³	V 94614,5
Шаг пружины, мм	t 9,889

Рис. 2. таблица с геометрическими данными и полученными физическими характеристиками пружины сжатия

«приложения», далее выбрать раздел «механика», после, «механика пружины» и выбрать «пружины сжатия» [2]. Во вкладке «проверочный расчет» выбираем пункт «по геометрическим параметрам» и далее, «пружины из стали круглого сечения» (рисунок 1).

Подставляем геометрические данные нашей создаваемой пружины и рассчитываем её физические характеристики (рисунок 2) [3].

В итоге проделанной работы у нас получается готовая 3D модель пружины.

Уплотнители (рисунок 3), предназначены непосредственно для формирования волнового рельефа почвы. Для создания 3D детали был использован эскиз окружности радиусом 180 мм с функцией выдавливания на расстояние 1500 мм. После, с помощью эскиза прямоугольника с функцией вырезания, детали была придана форма сегмента в профильном сечении.

Вертикальные диски с установленными на них ребрами служат каркасом пустотелого цилиндра конструкции. 3D модель вертикальных дисков создаем через эскиз окружности с диаметром 600 мм и выдавливаем на расстояние 8 мм. По образующей пустотелого цилиндра катка установлены пластины, выполненные с помощью эскиза прямоугольника высотой 125 мм и шириной 1500 мм, и

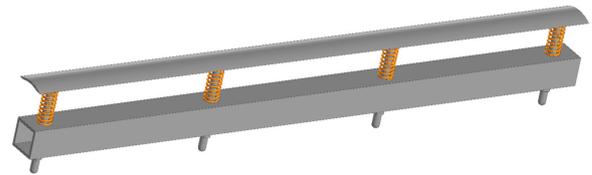


Рис. 3. Уплотнители

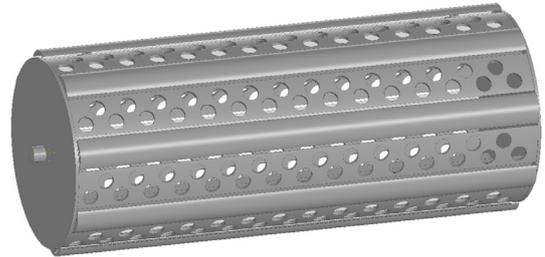


Рис. 4. 3D модель волнового катка

выдавленного на расстояние 3 мм, через массив по концентрической сетке на 8 штук.

Также на пластинах, установленных по образующей пустотелого цилиндра, выполняем отверстия одинакового диаметра, которые равны максимально допустимому агротехническими требованиями размеру комка почвы (50 мм). Причем, расстояние между отверстиями также равно максимально допустимому агротехническими требованиями размеру комка почвы для обеспечения требуемого качества уплотнения почвы и разрушения почвенных комков.

После проектирования отдельных деталей, производим сборку данных деталей в единую 3D модель волнового катка (рисунок 4).

Выводы

В результате проведенной работы было выполнено проектирование разработанной конструкции почвообрабатывающего катка в программе КОМПАС 3D, что позволило определить основные конструктивные особенности. Применение катка позволит обеспечить выполнение агротребований и формирование волнового рельефа почвы, за счет подпружиненных выступов, и в следствии вибрации которых, обеспечивается разрушение почвенных комков и распределение фракций по объему в результате уплотняя почву.

Выполнен анализ пружины сжатия с определением ее основных конструкционных особенностей, с определением усилия сжатия, которое составляет 27 кг. При проектировании катка было выявлено, что его масса составляет 120 кг. Для того чтобы уменьшить ударную нагрузку на почву катком, на уплотнитель было установлено 4 разработанных пружины.

Литература

- [1] Ахмадеева М.М. Обоснование Энергетических и экономических показателей комбинированного почвообрабатывающего агрегата / Г.С. Юнусов, М.М. Ахмадеева, А.Р. Валиев и др. // Вестник Казанского ГАУ. 2016. №3(41). С. 71 - 77.
- [2] Большаков В.П. Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D. Практикум – 2010. С. 70.
- [3] Головкина В.Б. Применение системы трехмерного геометрического моделирования КОМПАС-3D для решения задач по начертательной геометрии /., Чиченева О.Н., Свирин В.В., Дохновская И.В. – 2008. С. 10 - 55.
- [4] Прошкин В.Е. Классификация прикатывающих почву катков и их назначение / В.Е. Прошкин, Е.Н. Прошкин, М.А. Калашников, С.В. Букин // Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения П.А. Столыпина «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». Ульяновск, 2022. С. 458-461.
- [5] Иовлев Г.А. Использование сельскохозяйственной техники при внедрении инновационных технологий в растениеводстве / Г.А. Иовлев // Аграрный вестник Урала. 2016. № 5 (147). С. 66–73.
- [6] Дипломное проектирование по механизации переработки сельскохозяйственной продукции /А.А. Курочкин, И.А. Спицын, В.М. Зимняков и др. Под ред. А.А. Курочкина. М.: КолосС, 2006. – 424 с. EDN: RCJTDT.
- [7] Фролов Д. И., Курочкин А. А., Шабурова Г. В. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 120-126. EDN:UCTCXX.
- [8] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 29-33. EDN: SFOUHZ.
- [9] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 18-23. EDN: QJCHJV.
- [10] Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67-72. EDN: VOIRLD.
- [11] Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока

References

- [1] Akhmadeeva M.M. Obosnovanie Energeticheskikh i ekonomicheskikh pokazatelei kombinirovannogo pochvoobrabatyvayushchego agregata / G.S. Yunusov, M.M. Akhmadeeva, A.R. Valiev i dr. // Vestnik Kazanskogo GAU. 2016. No 3(41). pp. 71 - 77.
- [2] Bol'shakov V.P. Sozdanie trekhmerykh modelei i konstruktorskoj dokumentatsii v sisteme KOMPAS-3D. Praktikum – 2010. pp. 70.
- [3] Golovkina V.B. Primenenie sistemy trekhmernogo geometricheskogo modelirovaniya KOMPAS-3D dlya resheniya zadach po nachertatel'noi geometrii /., Chicheneva O.N., Svirin V.V., Dokhnovskaya I.V. – 2008. pp. 10 - 55.
- [4] Innovatsionnye idei molodykh issledovatelei dlya agropromyshlennogo kompleksa Rossii. T. II [Elektronnyi resurs] : sb. materialov Vseros. nauch.-prakt. konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, 12 – 13 marta 2015 g. / red.: A.V. Chupshev .— Penza : RIO PGSKhA, 2015 .— 239 p. — Rezhim dostupa: <https://rucont.ru/efd/304667>
- [5] Iovlev G.A. Ispol'zovanie sel'skokhozyaistvennoi tekhniki pri vnedrenii innovatsionnykh tekhnologii v rastenievodstve / G.A. Iovlev // Agrarnyi vestnik Urala. 2016. No 5 (147). pp. 66-73.
- [6] Diplomnoe proektirovanie po mehanizatsii pererabotki sel'skhozajajstvennoj produkcii /A.A. Kurochkin, I.A. Spicyn, V.M. Zimnjakov i dr. Pod red. A.A. Kurochkina. M.: KolosS, 2006. – 424 p. EDN: RCJTDT.
- [7] Frolov D. I., Kurochkin A. A., Shaburova G. V. Opredelenie optimal'nykh parametrov botvoudalyayushchei mashiny na posevakh luka (Determination of the optimal parameters haulm removing machine for sowing onion), Vestnik Ul'yansovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2015, No. 1 (29), pp. 120-126. EDN: UCTCXX.
- [8] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Modeling the process of removing onion tops by the working body of the topping machine // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2014. No. 3. pp. 29-33. EDN: SFOUHZ.
- [9] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Substantiation of the optimal rotational speed of the working body of the topping machine // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2013. No. 3. pp. 18-23. EDN: QJCHJV.
- [10] Analysis of the process of air movement inside the casing of the topping working body with justification of the optimal angle of inclination of the knives / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva. 2015. No. 4 (28). pp. 67-72. EDN: VOIRLD.
- [11] Frolov, D. I. Analysis of the work of the haulm-removing working body with optimization of the air flow inside the casing / D. I. Frolov // Innovative technique and technology. - 2014. - No. 4(1). - pp. 30-35. – EDN TKIWUZ.

- внутри кожуха / Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4(1). – С. 30-35. – EDN TKIWUZ.
- [12] 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 : В 2-х томах, Москва, 04–07 декабря 2007 года / под редакцией В. В. Вишневого. – Москва: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17-18. – EDN UGAVCZ.
- [12] Laryushin, A. M. Improving the technology of onion harvesting / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of the International Forum on Problems of Science, Technology and Education: In 2 volumes, Moscow, 04 -December 07, 2007 / edited by V. V. Vishnevsky. - Moscow: Academy of Sciences of the Earth, 2007. - P. 17-18. – EDN UGAVCZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Прошкин Вячеслав Евгеньевич кандидат технических наук доцент кафедры «Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» 432017, Ульяновская область, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1 Тел.: +7(8927) 987-10-88 E-mail: bgdie@yandex.ru</p>	<p>Proshkin Vyacheslav Evgenievich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Agrotechnologies, machines and life safety» Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin Phone: +7(8927) 987-10-88 E-mail: bgdie@yandex.ru</p>
<p>Богатский Роман Владимирович студент кафедры Агротехнологии, машины и безопасность жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» 432017, Ульяновская область, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1 Тел.: 8 991-196-7961 E-mail: gerald7337@yandex.ru</p>	<p>Bogatsky Roman Vladimirovich student of the department «Agrotechnologies, machines and life safety» Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin Phone: 8 991-196-7961 E-mail: gerald7337@yandex.ru</p>

Обоснование параметров доильного аппарата

Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Волков А.Ю.

Аннотация. Целью исследований определение работоспособности разрабатываемого доильного аппарата и обоснование его оптимальных параметров. Доильный аппарат содержит доильные стаканы, оригинальный коллектор, пульсатор, молочный и вакуумный шланги, молокоприемник. Коллектор с верхней эвакуацией молока из него. Вокруг молокосорборной камеры выполнен полый корпус с двумя криволинейными поршнями. Они при перемещении в корпусе обеспечивают перераспределяющее оттягивающее усилие на соски вымени коровы в зависимости от такта работы аппарата. Внутри корпуса коллектора закреплена отсасывающая трубка, верхний конец которой расположен в зоне выходного молочного патрубка, а нижний – у дна молокосорборной камеры коллектора доильного аппарата. Сверху на отсасывающую трубку установлен осевой клапан со штоком, выполненный в виде трубки с радиальным отверстием боковой поверхности. Отверстие при доении совпадает с выходным молочным патрубком и равно его диаметру, а в нерабочем положении осевой клапан закрывает выходной молочный патрубок своей боковой стенкой. В статье представлены результаты проведения факторного эксперимента по определению оптимальных параметров работы разрабатываемого доильного аппарата. По результатам проведенного многофакторного эксперимента построены поверхности отклика и линии равного уровня, характеризующие величину наползания доильного аппарата на соски вымени коровы в зависимости от массы поршней в полом корпусе коллектора и рабочего вакуумметрического давления. В результате выполненного эксперимента и обработки его данных выявлены оптимальные конструктивно-режимные параметры разрабатываемого коллектора. Разработанная конструкция доильного аппарата попарного доения с верхним отводом молока в коллекторе и перераспределяющим оттягивающим усилием на сосках вымени коровы в зависимости от такта работы аппарата работоспособна и превосходит по своим показателям применяемые на практике доильные аппараты.

Ключевые слова: доильный аппарат, коллектор, наползание, параметры аппарата, факторный эксперимент.

Для цитирования: Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е., Волков А.Ю. Обоснование параметров доильного аппарата // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 64–71.

Justification of milking machine parameters

Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E., Volkov A.Yu.

Abstract. The purpose of the research is to determine the operability of the milking machine being developed and substantiate its optimal parameters. The milking machine contains milking cups, an original collector, a pulsator, milk and vacuum hoses, a milk receiver. The collector with the upper evacuation of milk from it. A hollow body with two curved pistons is made around the milk collecting chamber. When moving in the housing, they provide a redistributing pulling force on the teats of the cow's udder, depending on the clock cycle of the device. A suction tube is fixed inside the collector housing, the upper end of which is located in the area of the outlet milk pipe, and the lower one is at the bottom of the milk collection chamber of the milking machine collector. An axial valve with a rod is installed on top of the suction tube, made in the form of a tube with a radial hole on the side surface. The opening during milking coincides with the outlet milk pipe and is equal to its diameter, and in the non-working position, the axial valve closes the outlet milk pipe with its side wall. The article presents the results of a factorial experiment to determine the optimal parameters of the milking machine being developed. Based on the results of a multifactorial experiment, response surfaces and lines of equal level were constructed, characterizing the amount of creeping of the milking machine on the teats of the cow's udder, depending on the mass of the pistons in the hollow collector housing and the working vacuum pressure. As a result of the experiment and the processing of

its data, the optimal design and operating parameters of the collector under development were identified. The developed design of a pair-milking milking machine with an upper milk outlet in the collector and a redistributing pulling force on the nipples of the cow's udder, depending on the operation cycle of the device, is operable and exceeds the milking machines used in practice in its indicators.

Keywords: milking machine, collector, creeping, parameters of the device, factor experiment.

For citation: Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E., Volkov A.Yu. Justification of milking machine parameters. *Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]*. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 64–71. (In Russ.).

Введение

Машинное доение коров является одним из важных технологических процессов, от уровня его развития в значительной мере зависит эффективность молочного скотоводства в целом. Особенно актуально это становится с ростом продуктивности коров. В связи с чем требуется совершенствование доильных аппаратов, для обеспечения доения высокоудойных коров с минимальными затратами ручного труда. Поэтому стабильное ведение хозяйства на современном этапе невозможно без оснащения предприятий современной доильной техникой [1,2]. На молочных фермах нашей страны нашли широкое распространение двухтактные доильные аппараты. Однако их не полное соответствие живому организму приводит к неполному выдаиванию коров [3, 4]. Основная причина лежит в наполнении доильных стаканов на вымя, от чего затрудняется истечение молока из него. Для устранения этого явления обычно изменяют массу подвесной части доильного аппарата, но она зависит от такта его работы.

Наши исследованиями доказано, что доильные стаканы при такте сосания не наполняют на вымя

коров при массе подвесной части в пределах пяти килограмм, а для надежного удерживания их при такте сжатия на вымени коровы требуется всего два с половиной килограмма [5].

На кафедре технических систем в АПК ФГБОУ ВО РГАТУ разработан и испытан двухтактный доильный аппарат попарного доения с верхним отсосом молока из коллектора и изменяющейся нагрузкой на вымя коровы в зависимости от такта его работы (рис. 1), обладающий высокой пропускной способностью и минимальными затратами ручного труда.

Нами создан эффективный доильный аппарат с верхней эвакуацией молока из коллектора и изменяющейся нагрузкой на вымя коровы в зависимости от такта его работы (рисунок 1) [6, 7]. Подвесная часть доильного аппарата (рисунок 1) состоит из двухкамерных доильных стаканов 1 и 2, соединенных с оригинальным коллектором 3 [6,7]. Он включает молокосорную камеру 4, вокруг которой размещен полый корпус 5 с прямоугольным радиальным поперечным сечением. В нем располагаются поршни 6,

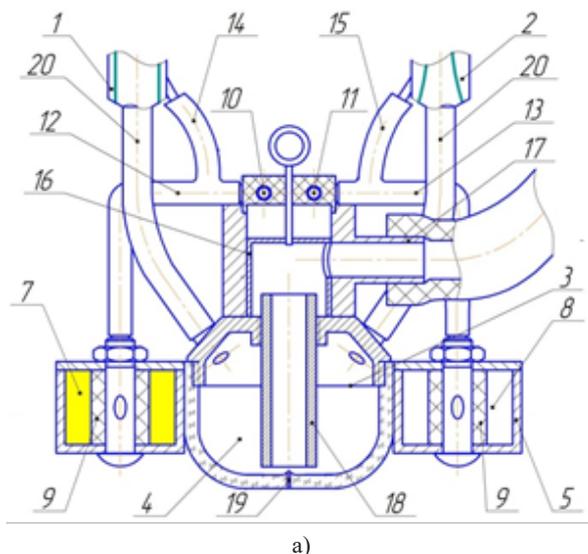


Рис. 1. Подвесная часть доильного аппарата: а – схема; б – общий вид
1, 2 – стаканы; 3 – коллектор; 4, 7, 8, 10, 11 – камеры; 5 – полый корпус; 6 – поршень; 9 – демпфер; 12, 13 – каналы; 14, 15, 20 – патрубки; 16 – клапан; 17 – выходной молочный патрубок; 18 – отсасывающая трубка; 19 – отверстие для впуска воздуха.

Таблица – Матрица плана и уровни варьирования факторов

Уровень и интервал варьирования	Факторы			
	Масса поршня m , г	Масса подвешенной части M_c , г	Вакуум P , кПа	Наполнение H , мм
	X_1	X_2	X_3	Y
Верхний уровень (+1)	1000	610	54	–
Основной уровень (0)	750	480	48	–
Нижний уровень (-1)	500	350	42	–
Интервал варьирования	250	130	6	–

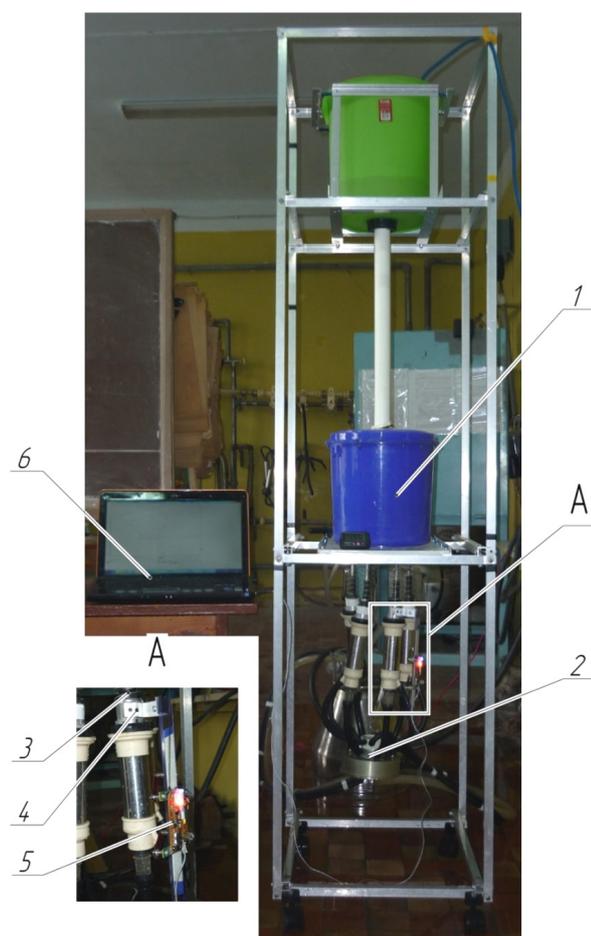


Рис. 2. Общий вид лабораторной установки: 1 – искусственное вымя; 2 – доильный аппарат; 3 – имитатор соска; 4 – толкатель с подвижной линейкой; 5 – датчик перемещения; 6 – компьютер

выполненные по профилю его внутреннего сечения с образованием двух взаимно изолированных камер 7 и 8 по обе стороны от поршней. Перемещение которых ограничивают демпферы 9, закрепленные диаметрально противоположно в полом корпусе на штуцерах-стяжках. Над полым корпусом 5 находятся камеры 10 и 11 переменного вакуума распределителя, которые связаны шлангами с пульсатором

попарного действия (не показан). Камеры 10 и 11 работают в противоположных тактах и сообщены каналами 12 и 13 с камерами 7 и 8, а патрубками 14 и 15 с межстенными камерами доильных стаканов 1 и 2. Если в камеру 10 от пульсатора попарного действия поступает воздух, то в камеру 11 – вакуум, и наоборот. Для подключения молокосорной камеры 4 коллектора 3 к источнику вакуума и соответственно к молокопроводу установлен клапан 16, перекрывающий молочный патрубок 17. Для исключения колебаний вакуума под сосками и стабилизации эвакуации молока из молокосорной камеры 4 при доении обеспечивается непрерывный подсос в нее воздуха в зону входа отсасывающей трубки 18 через выпускное отверстие 19. Поршни 6 изготовлены из материала с высокой плотностью, например, вольфрама. Этим обеспечивается высокая масса при малых размерах, что позволяет выполнить компактным коллектор доильного аппарата.

Рабочий процесс протекает следующим образом. После подключения доильного аппарата к источнику вакуума, оператор надевает доильные стаканы 1 и 2 на соски вымени коровы. Крайнее положение смежных поршней 6, упирающихся в соответствующий демпфер 9, должно быть под доильными стаканами 1 или 2, расположенными на сосках вымени животного в рабочем положении. При этом обеспечивается попарное доение половин вымени коровы. Пульсатор подает одновременно в камеру 11 переменного вакуума коллектора 3 воздух, а в камеру 10 – вакуум. Разрежение из камеры 10 переменного вакуума по патрубку 14 поступает в межстенные камеры доильных стаканов 1, в этой доли вымени наступает такт сосания. А воздух из камеры 11 переменного вакуума по патрубку 15 подается в межстенные камеры доильных стаканов 2 другой половины вымени, где наступает такт сжатия. Также одновременно с этим вакуум по каналу 12 поступает в камеру 7, а воздух по каналу 13 – в камеру 8 горизонтального полого корпуса 5. От перепада давления поршни 6 движутся в крайнее левое положение. Демпфер 9 гасит удар поршней 6 о штуцер-стяжку. От перемещения поршней 6 происходит изменение положения центра масс коллектора 3, действующего на доильные стаканы 1 и 2. Под доильными стаканами 1 появляется сосредоточенная сила тяжести от поршней 6, что исключает наполнение доильных стаканов 1 на соски вымени. А под доильными стаканами 2 значение силы тяжести, наоборот, пропорционально уменьшается, что способствует надежному удерживанию доильных стаканов 2 на сосках вымени при смыкании сосковой резины в момент такта сжатия. При переключении работы пульсатора происходит противоположная замена тактов. В доильном стакане 2 наступает такт сосания, а в доильном стакане 1 – такт сжатия. Изменяется направление перепада давления, действующего на поршни 6 в горизонтальном полом корпусе 5. В камеру 7 поступает воздух, а в камеру 8 – разрежение, что приводит к перемещению порш-

ней 6 в крайнее правое положение и соответственно к изменению положения центра масс в коллекторе 3, действующего на доильные стаканы 1 и 2.

Итак, на каждую пару доильных стаканов воздействует свой поршень, что улучшает оттягивающее усилие на соски. А эвакуация молока по центральной отсасывающей трубке из коллектора стабилизирует вакуумный режим во время доения, повышает пропускную способность, за счет действия дополнительной силы от плотностной неравномерности и исключает обратный отток молока. Это ведет к стабильному процессу выведения молока и эксплуатационной надежности доильного аппарата. Расположение полого корпуса с поршнями из материала с высокой плотностью непосредственно вокруг корпуса коллектора исключает появление опрокидывающего момента, так как масса коллектора непосредственно сосредоточена в руках оператора, что упрощает работу с доильным аппаратом и труд дояра.

Объекты и методы исследований

Задачей экспериментальных исследований двухтактного доильного аппарата попарного доения с верхней эвакуацией молока из коллектора и изменяющейся нагрузкой на вымя коровы в зависимости от такта его работы в лабораторных условиях являлось определение оптимальных параметров, при которых реализуется его работоспособность. В связи с этим программа исследований предусматривала проведение многофакторного эксперимента с использованием плана Бокса-Бенкина [8] и сравнительного эксперимента.

Анализ известной информации и поисковые однофакторные эксперименты по изучению доильного аппарата показали, что за критерии оптимизации, влияющие на работу разрабатываемого двухтактного доильного аппарата попарного доения, необходимо принять величину наползания доильного аппарата на соски вымени коровы. Наиболее значимыми факторами, оказывающими влияние на критерий оптимизации, и конструкторско-режимные параметры, при которых реализуется работоспособность доильного аппарата и выполняется условие безопасного для здоровья коровы извлечение молока, зависят в первую очередь от рабочего вакуумметрического давления и массы подвесной части доильного аппарата.

Функцией, аппроксимирующей экспериментальные данные по изучению влияния вышеперечисленных значимых факторов на критерий оптимизации, может являться полином второго порядка следующего вида

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum b_{ii} \cdot x_i^2, \quad (1)$$

где y – среднее значение отклика (критерий оптимизации);

b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты уравнения регрессии;

x_i, x_j – независимые переменные (факторы);

k – число независимых переменных.

Численные значения факторов в эксперименте были приняты на основании ранее проведенных исследований и по конструктивно-технологическим соображениям. Уровни и интервалы варьирования наиболее значимых факторов проведения эксперимента и полученные результаты приведены в таблице.

Обработка полученных данных производилась на ПЭВМ в компьютерной программе «Mathematika». Обработка результатов экспериментальных данных программой «Mathematika» осуществляется с помощью оператора Fit [data, {базисные функции}, {переменные}]. Представленный оператор осуществляет приближение методом наименьших квадратов функций, заданных таблично.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры технических систем в АПК ФГБОУ ВО РГАТУ на специально разработанной и изготовленной лабораторной установке (рис. 2).

Экспериментальная установка включает в себя стенд «Искусственное вымя» 1, доильный аппарат 2, установленный на имитатор соска 3 толкатель с подвижной линейкой 4, прикрепленный к корпусу стенда датчик перемещения 5, соединенный с персональным компьютером 6. Стенд «Искусственное вымя» содержит бак для жидкости, напорную трубу, расширительную емкость, имитаторы сосков со сквозными каналами и пружинными клапанами, перекрывающие отверстия, которые соединяют расширительную емкость с каналами имитаторов сосков [9].

Эксперимент проводили следующим образом. Заполняли лабораторный стенд «Искусственное вымя» 2 заменителем молока, затем включали вакуумную установку. При подключении исследуемого доильного аппарата к источнику вакуума, и надевании доильных стаканов на имитаторы сосков, вакуум при такте сосания проникает через канал в соске к пружинному клапану. В результате чего он открывается, и из-за разницы давлений заменитель молока из расширительной емкости 3 устремляется в канал имитатора соска и далее в подсосковую камеру доильного стакана и коллектор. При наполнении доильного аппарата доильный стакан поднимает толкатель с подвижной линейкой 4, перемещая ее относительно датчика 5, связанный с персональным компьютером 6. Датчик перемещения 5, сканируя боковую поверхность подвижной линейки, передает информацию о ее положении на персональный компьютер 6. В специальной программе «Оценка сдвига положения консоли «Датчик-М», информация, поступающая от датчика перемеще-

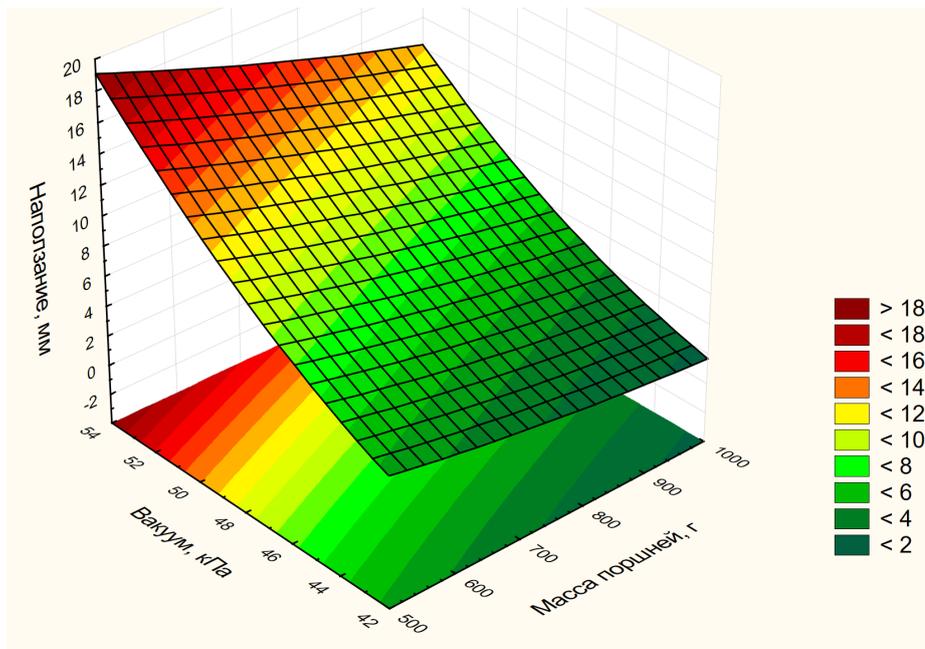


Рис. 3. Поверхность отклика, характеризующая величину наполнения от массы поршней (М) и вакуумметрического давления (Р) при массе доильного стакана с учетом массы коллектора, приходящейся на стакан (m) 540 г.

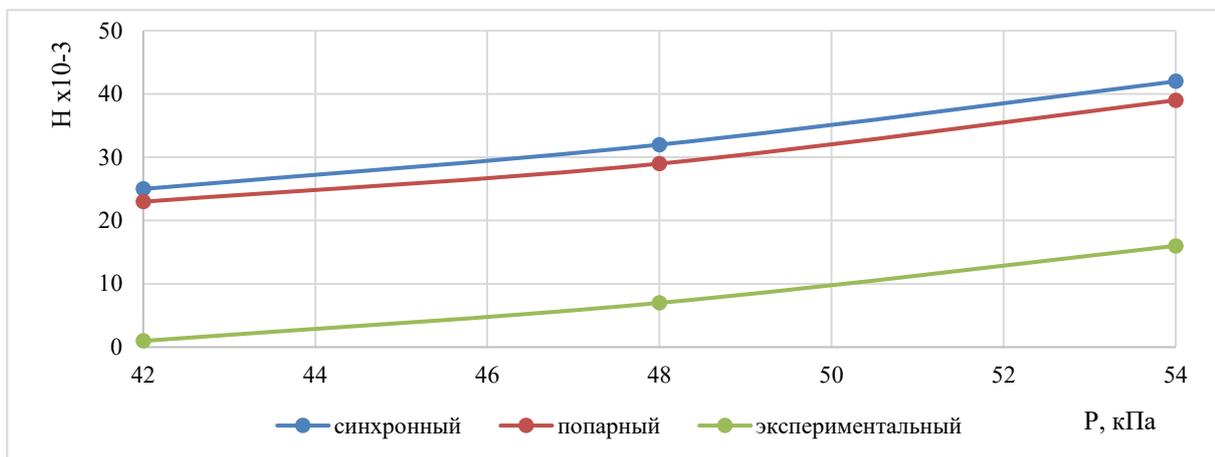


Рис. 4. Сравнительные исследования доильных аппаратов

ния 5 о положении подвижной линейки, обрабатывается и отображается в виде численных значений величины наполнения и графической зависимости изменения величины наполнения стакана доильного аппарата 2 на имитатор соски 3 от продолжительности проведения испытаний. Массу извлеченного заменителя молока в доильном ведре осуществляли путем замера на весах.

При помощи разработанной установки определяли наполнение лабораторного доильного аппарата при проведении многофакторного эксперимента и сравнительные испытания доильных аппаратов.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенного многофакторного эксперимента и обработанным опытными данными на ПЭВМ получена модель регрессии для определения величины наполнения доильного аппарата на соски вымени коровы H , мм

$$H = 30,6675 + 0,0116231M + 5 \cdot 10^6 M^2 + 0,00199704m + 3,84615 \cdot 10^{-6} Mm + 0,000012574m^2 - 1,9516P - 0,00065MP - 0,000544872mP + 0,0392361P^2 \quad (2)$$

Полученная математическая модель позволяет расчетным путем найти численные значения величины наполнения доильного аппарата на соски вымени коровы в пределах варьирования уровней факторов эксперимента. Построены поверхности отклика, характеризующие величину наполнения разработанного доильного аппарата от влияния наиболее значимых факторов, одна из которых приведена на рисунке 3.

Анализ изучения поверхностей показывает, что к уменьшению наполнения доильного аппарата на вымя коровы приводит увеличение массы поршней коллектора и массы доильного стакана (с учетом постоянной массы корпуса коллектора, приходящейся на стакан) и снижение вакуумметрического

давления. Так наполнение доильного аппарата при использовании поршней коллектора массой 0,5 кг и доильного стакана (с учетом постоянной массы корпуса коллектора, приходящейся на стакан) массой 0,410 кг при вакууме 42; 48; 54 кПа составило соответственно 5,7; 11,9; 20,9 мм; при использовании поршней суммарной массой 1,0 (0,5+0,5) кг и доильного стакана массой (с учетом постоянной массы корпуса коллектора, приходящейся на стакан) 0,670 кг наполнение доильного аппарата при вакууме 42; 48; 54 кПа составило соответственно 1,5; 4,8; 11,1 мм.

При оптимизации производили выборку значений из полученных экспериментальных данных и посчитанных по полученной модели регрессии, которые не превышали величину наполнения равную 7 мм. Так как доильный аппарат переносной, то общая масса подвесной части должна быть по возможности минимальной. В результате пошаговой обработки данных, с учетом принятых ограничений, установлено, что оптимальными конструктивно-режимными параметрами для доильного аппарата являются: величина вакуумметрического разрежения в вакуумпроводе 48 кПа, масса доильного стакана с учетом постоянной массы коллектора, приходящейся на стакан 540 г, суммарная масса поршней 850 г.

По результатам проведения сравнительных исследований доильных аппаратов АДУ-1-01, ШРИБ «Дояр» и лабораторного с оптимальными параметрами построена графическая зависимость величины наполнения от вакуума (рис. 4).

Из графика видно, что у экспериментального доильного аппарата наполнение доильных стаканов намного меньше, чем серийно выпускаемых. Так, например, наполнение подвесной части при вакууме 48 кПа составило у АДУ-1 – 32 мм, ШРИБ «Дояр» – 29 мм, лабораторный – 7 мм.

Применение доильного аппарата с изменяющимся центром масс с оптимальными параметрами позволит получить чистое извлечение молока без

машинного додаивания при снижении общей нагрузки на вымя животного и облегчении труда оператора.

Выводы

Для определения численных значений факторов, при которых реализуется эффективная работоспособность экспериментального доильного аппарата попарного доения с верхней эвакуацией молока из коллектора и изменяющейся нагрузкой на вымя коровы в зависимости от такта его работы была проведена оптимизация результатов эксперимента. При этом ставились условия обеспечения минимальной величины наполнения стаканов на вымя при наименьшей общей массы подвесной части доильного аппарата.

При оптимизации производили выборку значений из полученных экспериментальных данных и посчитанных по полученной модели регрессии, которые не превышали величину наполнения равную 7 мм. Так как доильный аппарат переносной, то общая масса подвесной части должна быть по возможности минимальной. В результате пошаговой обработки данных, с учетом принятых ограничений, установлено, что оптимальными конструктивно-режимными параметрами для доильного аппарата являются: величина вакуумметрического разрежения в вакуумпроводе 48 кПа, масса доильного стакана с учетом постоянной массы коллектора, приходящейся на стакан 540 г, суммарная масса поршней 850 г.

Таким образом, полученные данные являются оптимальными для данной конструкции разработанного доильного аппарата попарного действия с верхней эвакуацией молока и изменяющимся центром масс могут быть использованы при создании производственных образцов подобных технических средств.

Литература

- [1] Ужик, В. Ф. К изменению конструктивно-режимных параметров пульсатора доильного аппарата / В. Ф. Ужик, Д. Н. Клесов, О. В. Китаева // Научная жизнь. 2018. № 12. С. 37-44. – EDN YZMTID.
- [2] Панферов, Н. С. Теоретические исследования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора / Н. С. Панферов, А. В. Набатчиков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 126. С. 199-210. – DOI 10.21515/1990-4665-126-014. – EDN XXXBLD.
- [3] Теоретическое обоснование конструктивных параметров устройства управления режимом доения / С. А. Бородин, Е. А. Андрианов, В. П. Шацкий, А. А. Андрианов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017.

References

- [1] Uzhik, V. F. To change the design-mode parameters of the pulsator of the milking machine / V. F. Uzhik, D. N. Klesov, O. V. Kitaeva // Scientific life. 2018. No. 12. pp. 37-44. – EDN YZMTID.
- [2] Panferov, N. S. Theoretical studies of a milking machine with an upper discharge of milk from the collector / N. S. Panferov, A.V. Nabatchikov // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 126. PP. 199-210. – DOI 10.21515/1990-4665-126-014. – EDN XXXBLD.
- [3] Theoretical substantiation of the design parameters of the milking mode control device / S. A. Borodin, E. A. Andrianov, V. P. Shatsky, A. A. Andrianov // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2017.

- № 2(53). С. 105-111. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2017.2.105. – EDN ZCMJRJ.
- [4] Патент № 2115304 C1 Российская Федерация, МПК A01J 5/04. Доильный аппарат : № 97108417/13 : заявл. 20.05.1997 : опубл. 20.07.1998 / В. Ф. Некрашевич, В. А. Захаров, В. М. Ульянов, В. В. Утолин ; заявитель Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им.проф.П.А.Костычева. – EDN ZRETMT.
- [5] Некрашевич, В. Ф. Доильный аппарат с изменяющейся нагрузкой на вымя / В. Ф. Некрашевич, В. М. Ульянов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 5. С. 17-18. – EDN JTMBFD.
- [6] Патент № 2410871 C2 Российская Федерация, МПК A01J 5/00. Доильный аппарат : № 2009113714/05 : заявл. 14.04.2009 : опубл. 10.02.2011 / В. М. Ульянов, В. А. Хрипин, М. Н. Мяснянкина ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – EDN XHIJKB.
- [7] Патент № 2565276 C1 Российская Федерация, МПК A01J 5/02. Двухтактный доильный аппарат попарного доения : № 2014122396/13 : заявл. 02.06.2014 : опубл. 20.10.2015 / В. М. Ульянов, Н. С. Панферов, В. А. Хрипин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – EDN HDVYTK.
- [8] Хрипин, В. А. Математическая обработка факторного эксперимента вида 33 в компьютерной программе «Mathematica» / В. А. Хрипин // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. 2013. № 4. С. 46-51. – EDN PJGSFZ.
- [9] Стенд для испытания доильных аппаратов / В. М. Ульянов, В. А. Хрипин, Р. В. Коледов, Н. С. Панферов // Сельский механизатор. 2015. № 7. С. 22-23. – EDN UIOXYZ.
- No. 2(53). pp. 105-111. – DOI 10.17238/issn2071-2243.2017.2.105. – EDN ZCMJRJ.
- [4] Patent No. 2115304 C1 Russian Federation, IPC A01J 5/04. Milking machine : No. 97108417/13 : application 20.05.1997 : publ. 20.07.1998 / V. F. Nekrashevich, V. A. Zakharov, V. M. Ulyanov, V. V. Utolin ; applicant Ryazan State Agricultural Academy named after Prof.P.A. Kostychev. – EDN ZRETMT.
- [5] Nekrashevich, V. F. Milking machine with a changing load on the udder / V. F. Nekrashevich, V. M. Ulyanov // Mechanization and electrification of agriculture. 2008. No. 5. pp. 17-18. – EDN JTMBFD.
- [6] Patent No. 2410871 C2 Russian Federation, IPC A01J 5/00. Milking machine : No. 2009113714/05 : application 14.04.2009 : publ. 10.02.2011 / V. M. Ulyanov, V. A. Khripin, M. N. Myasnyankina ; applicant Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev». – EDN XHIJKB.
- [7] Patent No. 2565276 C1 Russian Federation, IPC A01J 5/02. Push-pull milking machine for paired milking : No. 2014122396/13 : application 02.06.2014 : publ. 20.10.2015 / V. M. Ulyanov, N. S. Panferov, V. A. Khripin [et al.] ; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev». – EDN HDVYTK.
- [8] Khripin, V. A. Mathematical processing of a factor experiment of type 33 in the computer program «Mathematica» / V. A. Khripin // Problems of mechanization of agrochemical service of agriculture. 2013. No. 4. pp. 46-51. – EDN PJGSFZ.
- [9] Stand for testing milking machines / V. M. Ulyanov, V. A. Khripin, R. V. Koledov, N. S. Panferov // Rural mechanizer. 2015. No. 7. pp. 22-23. – EDN UIOXYZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Ульянов Вячеслав Михайлович доктор технических наук заведующий кафедрой «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(910) 563-29-01 E-mail: ulyanov-v@list.ru</p>	<p>Ulyanov Vyacheslav Mikhailovich PhD in Technical Sciences head of the department of Technical systems in the agro- industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(910) 563-29-01 E-mail: ulyanov-v@list.ru</p>
<p>Утолин Владимир Валентинович кандидат технических наук доцент кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(920) 632-88-05 E-mail: 6451985@mail.ru</p>	<p>Utolin Vladimir Valentinovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of Technical systems in the agro-industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(920) 632-88-05 E-mail: 6451985@mail.ru</p>
<p>Лузгин Николай Евгеньевич кандидат технических наук доцент кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(910) 645-19-85 E-mail: nikolay.luzgin@mail.ru</p>	<p>Luzgin Nikolay Evgenievich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of Technical systems in the agro-industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(910) 645-19-85 E-mail: nikolay.luzgin@mail.ru</p>
<p>Волков Артём Юрьевич ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(920) 633-06-12 E-mail: Valarmorgulis62@yandex.ru</p>	<p>Volkov Artem Yurievich Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(920) 633-06-12 E-mail: Valarmorgulis62@yandex.ru</p>

Исследование процесса нейтрализации кислотности кукурузного экстракта

Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е.

Аннотация. Использование побочных продуктов перерабатывающих предприятий в кормопроизводстве позволяет существенно расширить кормовую базу и снизить себестоимость животноводческой продукции. Одним из побочных продуктов крахмалопаточного производства является кукурузный экстракт, который обладает высокой кормовой ценностью и содержит до пятидесяти процентов белка. При этом кукурузный экстракт имеет существенный недостаток – высокую кислотность, что ограничивает его применение в рационах кормления сельскохозяйственных животных. Существующие способы химической обработки кормов не позволяют использовать их при нейтрализации кислотности экстракта, из-за высокой концентрации макроэлементов в конечном продукте. В данной статье изложены экспериментальные исследования и их результаты с целью подтверждения разработанного способа нейтрализации кислотности кукурузного экстракта.

Ключевые слова: экстракт, нейтрализатор, реагенты, кислотность.

Для цитирования: Ульянов В.М., Утолин В.В., Лузгин Н.Е. Исследование процесса нейтрализации кислотности кукурузного экстракта // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 72–76.

Investigation of the process of neutralizing the acidity of corn extract

Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E.

Abstract. The use of by-products of processing enterprises in feed production makes it possible to significantly expand the feed base and reduce the cost of livestock products. one of the by-products of starch production is corn extract, which has a high feed value and contains up to fifty percent protein. At the same time, corn extract has a significant drawback – high acidity, which limits its use in the feeding diets of farm animals. Existing methods of chemical processing of feed do not allow them to be used to neutralize the acidity of the extract, due to the high concentration of macronutrients in the final product. This article presents experimental studies and their results in order to confirm the developed, new method of neutralizing the acidity of corn extract.

Keywords: extract, neutralizer, reagents, acidity.

For citation: Ulyanov V.M., Utolin V.V., Luzgin N.E. Investigation of the process of neutralizing the acidity of corn extract. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 72–76. (In Russ.).

Введение

Одним из путей увеличения кормовой базы животноводства является использование побочных продуктов перерабатывающих производств. При производстве крахмала из зерна кукурузы наиболее массовыми побочными продуктами являются мезга и экстракт [1]. Мезга является источником клетчатки и крахмала, а экстракт – белка [2]. При высокой кормовой ценности кукурузный экстракт обладает высокой кислотностью, это ограничивает его применение в рационах кормления сельскохозяйственных

животных [3, 4]. Существующие способы нейтрализации кислотности не позволяют изменить значение pH экстракта до требуемых значений, соблюдая зоотехнические требования по содержанию макроэлементов в кормах. Сотрудниками Рязанского государственного агротехнологического университета разработан способ и техническое средство для нейтрализации кукурузного экстракта с совместным использованием двух химических реагентов, позволяющий снизить значение pH экстракта до 6,3...6,5 [5]. В результате теоретических исследований определены химические реагенты и их количество

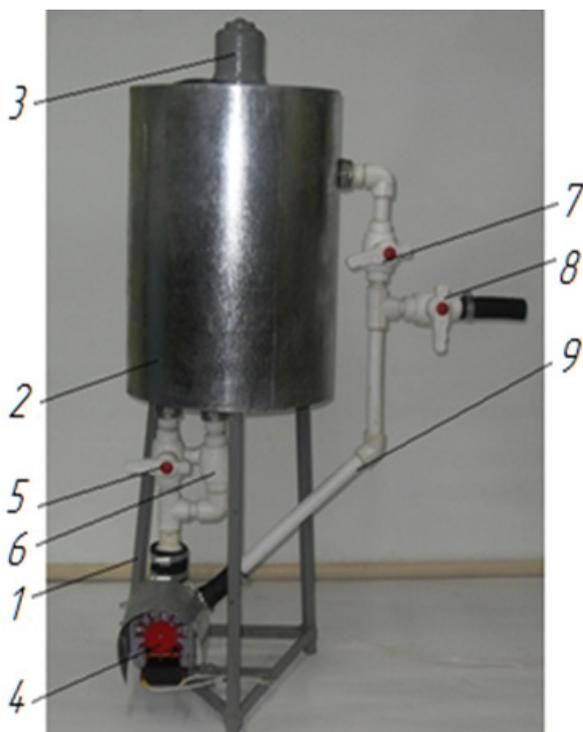


Рис. 1. Макет нейтрализатора экстракта

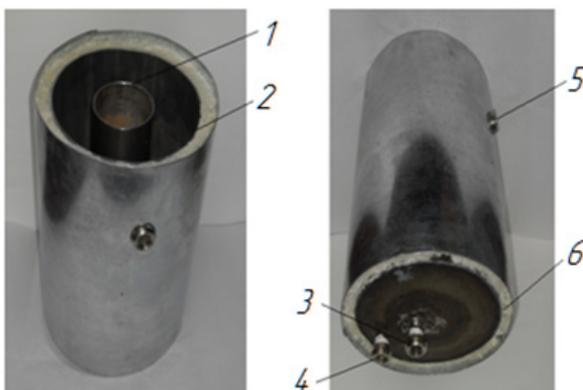


Рис. 2. Теплообменный аппарат модели нейтрализатора

[6]. Для подтверждения результатов теоретических исследований необходимо было провести экспериментальные исследования процесса нейтрализации сгущенного экстракта.

Объекты и методы исследований

Программой экспериментальных исследований предусматривалось определение времени и температуры экстракта при нейтрализации его кислотности [7]. Для выполнения программы экспериментальных исследований, на основании результатов теоретических исследований, был изготовлен макет нейтрализатора экстракта (рис. 1) [8].

Макет нейтрализатора экстракта состоит из рамы 1, теплообменника 2, электродвигателя с мешалкой 3, насоса-смесителя 4, кранов запорной арматуры 5, 6, 7, 8 и трубопровода 9.

Теплообменный аппарат макета (рис. 2) изготовлен из нержавеющей стали. Он состоит из внутреннего 1 и внешнего 2 цилиндров, которые установлены соосно с образованием двух камер внутренней

и межстенной. Таким образом, камеры имеют общую цилиндрическую поверхность. Внутренняя камера предназначена для приготовления водного раствора реагентов, межстенная для экстракта. Теплообменный аппарат снабжен патрубками, расположенными в днище 3 и 4 соединенными соответственно с внутренней и внешней камерами. В верхней части теплообменный аппарат снабжен патрубком 5 соединенным с межстенной камерой. Наружная поверхность теплообменного аппарата теплоизолирована 6. Конструкцией теплообменного аппарата предусмотрена возможность замены внутреннего цилиндра для обеспечения изменения толщины стенки.

Насос-смеситель 4 нейтрализатора обеспечивает циркуляцию экстракта при нагревании и смешивание его с раствором реагентов. Поэтому подача насоса нейтрализатора является значимым фактором. В результате однофакторных экспериментов нами установлено время нагревания экстракта, которое находится в диапазоне от 1800 до 2400 с. При этом максимальная температура, после нагревания сохраняется в течение 1200...1800 с. Поэтому учитывая, что подачу водного раствора в экстракта следует осуществлять при минимальном значении его вязкости, смешивание следует проводить в течении 1200...1800 с. На этом основании и учитывая рекомендованную кратность смешивания, для подобных конструкций смесителей, был определен диапазон изменения фактора – подача насоса нейтрализатора от $6,3 \times 10^{-6}$ до $10,3 \times 10^{-6}$ м³/с с шагом $2,0 \times 10^{-6}$ м³/с.

Толщина стенки внутреннего цилиндра нейтрализатора оказывает значительное влияние на время и температуру нагревания экстракта. Анализ подобных конструкций и научных исследований по данному вопросу показал, что данный показатель следует принимать в диапазоне от 0,0004 до 0,0006 м. При рекомендованных показателях достигается максимальная температура нагревания при минимальном времени. В нашем случае учитывая массу, плотность экстракта и водного раствора реагентов, загружаемых в нейтрализатор, основываясь на инженерных расчетах, толщина стенки внутреннего цилиндра нейтрализатора была принята равной 0,001 м.

При исследовании процесса нейтрализации кислотности экстракта потребление энергии определяли электроизмерительным прибором К-50, температуру – термометром М-838, кислотность – рН-метром HANNA HI98103 Checker 1, время – секундомером СОСпр-26-2-0009. Для определения массы экстракта и реагентов использовали весы ВСП –0,5–1.

В качестве исследуемого материала использовали сгущенный кукурузный экстракт влажностью 52%, рН 3,9 и начальной температурой 44 °С.

Результаты и их обсуждение

На основании полученных экспериментальных данных были построены графические зависимости изменения рН экстракта и его температуры от вре-

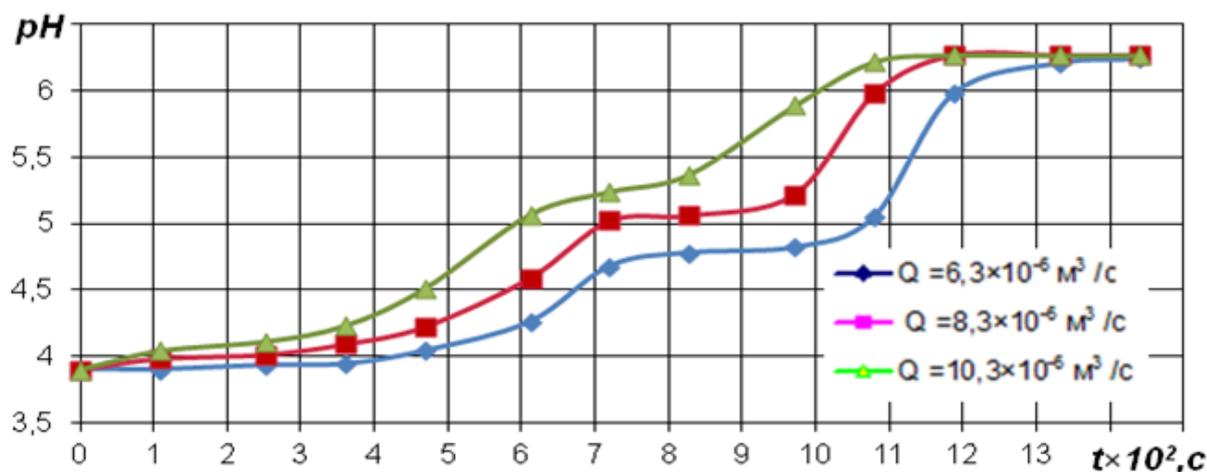


Рис. 3. Графическая зависимость pH экстракта от времени нейтрализации при различной подаче насоса

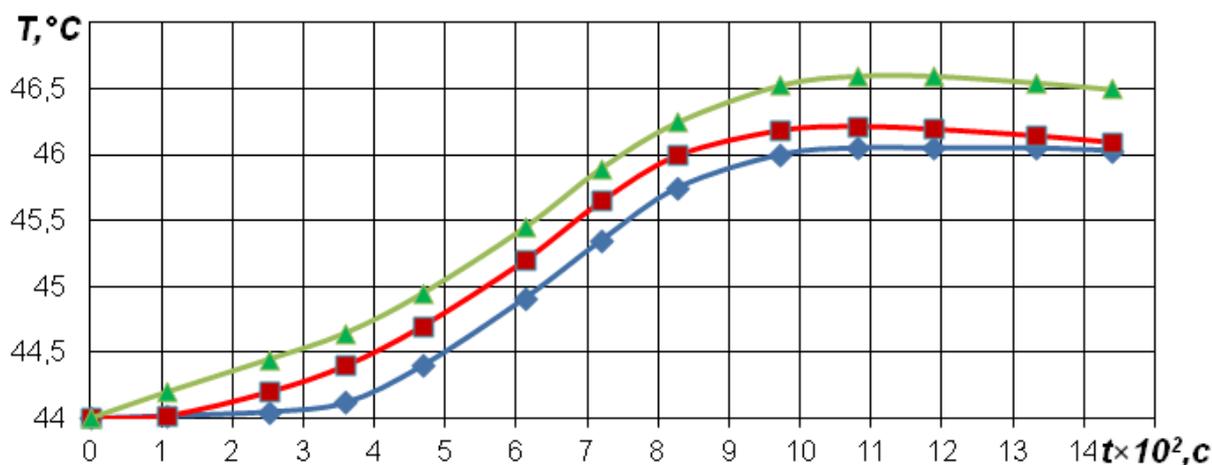


Рис. 4. Графическая зависимость pH экстракта от времени нейтрализации при различной подаче насоса

мени нейтрализации при различной подаче насоса (рис. 3 и 4).

Анализ графических зависимостей (рис. 4) показал, что полученные кривые имеют аналогичный характер и смещение по оси абсцисс.

В соответствии с характером кривых прослеживается два этапа повышения pH и стабилизации. На первоначальном этапе pH практически не меняет своего значения, это происходит из-за недостатка реагента в экстракте. Затем наблюдается резкое повышение pH, это характерно для частичной нейтрализации кислотности. Далее pH стабилизируется на 240..300 с, на данном этапе в химической реакции наблюдается буферный эффект. При дальнейшем увеличении концентрации раствора реагентов в экстракте буферный эффект преодолевается и происходит дальнейшее повышение pH до полного завершения химической реакции.

Во всем диапазоне изменения подачи насоса обеспечивается повышение pH от исходного значения 3,9 до необходимого 6,3. Буферный эффект наблюдается при pH 4,6... 5,4. Основное влияние подача насоса оказывает на время нейтрализации экстракта. При подаче $10,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ время нейтрализации составляет 1200 с, при $8,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ – 1320 с, при $6,3 \cdot 10^{-6}$ – 1440 с.

Графические зависимости (рис. 4) имеют аналогичный характер. Изменение температуры в отличии

от pH происходит равномерно в один этап. По изменению температуры на графическом изображении отсутствует подтверждение буферного эффекта. Это происходит из-за инертности нагревания экстракта и занимает больше времени, чем изменения pH. Кроме того сглаживание буферного эффекта идет за счет частичных потерь теплоты в окружающую среду.

При подаче насоса $6,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ происходит дополнительное нагревание экстракта до $45,9 \text{ }^\circ\text{C}$ за 1440 с; при подаче $8,3 \cdot 10^{-6}$ – до $46,4 \text{ }^\circ\text{C}$ за 1080 с и при подаче $10,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ – $46,6 \text{ }^\circ\text{C}$ за 1080 с. Таким образом установлено, что температура СКЭ при его нейтрализации дополнительно повышается на $2,0... 2,6 \text{ }^\circ\text{C}$, в зависимости от подачи насоса.

Выводы

Результаты экспериментальных исследований процесса нейтрализации кислотности экстракта подтвердили ранее предложенные теоретические положения. Установлено что при смешивании водного раствора гидроксидов кальция и натрия с экстрактом происходит нейтрализация его кислотности. При этом использование 19 г гидроксида натрия и 12 г оксида кальция на 1 кг экстракта влажностью 52% обеспечивает изменение pH с 3,9 до 6,3.

Литература

- [1] Утолин, В. В. Использование кукурузной мезги и сгущенного экстракта в рационах кормления сельскохозяйственных животных / В. В. Утолин, А. А. Полункин, С. А. Киселев // Сборник научных трудов студентов магистратуры / Министерство сельского хозяйства РФ ФГОУ ВПО Рязанский ГАУ имени П.А. Костычева. Рязань: Рязанский ГАУ им. П.А. Костычева, 2013. С. 51-53. – EDN RRUMXP.
- [2] Эффективность использования отходов крахмало-паточного производства в рационах молодняка крупного рогатого скота / П. И. Афанасьев, В. И. Гудыменко, Г. В. Расторгуев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. № 1(5). С. 129-131. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15133964>.
- [3] Использование побочной продукции крахмало-паточного производства в рационах сельскохозяйственных животных / П. И. Афанасьев, А. А. Шапошников, В. И. Гудыменко [и др.] // Зоотехния. 2008. № 6. С. 14-16. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11672875>.
- [4] Способ повышения кормовых достоинств кукурузного экстракта / П. И. Афанасьев, Н. Н. Селезнева, Ю. В. Калинин [и др.] // Инновационные пути развития АПК на современном этапе: Материалы XVI Международной научно-производственной конференции, Белгород, 14–16 мая 2012 года. Белгород: Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Я. Горина, 2012. С. 95. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23860770>.
- [5] Технология приготовления сырого корма из отходов крахмалопаточного производства / Г. А. Подобуев, В. В. Утолин, В. М. Ульянов, М. А. Коньков // Энергосберегающие технологии использования и ремонта машинно-тракторного парка: Сборник материалов научно-практической конференции инженерного факультета. Рязань, 01 января 2004 года / ФГОУ ВПО Рязанская ГАУ имени профессора П.А. Костычева. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2004. С. 125-127. – EDN RXKXMJ.
- [6] Патент № 2336722 С1 Российская Федерация, МПК А23К 1/00, А23К 1/16. Способ приготовления сырого корма из побочных продуктов крахмало-паточного производства: № 2007115311/13 : заявл. 23.04.2007; опубл. 27.10.2008 / Г. А. Подобуев, В. В. Утолин, М. А. Коньков; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – EDN JCOYUF.
- [7] Утолин, В. В. Определение температуры нагревания сгущенного кукурузного экстракта в нейтрализаторе кислотности / В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции,

References

- [1] Utolin, V. V. The use of corn pulp and condensed extract in the feeding rations of farm animals / V. V. Utolin, A. A. Polunkin, S. A. Kiselev // Collection of scientific papers of graduate students / Ministry of Agriculture of the Russian Federation Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2013. pp. 51-53. – EDN RRUMXP.
- [2] Efficiency of the use of starch-treacle production waste in the diets of young cattle / P. I. Afanasyev, V. I. Gudymenko, G. V. Rastorguev [et al.] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2005. No. 1(5). p. 129-131. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15133964>
- [3] The use of by-products of starch-treacle production in the diets of farm animals / P. I. Afanasyev, A. A. Shaposhnikov, V. I. Gudymenko [et al.] // Zootechnia. 2008. No. 6. pp. 14-16. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11672875>.
- [4] A way to increase the feed advantages of corn extract / P. I. Afanasyev, N. N. Selezneva, Yu. V. Kalinin [et al.] // Innovative ways of agro-industrial complex development at the present stage: Materials of the XVI International Scientific and Production Conference, Belgorod, May 14-16, 2012. Belgorod: Belgorod State Agricultural Academy named after V.Ya. Gorin, 2012. p. 95. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23860770>.
- [5] Technology of preparation of raw feed from starch production waste / G. A. Podobuev, V. V. Utolin, V. M. Ulyanov, M. A. Konkov // Energy-saving technologies for the use and repair of machine and tractor park: Collection of materials of the scientific and practical conference of the Faculty of Engineering. Dedicated to the 50th anniversary of the departments «Operation of the machine and tractor fleet» and «Technology of metals and repair of machines», Ryazan, January 01, 2004 / Ryazan State Agricultural Academy named after Professor P.A. Kostychev. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, 2004. pp. 125-127. – EDN RXKXMJ.
- [6] Patent No. 2336722 C1 Russian Federation, IPC A23K 1/00, A23K 1/16. Method of preparation of raw feed from by-products of starch-treacle production: No. 2007115311/13 : application 23.04.2007; publ. 27.10.2008 / G. A. Podobuev, V. V. Utolin, M. A. Konkov; applicant FGOU VPO Ryazan State Agricultural Academy named after Professor P.A. Kostychev. – EDN JCOYUF.
- [7] Utolin, V. V. Determination of the heating temperature of condensed corn extract in an acidity neutralizer / V. V. Utolin, N. E. Luzgin // Innovative development of the modern agro-industrial complex of Russia : Materials of the National scientific and practical conference, Ryazan, December 12, 2016 / Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Federal State Budgetary

Рязань, 12 декабря 2016 года / ФГБОУ ВО «Рязанский ГАУ имени П.А. Костычева». Рязань: Рязанский ГАУ им. П.А. Костычева, 2016. С. 207-211. – EDN YPRHLZ.

- [8] Утолин, В. В. Повышение эффективности приготовления кукурузных кормов / В. В. Утолин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2022. Т. 14. № 1. С. 150-158. – DOI 10.36508/RSATU.2022.48.55.017. – EDN FVVXYM.

Educational Institution of Higher Education Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva, 2016. pp. 207-211. – EDN YPRHLZ.

- [8] Utolin, V. V. Improving the efficiency of corn feed preparation / V. V. Utolin // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2022. Vol. 14. No. 1. pp. 150-158. – DOI 10.36508/RSATU.2022.48.55.017. – EDN FVVXYM.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Ульянов Вячеслав Михайлович доктор технических наук заведующий кафедрой «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(910) 563-29-01 E-mail: ulyanov-v@list.ru</p>	<p>Ulyanov Vyacheslav Mikhailovich PhD in Technical Sciences head of the department of Technical systems in the agro-industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(910) 563-29-01 E-mail: ulyanov-v@list.ru</p>
<p>Утолин Владимир Валентинович кандидат технических наук доцент кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(920) 632-88-05 E-mail: 6451985@mail.ru</p>	<p>Utolin Vladimir Valentinovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of Technical systems in the agro-industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(920) 632-88-05 E-mail: 6451985@mail.ru</p>
<p>Лузгин Николай Евгеньевич кандидат технических наук доцент кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» 490044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1 Тел.: +7(910) 645-19-85 E-mail: nikolay.luzgin@mail.ru</p>	<p>Luzgin Nikolay Evgenievich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of Technical systems in the agro-industrial complex Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev Phone: +7(910) 645-19-85 E-mail: nikolay.luzgin@mail.ru</p>

Изменение мясных продуктов при хранении

Фролов Д.И., Долгов М.В.

Аннотация. Пищевая ценность липидов зависит не только от их энергетического эквивалента, но и от метаболизма, структуры, состава и изменений, происходящих в процессе технологической обработки продукта. Характеристика ненасыщенных липидов определяет их способность вступать в реакции с молекулярным кислородом. В результате накопление продуктов окисления наносит ущерб здоровью. Характер и количество продуктов окисления тесно связаны с температурой и термическим воздействием, наличием воды, солей, гемоглобина и миоглобина, аминокислот, свободных жирных кислот.

Ключевые слова: мясные продукты, сублимационная сушка, липиды, окислительные процессы, хранение.

Для цитирования: Фролов Д.И., Долгов М.В. Изменение мясных продуктов при хранении // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 77–80.

Changes in meat products during storage

Frolov D.I., Dolgov M.V.

Abstract. The nutritional value of lipids depends not only on their energy equivalent, but also on the metabolism, structure, composition and changes that occur during the technological processing of the product. The characteristic of unsaturated lipids determines their ability to react with molecular oxygen. As a result, the accumulation of oxidation products is detrimental to health. The nature and amount of oxidation products are closely related to temperature and thermal effects, the presence of water, salts, hemoglobin and myoglobin, amino acids, free fatty acids.

Keywords: meat products, freeze-drying, lipids, oxidative processes, storage.

For citation: Frolov D.I., Dolgov M.V. Changes in meat products during storage. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 77–80. (In Russ.).

Введение

Продуктами, полученными в результате окисления природных липидов, являются гидропероксиды [1]. Процесс сопровождается образованием систем сопряженных двойных связей. Исходные продукты не имеют цвета и вкуса. Их концентрацию определяют по показателю - перекисному числу, характеризующему количество липидов [2].

Перекисное число липидов в мясе при технологической обработке зависит от сырья и термолабильности образующихся гидроперекисей [3]. При термической обработке перекисное число медленно увеличивается или остается неизменным, но затем быстро увеличивается, экспоненциально проходит через максимум, а затем снижается [4]. Для гидро-

пероксидов количественная характеристика липидов по перекисному числу недостаточна.

Механизм и скорость разложения гидроперекисей зависят от жирнокислотного состава липидов и особенностей их ингибиторов и окислителей, температуры и других факторов [5]. Следовательно, в различных случаях разложения гидропероксидов могут быть получены разнообразные вторичные продукты. Таким образом, требуется определение их подходящей концентрации параллельно с концентрацией пероксидов [6].

Исследования были направлены на изучение динамики окислительных и гидролизных процессов в липидах четырех видов лиофилизированных продуктов, содержащих мясо птицы и телятину, в течение 1 года хранения.

Таблица 1 – Окислительные и гидролизные изменения липидов в лиофилизированных пищевых продуктах

Образец	Липиды в 30 г продукта	Липиды в 100 г продукта	Перекисное число, %, Дж	Кислотное число, КОН/г	Тиобарбитуровое число, Е, см	Ультрафиолетовая спектроскопия		
						232 нм	270 нм	А 232
						1%	1%	270
После производства								
I телятина	3,11	9,33	0,63	2,4	0,443	88	30	2,93
II, телятина	3,05	9,15	0,83	2,8	0,468	1037	362,5	2,86
II курица	3,5	10,5	0,85	2,95	0,46	611,1	213,3	2,86
III курица	3,25	9,75	0,91	3,34	0,491	39,1	15,2	2,5
После 1 месяца хранения								
I телятина	3,39	10,17	0,48	2,7	0,711	850	315	2,7
II, телятина	3	9	0,59	4,37	0,872	1282,2	500	2,56
II курица	3,51	10,53	0,78	3,76	0,783	1255,5	538,9	2,38
III курица	3,28	9,84	0,85	4,63	0,88	577,6	255,5	2,26
После 3 месяцев хранения								
I телятина	3,44	10,32	0,45	4,09	0,41	560,1	208,2	2,69
II, телятина	3,15	9,45	0,48	4,86	0,415	600	208	2,98
II курица	3,53	10,59	0,56	3,42	0,36	680,3	243	2,91
III курица	3,36	10,08	0,69	3,57	0,475	520,2	216,1	2,4
После 6 месяцев хранения								
I телятина	3,49	10,47	0,6	3,77	0,49	583,47	216,1	2,7
II, телятина	3,28	9,84	0,52	3,97	0,41	619,77	219	2,83
II курица	3,6	10,8	0,53	3,29	0,41	649,09	242,2	2,68
III курица	3,39	10,17	0,67	2,99	0,408	531,64	220,6	2,41
После 9-месячного хранения								
I телятина	3,54	10,62	0,69	3,67	1,513	759,72	283,48	2,68
II, телятина	3,33	10	0,66	3,7	1,88	630	280,04	2,25
II курица	3,59	10,78	0,57	3,55	1,12	802	340,01	2,36
III курица	3,45	10,35	0,7	3,06	1,109	581,12	256,03	2,27
После 12-месячного хранения								
I телятина	3,55	10,65	0,66	2,9	1,74	816,66	308,89	2,64
II, телятина	3,37	10,11	0,68	3,05	2,08	900	413,33	2,17
II курица	3,68	11,04	0,58	3,31	1,59	877,78	355,56	2,46
III курица	3,45	10,35	0,66	2,92	1,84	772,22	264,44	2,32

Объекты и методы исследований

В работе использованы методы:

Метод перекисного числа – йодметрический метод армогослойный, основанный на реакции между йод-водородной кислотой и гидропероксидами, высвобождающей равное количество йода из кислоты;

Метод кислотного числа - стандартный метод, применяемый путем титрования пробы в спирто-эфирном растворе со спирто-калиевой основой в присутствии индикатора - фенолфталеина;

Ультрафиолетовая спектроскопия - по методу Попова.

Результаты и их обсуждение

Метод сублимационной сушки, представляющий

собой сочетание двух процессов - замораживания и сушки под вакуумом, позволяет устранить недостатки других способов консервирования, так как конечные продукты сохраняют свои исходные качества - цвет, аромат, питательные свойства, содержание витаминов, стабильный объем, быстрая регидратация.

Лиофилизация (сублимационная сушка) – параметры лиофильной сушки, продолжительность и скорость процесса, а также качество конечного продукта зависят от физико-химических, биохимических и структурно-механических свойств. С учетом приведенного соотношения предварительно определяем параметры технологического процесса следующим образом:

- а) морозильные камеры с принудительным кондиционированием воздуха – выдержка при температуре от -35°C до -40°C в течение 13–18 часов;
- б) сублимационная сушка - при температуре

сушки - 40°C, температура десублиматора -65°C, общее давление в сублиматоре - 0,20-0,35 мм/рт.ст. и температуре завершения процесса сушки - до +30°C.

Запрограммированный оптимальный режим сушки должен гарантировать высокое качество продукции при максимальной интенсивности процессов. Основные параметры сублимационной сушки - температура полного застывания, а также максимальная и минимальная температуры начального плавления определялись по методу дифференциально-термического анализа и удельного электрического сопротивления.

Лиофилизацию осуществляли с помощью сублимационной установки.

Результаты, основанные на наших исследованиях, показали, что лиофилизированные продукты нового типа имеют относительно низкое содержание липидов.

Сразу после изготовления начальное окисление липидов, выраженное перекисным числом, наиболее высокое в образцах, содержащих мясо птицы, мясо телятины. Наименьшая скорость окисления наблюдалась в первой группе образцов, содержащих мясо телятины. Аналогичные результаты были отмечены для вторичного окисления липидов, выраженного значениями тиобарбитурового и кислотного числа.

Подтверждением этих результатов служит соотношение 232/270, полученное при поглощении продуктов окисления - сопряженных диеновых и триеновых жирных кислот. Вышеприведенный коэффициент и полученные значения перекисного, кислотного и тиобарбитурового чисел сопоставимы с литературными значениями содержания липидов в продуктах окисления.

После месячного хранения образцов наблюдается незначительное снижение перекисного числа, которое остается неизменным в течение последующих месяцев хранения. Вероятно, это связано с ослаблением начальных окислительных процессов или меньшей скоростью получения исходных продуктов по сравнению со скоростью их разложения. Следовательно, перекисное число нельзя рассматривать как критерий скорости окисления исследуемых образцов. Снижение

перекисного числа приводит к увеличению продуктов вторичного окисления.

Вторичное окисление наиболее незначительно в образцах, содержащих телятину первой группы. Принимая во внимание эту корреляцию, полученную от значений поглощения диенов и триенов (она находится в обратной корреляции с остальными показателями), можно сделать вывод, что окисление липидов после 1-месячного хранения наиболее сильно в образцах, содержащих мясо телятины. и мяса птицы второй группы и более низкие значения.

Можно предположить, что значения показателей вторичного окисления липидов (тиобарбитуровое число, в какой-то степени это справедливо и для коэффициента 232/270) после 1-месячного хранения увеличиваются во всех проанализированных образцах.

На 3-м и 6-м месяцах хранения вторичные продукты окисления практически не изменяются. После 9-месячного хранения наблюдалось незначительное увеличение их значений, тогда как при 12-месячном хранении значения явно увеличивались. Показатели вторичного окисления липидов изменяются также за счет образования альбумин-липидных комплексов в исследуемом субстрате.

В образцах всех групп, исследованных на начальное и вторичное окисление липидов, сразу после получения наблюдалось значительно более низкое содержание пероксидов и сопряженных диенов (А 232 нм). Выявлены более низкие значения показателей вторичного окисления - тиобарбитуровое число и А 270, наряду с коэффициентом А232/270.

Выводы

Изменения липидов лиофилизированных мясных продуктов нового типа зависят от исходного химического состава. Компоненты исследованных мясных продуктов влияют на окисление липидов как ингибиторы или протекторы при производстве и хранении. Сохранение мясных продуктов методом сублимационной сушки гарантирует их длительный срок хранения и безопасность.

Литература

- [1] Anandh M.A., Lakshmanan V. Storage stability of smoked buffalo rumen meat product treated with ginger extract // *Journal of Food Science and Technology*. 2014. Т. 51. № 6. С. 1191–1196.
- [2] К разработке научно обоснованных режимов хранения мяса и мясных продуктов в переохлажденном состоянии / М. А. Дибирасулаев, Г. А. Белозеров, Д. М. Дибирасулаев [и др.] // *Все о мясе*. – 2020. – № 5. – С. 40-45. – DOI 10.21323/2071-2499-2020-5-40-45. – EDN WITXIT.

References

- [1] Anandh M.A., Lakshmanan V. Storage stability of smoked buffalo rumen meat product treated with ginger extract // *Journal of Food Science and Technology*. 2014. V. 51. No. 6. S. 1191–1196.
- [2] To the development of scientifically based modes of storage of meat and meat products in a supercooled state / M. A. Dibirasulaev, G. A. Belozеров, D. M. Dibirasulaev [et al.] // *All about meat*. - 2020. - No. 5. - P. 40-45. – DOI 10.21323/2071-2499-2020-5-40-45. – EDN WITXIT.

- [3] Карабут, А. М. Современные подходы к созданию и хранению мясных продуктов / А. М. Карабут, Н. Н. Цветкова // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение : Сборник научных статей и докладов V Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23 ноября 2018 года / Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж: РИТМ, 2018. – С. 92-99. – EDN RFLHKZ.
- [4] Толысбаев, Б. С. Прогнозирование сроков хранения мясных продуктов / Б. С. Толысбаев, С. А. Аманжолов // Актуальные проблемы современной науки. – 2008. – № 3(41). – С. 295-298. – EDN JVUKMH.
- [5] Фролов Д.И., Трифонова К.А. Влияние упаковки в модифицированной атмосфере на устойчивость мясных изделий // Сурский вестник. 2022. № 2 (18). С. 59–63.
- [6] Патент № 2568132 С2 Российская Федерация, МПК В65В 25/06, В65В 5/04, В65В 53/00. Способ упаковки мясных продуктов с повышенными положительными температурами хранения : № 2014101141/13 : заявл. 16.01.2014 : опубл. 10.11.2015 / А. В. Адьлов, М. Л. Мамиконян, А. В. Погосян. – EDN SWHQCU.
- [3] Karabut, A. M. Modern approaches to the creation and storage of meat products / A. M. Karabut, N. N. Tsvetkova // Food security: scientific, personnel and information support: Collection of scientific articles and reports of the V International Scientific and Practical Conference, Voronezh, November 23, 2018 / Voronezh State University of Engineering Technologies. - Voronezh: RITM, 2018. - S. 92-99. – EDN RFLHKZ.
- [4] Tolysbaev, B. S. Predicting the shelf life of meat products / B. S. Tolysbaev, S. A. Amanzholov // Actual problems of modern science. - 2008. - No. 3 (41). – S. 295-298. – EDN JVUKMH.
- [5] Frolov D.I., Trifonova K.A. Influence of packaging in a modified atmosphere on the stability of meat products // Sursky Vestnik. 2022. No. 2 (18). pp. 59–63.
- [6] Patent No. 2568132 C2 Russian Federation, IPC B65B 25/06, B65B 5/04, B65B 53/00. Method for packaging meat products with elevated positive storage temperatures : No. 2014101141/13 : Appl. 01/16/2014 : publ. 11/10/2015 / A. V. Adylov, M. L. Mamikonyan, A. V. Pogosyan. – EDN SWHQCU.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>
<p>Долгов Максим Викторович магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Dolgov Maxim Viktorovich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>

Оценка влияния ежегодного применения индюшиного помета на запасы питательных веществ в почве и урожайность яровой пшеницы

Чекаев Н.П., Галиуллин А.А., Новичков С.В.

Аннотация. В результате проведенных полевых исследований на опытном поле ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ (Россия, Пензенская область, Мокшанский район) было выявлено, что при ежегодном внесении разных доз подстилочного индюшиного помета наблюдается увеличение содержания щелочногидролизующего азота в почве, хотя к концу вегетации его содержание снижается, что связано с потреблением его минеральных соединений культурами. Дозы помета от 12 до 36 т/га увеличивали содержание щелочногидролизующего азота в почве от 26,6-29,9 мг/кг при дозе 12 т/га до 40,0-53,9 мг/кг почвы при дозе 36 т/га. Повторное внесение изучаемых доз помета привело к повышению содержания подвижного фосфора по сравнению с контролем от 49,0-55,5 мг/кг на варианте с дозой 12 т/га до 175,0-193,0 мг/кг при дозе 36 т/га. Содержание подвижного калия при этом повысилось от 32,7-63,1 мг/кг при дозе 12 т/га до 133,9-150,6 мг/кг при дозе 36 т/га. При однократном внесении индюшиного помета под яровую пшеницу наиболее эффективной по продуктивности была доза 36 т/га, хотя наблюдается снижение его окупаемости. При двукратном внесении, наиболее эффективной была доза 12 т/га. Дальнейшее повышение дозы помета приводит не только к снижению продуктивности культуры, но и накоплению в избыточных количествах питательных элементов в почве.

Ключевые слова: индюшиный помет, щелочногидролизующий азот, подвижные формы фосфора и калия, яровая пшеница, урожайность.

Для цитирования: Чекаев Н.П., Галиуллин А.А., Новичков С.В. Оценка влияния ежегодного применения индюшиного помета на запасы питательных веществ в почве и урожайность яровой пшеницы // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 81–86.

Assessment of the impact of the annual use of turkey manure on the nutrient reserves in the soil and the yield of spring wheat

Chekaev N.P., Galiullin A.A., Novichkov S.V.

Abstract. As a result of field studies conducted at the experimental field of the Penza State Agrarian University (Russia, Penza region, Mokshansky district), it was revealed that with the annual introduction of different doses of turkey manure, an increase in the content of alkaline hydrolyzable nitrogen in the soil is observed, although by the end of the growing season its content decreases, which is associated with the consumption of its mineral compounds kul-tours. Doses of manure from 12 to 36 t/ha increased the content of alkaline hydrolyzable nitrogen in the soil from 26.6-29.9 mg/kg at a dose of 12 t/ha to 40.0-53.9 mg/kg of soil at a dose of 36 t/ha. Repeated application of the studied doses of the drug led to an increase in the content of mobile phosphorus compared with the control from 49.0-55.5 mg/kg on the variant with a dose of 12 t/ha to 175.0-193.0 mg/kg at a dose of 36 t/ha. The content of mobile potassium in this case increased from 32.7-63.1 mg/kg at a dose of 12 t/ha to 133.9-150.6 mg/kg at a dose of 36 t/ha. With a single application of turkey manure for spring wheat, the dose of 36 t/ha was the most effective in terms of productivity, although there is a decrease in its payback. With double application, the dose of 12 t/ha was the most effective. A further increase in the dose of manure leads not only to a decrease in crop productivity, but also to the accumulation of excessive amounts of nutrients in the soil.

Keywords: turkey manure, alkaline hydrolyzable nitrogen, mobile forms of phosphorus and potassium, spring wheat, yield.

For citation: Chekaev N.P., Galiullin A.A., Novichkov S.V. Assessment of the impact of the annual use of turkey manure on the nutrient reserves in the soil and the yield of spring wheat. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 81–86. (In Russ.).

Введение

Важнейшей проблемой, возникающее в условиях интенсификации птицеводства, являются вопросы утилизации помета, осложняемые ограниченностью земельных площадей предприятий данной специализации [1-3]. Систематическое внесение высоких доз удобрений на основе птичьего помета может приводить к развитию ряда негативных процессов в агроэкосистеме, количественная и качественная выраженность которых будет зависеть от вида удобрения, его дозы, условий использования, а также свойств почвы, биологических особенностей выращиваемых культур и других факторов [4-8].

Поскольку использование высоких доз птичьего помета в качестве удобрений сопряжено с определённой экологической опасностью, следует применять только то их количество, которое не наносит вред агроэкосистеме и окружающей природной среде [8-11]. Поэтому возникают вопросы по определению максимального количества данных удобрительных материалов, которые можно утилизировать на конкретной площади в некоторый отрезок времени без ущерба для окружающей среды.

Целью исследований было выявление оптимальных доз индюшиного помета, при ежегодном внесении, в технологии возделывания яровой пшеницы.

Объекты и методы исследований

Для решения поставленных задач на опытном поле учебно-производственного центра ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ (Пензенская область, Мокшанский район) заложен полевой опыт по следующей схеме:

1. Без удобрений (контроль); 2. Индюшиный помет 12 т/га; 3. Индюшиный помет 24 т/га; 4. Индюшиный помет 36 т/га.

Дозы помета вносились весной (апрель-май). После внесения сразу заделывались в почву на глубину 15-17 см. Посев яровой пшеницы проводили через 10-12 дней после внесения (в 2020 году - 12 мая, 2021 году - 15 мая). Опыт заложен в 3-х кратной повторности. Площадь одной делянки 8 м².

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднегумусным тяжелосуглинистым.

В опытах использовали подстилочный индюшиный помет на соломенной подстилке. По качеству характеризовался как полуперепревший, срок хранения в пометохранилищах составлял 4 месяца.

Азот щелочногидролизующий в исследованиях определялся по методу Корнфильда, подвижный фосфор и калий – по методу Ф.В. Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91), рН солевой вытяжки – по методу ЦИНАО (ГОСТ

26483-85), учет урожая - весовым методом поделочно.

Результаты и их обсуждение

Анализ образцов помета, отобранных в пометохранилищах в ОАО «ПензаМолИнвест» показывает, что химический состав отличается в зависимости от содержания птицы, времени года образования помета на производстве, условий и срока хранения и от материалов, которые используются для подстилки. Так содержание общего азота в помете колебался от 1,7 до 4,5 %, общего фосфора от 1,7 до 4,75 %, общего калия от 0,32 до 5,45 %, органического вещества 41,3 до 45,1 %.

Используемый в опытах индюшиный помет характеризовался высоким содержанием элементов питания. Доля азота в помете составляла 2,57-2,57 % в сухой массе помета, фосфора – 3,86-4,58 %, калия – 2,04-4,41 %. Содержание влаги было на уровне 48,2-53,2 %, содержание органического вещества 37,3-43,1 %, зольность 13,8-27,4 %, показатель рН – 7,0-8,7 ед.

Таблица 1 – Состав индюшиного помета

Наименование показателя	2020 г.	2021 г.	среднее
Массовая доля общего азота %	2,77	2,57	2,67
Массовая доля общего фосфора, %	3,86	4,58	4,23
Массовая доля общего калия, %	4,41	2,04	3,23
Массовая доля влаги, %	53,2	48,2	50,7
Массовая доля золы, %	13,8	27,4	20,6
Массовая доля органического вещества, %	43,1	37,3	40,2
рН	8,7	7	7,8

Таблица 2 – Количество внесенных питательных элементов с исследуемыми дозами индюшиного помета, кг/га

Наименование показателя	2020 г.	2021 г.	в сумме за два года
Помет 12 т/га			
Азот	155,8	160,3	316,1
Фосфор	217,1	285,4	502,6
Калий	247,8	126,9	374,7
Помет 24 т/га			
Азот	311,7	320,6	632,2
Фосфор	434,3	570,9	1005,2
Калий	495,6	253,7	749,3
Помет 36 т/га			
Азот	468,3	480,8	949,2
Фосфор	652,6	856,3	1508,9
Калий	744,7	380,6	1125,3

Таблица 3 – Содержание щелочногидролизуемого азота в слое почвы 0-30 см в зависимости от дозы индюшиного помета, мг/кг

Вариант	2020 г			2021 г		
	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонение от контроля	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонения от контроля
1. Без помета (контроль)	109,2	98	-	120,9	110,6	
2. Помет 12 т/га	126	122,3	24,3	138,4	140,5	29,9
3. Помет 24 т/га	138,1	128,8	30,8	142,6	149,8	39,2
4. Помет 36 т/га	145,6	140	42	146,8	164,5	53,9
НСР ₀₅	6,3	8,1		4,2	6,9	

Таблица 4 – Содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см в зависимости от дозы индюшиного помета, мг/кг

Вариант	2020 г			2021 г		
	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонение от контроля	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонения от контроля
1. Без помета (контроль)	128	116	-	115	119	-
2. Помет 12 т/га	157	136	20	141	174,5	55,5
3. Помет 24 т/га	172	149	33	163	216	97
4. Помет 36 т/га	224	204	88	190	294	175
НСР ₀₅	11,2	9,3		10,1	13,6	

В учебно-производственном центре ПГАУ количество питательных элементов, вносимых с изучаемыми дозами помета, отличалось по годам внесения, что связано с разным содержанием этих элементов в помете и влажностью.

В 2020 году весной перед посевом культур было внесено от 155,8 до 468,3 кг/га азота, от 217,1 до 652,6 кг/га фосфора и от 247,8 до 744,7 кг/га калия. В 2021 году было внесено азота от 160,3 до 480,8 кг/га, фосфора от 285,2 до 856,3 кг/га, калия от 126,9 до 380,6 кг/га. В сумме за два года использования пометных удобрений, количество внесенных питательных элементов в изучаемыми дозами составило от 316,1 до 949,2 кг/га азота, от 502,6 до 1508,9 кг/га фосфора и от 374,7 до 1125,3 кг/га калия (таблица 2).

Через десять дней после внесения помета содержание щелочногидролизуемого азота в почве колебалось от 109,2 мг/кг почвы до 145,6 мг/кг на варианте с дозой помета 36 т/га. К концу вегетации 2020 года при возделывании яровой пшеницы наблюдали небольшое уменьшение щелочногидролизуемого азота на вариантах опыта (таблица 3). Наибольшее снижение наблюдается на варианте без удобрений. Снижение составило 11,2 мг/кг почвы.

На вариантах с дозами помета 24 т/га и 36 т/га к концу вегетации наблюдается снижение содержания щелочногидролизуемого азота на 5,6-9,3 мг/кг почвы.

В конце вегетации содержание щелочногидролизуемого азота было выше контрольного варианта на 24,3-42,0 мг/кг почвы.

В 2021 году перед внесением исследуемых доз

помета содержание щелочногидролизуемого азота выросло по сравнению с осенним определением в 2020 году, что связано с процессами минерализации органического вещества растительных остатков из помета.

В конце вегетации яровой пшеницы на вариантах с разными дозами помета содержание щелочногидролизуемого азота в посевах яровой пшеницы составило от 140,5 до 164,5 мг/кг почвы, что соответствовало низкому и среднему содержанию. Отклонения от контрольного варианта составило от 29,9 до 53,9 мг/кг.

При весеннем внесении доз помета, на опытах с яровой пшеницей перед посевом культуры в 2020 году содержание фосфора на вариантах колебалось от 128,0 на варианте без помета до 224 мг/кг почвы на варианте с пометом с дозой 36 т/га. На варианте без помета его содержание характеризовалось как повышенное, с дозами 12 и 24 т/га как высокое, а на варианте с дозой помета 36 т/га как очень высокое. К уборке яровой пшеницы его содержание по всем вариантам опыта снизилось до 116,0 мг/кг на контроле и до 204,0 мг/кг при дозе 36 т/га. На этом варианте, как перед посевом, так и к уборке содержание фосфора характеризовалось как очень высокое (таблица 4).

При повторном внесении разных доз помета 2021 году содержание подвижного фосфора составило от 174,5 мг/кг на варианте с дозой помета 12 т/га до 294,0 мг/кг почвы, с отклонениями от контроля 55,5-175,0 мг/кг.

В опытах с внесением помета в 2020 году содержание подвижного калия в почве перед посевом

Таблица 5 – Содержание подвижного калия в слое почвы 0-30 см в зависимости от дозы индюшиного помета, мг/кг

Вариант	2020 г			2021 г		
	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонение от контроля	вторая декада мая (перед посевом)	третья декада августа (перед уборкой)	отклонения от контроля
1. Без помета (контроль)	109,5	104,5	-	129	116,4	-
2. Помет 12 т/га	171	154	49,5	145,2	179,5	63,1
3. Помет 24 т/га	186,3	170	65,5	165	218,3	101,9
4. Помет 36 т/га	219,3	182,3	77,8	187	267	150,6
НСР ₀₅	12,3	14,3		10,3	12,6	

Таблица 6 – Продуктивность яровой пшеницы в зависимости от дозы индюшиного помета

Вариант	Показатели			
	количество зерен в колосе, шт.	масса 1000 зерен, г	урожайность зерна, т/га	окупаемость 1 т помета, кг/т
Яровая пшеница 2020 г. (однократное внесение)				
1. Без помета (контроль)	29,9	40,4	3,51	
2. Помет 12 т/га	31,1	40,2	4,09	48,2
3. Помет 24 т/га	31,5	40,3	4,39	36,5
4. Помет 36 т/га	30,7	37,7	4,65	31,7
НСР ₀₅	0,5	1,2	0,09	
Яровая пшеница 2021 г. (двукратное внесение)				
1. Без помета (контроль)	21,5	37,7	1,88	
2. Помет 12 т/га	31	36	3,36	123,3
3. Помет 24 т/га	31,1	33,5	3,39	62,9
4. Помет 36 т/га	29	34,2	2,97	30,3
НСР ₀₅	1,1	0,9	0,11	

яровой пшеницы колебалось от 109,5 мг/кг на варианте без помета до 219,3 мг/кг на варианте дозы помета 36 т/га. На варианте без удобрений его содержание характеризовалось как повышенное, с дозой 12 т/га как высокое, а на вариантах 24 и 36 т/га как очень высокое (таблицы 5).

К уборке содержание подвижного калия в почве снизилось на всех вариантах опыта и составило от 104,5 мг/кг на контроле до 182,3 мг/кг на варианте с дозой помета 36 т/га. Содержание подвижного калия на вариантах с разными дозами помета характеризовалось как высокое при дозах 12 и 24 т/га и очень высокое при дозе 36 т/га.

При повторном внесении помета под яровую пшеницу в 2021 году наблюдается дальнейшая тенденция увеличения подвижного калия в почве. Так на варианте с дозой помета 12 т/га его содержание увеличилось к концу вегетации культуры до 179,5 мг/кг почвы, а на варианте с дозой помета 36 т/га до 267,0 мг/кг почвы. Отклонения составили 63,1-150,6 мг/кг.

Урожайность зерна яровой пшеницы в опытах с весенним внесением помета составила от 3,51 т/га на варианте без помета до 4,65 на варианте с дозой помета 36 т/га. Разные дозы помета увеличивали

урожайность зерна на 0,58-1,14 т/га, что соответствовало 16,5-32,5%. Масса 1000 зерен колебалась от 40,4 г до 37,7 г. Наименьшие значения отмечены на варианте с дозой помета 36 т/га, что связано с полеганием растений пшеницы в фазу созревания зерна. Наибольшую урожайность зерна на варианте с дозой 36 т/га получили за счет кущения растений (таблица 6).

Каждая тонна помета позволила дополнительно получить от 31,7 до 48,2 кг зерна пшеницы. Наибольшая окупаемость от внесенного помета наблюдалась при дозе 12 т/га и составила 48,2 кг зерна от 1 тонны помета. С увеличением дозы помета снижается прибавка зерна от каждой тонны внесенного помета.

В 2021 году при повторном внесении изучаемых доз помета наблюдается, что на вариантах с дозами помета увеличивается число зерен в колосе, что в свою очередь повлияла продуктивность зерна яровой пшеницы. Урожайность зерна яровой пшеницы на вариантах без удобрений составила 1,88 т/га. Повторно внесенные дозы повысили урожайность на 1,09-1,51 т/га, при чем наибольшую урожайность наблюдали на вариантах с дозами помета 12 и 24 т/га. Урожайность на этих вариантах соста-

вила 3,36-3,39 т/га. Наибольшая окупаемость при повторном внесении изучаемых доз помета отмечена на варианте с дозой помета 12 т/га, окупаемость одной тонны помета составила 123,3 кг зерна на тонну от внесенного помета.

Выводы

При однократном внесении индюшиного помета под яровую пшеницу наиболее эффективной по продуктивности была доза 36 т/га, хотя наблюдается снижение его окупаемости. При двукратном внесении, наиболее эффективной была доза 12 т/га.

Литература

- [1] Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Простякова З.Г., Сулейманов Р.Р., Комиссаров М.А. Азотное состояние агрочернозема при внесении высоких доз куриного помета // Экобиотех. 2018. Т. 1. № 1. С. 1-5. DOI 10.31163/2618-964X-2018-1-1-1-5. EDN YAEUUN.
- [2] Ганиев А.С., Сибатуллин Ф.С., Зиганшин Б.Г., Халиуллина З.М., Гайфуллин И.Х. Использование удобрений из куриного помета для выращивания органической продукции // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1(65). С. 9-14. DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. EDN BAGTXU.
- [3] Иванов В.В. Использование куриного помета как удобрение в сельском хозяйстве // Теория и практика мировой науки. 2021. № 9. С. 19-21. EDN SPKBCM.
- [4] Кормин В.П., Гоман Н.В., Трубина Н.К., Шмидт А.Г., Бобренко И.А. Энергетическая эффективность применения куриного помета под капусту белокачанную и картофель на лугово-черноземной почве // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2(38). – С. 51-57. – EDN QGFAXY.
- [5] Куликова А.Х., Яшин Е.А., Волкова Е.С. Местные нетрадиционные ресурсы и отходы сельскохозяйственного производства как источники элементов питания растений // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2(58). С. 60-66. DOI 10.18286/1816-4501-2022-2-60-66. EDN ZSTSDG.
- [6] Попов Г.Н., Данилов А.Н., Белоголовцев В.П., Летучий А.В. Состав, свойства и специфика воздействия птичьего помета на плодородие темно-каштановой почвы // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 5. – С. 43-47. – DOI 10.28983/asj.y2019i5pp43-47. – EDN VEOSUH.

При ежегодном внесении доз помета наблюдается увеличение содержания в почве щелочно-гидролизуемого азота, хотя к концу вегетации количество доступных форм снижается, что связано с потреблением минеральных соединений культурами. Повторное внесение доз помета приводит к резкому увеличению подвижных соединений фосфора и калия. Дальнейшее повышение дозы помета может привести не только к накоплению в избыточных количествах питательных элементов в почве (нитратный азот, фосфор и калий), но и к снижению продуктивности культуры. Поэтому, для безопасно применения помета при ежегодном внесении, доза не должна составлять более 12 т/га.

References

- [1] Gabbasova I.M., Garipov T.T., Prostyakova Z.G., Suleymanov R.R., Komissarov M.A. Nitrogen state of agrochernozem when applying high doses of chicken manure // Ecobiotech. 2018. Vol. 1. No. 1. pp. 1-5. DOI 10.31163/2618-964X-2018-1-1-1-5. EDN YAEUUN.
- [2] Ganiev A.S., Sibagatullin F.S., Ziganshin B.G., Khaliullina Z.M., Gayfullin I.H. The use of fertilizers from chicken manure for growing organic products // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2022. Vol. 17. No. 1(65). pp. 9-14. DOI 10.12737/2073-0462-2022-9-14. EDN BAGTXU.
- [3] Ivanov V.V. The use of chicken manure as fertilizer in agriculture // Theory and practice of world science. 2021. No. 9. pp. 19-21. EDN SPKBCM.
- [4] Kormin V.P., Homan N.V., Trubina N.K., Schmidt A.G., Bobrenko I.A. Energy efficiency of using chicken manure for white cabbage and potatoes on meadow-chernozem soil // Bulletin of Omsk State Agrarian University. – 2020. – № 2(38). – Pp. 51-57. – EDN QGFAXY.
- [5] Kulikova A.H., Yashin E.A., Volkova E.S. Local unconventional resources and agricultural production wastes as sources of plant nutrition elements // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022. No. 2(58). pp. 60-66. DOI 10.18286/1816-4501-2022-2-60-66. EDN ZSTSDG.
- [6] Popov G.N., Danilov A.N., Belogolovtsev V.P., Letuchy A.V. Composition, properties and specificity of the effect of bird droppings on the fertility of dark chestnut soil // Agrarian Scientific Journal. – 2019. – No. 5. – pp. 43-47. – DOI 10.28983/asj.y2019i5pp43-47. – EDN VEOSUH.
- [7] Chekaev N.P., Galiullin A.A. Effect and aftereffect of bird droppings on agrochemical properties of leached chernozem and productivity of agricultural crops // Agrarian science. 2022. No. 1. pp. 102-105. DOI 10.32634/0869-8155-2022-355-1-102-105. EDN NHCNUQ.
- [8] Schmidt A.G., Bobrenko I.A., Trubina N.K., Homan N.V. Optimization of the use of bird droppings for spring wheat in the forest-steppe of Western Siberia

- [7] Чекаев Н.П., Галиуллин А.А. Действие и последствие птичьего помета на агрохимические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность сельскохозяйственных культур // *Аграрная наука*. 2022. № 1. С. 102-105. DOI 10.32634/0869-8155-2022-355-1-102-105. EDN NHCNUQ.
- [8] Шмидт А.Г., Бобренко И.А., Трубина Н.К., Гоман Н.В. Оптимизация применения птичьего помета под яровую пшеницу в лесостепи Западной Сибири // *Плодородие*. – 2019. – № 6(111). – С. 50-52. – DOI 10.25680/S19948603.2019.111.14. – EDN KRVTYL.
- [9] Chekaev N., Blinokhvatoва Yu., Novichkov S. Evaluation of the nitrogen regime of chernozem leached under the action of different doses of Turkey waste application // *Scientific Papers-Series A-Agronomy*. 2022. Vol. 65. No 1. P. 46-50. EDN JONTDA.
- [10] Kovalsky K.Y., Arefiev A.N., Kuzin E.N., Kuzina E.E. Effect of diatomite and poultry manure on the physicochemical properties of gray forest soils and crop productivity // *Volga Region Farmland*. 2022. No 1(12). P. 1005. DOI 10.36461/VRF.2022.12.1.012. EDN CGQQZC.
- [11] Mutlu A. The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) // *Fresenius Environmental Bulletin*. – 2021. – Vol. 29. – No 12. – P. 10840-10846. – EDN GRYCIP.
- // *Fertility*. – 2019. – № 6(111). – Pp. 50-52. – DOI 10.25680/S19948603.2019.111.14. – EDN KRVTYL.
- [9] Chekaev N., Blinokhvatoва Yu., Novichkov S. Evaluation of the nitrogen regime of chernozem leached under the action of different doses of Turkey waste application // *Scientific Papers-Series A-Agronomy*. 2022. Vol. 65. No 1. P. 46-50. EDN JONTDA.
- [10] Kovalsky K.Y., Arefiev A.N., Kuzin E.N., Kuzina E.E. Effect of diatomite and poultry manure on the physicochemical properties of gray forest soils and crop productivity // *Volga Region Farmland*. 2022. No 1(12). P. 1005. DOI 10.36461/VRF.2022.12.1.012. EDN CGQQZC.
- [11] Mutlu A. The effect of organic fertilizers on grain yield and some yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) // *Fresenius Environmental Bulletin*. – 2021. – Vol. 29. – No 12. – P. 10840-10846. – EDN GRYCIP.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Чекаев Николай Петрович кандидат сельскохозяйственных наук заведующий кафедрой «Почвоведение, агрохимия, химия» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(841) 262-85-65 E-mail: chekaev.n.p@pgau.ru</p>	<p>Chekaev Nikolay Petrovich PhD in Agricultural Sciences head of the department of «Soil Science, Agrochemistry, Chemistry» Penza State Agricultural University Phone: +7(841) 262-85-65 E-mail: chekaev.n.p@pgau.ru</p>
<p>Галиуллин Альберт Амирович кандидат сельскохозяйственных наук доцент кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(841) 262-81-51 E-mail: galiullin.a.a@pgau.ru</p>	<p>Galiullin Albert Amirovich PhD in Agricultural Sciences associate professor at the department of «Processing of Agricultural Products» Penza State Agricultural University Phone: +7(841) 262-81-51 E-mail: galiullin.a.a@pgau.ru</p>
<p>Новичков Сергей Васильевич аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(927) 366-89-62 E-mail: novichkov2011@yandex.ru</p>	<p>Novichkov Sergey Vasilievich postgraduate student «Processing of agricultural products» Penza State Agricultural University Phone: +7(927) 366-89-62 E-mail: novichkov2011@yandex.ru</p>

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 664:6

Состояние производства хлеба и хлебобулочных изделий в России

Зимняков В.М.

Аннотация. Отмечается значение хлеба как одного из самых древних и популярных продуктов питания. Даны требования к производителю хлебобулочных изделий. Основная цель хлебопекарного сектора российской экономики – удовлетворение потребностей всех слоев населения в хлебобулочных изделиях. В статье рассматривается производство хлебобулочных изделий в России; анализируется динамика производства хлебобулочных изделий за 2011-2021 г.г. Перечислены крупнейшие производители хлебобулочных изделий. Представлена динамика потребления хлебобулочных изделий промышленного производства и уровень доходов населения в 2011-2021 гг. Российская Федерация является страной с высоким уровнем потребления хлебных продуктов. Перечислены критерии выбора хлебобулочных изделий. Отмечено, что в настоящее время проблеме здорового питания уделяется все большее внимание, поэтому функциональные пищевые продукты, восполняющие дефицит макро- и микронутриентов, сохраняющие и улучшающие здоровье, становятся более востребованными. К сожалению, сегмент функциональных хлебобулочных изделий крайне ограничен, а их ассортимент не всегда соответствует современным запросам населения. Приводится прогноз развития хлебопекарной отрасли с учетом сложившихся условий.

Ключевые слова: хлеб, хлебобулочные изделия, производство, спрос, потребительские предпочтения, потребление, прогноз.

Для цитирования: Зимняков В.М. Состояние производства хлеба и хлебобулочных изделий в России // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 87–92.

The state of production of bread and bakery products in Russia

Zimnyakov V.M.

Abstract. The importance of bread as one of the most ancient and popular food products is noted. The requirements for the manufacturer of bakery products are given. The main goal of the bakery sector of the Russian economy is to meet the needs of all segments of the population in bakery products. The article examines the production of bakery products in Russia; analyzes the dynamics of bakery products production for 2011-2021. The largest manufacturers of bakery products are listed. The dynamics of consumption of bakery products of industrial production and the level of income of the population in 2010-2021 are presented. The Russian Federation is a country with a high level of consumption of bread products. Listed criteria for the selection of bakery products. It is noted that at present more and more attention is being paid to the problem of healthy nutrition, therefore functional foods that make up for the deficiency of macro- and micronutrients, preserve and improve health, are becoming more in demand. Unfortunately, the segment of functional bakery products is extremely limited, and their assortment does not always meet the modern needs of the population. The forecast of the bakery industry development is given taking into account the prevailing conditions.

Keywords: bread, bakery products, production, demand, consumer preferences, consumption, forecast.

For citation: Zimnyakov V.M. The state of production of bread and bakery products in Russia. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 87–92. (In Russ.).

Введение

Хлеб в России всегда был и остается одним из основных продуктов питания, так как он насыщает организм человека необходимыми белками, углеводами, витаминами и придает энергию, необходимую для жизнедеятельности организма. Несмотря на меняющиеся тренды в потреблении продуктов питания, хлебобулочные изделия остаются востребованными [1].

Современный рынок хлеба и хлебобулочных изделий диктует жесткие требования к производителю. На сегодняшний день недостаточно выпускать только массовые сорта хлеба и хлебобулочных изделий. Чтобы выжить и быть успешным, необходимо вырабатывать широкий ассортимент изделий. Представителям хлебопекарных отраслей следует обращать внимание на качество своей продукции, а также учитывать специфику и привычки потребителей. Авторами данной статьи были определены факторы, оказывающие негативное воздействие на обеспечение продуктами питания населения страны [6].

Основная цель хлебопекарного сектора российской экономики – удовлетворение потребностей всех слоев населения в хлебобулочных изделиях с учетом обеспечения стабильности производства хлеба внутри страны. Должное развитие производства хлеба и хлебобулочных изделий в России в настоящее время сильно сдерживается существованием достаточного ряда проблем. В связи с постоянным ростом цен на сырье и тарифов на все энергоносители растут затраты производителей хлеба. При этом перед производителями стоит главная задача – обеспечение дешевым хлебом основных слоев населения. В силу того, что хлебопекарное производство не относится к сельскохозяйственным производствам, на него не распространяются существующие инструменты господдержки; в ре-

зультате чего производство хлеба не является высококорентабельным [2].

Целью работы является изучение современного состояния производства хлеба и хлебобулочных изделий.

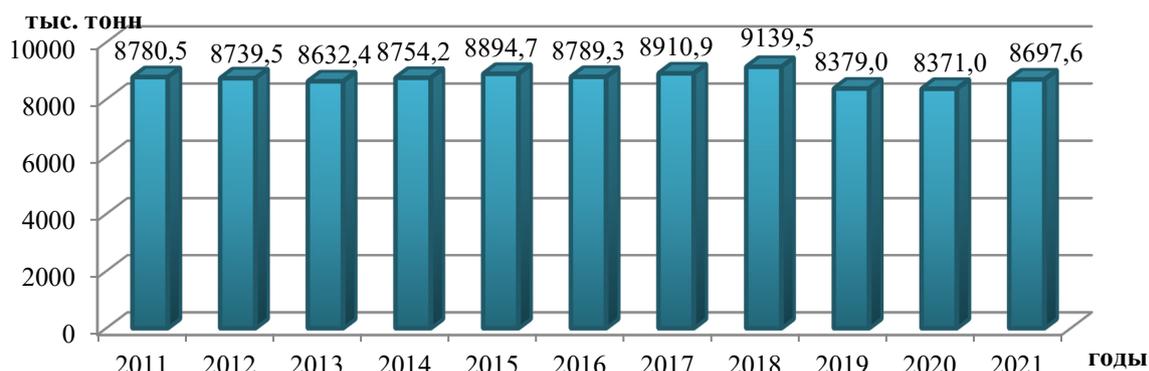
Объекты и методы исследований

Объектом исследования является производство хлеба и хлебобулочных изделий. Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований: диалектического, статистического, типологического, индуктивного и дедуктивного анализа, экономико-математического моделирования, социологического опроса, экспертных оценок, монографического обследования. В процессе обработки исходной информации и других привлеченных аналитических материалов применялись анализ и синтез, логический, корреляционный и статистический анализ и др. Методикой исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные общностью системного подхода к проблемам производства хлеба и хлебобулочных изделий.

Результаты и их обсуждение

В условиях сокращения поставок импортной техники и ухода с рынка России многих западных компаний- производителей оборудования для хлебопечения и кондитерского производства крайне важно обеспечить субъектам хлебопечения возможность приобретения торгово-технологического оборудования для бесперебойного снабжения хлебом и булочными изделиями населения страны.

По данным Росстата, в нашей стране насчи-



*По данным Института аграрного маркетинга

Рис. 1. Динамика производства хлеба и хлебобулочных изделий, тыс. т



*По данным Института аграрного маркетинга

Рис. 2. Динамика потребления хлеба промышленного производства и уровень доходов населения в 2011-2021 гг.

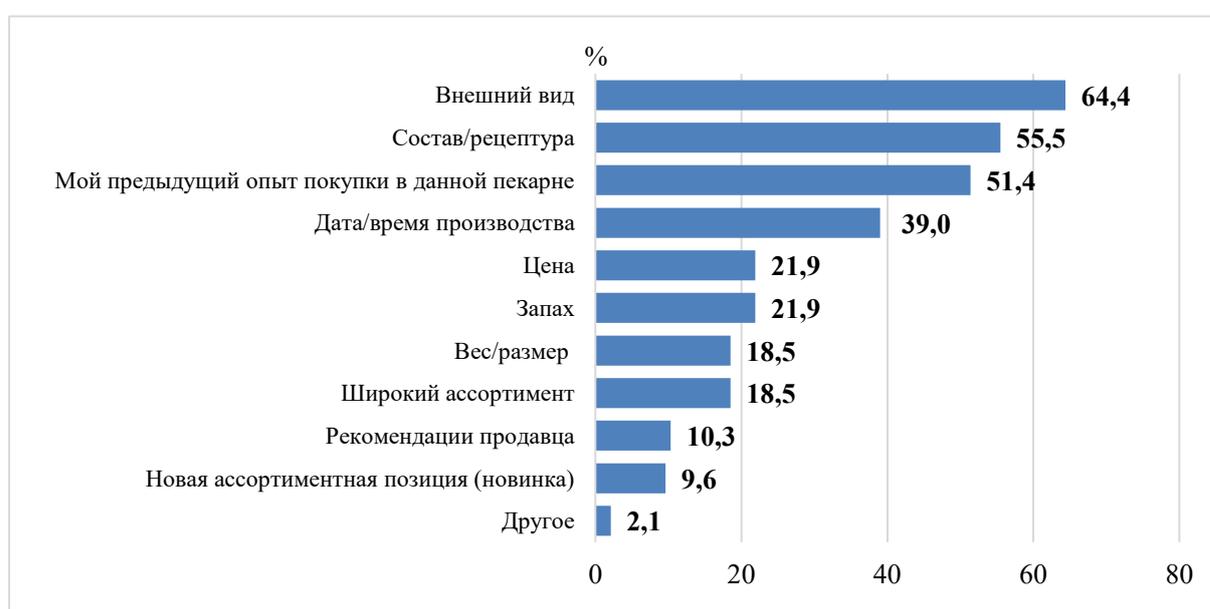


Рис. 3. Критерии выбора хлебобулочных изделий в пекарнях, %

тывается более 11 тысяч субъектов хлебопроизводства. Для российской хлебопекарной отрасли характерна высокая концентрация производственных мощностей на крупных предприятиях при одновременном функционировании большого количества малых предприятий; доля средних и крупных хлебопекарен на российском рынке составляет более 70%, а малых – около 30% [2].

Данные о динамике объемов производства хлеба и хлебобулочных изделий в России представлены на рисунке 1.

Объемы производства хлеба и хлебобулочных изделий в 2021 году по сравнению с 2011 годом остались практически на прежнем уровне и составили почти 8,7 млн. т. (Рис.1).

Крупнейшими производителями хлеба и хлебобулочных изделий в настоящее время являются: ООО «Фацер», ООО «КДВ Яшкино», ОАО «Хлебпром», ОАО «Каравай», АО «Первый хле-

бокомбинат», БКК «Коломенский», «Лима», ОАО «Пензенский комбинат хлебопродуктов», ЗАО «Комбинат хлебопродуктов Старооскольский», ООО «Сириал партнерс Рус», ООО «Чипита Санкт-Петербург», ГК «Дарница», КБК «Черёмушки», ООО «ФилиБейкер» и др. Производственные мощности концентрируются на крупных предприятиях, а также на большом количестве малых предприятий. Доля крупных и средних пекарен на рынке составляет около 72%, малых пекарен – 28%. [5].

По рекомендациям Министерства здравоохранения Российской Федерации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов соответствующих требованиям здорового питания, человеку рекомендуется потреблять 96 кг хлебобулочных изделий в год. В настоящее время различные хлебобулочные изделия являются одними из самых распространенных продуктов в рационе у многих людей. Так, по данным ВЦИОМ, 79 % населения



Рис. 4. Основные тенденции развития хлебопекарной отрасли России

Российской Федерации ежедневно употребляют хлебобулочные изделия. При этом, при рассмотрении более раннего проведенного исследования Всероссийским центром изучения общественного мнения, можно выявить, что у 84 % россиян хлеб и хлебобулочные изделия являются основными, а не дополнительными продуктами в рационе питания [3].

В результате снижения доходов, население переходит с потребления более дорогих продуктов на более дешевые, экономя на приобретении мяса, овощей и фруктов. Люди не готовы отказываться от основного и относительно недорогого источника энергии и жизненных сил – хлеба и хлебобулочных изделий, а также круп. После стабилизации потребления хлеба на уровне 57,1 кг на человека в год в 2019-2020 г.г., в 2021 году потребление выросло на 2,2 кг в год и составило 59,2кг на человека в год (Рис.2).

Анализ динамики основных индикаторов потребления и производства хлеба указывает, что Российская Федерация является страной с высоким уровнем потребления хлебных продуктов, при этом в последние несколько лет сложилась нисходящая траектория употребления хлебной продукции. Сложившаяся тенденция объясняется сменой вектора предпочтений потребителей в области еды, на первое место выходят экологически чистые продукты, не наносящие вред организму и не способствующие накоплению избыточного веса [1].

Согласно проведенному опросу респондентов наибольшее внимание при выборе хлебобулочных изделий в пекарнях покупатели обращают на: внешний вид – 64,4 %, состав и рецептуру – 55,4%, опыт покупки в данной пекарне – 39,0%, дату и время производства – 21,9%, цену – 21,9% и др.(Рис.3).

Цена является важным фактором доступности хлеба. По данным Росстата, за период с января по декабрь 2021 года средние потребительские цены на хлеб и хлебобулочные изделия из пшеничной муки 1 и 2 сортов выросли на 10,2%, на хлеб из ржаной муки и из смеси муки ржаной и пшеничной – на 9,8%. Эти цены фиксируются статистическим ведомством на полках магазинов. При этом индекс потребительских цен на продовольственные товары

за 2021 год был зафиксирован Росстатом на уровне 10,6%.

На рисунке 4 представлены основные тенденции развития хлебопекарной отрасли России.

К основным направлениям развития хлебопекарной отрасли относятся: сохранение объемов потребления хлебобулочных изделий, глобализация ассортимента хлебобулочных изделий, увеличение производства отечественного оборудования, увеличение потребления функциональных хлебобулочных изделий.

В настоящее время проблеме здорового питания уделяется все большее внимание, поэтому функциональные пищевые продукты, восполняющие дефицит макро- и микронутриентов, сохраняющие и улучшающие здоровье, становятся более востребованными. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что наиболее эффективным способом устранения дефицита макро- и микронутриентов в организме человека является производство функциональных хлебобулочных изделий. Согласно данным Российского союза пекарей, стране необходимо до 1,5 млн. тонн в год функциональных хлебобулочных изделий. Анализ российского потребительского рынка хлебобулочных изделий показал, что, к сожалению, сегмент функциональных хлебобулочных изделий крайне ограничен, а их ассортимент не всегда соответствует современным запросам населения. Необходимо расширение ассортимента функциональных хлебобулочных изделий, употребление которых обеспечит потребность организма человека в необходимых макро- и микронутриентах для активного и здорового образа жизни [7,8,9].

Укрепление здоровья населения - основная задача, которая входит в цели и задачи ряда национальных и федеральных проектов в России. Одним из способов её решения является увеличение объемов производства функциональных продуктов питания. Анализ состояния и перспектив развития рынка функциональных хлебобулочных изделий в России для поиска источников развития хлебопекарной отрасли в условиях проектного подхода необходимо осуществить путем сопоставления содействующих и противодействующих её развитию факторов [4].

Выводы

1. В 2021 году в России было произведено 8697,6,0 тыс. тонн хлеба и хлебобулочных изделий, что на 3,9% больше объема производства 2020 года.

2. Потребление хлеба промышленного производства в России на 1 человека в 2021 году по сравнению с 2020 годом увеличилось на 2,2 кг с 57,1 до 59,3 кг в год.

3. Обеспечить наращивание объемов производства отечественного оборудования, которое могли бы приобретать предприятия хлебопекарной отрасли.

4. Модернизацию хлебопекарного производства, за счет повышения потенциала отечественных ресурсов на обеспечении рыночной конкурентоспособности предприятий малого, среднего, крупного бизнеса на внутреннем рынке, необходимо осуществлять на основе более тесного сотрудничества науки, бизнеса и государства.

5. Более активно внедрять на производстве достижения науки и техники, ориентированные на современные тенденции развития спроса, в частности выпуск и реализацию хлебобулочных изделий функционального назначения.

Литература

- [1] Балыхин М.Г., Шайлиева М.М., Цыпин М.А.П. Статистическое исследование потребления хлеба и развития хлебопекарной отрасли России // Продовольственная политика и безопасность. 2021. Т. 8. № 1. С. 97-106.
- [2] Бутенко И.В., Думчина О.А. Статистическое исследование динамики объемов производства хлеба и хлебобулочных изделий в России на современном этапе // Научные Записки ОрелГИЭТ. 2020. № 3 (35). С. 10-14.
- [3] Князева Д.Д. Потребление хлеба и хлебобулочных изделий в Российской Федерации // Наука без границ. 2021. № 3 (55). С. 67-73.
- [4] Плосконосова Е.А., Смирнов А.В. Перспективы развития рынка функциональных хлебобулочных изделий в России в условиях реализации проектного подхода // Вектор экономики. 2020. № 8 (50). С. 12.
- [5] Семянина В.А., Агапкин А.М. К вопросу о российском рынке хлебобулочных изделий в условиях пандемии коронавируса // Евразийское Научное Объединение. 2021. № 2-4 (72). С. 285-286.
- [6] Старкова О.Я., Алабужева М.А. Тенденции развития рынка хлеба в Российской Федерации // Аэкономика: экономика и сельское хозяйство, 2017. № 2 (14). URL: <http://aeconomy.ru/science/economy/tendentsii-razvitiya-rynka-khleba-v/> (дата обращения: 19.10.2022).
- [7] Шахрай Т.А., Воробьева О.В., Викторова Е.П. Основные тенденции развития рынка функциональных хлебобулочных изделий // Новые технологии / New technologies. 2021;17(3). С. 51-58.
- [8] Diaz L., Fernandez-Ruiz V., Camara M. An international regulatory review of food healthrelated claims in functional food products labeling // Journal of Functional Foods. 2020. № 68.
- [9] Lindstrom J. Introducing Functional Products in production systems: problems and issues encountered // Procedia CIRP. 2016. № 41. P. 45-50.

References

- [1] Balykhin M.G., Shailieva M.M., Tsypin M.P. Statistical study of bread consumption and the development of the baking industry in Russia // Food policy and security. 2021. Vol. 8. No. 1. pp. 97-106.
- [2] Butenko I.V., Dumchina O.A. Statistical study of the dynamics of production volumes of bread and bakery products in Russia at the present stage // Scientific Notes of OrelGIET. 2020. No. 3 (35). pp. 10-14.
- [3] Knyazevad.D. Bread consumption and Bakery products in the Russian Federation // Science without Borders. 2021. No. 3 (55). pp. 67-73.
- [4] Ploskonosova E.A., Smirnov A.V. Prospects for the development of the market of functional bakery products in Russia in the context of the implementation of the project approach // Vector of Economics. 2020. No. 8 (50). p. 12.
- [5] Semyanina V.A., Agapkin A.M. On the issue of the Russian market of bakery products in the conditions of the coronavirus pandemic // Eurasian Scientific Association. 2021. No. 2-4 (72). pp. 285-286.
- [6] Starkova O.Ya., Alabuzheva M.A. Trends in the development of the bread market in the Russian Federation // Aeconomics: economics and agriculture, 2017. No. 2 (14). URL: <http://aeconomy.ru/science/economy/tendentsii-razvitiya-rynka-khleba-v/> (date of reference: 19.10.2022).
- [7] Shakhrai T.A., Vorobyova O.V., Viktorova E.P. Main development trends the market of functional bakery products // New technologies / New technologies. 2021; 17(3). pp. 51-58.
- [8] Diaz L., Fernandez-Ruiz V., Camara M. An international regulatory review of food healthrelated claims in functional food products labeling // Journal of Functional Foods. 2020. No. 68.
- [9] Lindstrom J. Introducing Functional Products in production systems: problems and issues encountered // Procedia CIRP. 2016. No. 41. pp. 45-50.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Зимняков Владимир Михайлович доктор экономических наук профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru</p>	<p>Zimnyakov Vladimir Mikhailovich D.Sc. in Economics professor at the department of «Agricultural products processing» Penza State Agrarian University Phone: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru</p>
---	---

Особенности производства мясных полуфабрикатов

Зимняков В.М.

Аннотация. В статье отмечается значение мясных полуфабрикатов как одного из основных продуктов питания, входящих в повседневный рацион отечественного потребителя. В 2021 году в России было произведено 4 335 771,9 тонн полуфабрикатов мясных, мясосодержащих, охлажденных, замороженных, что на 10,4% больше объема производства предыдущего года. Отмечены основные достоинства и недостатки мясных полуфабрикатов. Анализируя причины потребления мясных полуфабрикатов, выявлено, что основной причиной для потребителей является их удобство в приготовлении. При выборе мясных полуфабрикатов потребитель предъявляет к ним ряд требований с учетом вкусовых предпочтений. Основными критериями выбора мясных полуфабрикатов являются состав продукта и дата изготовления. Отмечены преимущества шоковой заморозки мясных полуфабрикатов. Приведены исследования влияния на качество мясных полуфабрикатов сырья и растительных добавок.

Ключевые слова: мясные полуфабрикаты, производство, достоинства, недостатки, критерии выбора, растительные добавки.

Для цитирования: Зимняков В.М. Особенности производства мясных полуфабрикатов // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 93–99.

Features of the production of meat semifinished products

Zimnyakov V.M.

Abstract. The article notes the importance of meat semi-finished products as one of the main food products included in the daily diet of the domestic consumer. In 2021, 4,335,771.9 tons of semi-finished meat, meat-containing, chilled, frozen products were produced in Russia, which is 10.4% more than the production volume of the previous year. The main advantages and disadvantages of meat semi-finished products are noted. Analyzing the reasons for the consumption of meat semi-finished products, it was revealed that the main reason for consumers is convenience in cooking. when choosing meat semi-finished products, the consumer makes a number of requirements taking into account taste preferences. The main criteria for choosing meat semi-finished products are: the composition of the product and the date of manufacture. The advantages of shock freezing of meat semi-finished products are noted. Studies of the impact on the quality of meat semi-finished products: raw materials and vegetable additives are presented.

Keywords: meat semi-finished products, production, advantages, disadvantages, selection criteria, vegetable additives.

For citation: Zimnyakov V.M. Features of the production of meat semifinished products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 4. pp. 93–99. (In Russ.).

Введение

Одним из основных и привычных продуктов питания, входящих в повседневный рацион отечественного потребителя, являются мясные полуфабрикаты. Ускорение темпов жизни, особенно в мегаполисах, привело к пересмотру отношения потребителей к этой группе продуктов. Охлажденные

и замороженные полуфабрикаты прочно вошли в рацион современного горожанина. На сегодняшний день полуфабрикаты становятся более качественными и поражают своим разнообразием. А число их поклонников всех возрастов быстро увеличивается благодаря доступности, полезности и разнообразию этих продуктов. И именно в связи с ростом спроса производство полуфабрикатов постепенно

стало занимать одну из ведущих позиций на рынке продовольствия.

В мясных полуфабрикатах имеется более 50 ферментов, которые расщепляют белки, жиры и углеводы. К ним относят протеазы, липазы. В мясе содержатся экстрактивные вещества, которые участвуют в формировании вкуса и аромата мясных полуфабрикатах, возбуждают аппетит, повышают усвояемость мяса, так как способствуют выделению желудочного сока. Мясные полуфабрикаты отличаются высокой питательной ценностью, хорошими вкусовыми качествами и, как правило, быстрым способом приготовления.

В последние годы отмечается растущий интерес российских потребителей к здоровому питанию и экологически чистым продуктам, что настраивает мясоперерабатывающие предприятия активно использовать в производстве высококачественное мясное сырье.

Целью работы является изучение особенностей производства мясных полуфабрикатов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является производство мясных полуфабрикатов. Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований: диалектического, статистического, типологического, индуктивного и дедуктивного анализа, экономико-математического моделирования, социологического опроса, экспертных оценок, монографического обследования. В процессе обработки исходной информации и других привлеченных аналитических материалов применялись анализ и синтез, логический, корреляционный и статистический анализ и др. Методикой

исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные общностью системного подхода к проблемам производства мясных полуфабрикатов.

Результаты и их обсуждение

На протяжении последних трех лет в России наблюдается подъем производства полуфабрикатов мясных, мясосодержащих, охлажденных, замороженных. В 2021 году в России было произведено 4 335 771,9 тонн полуфабрикатов мясных, мясосодержащих, охлажденных, замороженных, что на 10,4% больше объема производства предыдущего года. Лидером производства полуфабрикатов мясных, мясосодержащих, охлажденных, замороженных в (тонн) от общего произведенного объема за 2021 год стал Центральный федеральный округ с долей около 48,0%. В период 2019-2022 гг. средние цены производителей на полуфабрикаты мясные, мясосодержащие, охлажденные, замороженные выросли на 31,2%, с 138 797,1 руб./тонн. до 182 054,2 руб./тонн. Наибольшее увеличение средних цен производителей произошло в 2021 году, тогда темп прироста составил 26,7%.

Растет производство мясных полуфабрикатов как ответ на запрос потребителей, испытывающих нехватку времени в условиях большого города. Люди стремятся сохранить баланс между работой и досугом и стремятся минимизировать время на приготовление еды. В небольших городах рынок замороженных мясных полуфабрикатов развит слабее. Несмотря на то, что полуфабрикаты (особенно среднего и высокого ценового сегмента) являются более маржинальными продуктами, они отвечают потребности потребителей сокращать время на

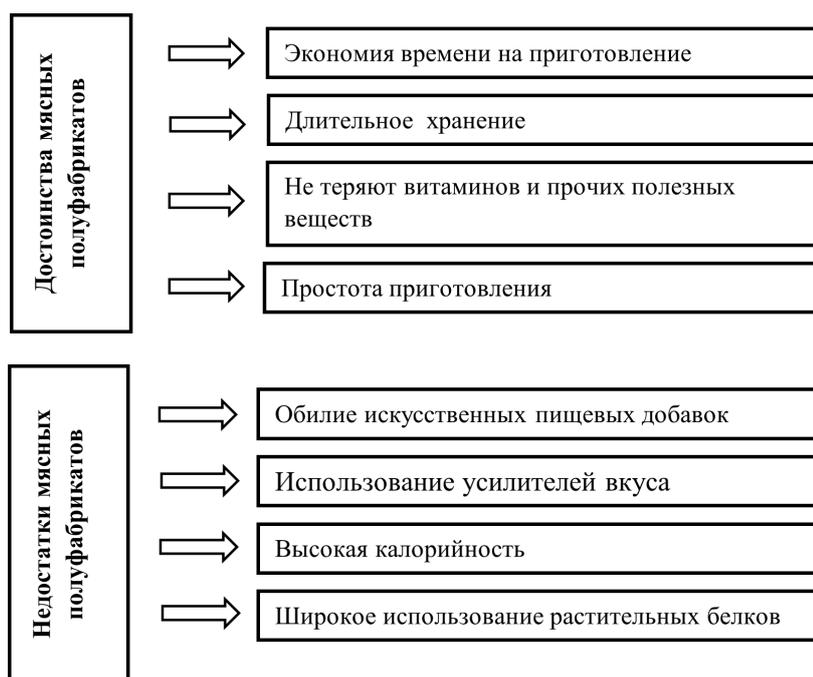


Рис. 1. Достоинства и недостатки мясных полуфабрикатов

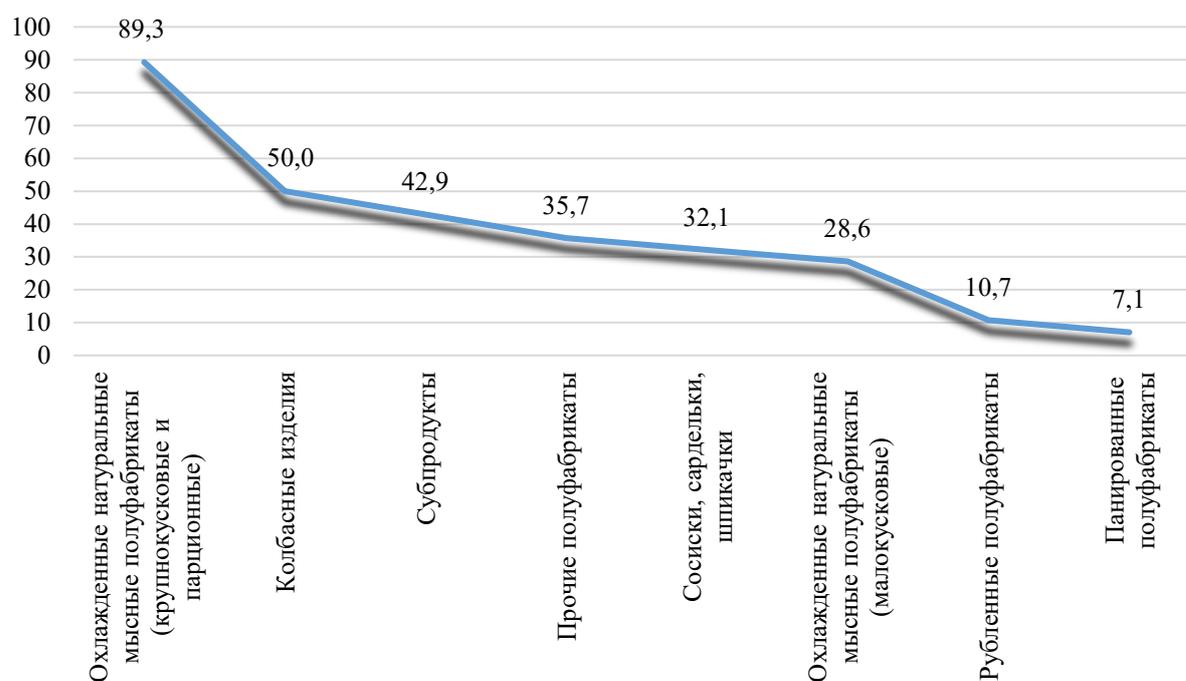


Рис. 2. Востребованность различных видов мясной продукции, %

приготовление пищи при сохранении разнообразия блюд [3].

Мясные полуфабрикаты обладают рядом достоинств и недостатков (рис.1).

К достоинствам мясных полуфабрикатов относятся:

- экономия времени на приготовление;
- длительное хранение (от трёх до шести месяцев);
- не теряют витаминов и прочих полезных веществ;
- простота приготовления. Полуфабрикаты – это наполовину готовый продукт, который нужно только разогреть.

К недостаткам мясных полуфабрикатов можно отнести:

- обилие искусственных пищевых добавок – это и консерванты, и красители, и усилители вкуса, что неблагоприятно влияют на желудочно-кишечный тракт;
- использование различных усилителей вкуса;
- важным фактором, говорящим о вреде данного изделия, является его большая калорийность. Большая часть полуфабрикатов содержит в себе большое количество жиров и углеводов, способных нанести вред организму человека;
- широкое использование растительных белков.

Востребованность различных видов мясной продукции представлена на рисунке 2.

Анализируя востребованность различных видов мясной продукции, можно отметить, что охлажденные натуральные мясные полуфабрикаты (крупнокусковые и порционные) составляют – 89,3%, прочие полуфабрикаты – 35,7%, охлажденные натуральные мясные полуфабрикаты (мелкокусковые) –

28,6%, на долю рубленых полуфабрикатов приходится – 10,7%, а на панированные полуфабрикаты – 7,1% [8].

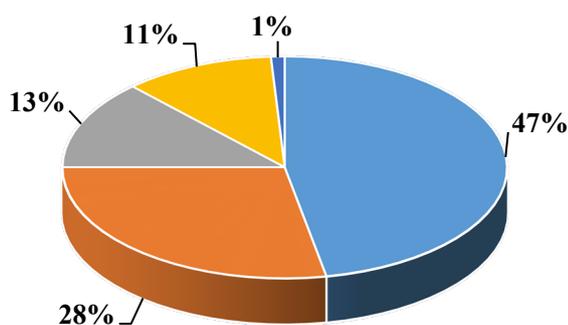
Все вышеперечисленные достоинства мясных полуфабрикатов объясняют большую популярность у потребителей. Рассмотрим причины потребления полуфабрикатов (рис.3).

Анализируя причины потребления мясных полуфабрикатов, можно отметить, что основной причиной для потребителей является удобство в приготовлении – 47%, а также: вкусно – 28%, широкий ассортимент – 13%, низкая цена – 11% [8].

Частота потребления охлажденных натуральных мясных полуфабрикатов (крупнокусковых, мелкокусковых и порционных) составила в большей мере один / два раза в неделю (32,1%), ежедневно (21,4%) и более 2 раз в неделю (21,4%). Несколько раз в месяц охлажденное мясо употребляют 17,9% респондентов, несколько раз в полмесяца употребляют – 7,1% [8] (рис. 4).

При выборе мясных полуфабрикатов потребитель предъявляет ряд требований с учетом вкусовых предпочтений (рис.5).

Критерии выбора мясных полуфабрикатов включают в себя: состав продукта, дата изготовления, целостность упаковки, внешний вид, условия хранения, марка, изготовитель. Основными критериями выбора мясных полуфабрикатов являются состав продукта и дата изготовления, но и другие критерии выбора играют большую роль. При выборе мясных полуфабрикатов необходимо обращать внимание на целостность упаковки. Она должна быть герметичной и без лишних дефектов. Внешний вид полуфабриката, безусловно, тоже имеет значение. Необходимо проверить, есть ли деформация продукта, следы заветривания, повторного замораживания, а также обратить внимание на коли-



- Удобство в приготовлении
- Вкусно
- Широкий ассортимент
- Низкая цена
- Затруднились ответить

Рис. 3. Причины потребления мясных полуфабрикатов, %

чество льда в упаковке. Полуфабрикат без упаковки в обычных магазинах покупать нежелательно.

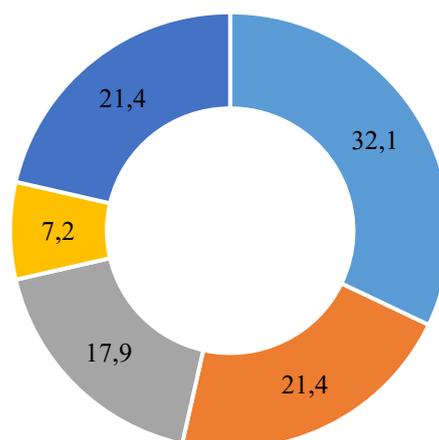
При хранении мясных полуфабрикатов большую роль играет то, каким способом осуществляется заморозка. Заморозка осуществляется обычным и шоковым методами. Полуфабрикаты, замороженные шоковым и обычным методом, в супермаркетах хранят в одних и тех же морозильных камерах. Шоковая заморозка полуфабрикатов является наиболее предпочтительной. В чем же преимущество шокового метода, чтобы отдавать ему предпочтение?

Самыми ценными плюсами шоковой заморозки считают (рис. 6):

Готовые изделия охлаждают или полностью замораживают, в зависимости от технологии производства и способа реализации. В замороженных изделиях максимально сохранены питательные вещества, которые содержатся в свежих продуктах. Наибольшая сохранность витаминов достигается шоковой заморозкой, которая не разрушает структуру полуфабриката, и предотвращает слипание и потерю веса. В результате увеличивается качество и срок годности продукта. При этом существенно сокращается время замораживания. Например, в морозильном шкафу с обычным режимом котлета весом 85 г. заморозится за 2 часа. В шоковой камере на это уйдет около 45 минут.

Интенсивное охлаждение и замораживание продукта происходит при температуре минус 30-35 градусов при постоянном обдуве (скорость воздуха — более 2 м/сек). Быстрое снижение температуры с первых минут прекращает размножение патогенной микрофлоры продукты сохраняются в 2-4 раза дольше охлажденного.

Сроки хранения полуфабрикатов из мяса и птицы зависят от способа дальнейшего хранения — охлажденные продукты должны быть реализованы в течение 48 часов с момента их изготовления, а



- Ежедневно
- Один/Два раза в неделю
- Более трехраз в неделю
- Несколько раз в месяц
- Несколько раз в полмесяца

Рис. 4. Частота потребления охлажденных натуральных мясных полуфабрикатов, %

замороженные хранятся не более 72 часов, полуфабрикаты глубокой заморозки хранятся до 3 месяцев.

Потребительские свойства мясных полуфабрикатов определяются химическим составом сырья. Применение добавок растительного происхождения позволяет стабилизировать функционально-технологические свойства сырья, увеличить биологическую ценность, улучшить органолептические показатели готовой продукции. Применение растительных компонентов в рецептуре фарша приводит к повышению содержания в мясных рубленых полуфабрикатах белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов, микроэлементов, прямо пропорционально увеличению концентрации вводимых добавок. Установлено, что наибольшей обогащающей способностью обладает льняная мука, содержащая значительные количества эссенциальных компонентов.

По результатам исследования органолептических и физико-химических свойств выявлены оптимальные рецептуры мясных полуфабрикатов с введением растительных компонентов. Наилучшими по результатам комплексного анализа признаны образцы, содержащие растительные добавки: гречневую или льняную муку в количестве - 5 % и морковный порошок - 5% [5].

Авторами [9] предложен способ приготовления котлет из мяса индейки для школьного питания, обогащенных растительными наполнителями, которыми являются отруби пшеничные и брюква. Добавление незначительного количества отрубей пшеничных к блюдам школьников повышает аппетит, выработку секрета кишечника, улучшает

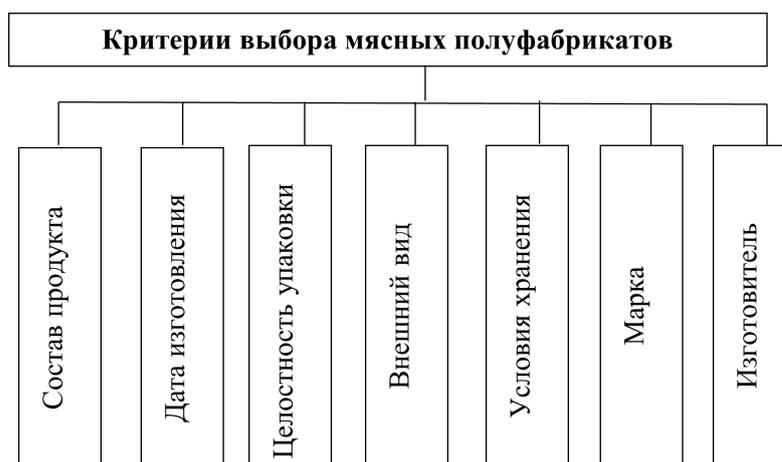


Рис. 5. Критерии выбора мясных полуфабрикатов



Рис. 6. Преимущества шоковой заморозки

защитные силы организма в борьбе с инфекциями, стимулирует выработку красных кровяных телец и успокаивает нервную систему. Благодаря антиоксидантам, содержащимся в брюкве, человеческий организм способен хорошо противостоять разным заболеваниям. [9].

А Миллер Ж.Е. и Речкиной Е.А. предложен способ приготовления котлет с льняной мукой, которая содержит полиненасыщенные жирные кислоты Омега-3 и Омега-6, витамины В1,В2,В6, а так же необходимыми для здоровья микроэлементами (калием, кальцием, магнием и др.). Льняная мука способствует похудению благодаря высокому содержанию белка и клетчатки: именно они нормализуют обменные процессы в организме и позволяют дольше чувствовать сытость. Так же её используют как натуральный сорбент для очищения кишечника от различных вредных веществ, она укрепляет сердечно-сосудистую и эндокринную системы организма, способствует профилактике онкологических заболеваний. Благодаря антиоксидантам и полифенолам, которые содержатся в льняной муке, улучшается состояние кожи, волос и ногтей [6].

Инербаева А.Т. предложила в виде добавки порошок-концентрат свёклы, так как она содержит пектин, микро- и макроэлементы, но основным ее преимуществом является наличие в ней бетаина. Бетаин обладает способностью снижать уровень гомоцистеина, токсичного продукта распада аминокислот, который способствует развитию атеросклероза и остеопороза, то есть обладает свойством

детоксикации из живого организма и более полного усвоения белков животного происхождения [4].

Предложен способ производства мясорубительных рубленых полуфабрикатов повышенной биологической ценности с добавлением гречневой муки [10]. Гречневая мука содержит примерно четверть суточной нормы клетчатки, которая просто необходима для правильной моторики кишечника, снижения холестерина и сахара в крови. Хороший источник белка и ряда незаменимых для человека аминокислот. Кроме того, она содержит огромные порции фосфора, калия, железа, цинка, кальция. Мука из гречневых зерен улучшает усвоение кальция. Она очень полезна для нервной системы, улучшает работу головного мозга, укрепляет иммунную систему и активизирует метаболические процессы в организме. [10].

Авторами [1] предложен способ приготовления мясных рубленых полуфабрикатов с добавкой из белых грибов. Не все любители грибов знают, что белый гриб, кроме превосходного вкуса, обладает еще и целым рядом полезных свойств. Он является отличным стимулятором пищеварения, поскольку улучшает секрецию желудочных соков. В белых грибах содержится немалое количество витаминов. Химический состав белых грибов отличается повышенным содержанием углеводов, белков жиров, клетчатки, витаминов В3, В9 С. Е, макро- (калий, кальций, магний, натрий, фосфор) и микроэлементов (железо, кобальт, фтор) [1].

Для функционального питания имеются рецептурные разработки изделий из мяса с добавлением

в него тыквенного порошка. Применение в технологии производства такого порошка приводит к значимому увеличению в нем каротина. В составе тыквенного порошка обнаружены тиамин, недостаток которого вызывает различные нарушения нервной системы, быструю умственную и физическую усталость; рибофлавин (витамин В2), недостаток его в организме вызывает нарушение аппетита, слабость, уменьшение массы тела; токоферол (витамин Е) - недостаток которого вызывает расстройство половых функций организма; никотиновая кислота (витамин РР) - недостаток вызывает пеллагру; а также аскорбиновая кислота (витамин С), пантотеновая кислота (витамин В3), пиридоксин (витамин В6), фолиевая кислота (витамин В9). Богат тыквенный порошок и минеральными солями, особенно солями калия, железа, кальция и фосфора. [11].

Таким образом, использование растительных компонентов в рецептуре мясных полуфабрикатов позволяет стабилизировать функционально-технологические свойства сырья, увеличить биологическую ценность, улучшить органолептические показатели готовой продукции.

Литература

- [1] Беляевская В.В., Кобыляцкий П.С. Разработка рецептуры рубленых полуфабрикатов с антираковыми свойствами // Новые информационные технологии и системы в решении задач инновационного развития. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. 2020. С. 172-174.
- [2] Зимняков В.М. Особенности производства мясных полуфабрикатов // В сборнике: Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию юбилею А.Н. Кшникаткиной, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного работника сельского хозяйства РФ. 2020. С. 208-209.
- [3] Зимняков В.М., Курочкин А.А. Характерные особенности производства мясных полуфабрикатов // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 1. С. 55-62.
- [4] Инербаева А.Т. Разработка и оценка качества пищевых продуктов с использованием растительных добавок // Вестник КрасГАУ. 2019. № 4 (145). С. 119-125.
- [5] Меренкова С.П., Лукин А.А. Технологическое обоснование применения растительных добавок в рецептуре мясных полуфабрикатов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. Т.4, №3. С.29-38.
- [6] Миллер Ж.Е., Речкина Е.А. Разработка рецептуры рубленых полуфабрикатов из индейки с использованием льняной муки // Инновационные тенденции развития российской науки. Материалы

Выводы

1. Мясные полуфабрикаты имеют большое значение как один из основных продуктов питания, входящих в повседневный рацион отечественного потребителя.

2. На протяжении последних лет в России наблюдается подъем производства мясных полуфабрикатов. В 2021 году в России было произведено 4 335 771,9 тонн полуфабрикатов мясных, мясосодержащих, охлажденных, замороженных, что на 10,4% больше объема производства предыдущего года.

3. Для сокращения времени заморозки мясных полуфабрикатов, уменьшения потерь во время хранения рекомендуется использовать шоковую заморозку.

4. Применение растительных компонентов в рецептуре мясных полуфабрикатов приводит к повышению содержания в них белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов, микроэлементов, прямо пропорционально увеличению концентрации вводимых добавок.

References

- [1] Belyaevskaya V.V., Kobylatsky P.S. Development of the formulation of chopped semi-finished products with anti-cancer properties // New information technologies and systems in solving problems of innovative development. Collection of articles on the results of the International Scientific and Practical Conference. 2020. pp. 172-174.
- [2] Zimnyakov V.M. Features of the production of meat semi-finished products // In the collection: Innovative technologies in agriculture: theory and practice. Collection of articles of the VIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of A.N. Kshnikatkina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation. 2020. pp. 208-209.
- [3] Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. Characteristic features of the production of meat semi-finished products // Innovative technique and technology. 2021. Vol. 8. No. 1. pp. 55-62.
- [4] Inerbayeva A.T. Development and evaluation of food quality using herbal additives // Bulletin of KrasGAU. 2019. No. 4 (145). pp. 119-125.
- [5] Merenkova S.P., Lukin A.A. Technological justification of the use of vegetable additives in the formulation of meat semi-finished products // Bulletin of SUSU. Series «Food and biotechnology». 2016. T.4, No.3. pp.29-38.
- [6] Miller Zh.E., Rechkina E.A. Formulation development of chopped semi-finished turkey products using flax flour // Innovative trends in the development of Russian science. Materials of the X International Scientific and practical conference of Young scientists dedicated to the Year of Ecology and the 65th anniversary of the

- Х Международной научно-практической конференция молодых ученых, посвященной Году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ. 2017. С. 20-22.
- [7] Гаязова А.О., Ребезов М.Б., Паульс Е.А., Ахмедьярова Р. АР., Косолапова А. С. Перспективные направления развития производства мясных полуфабрикатов // Молодой ученый. 2014. № 9 (68). С. 127-129.
- [8] Смирнова А. В., Красуля О. Н. Маркетинговое исследование рынка мясной продукции: выявление потребительских предпочтений при разработке новой сонотехнологии // Проблемы и перспективы развития научно-технологического пространства России: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 11 июня 2020г.: Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. С. 6-13.
- [9] Сухарева Т.Н., Родина З.Ю., Казьмина Н.В., Мареева А.С., Плотникова А.Г. Обоснование получения котлет рубленых из мяса индейки с функциональной добавкой для школьного питания// Современные проблемы техники и технологии пищевых производств. Материалы XX Международной научно-практической конференции. 2019. С. 333-336.
- [10] Шарипова А.Ф., Прокудина Т.В. Изучение органолептических свойств функциональных продуктов из мяса индейки с применением растительных компонентов// Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. Международная научно-техническая конференция (заочная). / Под общей редакцией Пономарева А.Н., Мельниковой Е.И. 2013. С. 278-281.
- [11] Щербакова Е.И. Растительные добавки в производстве рубленых блюд из мяса птицы// Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2013. Т. 1. № 2. С. 14-18.
- Krasnoyarsk State Agrarian University. 2017. pp. 20-22.
- [7] Gayazova A.O., Rebezov M.B., Pauls E.A., Akhmedyarova R. AR., Kosolapova A. S. Promising directions for the development of meat semi-finished products production // Young Scientist. 2014. No. 9 (68). pp. 127-129.
- [8] Smirnova A.V., Krasulya O. N. Marketing research of the meat products market: identification of consumer preferences in the development of new sonotechnology // Problems and prospects of development of the scientific and technological space of Russia: collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference on June 11, 2020: Belgorod: Agency for Advanced Scientific Research (APNI) LLC, 2020. pp. 6-13.
- [9] Sukhareva T.N., Rodina Z.Yu., Kazmina N.V., Mareeva A.S., Plotnikova A.G. Justification for obtaining chopped cutlets from turkey meat with a functional additive for school meals// Modern problems of technology and technology of food production. Materials of the XX International Scientific and Practical Conference. 2019. pp. 333-336.
- [10] Sharipova A.F., Prokudina T.V. Study of organoleptic properties of functional turkey meat products using plant components// Innovative technologies in the food industry: science, education and production. International Scientific and Technical Conference (correspondence). / Under the general editorship of Ponomarev A.N., Melnikova E.I. 2013. pp. 278-281.
- [11] Shcherbakova E.I. Vegetable additives in the production of chopped poultry meat dishes// Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. 2013. Vol. 1. No. 2. pp. 14-18.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Зимняков Владимир Михайлович доктор экономических наук профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru</p>	<p>Zimnyakov Vladimir Mikhailovich D.Sc. in Economics professor at the department of «Agricultural products processing» Penza State Agrarian University Phone: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru</p>
---	--

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

AUTHOR GUIDELINES

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей

The procedure for consideration, approval and rejection of articles

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

Требования к оформлению статьи

Article requirements

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

3. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать основной результат исследований. Заголовок 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.

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

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

Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул (использовать английский алфавит) Equation

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

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

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

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

В редакцию предоставляются:

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

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

3) сведения об авторах (на русском и английском языках): фамилия, имя, отчество каждого соавтора, место и адрес работы с указанием должности, структурного подразделения, ученой степени, звания; контактный телефон, домашний адрес, электронная почта, дата рождения. Звездоч-

кой указывается автор, с которым вести переписку. Файл следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП_Анкета.doc;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

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

Этапы преобразования ссылки

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

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

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

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

Порядок преобразования ссылки

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

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

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

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

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

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

Примеры оформления списка литературы в латинице

Описание статьи из журнала:

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

Описание статьи из электронного журнала:

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

Описание статьи с DOI:

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

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

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

Описание книги (монографии, сборники):

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

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

Описание Интернет-ресурса:

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at:

<http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

Описание диссертации или автореферата диссертации:

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

Описание ГОСТа:

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

Описание патента:

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 9

№ 4

2022

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Сдано в производство 05.11.2022. Формат 60X84/8

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

Усл. печ. л. 12,09. Тираж 50 экз.