

# NHHOBALINOHHAR TEXHUKA II TEXHONOLIN

## **INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY**

**Tom 11** 

Nº 3

2024

Научно-теоретический и практический журнал

#### ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 11, № 3, 2024

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 инновационнотехнологический 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 r. Пенза, ул. Антонова, д.26 к.209 E-mail: surr@itit58.ru, surr@bk.ru Caйт: https://itit58.ru Издается 4 раза в год

Журнал «Инновационная техника и технология» индексируется в РИНЦ (http://www.elibrary.ru), Google Scholar, ICI World of Journals, DOAJ (https://doaj.org/toc/2410-0242), AGRIS.

© Фролов Д. И., 2024

## INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Volume 11, Issue 3, 2024

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" indexed in the RSCI (http://www.elibrary.ru), Google Scholar, ICI World of Journals, DOAJ (https://doaj.org/toc/2410-0242), AGRIS.

© Frolov D. I., 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

| Определение содержания ликопина в продуктах питания и перспективы его использования в хлебобулочных изделиях   |
|--|
| Аширов Р.Р., Фролов Д.И.   |
| Изменения технологических свойств мясных кнутов из индейки при использовании стартовых культур «Редстарт»  |
| Блинохватов А.А., Пияйко П.И   |
| Совершенствование технологии рыбных рубленых изделий с бобовыми и<br>лактулозой  |
| Бочкарева З.А., Назарова Е.И   |
| Разработка рецептуры фигурного мармелада повышенной биологической<br>ценности  |
| Дегтева К.О., Куприенко А.Е., О.Н. Пчелинцева О.Н  |
| Применение свекольного порошка в хлебопечении<br>Кудряков Д.Н., Гарькина П.К   |
| Моделирование дозировки экструдированной композитной смеси на основе зерна пшеницы и бобов вигны в рецептуре обогащенного хлеба Курочкин А.А., Гарькина П.К., Новикова О.А |
| Применение шелухи фасоли при производстве экструдированных продуктов Новикова О.А., Фролов Д.И   |
| Анализ ароматобразующих веществ крекера с нетрадиционными видами сырья<br>Писаревский Д.С43  |
| Разработка напитков с высокой антиоксидантной способностью<br>Юрна Д.А., Фролов Д.И52  |
| ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  |
| Влияние меди на прорастание семян и рост растений семейства Fabaceae<br>Блинохватова Ю.В., Нуштаева А.В61  |
| Обоснование угла установки рабочего органа для укрытия открытых корней<br>деревьев в интенсивных садах   |
| Имомкулов К.Б., Нишанбаев Н.Н  |

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

| Производство зерна в Пензенской области   |    |
|---|----|
| Зимняков В.М  | 71 |
| Формирование лояльности покупателей как инструмент повышения конкурентоспособности крупных торговых сетей |    |
| Курочкин А.А., Поляков А.В.   | 76 |
| Особенности развития молочно-продуктового подкомплекса<br>Липявский А.П., Зимняков В.М                    | 82 |
| ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ   |    |
| Мутные воды в понимании экологии водных загрязнении   |    |
| Саласар Флорес К., Йерена С., Слабоспицкая А.С  | 88 |
| информация для авторов  |    |
| Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей   | 93 |
| Требования к оформлению статьи  | 93 |

## **CONTENTS**

## FOOD TECHNOLOGY

| Determination of lycopene content in food products and prospects for its use in bakery products  |   |
|--|---|
| Ashirov R.R., Frolov D.I   | 7 |
| Changes in the technological properties of turkey meat whips when using Redstart starter cultures  |   |
| Blinokhvatov A.A., Piyaiko P.I   | 3 |
| Improving the technology of minced fish products with legumes and lactulose  Bochkareva Z.A., Nazarova E.I                               | 8 |
| <b>Development of a recipe for figured marmalade with increased biological value</b> Degteva K.O., Kuprienko A.E., O.N. Pchelintseva O.N | 3 |
| The effect of vegetable powders on the quality of bakery products  Kudryakov D.N., Garkina P.K   | 9 |
| Modeling the dosage of an extruded composite mixture based on wheat grains and vigna beans in the formulation of enriched bread          |   |
| Kurochkin A.A., Garkina P.K., Novikova O.A33   | 3 |
| Use of bean husks in the production of extruded products  Novikova O.A., Frolov D.I  | 7 |
| Analysis of flavor-forming substances of crackers with non-traditional types of raw materials  Pisarevsky D.S                            | 2 |
| Development of beverages with high antioxidant capacity  Yurna D.A., Frolov D.I  |   |
| TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE   |   |
| Effect of copper on seed germination and growth of Fabaceae plants  Blinoкhvatova Yu.V., Nushtaeva A.V                                   | 1 |
| Justification of the installation angle of the working element for covering open tree roots in intensive gardens                         |   |
| Imomkulov K.B., Nishanbaev N.N6  | 7 |

### ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

| Grain production in the Penza region  |      |
|---|------|
| Zimnyakov V.M   | .71  |
| Formation of customer loyalty as a tool to increase the competitiveness of large retail chains                                |      |
| Kurochkin A.A., Polyakov A.V  | .76  |
| Features of the development of the dairy and food subcomplex  Lipyavsky A.P., Zimnyakov V.M.                                  | . 82 |
| ENVIRONMENTAL PROTECTION  |      |
| Navigating the murky waters understanding the ecology of water pollution Salazar Flores C., Llerena S.A., Slabospitskaya A.S. | .88  |
| AUTHOR GUIDELINES   |      |
| The procedure for consideration, approval and rejection of articles   | .93  |
| Article requirements  | 93   |

## ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

#### FOOD TECHNOLOGY

УДК 664

# Определение содержания ликопина в продуктах питания и перспективы его использования в хлебобулочных изделиях

Аширов Р.Р., Фролов Д.И.

**Аннотация.** В статье оценивалось содержание ликопина в томатах, томатных продуктах и фруктах. Содержание ликопина в свежих томатах варьировалось от 1,22 до 6,44 мг/100 г, среднее содержание в томатных пастах составило  $41,49\pm1,42$  мг/100 г, в кетчупах -  $11,14\pm0,32$  мг/100 г, в томатных соках -  $6,87\pm0,37$  мг/100 г. Оценены перспективы использования порошка ликопина в хлебобулочных изделиях.

Ключевые слова: ликопин, пищевые продукты, хлеб, содержание.

Для цитирования: Аширов Р.Р., Фролов Д.И. Определение содержания ликопина в продуктах питания и перспективы его использования в хлебобулочных изделиях // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 7–12.

# Determination of lycopene content in food products and prospects for its use in bakery products

Ashirov R.R., Frolov D.I.

**Abstract.** The article assessed the lycopene content in tomatoes, tomato products and fruits. The lycopene content in fresh tomatoes ranged from 1.22 to 6.44 mg/100 g, the average content in tomato pastes was  $41.49\pm1.42$  mg/100 g, in ketchups -  $11.14\pm0.32$  mg/100 g, and in tomato juices -  $6.87\pm0.37$  mg/100 g. The prospects for using lycopene powder in bakery products were assessed.

Keywords: lycopene, food, bread, content.

**For citation:** Ashirov R.R., Frolov D.I. Determination of lycopene content in food products and prospects for its use in bakery products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 7–12. (In Russ.).

#### Введение

Правильное питание оказывает значительное влияние на здоровье, благосостояние и общее благополучие человека. Рацион питания современного человека, характеризуется повышенным потреблением продуктов с высокой энергетической плотностью, в сочетании с низкой физической активностью, нездоровым образом жизни и стрессом, способствует развитию таких заболеваний, как сердечно-сосудистые патологии и рак. Одним из способов противодействия этим проблемам является поощрение употребления большего количества фруктов и овощей, а также активное исследование каротиноидов, в частности ликопина.

Ликопин, который является основным пигментом, содержащимся в томатах, красном грейпфруте и арбузе, играет важную роль в питании человека и профилактике заболеваний, связанных с питанием. Исследования показали, что ликопин является самым эффективным гасителем активных форм кислорода среди всех пищевых каротиноидов. Он подавляет как образование, так и пагубное воздействие активных форм кислорода, защищая организм от развития множества видов рака, включая рак кожи, желудочно-кишечного тракта, мочевого пузыря, поджелудочной железы, молочной железы, эндометрия, простаты и легких, а также от сердечно-сосудистых заболеваний. Это защитное дей-

ствие ликопина связано с наличием в его структуре 11 сопряженных двойных связей.

Однако, несмотря на большой интерес к роли ликопина в профилактике хронических заболеваний, остается мало информации о содержании этого вещества в продуктах, доступных в повседневном рационе. Применение ликопина в продуктах питания может стать важным шагом к улучшению общественного здоровья. Включение богатых ликопином продуктов в рацион может также способствовать снижению риска возникновения заболеваний, связанных с окислительным стрессом.

Целью данного исследования является определение содержания ликопина в различных продуктах и изучение возможностей его использования в пищевой промышленности, например, в хлебобулочных изделиях.

#### Объекты и методы исследований

Материалы, использованные в ходе исследования, были томаты, томатные продукты, соки, концентраты, пасты, кетчупы, консервированные томаты, порошкообразные томатные супы, порошкообразные томатные сусы соусы и пасты в упаковках. Томатные продукты и консервированные томаты были подвергнуты химическому анализу на содержание ликопина. Содержание ликопина было оценено в красном грейпфруте, арбузах, кураге. Содержание ликопина определялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Для получения образцов перед взвешиванием каждый продукт тщательно перемешивался или гомогенизировались. Томаты гомогенизировались целиком, вместе с кожицей. Содержание ликопина в остальных фруктах определялось только в съедобных частях. После этого продукты взвешивались в количестве 1,0 г (оценка содержания ликопина в соусах, порошковых супах проводилась сразу после их покупки) и добавлялись 20 мл метанола, 0,2 мл 2% спиртового раствора гидрохинона. Подготовленные таким образом образцы повторно гомогенизировались для получения однородной консистентим.

Ликопин извлекали из образцов петролейным эфиром. Эфир добавляли 4-5 раз (порциями по 20 мл) в зависимости от степени обесцвечивания пищевых продуктов. Эфирный экстракт декантировали и фильтровали через фильтровальную бумагу. Собранный эфирный экстракт тщательно перемешивали и собирали его порцию объемом 20 мл для выпаривания с помощью газообразного азота на кипящей водяной бане. Выпаренный остаток растворяли в 2 мл гексана. Раствор фильтровали с использованием микрофильтров с диаметром пор 0,45 мкм и вводили в колонку хроматографа. Определение содержания ликопина проводили спектрометрически при длине волны 466 нм, используя смесь гексан:дихлорметан в соотношении 90:10, а также

скорость потока 1,5 мл/мин. Полученные результаты сравнивали со стандартной кривой, полученной с использованием стандарта ликопина. Анализ образцов проводился в трех повторностях.

#### Результаты и их обсуждение

Ликопин это каротиноидный пигмент, характеризующийся симметричной и ациклической структурой, содержащей 11 сопряженных двойных связей. Эта структура отвечает за красно-оранжевый цвет таких продуктов, как томаты, арбуз и красный грейпфрут. Содержание ликопина в свежих томатах зависит от их сорта и увеличивается со степенью созревания. Исследования, проведенные исследователями [1], показали, что содержание ликопина в томатах с интенсивной красной окраской составляло 50 мг/кг, желтый сорт томатов характеризовался в 10 раз более низким содержанием ликопина.

В настоящем исследовании содержание ликопина в томатах, варьировалось от 1,22 до 6,44 мг/100 г свежего продукта, среднее значение составило 3,59 мг/100 г (таблица 1). Эти данные согласуются с результатами исследований, проведенных другими учеными [2, 4, 5, 6, 7, 10, 12], которые обнаружили, что содержание ликопина в свежих томатах варьировалось от 0,87 до 7,75 мг/100 г. Стоит подчеркнуть, что содержание ликопина в томатах зависит от времени года, среднее содержание составляет 2,6 - 3,1 мг/100 г для зимних томатов и 3,8-6,6 мг/100 г для летних томатов.

В настоящем исследовании содержание ликопина в томатах зависело от сезонности. Среднее содержание ликопина в томатах с интенсивной

Таблица 1 - Содержание ликопина в свежих томатах и фруктах

| Продукт            | Содержание ликопина,<br>мг/100 г |
|--------------------|----------------------------------|
| Помидор            | 3,59±1,71                        |
| Арбуз              | 3,80±1,27                        |
| Грейпфрут, красный | 3,36±0,58                        |
| Абрикос сушеный    | 0,80±0,23                        |

Таблица 2 - Содержание ликопина в концентрированных томатных пастах

| Концентрированные<br>томатные пасты | Содержание ликопина,<br>мг/100 г |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Концентрированная томатная паста 1  | 33,58±2,91                       |
| Концентрированная томатная паста 2  | 45,81±2,64                       |
| Концентрированная томатная паста 3  | 44,50±2,49                       |
| Концентрированная томатная паста 4  | 42,07±3,29                       |
| Среднее                             | 41,49±1,42                       |

Таблица 3 - Содержание ликопина в кетчупах

| Кетчуп   | Содержание ликопина,<br>мг/100 г |
|----------|----------------------------------|
| Кетчуп 1 | $12,25 \pm 0,63$                 |
| Кетчуп 2 | 12,08±0,42                       |
| Кетчуп 3 | 11,57±0,39                       |
| Кетчуп 4 | 10,93±0,78                       |
| Кетчуп 5 | 8,88±1,08                        |
| Среднее  | 11,14±0,32                       |

Таблица 4 - Содержание ликопина в томатных соках

| Томатный сок   | Содержание ликопина,<br>мг/100 г |
|----------------|----------------------------------|
| Томатный сок 1 | 8,87±0,83                        |
| Томатный сок 2 | 6,06±0,63                        |
| Томатный сок 3 | 5,94±0,65                        |
| Томатный сок 4 | 7,08±0,57                        |
| Томатный сок 5 | 6,39±0,57                        |
| Среднее        | 6,87±0,37                        |

Таблица 5 - Содержание ликопина в других томатных продуктах

| Томатные продукты               | Содержание ликопина,<br>мг/100 г |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Суп из томатного порошка        | 23,13±1,93                       |
| Порошковый томатный соус        | 23,28±1,28                       |
| Жидкий томатный соус            | 14,52±0,84                       |
| Томатный соус Болоньезе         | 12,79±1,12                       |
| Томатный соус Кисло-<br>сладкий | 2,54±0,21                        |

красной окраской, купленных летом, было в 2 раза выше, чем в томатах с более светлой окраской, купленных осенью, зимой и весной. Среднее содержание ликопина в томатах с интенсивной окраской достигало 5,61 мг/100 г по сравнению с 2,62 мг/100 г для томатов с менее интенсивной окраской. Количество ликопина в томатах с интенсивной окраской было примерно одинаковым, что объясняется отсутствием различий в интенсивности окраски исследованных томатов.

Содержание ликопина в арбузе, красном грейпфруте было схоже с содержанием в томатах. Среднее содержание варьировалось от 2,95 до 3,79 мг/100 г. Содержание ликопина в исследованных фруктах и овощах соответствовало количеству этого каротиноида, продемонстрированному многими другими авторами [2, 4, 5, 6, 7, 10, 12].

Среди исследованных продуктов, самая высокая концентрация ликопина была обнаружена в томатных пастах, среднее содержание составило  $41,49\pm1,42$  мг/100 г (таблица 2). Количество ликопина в 30% томатных пастах разных компаний было схожим и варьировалось от 33,58±2,91 до  $45,81\pm2,64$  мг/100 г. Содержание ликопина в этих продуктах зависело от многих факторов, таких как степень обработки, спелость, а также сорт и период сбора урожая томатов. Методы упаковки не оказали никакого влияния на содержание ликопина. Только томатные пасты одной компании, продаваемые под двумя различными торговыми марками, отличались по содержанию ликопина - количество этого каротиноида было почти на 50% ниже. Данные настоящих исследований невозможно сравнивать с опубликованными значениями, поскольку томатные пасты, как правило, были польскими и не имели соответствующих эквивалентов.

Среднее содержание ликопина в кетчупах составило 11,14 мг/100 г. На количество этого каротиноида влияли степень обработки сырья, его качество и зрелость (таблица 3). Эти данные согласуются с результатами исследований, проведенных многими другими авторами. Содержание ликопина в кетчупах в других странах, как сообщалось, варьировалось от 9,8 до 16,7 мг/100 г [8, 11].

Помимо томатных паст и кетчупов, томатные соки довольно популярны среди томатных продуктов. Расчетное содержание ликопина в этом классе томатных продуктов составляет от 5,19 до 9,75 мг/100 г (таблица 4), что согласуется с результатами исследований, проведенных многими авторами [3, 9]. Более высокий верхний предел содержания ликопина в кетчупах и томатных соках, наблюдаемый в экспериментах, проведенных в других странах, вероятно, обусловлен более благоприятными климатическими условиями для выращивания томатов.

Другими томатными продуктами, были томатные супы в порошкообразной форме (среднее содержание ликопина 20,86) и томаты в бутылках и банках (таблица 5). Кажется невозможным сравнить содержание ликопина в этих продуктах с другими опубликованными данными, что связано с различным содержанием томатов или, возможно, различным составом продуктов (поскольку томаты являются одним из компонентов), а также применяемыми технологическими процессами.

Ликопин, встречающийся в природе каротиноид, в последние годы привлек к себе значительное внимание из-за своих мощных антиоксидантных свойств и потенциальной пользы для здоровья. Ликопин, содержащийся преимущественно в томатах, арбузах, розовом грейпфруте, отвечает за красные и розовые пигменты в этих фруктах. Многочисленные исследования показали, что ликопин является эффективным поглотителем свободных радикалов, что помогает снизить окислительный стресс, основной фактор развития хронических заболеваний, таких как рак и сердечно-сосудистые заболевания. Учитывая его полезные свойства, потенциал включения ликопина в повседневные продукты питания, особенно в хлебобулочные изделия, представляет собой хорошую возможность для применения в пищевой промышленности.

Пищевые преимущества ликопина Ликопин широко известен своей способностью нейтрализовать активные формы кислорода, тем самым защищая клетки от окислительного повреждения. Антиоксидантная сила ликопина объясняется его уникальной химической структурой, которая содержит 11 сопряженных двойных связей. Эта структура позволяет ликопину гасить синглетный кислород, высокореактивную форму кислорода, более эффективно, чем другие каротиноиды, такие как бета-каротин или лютеин. Поскольку окислительный стресс является предшественником многих дегенеративных заболеваний, включая болезни сердца, диабет и различные виды рака, потребление ликопина связано с уменьшением риска этих состояний.

Одним из основных преимуществ включения ликопина в хлебобулочные изделия является его способность улучшать пищевой профиль часто потребляемых продуктов. Обогащая продукты ликопином, становится возможным доставлять пользу для здоровья большой части населения доступным и удобным способом. Это может быть особенно полезно для людей, которые не могут регулярно употреблять фрукты и овощи, богатые ликопином, такие как помидоры.

Помимо своих питательных преимуществ, порошок ликопина также обладает привлекательными сенсорными свойствами при добавлении в хлебобулочные изделия. Ликопин может придавать выпечке естественный красноватый оттенок, что может улучшить ее визуальную привлекательность. Этот натуральный краситель может служить привлекательной альтернативой искусственным пищевым красителям. Поскольку потребители становятся более заботящимися о своем здоровье и ищут продукты с натуральными ингредиентами, хлебобулочные изделия, обогащенные ликопином, могут соответствовать этим тенденциям и создавать новые рыночные возможности.

Несмотря на потенциальные преимущества, включение ликопина в хлебобулочные изделия сопряжено с рядом проблем. Ликопин чувствителен к теплу, свету и кислороду, что может привести к деградации во время обработки и хранения пищевых продуктов. Поэтому крайне важно оптимизировать рецептуру и процесс выпечки, чтобы сохранить стабильность ликопина в конечном продукте. Например, методы микрокапсулирования могут помочь защитить ликопин от факторов окружающей среды, улучшая его стабильность и биодоступность в хлебопекарных изделиях. Этот метод подразумевает заключение ликопина в защитное покрытие, которое помогает ему выдерживать процесс выпечки и продлевает срок годности продукта.

Более того, жирорастворимая природа ликопина должна учитываться при разработке рецептур

хлебобулочных изделий. Поскольку ликопин растворяется в жирах, а не в воде, его биодоступность можно повысить, сочетая его с ингредиентами на основе липидов. Например, добавление полезных жиров, таких как оливковое масло или масло авокадо, в рецептуру хлебобулочных изделий может не только улучшить усвоение ликопина, но и способствовать получению более здорового продукта в пелом

Спрос на функциональные продукты питания - продукты, которые приносят пользу для здоровья помимо основного питания - растет, что обусловлено растущей осведомленностью потребителей о связи между диетой и здоровьем. Обогащенные ликопином хлебобулочные изделия могли бы удовлетворить эту растущую тенденцию, предлагая потребителям удобный способ включения антиоксидантов в свой ежедневный рацион. Поскольку в ближайшие годы прогнозируется устойчивый рост мирового рынка хлебобулочных изделий, у производителей есть достаточно возможностей для инноваций путем внедрения продуктов, обогащенных ликопином, которые соответствуют как питательным, так и сенсорным ожиданиям.

Хотя перспективы использования ликопина в хлебобулочных изделиях многообещающие, необходимы дальнейшие исследования, чтобы полностью понять его потенциальное применение. Исследования должны быть сосредоточены на оптимизации рецептуры и методов обработки для максимального сохранения ликопина во время выпечки. Кроме того, исследование потребительского восприятия хлебобулочных изделий, обогащенных ликопином, с точки зрения вкуса, текстуры и внешнего вида, будет иметь решающее значение для успешной коммерциализации таких продуктов.

Более того, изучение синергетических эффектов ликопина с другими функциональными ингредиентами, такими как цельное зерно, жирные кислоты омега-3 или пробиотики, может привести к разработке еще более питательных хлебобулочных изделий. Этот многофункциональный подход не только усилит пользу для здоровья этих продуктов, но и обеспечит уникальное ценностное предложение на рынке.

#### Выводы

Включение порошка ликопина в хлебобулочные изделия открывает многообещающие возможности для улучшения общественного здоровья. Мощные антиоксидантные свойства ликопина в сочетании с широким потреблением хлебобулочных изделий делают его идеальным кандидатом для инноваций в области функциональных продуктов питания. При тщательном внимании к формуле, обработке и потребительским предпочтениям, хлебобулочные изделия, обогащенные ликопином, имеют потенциал стать популярным и эффектив-

ным средством улучшения здоровья широкой аудитории. Поскольку потребительский спрос на питательные и натуральные продукты продолжает расти, разработка хлебобулочных изделий, обогащенных ликопином, представляет собой хорошую возможность использования в пищевой промышленности.

#### Литература

- [1] Белокурова Е. С., Панкина И. А. Сравнительный анализ концентрированных томатопродуктов на содержание каротиноидов //Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. №. 2. С. 162-169.
- [2] Гаджиева А. М. и др. Ликопин томатов: полезные свойства, современные способы получения и перспективы использования в различных отраслях //Совершенствование технологических процессов в пищевой, химической и перерабатывающей промышленности. – 2017. – С. 54-60.
- [3] Иванова Н. Н., Хомич Л. М. Л., Бекетова Н. А. Нутриентный профиль томатного сока //Вопросы питания. 2018. T. 87. № 2. C. 53-64.
- [4] Кондратьева И. Ю. и др. Особенности наследования скороспелости и содержания ликопина у гибридов F1 томата //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – №. 5. – С. 46-48
- [5] Кондратьева И. Ю., Голубкина Н. А. Ликопин и β-каротин томата //овощи России. — 2017. — №. 4. — С. 80-83.
- [6] Шамбазов Д. В., Абдулгафарова Г. Х., Газетдинов Р. Р. Определение содержания ликопина в природном сырье //Инновационная наука. 2020. №. 3. С. 15-16.
- [7] Alda L. M. et al. Lycopene content of tomatoes and tomato products //Journal of Agroalimentary Processes and technologies. 2009. T. 15. №. 4. C. 540-542.
- [8] Alda L. M. et al. Lycopene content of tomatoes and tomato products //Journal of Agroalimentary Processes and technologies. 2009. T. 15. №. 4. C. 540-542.
- [9] De Nardo T. et al. Rapid and simultaneous determination of lycopene and β-carotene contents in tomato juice by infrared spectroscopy //Journal of agricultural and food chemistry. 2009. T. 57. №. 4. C. 1105-1112.
- [10] Marković K., Hruškar M., Vahčić N. Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of Croatians //Nutrition Research. – 2006. – T. 26. – №. 11. – C. 556-560.
- [11] Mert B. Using high pressure microfluidization to improve physical properties and lycopene content of ketchup type products //Journal of Food Engineering. – 2012. – T. 109. – №. 3. – C. 579-587.
- [12] Rao A. V., Waseem Z., Agarwal S. Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene //Food Research International. – 1998. – T. 31. – №. 10. – C. 737-741.

#### References

- [1] Belokurova E. S., Pankina I. A. Comparative analysis of concentrated tomato products for carotenoid content // Food production technology and equipment. - 2018. -Vol. 48. - No. 2. - P. 162-169.
- [2] Gadzhieva A. M. et al. Tomato lycopene: beneficial properties, modern methods of production and prospects for use in various industries // Improving technological processes in the food, chemical and processing industries. 2017. P. 54-60.
- [3] Ivanova N. N., Khomich L. M. L., Beketova N. A. Nutrient profile of tomato juice // Nutrition issues. 2018. Vol. 87. No. 2. P. 53-64.
- [4] Kondratieva I. Yu. et al. Features of inheritance of early maturity and lycopene content in F1 tomato hybrids // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2011. No. 5. P. 46-48.
- [5] Kondratieva I. Yu., Golubkina N. A. Lycopene and  $\beta$ -carotene of tomato // Vegetables of Russia. 2017. No. 4. P. 80-83.
- [6] Shambazov D. V., Abdulgafarova G. Kh., Gazetdinov R. R. Determination of lycopene content in natural raw materials // Innovative Science. - 2020. - No. 3. - P. 15-16
- [7] Alda L. M. et al. Lycopene content of tomatoes and tomato products // Journal of Agroalimentary Processes and technologies. – 2009. – T. 15. – No. 4. – pp. 540-542.
- [8] Alda L. M. et al. Lycopene content of tomatoes and tomato products //Journal of Agroalimentary Processes and technologies. 2009. T. 15. No. 4. pp. 540-542.
- [9] De Nardo T. et al. Rapid and simultaneous determination of lycopene and β-carotene contents in tomato juice by infrared spectroscopy // Journal of agricultural and food chemistry. – 2009. – T. 57. – No. 4. – pp. 1105-1112.
- [10] Marković K., Hruškar M., Vahčić N. Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of Croatians //Nutrition Research. – 2006. – T. 26. – No. 11. – pp. 556-560.
- [11] Mert B. Using high pressure microfluidization to improve physical properties and lycopene content of ketchup type products // Journal of Food Engineering. – 2012. – T. 109. – No. 3. – pp. 579-587.
- [12] Rao A. V., Waseem Z., Agarwal S. Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene //Food Research International. – 1998. – T. 31. – No. 10. – P. 737-741.

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

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

УДК 664.951.3

# Изменения технологических свойств мясных кнутов из индейки при использовании стартовых культур «Редстарт»

#### Блинохватов А.А., Пияйко П.И.

Аннотация. В статье проведен анализ научных данных об изменении показателей качества мясных кнутов при использовании в рецептуре стартовых культур совместно с нитритом натрия. Стартовые культуры представляют собой смесь микроорганизмов, оказывающих существенное влияние на снижение кислотности мясного фарша и цветообразования, а также происходит насыщение продукта ароматическими компонентами. Ряд штаммов стафилококков и микрококков, входящих в состав комплексной смеси стартовых культур, позволяют снизить количество биогенных аминов в мясных кнутах. Применение в технологии нитрита натрия, как пищевой добавки, позволяет добиться равномерной окраски готовых мясных кнутов из индейки, и снизить риски развития патогенной микрофлоры в процессе изготовления продукта, так как обладает консервирующим действием. В свою очередь нитрит натрия повышает уровень образования N-нитрозоаминов в процессе восстановление нитрита и взаимодействия продуктов его восстановления с миоглобином при низких значениях рН. Внесение стартовых культур позволяет частично или полностью отказаться от внесения нитрита натрия, тем самым снизив негативное влияние на организм.

**Ключевые слова:** сырье, мясные кнуты, стартовые культуры, технология производства, нитрит натрия, нитрозамины, аминоксидазная активность, показатели качества.

Для цитирования: Блинохватов А.А., Пияйко П.И. Изменения технологических свойств мясных кнутов из индейки при использовании стартовых культур «Редстарт» // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 13–17.

# Changes in the technological properties of turkey meat whips when using Redstart starter cultures

#### Blinokhvatov A.A., Piyaiko P.I.

**Abstract.** The article analyzes scientific data on changes in the quality indicators of meat whips when used in the formulation of starter cultures together with sodium nitrite. Starter cultures are a mixture of microorganisms that have a significant effect on reducing the acidity of minced meat and color formation, as well as saturation of the product with aromatic components. A number of strains of staphylococci and micrococci, which are part of a complex mixture of starter cultures, can reduce the amount of biogenic amines in meat whips. The use of sodium nitrite in technology, as a food additive, makes it possible to achieve uniform coloring of finished turkey meat whips, and reduce the risks of pathogenic microflora development during the manufacture of the product, since it has a preservative effect. In turn, sodium nitrite increases the level of formation of N-nitrosoamines during the reduction of nitrite and the interaction of its reduction products with myoglobin at low pH values. The introduction of starter cultures allows you to partially or completely abandon the introduction of sodium nitrite, thereby reducing the negative effect on the body.

**Keywords:** raw materials, meat whips, starter cultures, production technology, sodium nitrite, nitrosamines, amino oxidase activity, quality indicators.

**For citation:** Blinokhvatov A.A., Piyaiko P.I. Changes in the technological properties of turkey meat whips when using Redstart starter cultures. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 13–17. (In Russ.).

#### Введение

Кнуты относятся к мясной снековой продукции, изготовляемой из прокрученного фарша с добавлением различных ингредиентов в виде специй и наполнителей. Представляют собой дегидрирование тонкие колбаски диаметром от 15 до 9 мм. В качестве основы используется мясо птицы, говядины или свинины. В последнее время технологи на предприятиях используют нестандартное сырье, например, конину или мясо дичи. Одним из важных дополнительных компонентов является добавка – нитрит натрия. Его внесение способствует равномерному окрашиванию продукта, и блокирует размножение патогенной микрофлоры, в частности развитие бактерий Clostridium botulinum. В свою очередь нитрит натрия повышает уровень образования N-нитрозоаминов в процессе восстановление нитрита и взаимодействия продуктов его восстановления с миоглобином при низких значениях рН среды. N-нитрозоамины обладают высоким канцерогенным эффектом, поэтому снижение количества нитрита натрия, в качестве добавки, без потери органолептических показателей продукта является приоритетным направлением модификации технологии производства кнутов из мясного сырья.

Многочисленные исследования показывают, что несение стартовых культур позволяет частично или полностью отказаться от внесения нитрита натрия, и снизить долю N-нитрозоаминов в конечном продукте, оказывающих негативное влияние на организм.

Задача эксперимента - доказать эффективность снижения остаточных значений нитрита натрия в мясных кнутах из мяса индейки, за счет внесения стартовых культур «Редстарт».

#### Объекты и метолы исслелований

Была выбрана рецептура кнутов из мяса индейки, в которых в качестве консерванта используется нитритная соль. Было принято решение внести стартовые культуры бактериального препарата «Редстарт» (рисунок 1), производитель «MOGUNTIA Schweiz AG», Швейцария, в виде до-



Рис. 1. Стартовые культуры «Редстарт»

Таблица 1 – Рецептура мясных кнутов из мяса индейки

| Наименование           | Расход, г |
|------------------------|-----------|
| Филе индейки           | 1000      |
| Чесное молотый (сухой) | 8,5       |
| Сахар песок            | 3         |
| Кардамон               | 0,8       |
| Соль                   | 10        |
| Соль нитритная         | 10        |
| Итого сырья            | 1032,3    |

бавки, позволяющей улучшить показатели качества продукции, и снизить негативное влияние последствий внесения нитритной соли.

Объектом исследования стали мясные кнуты из мяса индейки, приготовленные классическим способом, с добавлением стартовых культур «Редстарт».

Рецептура исходного образца представлена в но таблице 1.

Опытные образцы были произведены в лаборатории «Производства кулинарной продукции и продуктов питания из растительного сырья», Пензенского государственного технологического университета.

Количественное определение нитритов производили ускоренным методом с реактивом Грисса.

Реактив Грисса представляет собой смешанный раствор, полученный при сливании уксуснокислого раствора сульфаниловой кислоты и уксусно-кислого раствора альфа-нафтиламина. При добавлении реактива Грисса в фильтрат происходит сначала взаимодействие нитрита с уксусной кислотой, затем азотистая кислота с сульфаниловой кислотой и альфа - нафтиламином образуют красный азокраситель. Интенсивность окраски красного азоткрасителя зависит от количества нитритов в исследуемом продукте.

Метод определение нитрозопигмента основан на экстрагировании пигментов мясопродуктов водным раствором ацетона и последующем измерении оптической плотности экстракта. Оптическую



Рис. 2. Внесение и перемешивание сырья



Рис. 3. Отсаживание мясных кнутов с помощью AIRHOT на листы дегидратора



Рис. 4. Процесс сушки мясных кнутов в дегидраторе Dream PRO 2



Рис. 5. Упаковка мясных кнутов вакуумную упаковку

плотность растворов измеряют на спектрофотометре при длине волны 540 нм относительно 80 %-ного водного раствора ацетона.

Полученные результаты были сведены в таблицу 2.

#### Результаты и их обсуждение

Для проведения исследования были произведены кнуты из мяса индейки по классической технологии (контроль) и кнуты с добавлением стартовых культур «Редстар», при этом были снижены навески нитрита натрия в образцах с 10 грамм на кгфарша до 5 и 3 грамм.

Технология производства мясных кнутов из индейки включает следующие этапы:

1. Сырье подвергается дефросту и измель-

чается промышленной мясорубкой (МИМ-80), используется решетка диаметром 8 мм.

- 2. Для улучшения вкусо-ароматических показателей сырья используются цельные специи, которые предварительно измельчаются в дробилке (мельнице).
- 3. Подготовленное сырье помещается в дежу планетарного миксера (рисунок 2), оснащённого специальной насадкой. Вымешивание фарша идет в два этапа. Первый этап производят 5-6 минут на слабых оборотах. Второй длится примерно 8 минут и производится на быстрых оборотах. Вымешивание производят для снижения излишков воздуха и влаги в мясном полуфабрикате, а также повысить показатели вязкости и липкости мясной массы. Изделия из такого фарша легче отсаживаются через насадку и держат форму в процессе термической обработки.
- 4. Для изготовления контрольного образца фарша использовался состав сырья, представленный в таблице 1. Для предлагаемого продукта в состав фарша вносятся

стартовые культуры «Рестарт» из расчета -0.6 грамма на 1 кг фарша. Стартовые культуры добавляют, предварительно перемешав, с сухими компонентами (нитритная соль, приправы) или разведя в минимальном количестве теплой воды.

- 5. Полученный фарш помещается в емкость и отправляется на «дозревание» в холодильник на 7-8 часов, это позволяет всем ингредиентам насытиться вкусами друг друга и объединиться в единое целое. Бактериальным культурам так же необходимо время для активации и размножения.
- 6. Приготовленный фарш формуют с помощью промышленного шприца (рисунок 3), на который устанавливается специальная насадка. Данную насадку сделали на 3D принтере. Для удобства и ускорения процесса рекомендуется использовать автоматический пневмо-шприц. Отсадка производится на листы дегидратора.
- 7. Листы с отсаженным полуфабрикатом помещают в дегидратор (рисунок 4). Температурный режим: 65-70 оС. Среднее время сушки составляет 5-6 часов.
- 8. Упаковка мясных кнутов производится в вакуумную упаковку (рисунок 5), где производится дозревание продукта. Вакуумная упаковка позволят избавиться от закала, который образуется в процессе неравномерной сушки продукта.

Основным показателем эффективности использования нитрита натрия является отношение нитрозопигмента к общему числу пигмента и остаточное число нитрита натрия в продукте.

Восстановление нитрита и взаимодействие продуктов его восстановления с миоглобином зависят от активной кислотности среды, причем реакции протекают полнее и интенсивнее при более низкой величине рН. Оптимальное его значение для реакций образования окраски находится в области 5,0-6,0.

| T ( ) (            | 1.1  |     |
|--------------------|--|-----|
| Таблина 2 - Степен | ь эффективности использования нитрита натр | оия |
|                    |  |     |

| 0.5  | Количество               |                         |                     |  |  |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------------|--|--|
| Образцы продукта   | Добавляемого нитрита, мг | оставшегося нитрита, мг | нитрозо-пигмента, % |  |  |
| Контрольный (продукт без добавления стартовых культур)       | 10                       | 1,91                    | 69,3                |  |  |
|  | 10                       | 1,19                    | 82,4                |  |  |
| Опытный (продукт с добавлением стартовых культур «Редстарт») | 5                        | 0,83                    | 75,5                |  |  |
|  | 3                        | 0,32                    | 49,3                |  |  |

Стафилококки, содержащиеся в препарате «Редстарт», образуют фермент каталазу, которая разлагает пероксид водорода, образующийся в результате жизнедеятельности гетероферментативных штаммов молочнокислых бактерий, и тем самым снижают риск обесцвечивания и прогоркания мясопродуктов.

Проведенные исследования показали, что внесение стартовых культур, находящихся в составе «Редстарт», приводит к снижению активной кислотности. Так, после 5 часов посола рН мяса достигает 5,8.

#### Литература

- [1] Нестеренко, А. А. Физико-химические показатели сырья после внесения стартовых культур / А. А. Нестеренко, К. В. Акопян // Молодой ученый.  $2014. N \cdot 8. C. 219-221. EDN SFRYFF.$
- [2] Машенцева, Н. Г. Функциональные стартовые культуры в мясной промышленности / Н. Г. Машенцева, В. В. Хорольский; Н. Г. Машенцева, В. В. Хорольский. Москва: ДеЛи принт, 2008. 335 с. ISBN 978-5-94343-162-3. EDN QNHFWL.
- [3] Сажина, К. А. Обоснование и разработка технологического решения производства ферментированных колбас c применением стартовых культур / К. А. Сажина // Россия -Азия - Африка - Латинская Америка: экономика взаимного доверия : Материалы X Евразийского экономического форума молодежи. B 3-x томах, Екатеринбург, 16-19 апреля 2019 года / Ответственные за выпуск Я.П. Силин, Р.В. Краснов, Е.Б. Дворядкина. Том 3. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2019. - C. 136-138. - EDN UTRILU.
- [4] Роман, И. В. Применение стартовых культур для интенсификации производства сыровяленых колбас / И. В. Роман, Р. И. Нигматуллин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научнопрактической конференции, Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 года. Том Выпуск XXIV. ЙОШКАРОЛА: Марийский государственный университет, 2022. С. 242-244. EDN XVNUOM.

#### Выводы

Серия поставленных опытов, с внесением в рецептуру стартовых культур, в виде комплексной бактериальной добавки «Редстарт», показала эффективность использования нитрита натрия. Полученные данные позволяют снизить его количество в базовой рецептуре до 50 процентов от изначальной массы. Так же следует отметить снижение остаточного количества нитрита натрия в готовом продукте.

#### References

- Nesterenko, A. A. Physico-chemical parameters of raw materials after the introduction of starter cultures / A.
   A. Nesterenko, K. V. Hakobyan // Young scientist. -2014. – No. 8. – pp. 219-221. – EDN SFRYFF.
- [2] Mashentseva, N. G. Functional starter cultures in the meat industry / N. G. Mashentseva, V. V. Khorolsky; N. G. Mashentseva, V. V. Khorolsky. – Moscow: Delhi Print, 2008. – 335 p. – ISBN 978-5-94343-162-3. – EDN ONHFWL.
- [3] Sazhina, K. A. Substantiation and development of a technological solution for the production of fermented sausages using starter cultures / K. A. Sazhina // Russia - Asia - Africa - Latin America: the economy of mutual trust: Materials of the X Eurasian Economic Youth Forum. In 3 volumes, Yekaterinburg, April 16-19, 2019 / Responsible for the release of Y.P. Silin, R.V. Krasnov, E.B. Dvoryadkina. Volume 3. – Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2019. – pp. 136-138. – EDN UTRILU.
- [4] Roman, I. V. The use of starter cultures for the intensification of the production of cured sausages / I. V. Roman, R. I. Nigmatullin // Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products: Materials of the international scientific and practical conference, Yoshkar-Ola, March 16-17, 2022. Volume Issue XXIV. – YOSHKAR-OLA: Mari State University, 2022. – pp. 242-244. – EDN XVNUOM.

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

| Блинохватов Антон Александрович                        | Blinokhvatov Anton Alexandrovich                   |
|--|--|
| кандидат сельскохозяйственных наук                     | PhD in Agricultural Sciences                       |
| заведующий кафедрой «Пищевые производства»             | head of the department of «Food productions»       |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University               |
| технологический университет»                           | E-mail: bl-anton58@rambler.ru                      |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 |  |
| E-mail: bl-anton58@rambler.ru                          |  |
| Пияйко Павел Игоревич                                  | Piyayko Pavel Igorevich                            |
| магистрант кафедры «Пищевые производства»              | undergraduate of the department «Food productions» |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University               |
| технологический университет»                           | E-mail: p.a.v.e.l p@mail.ru                        |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 |  |
| E-mail: p.a.v.e.l_p@mail.ru                            |  |

УДК 641.56

# Совершенствование технологии рыбных рубленых изделий с бобовыми и лактулозой

#### Бочкарева З.А., Назарова Е.И.

Аннотация. В статье показана возможность расширения ассортимента рыбных рубленых изделий путем добавления муки из нута и пребиотика лактулозы. Рассмотрена пищевая ценность образцов с содержанием муки из нута в количестве 5%, 10% и 15%. Содержание белков увеличивается во всех образцах по сравнению с контролем, что связано с достаточно высоким содержанием белковых веществ в муке из нута. Определены потери при тепловой обработке каждого образца. Так как мука из нута увеличивает долю связанной воды, потери при тепловой обработке рубленых рыбных полуфабрикатов меньше, чем у контрольного образца, при этом добавление бобовых способствует улучшению консистенции и образованию менее влажной структуры рубленой массы. Обогащение рубленой массы пребиотиком лактулозой будет способствовать положительному влиянию на метаболизм микробиоты кишечника, усвоению кальция и магния, стабилизации рыбной фаршевой системы.

Ключевые слова: мука из нута, лактулоза, рыбная рубленая масса.

Для цитирования: Бочкарева З.А., Назарова Е.И. Совершенствование технологии рыбных рубленых изделий с бобовыми и лактулозой // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 18–22.

#### Improving the technology of minced fish products with legumes and lactulose

#### Bochkareva Z.A., Nazarova E.I.

**Abstract.** The article shows the possibility of expanding the range of minced fish products by adding chickpea flour and prebiotic lactulose. The nutritional value of samples containing chickpea flour in the amount of 5%, 10% and 15% is considered. The protein content increases in all samples compared to the control, which is due to the fairly high content of protein substances in chickpea flour. Losses during heat treatment of each sample are determined. Since chickpea flour increases the proportion of bound water, losses during heat treatment of minced fish semi-finished products are less than in the control sample, while the addition of legumes improves the consistency and forms a less moist structure of the minced mass. Enrichment of the minced mass with the prebiotic lactulose will contribute to a positive effect on the metabolism of the intestinal microbiota, the absorption of calcium and magnesium, and stabilization of the minced fish system.

**Keywords:** chickpea flour, lactulose, minced fish mass.

**For citation:** Bochkareva Z.A., Nazarova E.I. Improving the technology of minced fish products with legumes and lactulose. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 18–22. (In Russ.).

#### Введение

Постоянная популярность минтая обусловлена высокой доступностью, низкой калорийностью и небольшим содержанием жира. Для рубленой массы из минтая характерен высокий коэффициент обводнения, низкая водоудерживающая (менее 50,0%) и формующая способность, что объясняется значительным количеством свободной воды в мышечной

ткани, поэтому любая термическая обработка приводит к интенсивному обезвоживанию и низким органолептическим показателям готовой продукции [1, 2]. Поэтому в производстве рыбных формованных полуфабрикатов для хорошего структурообразования используют продукты растительного происхождения - изоляты, концентраты, зерновые. К таким наполнителям относятся и бобовые, в том числе нут. Мука из нута может служить нетради-

Таблица 1- Пищевая и энергетическая ценность изделий

| Наименование показателя          | Контроль | Образец №1 (содержание 5% муки из нута и 3% лактулозы) | Образец №2 (содержание<br>10% муки из нута и 3%<br>лактулозы) | Образец №3 (содержание<br>15% муки из нута и 3%<br>лактулозы) |
|----------------------------------|----------|--|---|---|
| Белки, г                         | 14,09    | 17,23  | 17,4  | 17,57   |
| Жиры, г                          | 5,8      | 6,88   | 6,83  | 6,78  |
| Углеводы, г                      | 13,8     | 6,97   | 8,76  | 9,8   |
| Пищевые волокна, г               | 0,8      | 0,55   | 1,06  | 1,4   |
| Энергетическая ценность,<br>ккал | 164      | 158  | 166   | 170   |

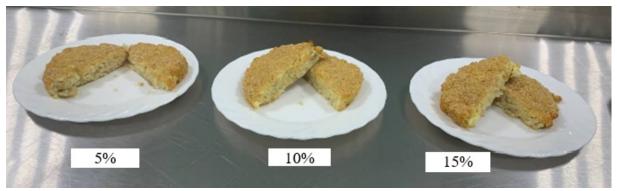


Рис. 1. Готовое изделие с добавлением 5%,10% и 15% нутовой муки

ционной структурообразующей добавкой для создания продуктов из рыбной массы. Преимущество использования муки из нута заключается в том, что она обладает высокими функционально-технологическими свойствами (водоудерживающей, водосвязывающей, гелеобразующей способностью) и имеет высокую пищевую ценность, способствует снижению себестоимости продуктов, полученных с её использованием. Мука из нута содержит углеводы, основная часть которых - крахмал, который характеризуется вязкостью и повышенной набухаемостью. Мука из нута содержит такие витамины: В1, В5, В6, В9 и минералы: селен, калий, магний, железо и пр. Высоко и содержание пищевых волокон - 7,6 г на 100-граммовую порцию [3.4,5]. Таким многокомпонентным химическим составом объясняется польза нута для разных органов и систем организма.

Одним из наиболее значимых технологических свойств нута является то, что он может выступать не только как ценный пищевой компонент готового изделия, но и как стабилизатор структуры. Однако пищевые достоинства нута частично перекрываются наличием в его составе антипитательных веществ, препятствующих более полному усвоению некоторых пищевых веществ, таких как кальций и белки. Термическая обработка способствует инактивации антипитательных веществ растительной добавки и тем самым увеличивает количество доступного кальция.

Усвоению же кальция и магния будет способствовать добавление олигосахарида с высоким пребиотическим индексом — лактулозы. В настоящее время лактулоза наиболее изученный в плане медицинского применения пребиотик. Лактулоза стимулирует рост бифидобактерий и оказывает положительное влияние на метаболизм микробиоты кишечника, а также имеет антитоксический и антиканцерогенный эффекты. Положительный эффект применения лактулозы в пищевых системах показан в работах [6, 7]. В работе [7] доказано, что кроме того, лактулоза способствует стабилизации фаршевой системы за счет собственных гидрофобных зон на поверхности.

Исходя из вышесказанного, целью работы является совершенствование технологии рубленых рыбных изделий с бобовыми и пребиотиком для улучшения его функционально-технологических свойств и повышения пищевой ценности.

#### Объекты и методы исследований

Объектами исследований в настоящей работе стали: мука из нута по СТО 53548590-030-2014; лактулоза («Лактулоза премиум» в виде порошка), изделия рыбные из минтая с использованием муки из нута: образец № 1 с добавлением 5% муки и 3% лактулозы; образец № 2 с добавлением 10% муки и 3% лактулозы; образец № 3 с добавлением 15% муки и 3% лактулозы. За контрольный образец было принято изделие по сборнику рецептур блюд и кулинарных изделий № 510 «Котлеты или биточки рыбные». В качестве рыбного сырья использовался минтай тихоокеанский мороженый. Использованы соль, перец черный молотый, лук репчатый сушеный, сухарная панировка.

Изготовление изделий осуществлено в условиях лабораторий кафедры пищевых производств ПензГТУ. Всё сырье по своим технологическим свойствам соответствовало требованиям действу-



Рис. 2. Готовое изделие с добавлением 10% нутовой муки.

ющей нормативной документации. Мука из нута изготавливалась путем размола на лабораторной мельнице. Лактулоза (в виде порошка) гидратирована в соотношении 1:5. Лук репчатый сушеный добавлен в рубленую массу без разведения.

Технологический процесс приготовления рубленых формованных изделий предусматривал подготовку сырья стандартными способами и изготовление рыбной рубленой массы, полуфабрикатов и изделий в соответствии с технологическим процессом по инструкции в сборнике рецептур. Весовым методом были зафиксированы потери при тепловой обработке каждого образца. Изделия были взвешены при температуре отпуска 65°С. Органолептическая оценка готовых изделий осуществлена по ГОСТ 9959-2015. Пищевую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным способом по методикам, изложенным в [8].

#### Результаты и их обсуждение

Сырье для выработки изделий используется замороженное, а при продолжительном криогенном хранении наблюдается белковая денатурация, при которой белковые комплексы и коллоидная мышечная рыбная ткань подвергаются кардинальной необратимой деструкции, что приводит к снижению ВУС мышечной ткани при дефростации. При измельчении минтая образуется бесформенная масса с выделившейся свободной влагой и некоторыми включениями измельченной соединительной ткани и незначительных мелких оставшихся волокон. Так как рубленая рыбная масса имеет влажность 82-83%, гидратации муки нута после просеивания не требуется. Растительный компонент, обладающий высокой влагоудерживающей способностью, связывает свободную влагу, что способствует улучшению консистенции и образованию менее влажной структуры рубленой массы. Консистенция массы меняется до вязко-пластичной, что способствует легкости формования изделий. Влагоудерживающая способность муки нута обусловлена гидратацией белков, набуханием крахмала и полисахаридов [9].

При проведении исследования использовался нут продовольственный типа кабули, имеющий кремовые семена. По данным [10] в нуте было обнаружено до 46 различных видов флавоноидов. Содержание влаги варьировалось от  $7,64\pm0,01$  до  $7,89\pm0,02$  г/100 г, общее содержание золы варьировалось от  $2,59\pm0,05$  до  $2,69\pm0,03$  г/100 г, а содержание витамина В1 в нуте варьировалось от 0.07 31 до 0,36 мг / 100 г. Содержание липидов варьировалось от 6,35 до 9,35 г /100 г, а основными жирными кислотами нута были линолевая, олеиновая и пальмитиновая кислоты [10].

Учитывая высокое содержание белка в семенах нута и сочетание с белками рыбы, можно предположить, что изделия будут иметь полноценный белок, что доказано в работе [4].

Сравнивая содержание белка в муке из нута и пшеничном хлебе из муки высшего сорта, можно сделать вывод, что содержание белка в муке из нута почти в 3 раза выше по сравнению с пшеничным хлебом. По содержанию минеральных веществ мука также превосходит пшеничный хлеб в 2 раза.

Таким образом, использование муки из нута перспективно как для улучшения структуры, так и для возможного повышения пищевой ценности, в связи с чем проведено исследование пищевой ценности готовых изделий.

В таблице 1 представлены результаты расчета пищевой и энергетической ценности контрольного образца и опытных образцов с добавлением муки из нута и лактулозы.

Из данных таблицы видно, что содержание белков увеличивается во всех образцах по сравнению с контролем, что связано с достаточно высоким содержанием белковых веществ в муке из нута. Образец №3 обладает наибольшим содержанием белка (увеличение на 24%). Содержание жиров в образцах немного выше, чем в контрольном образце, но следует учитывать, что мука из нута содержит значительное количество липидов, где основными являются ненасыщенные жирные кислоты. Снижение содержания углеводов в образцах связано с отсутствием пшеничного хлеба, но незначительное увеличение содержания углеводов придает введение в рецептуру лактулозы – дисахарида, состоящего из остатков молекул галактозы и фруктозы. Содержание пищевых волокон с увеличением массовой доли муки из нута возрастает.

На рисунке 1 представлен внешний вид изделия с содержанием 5, 10, 15% муки из нута и лактулозы после их термической обработки, на рис. 2 готовое изделие с добавлением 10% муки из нута и лактулозы.

По исследованиям органолептических показателей готовой продукции выполнена таблица 2.

Внешний вид всех изделий соответствовал требованиям к качеству, форма изделий при тепловой обработке сохранялась, изделия без трещин, с ровными краями. Цвет мало изменялся, независимо от количества муки из нута, так как мука имеет

Таблица 2 – Органолептические показатели изделий

|              |   |  | Образец №3 (содержание 15% муки из нута и 3% лактулозы)             |
|--------------|---|--|---|
| Внешний вид  | Форма изделия сохранена,<br>края ровные, без трещин на<br>поверхности | Форма изделия сохранена, края ровные         | Форма изделия сохранена, края ровные                                |
| Пвел         | Светло-серый, на поверхности<br>румяная корочка                       | Светло-серый, на поверхности румяная корочка | Светло-серый, на поверхности<br>румяная корочка                     |
| Консистенция | Сочная, нежная, слегка вязкая   | Сочная, нежная, слегка вязкая                | Нежная, суховатая, слегка рассыпчатая                               |
| DKYC         | жареной рыоы со сладковатым отттенком                                 | ореховым ароматом со                         | Вкус муки из нута выражен,<br>сладковатый оттенок мало<br>ощущается |

Таблица 3 – Потери образцов при тепловой обработке

|   | Масса полуфабриката, г | Потери при тепловой обработке, % | Масса готового изделия, г |
|---|------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Контрольный образец                                       | 125                    | 22                               | 90                        |
| Образец №1 (содержание 5% муки из<br>нута и 3% лактулозы) | 125                    | 16,6                             | 96                        |
| Образец №1 (содержание 10 % муки из нута и 3% лактулозы)  | 125                    | 15,4                             | 104                       |
| Образец №1 (содержание 5% муки из<br>нута и 3% лактулозы) | 125                    | 15,2                             | 108                       |

светло-кремовый оттенок. Небольшую вязкость в консистенцию добавила лактулоза, но консистенция готовых изделий оставалась достаточно сочной, нежной для образцов № 1, 2, образец же №3 имел более суховатую и рассыпчатую консистенцию, слизистость почти не ощущалась. Лучшим по органолептическим показателям признан образец №2 с 10 %-м содержанием муки из нута.

Важным показателем является влагоудерживающая способность изделий при тепловой обработке, что отражается в потерях массы. Весовым методом были зафиксированы потери при тепловой обработке каждого образца. Т.к. мука из нута увеличивает долю связанной воды, потери при тепловой обработке рубленых рыбных полуфабрикатов меньше, чем у контрольного образца. Результаты представлены в процентах от массы полуфабриката в таблице 3.

Исходя из результатов таблицы, можно сделать вывод, что образец №3 имеет наименьший процент потерь, по сравнению с другими образцами.

#### Выводы

Таким образом, замена пшеничного хлеба на муку из нута в рыбных рубленых изделиях способствует улучшению структурообразования, формуемости изделий, повышению содержания белка и пищевых волокон. По органолептическим показателям оптимальным является образец №2 (изделие с заменой пшеничного хлеба на муку из нута в количестве 10% и с добавлением 3% лактулозы). Использование этих ингредиентов способствует расширению ассортимента рыбных рубленых изделий.

#### Литература

- [1] Пчелинцева О.Н., Бочкарёва З.А., Лисина С.В. Новый продукт с функциональными свойствами из рыбного сырья с растительными компонентами. Ползуновский вестник. 2021. № 2. С. 132-139.
- [2] Петрова Л.Д., Богданов В.Д. Перспективность использования нутовой муки в технологии рыбного фарша. Инновации и продовольственная безопасность. 2019; (1), С. 30-35. https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-23-1-30-35
- [3] Обоснование использования нутовой муки в технологии безглютеновых продуктов / Корнева

#### References

- [1] Pchelintseva O.N., Bochkareva Z.A., Lisina S.V. A new product with functional properties from fish raw materials with vegetable components. Polzunovskiy Vestnik. 2021. No. 2. pp. 132-139.
- [2] Petrova L.D., Bogdanov B.D. Perspectives of using chickpea flour as part of the fish farce manufacturing technology. Innovations and Food Safety. 2019;(1):30-35. (In Russ.) https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-23-1-30-35
- [3] Justification of the use of chickpea flour in the technology of gluten-free products. Korneva O.A.,

- О.А., Баклагова С.С., Лысенко О.С., Сертакова И.Ю., Корнева А.А. //Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2016. № 14. С. 833-841.
- [4] Шарипова Т. В., Мандро Н. М. Перспективы использования зернобобовой культуры нут в производстве мясорастительных продуктов для геродиетического питания. Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. 2012. № 12. С. 102–106.
- [5] Казанцева, И.Л. Научное обоснование и разработка технологических решений комплексной переработки нута для создания продуктов здорового питания населения России: диссертация ... доктора технических наук: 05.18.01 / Казанцева Ирина Леонидовна; Саратов, 2016. 391 с.
- [6] Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы /Рябцева С.А., Храмцов А.Г., Будкевич Р.О., Анисимов Г.С., Чукло А.О., Шпак М.А. // Вопросы питания. 2020. №2.
- [7] Совершенствование технологии рыбного фарша из прудовых рыб и оценка качества кулинарных изделий из него / Ярцева Н.В., Долганова Н.В., Алексанян И.Ю., Нугманов А.Х.-Х. // Индустрия питания / Food Industry. 2022. №2.
- [8] МУ №1-40/3805 от 01.11.1991. Методические указания по лабораторному контролю качества продукции общественного питания.
- [9] Шипарева, М.Г. Разработка и товароведная оценка полуфабрикатов мучных кондитерских и кулинарных изделий на основе семян бобовых культур : дис. ... кандидата технических наук : 05.18.15 / Шипарева М.Г. — Москва, 2014. — 199 с.
- [10] Шики Сяо, Чжэнлей Ли, Кэцян Чжоу, Инхуа Фу. Chemical composition of kabuli and desi chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars grown in Xinjiang, China Food Sci Nutr. 2022 Sep 15;11(1):236-248. doi: 10.1002/fsn3.3056

- Baklanova S.S., Lysenko O.S., Sertakova I.Yu., Korneva A.A. Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». 2016. No. 14. pp. 833-841.
- [4] Sharipova T. V., Mandro N. M. Prospects for the use of leguminous chickpea culture in the production of meat and vegetable products for herodietic nutrition// Bulletin of Altai State Agricultural University. – 2012. – No. 12. – pp. 102-106.
- [5] Kazantseva, I.L. Scientific substantiation and development of technological solutions for complex processing of chickpeas to create healthy food products for the Russian population: dissertation... Doctor of Technical Sciences: 05.18.01 / Kazantseva Irina Leonidovna; Saratov, 2016. — 391 p.
- [6] Physiological effects, mechanisms of action and application of lactulose /Ryabtseva S.A., Khramtsov A.G., Budkevich R.O., Anisimov G.S., Chuklo A.O., Shpak M.A. //Problems of nutrition. 2020. №2.
- [7] Improving the technology of minced fish from pond fish and evaluating the quality of culinary products from it / Yartseva N.V., Dolganova N.V., Aleksanyan I.Yu., Nugmanov A.Kh.-Kh // Food Industry. 2022. No.2.
- [8] MU No.1-40/3805 dated 11/01/1991. Methodological guidelines for laboratory quality control of public catering products.
- [9] Shipareva, M.G. Development and commodity evaluation of semi—finished products of flour confectionery and culinary products based on legume seeds: dis. ... candidate of technical sciences: 05.18.15 / Shipareva M.G. Moscow, 2014. 199 p.
- [10] Shiki Xiao, Zhenglei Li, Keqiang Zhou, Yinghua Fu. Chemical composition of kabuli and desi chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars grown in Xinjiang, China Food Sci Nutr. 2022 Sep 15;11(1):236-248. doi: 10.1002/fsn3.3056

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

| Бочкарева Зенфира Альбертовна                          | Bochkareva Zenfira Albertovna                               |
|--|---|
| кандидат технических наук                              | PhD in Technical Sciences                                   |
| доцент кафедры «Пищевые производства»                  | associate professor at the department of «Food productions» |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(927) 094-79-49                             |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: bochkarievaz@mail.ru                                |
| Тел.: +7(927) 094-79-49                                |   |
| E-mail: bochkarievaz@mail.ru                           |   |
| Назарова Екатерина Ивановна                            | Nazarova Ekaterina Ivanovna                                 |
| магистрант кафедры «Пищевые производства»              | undergraduate of the department «Food productions»          |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |
| технологический университет»                           |   |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 |   |
|  |   |

УДК 641.85

## Разработка рецептуры фигурного мармелада повышенной биологической ценности

Дегтева К.О., Куприенко А.Е., Пчелинцева О.Н.

Аннотация. Данная исследовательская работа посвящена разработке рецептуры фигурного мармелада функционального назначения за счет добавления сиропа топинамбура. Мармелад – это кондитерское изделие желеобразной структурой различной формы и цвета, посыпанное сахаром или покрытое шоколадной глазурью. Мармеладные изделия имеют широкий ассортимент, который постоянно меняется и расширяется за счет обогащения и разработки новых рецептур. Цель работы – снижение калорийности изделия за счет замены сахара-песка сиропом топинамбура. Благодаря своим биологическим свойствам, сироп из топинамбура может быть полезен для человека как биологически активный компонент инулинсодержащего (~18%) питания. Он способствует выведению из организма токсичных веществ, а также предоставляет благоприятную среду для развития бифидобактерий. Из-за улучшения процесса утилизации глюкозы и стабилизации уровня сахара в крови, топинамбур уменьшает вредные последствия чрезмерного потребления сладостей. В статье рассматриваются рецептуры фигурного мармелада с добавлением 5, 10, 15 % сиропа топинамбура.

**Ключевые слова:** кондитерские изделия, функциональный продукт, желейные кондитерские изделия, фигурный мармелад, сырье, сироп топинамбура, рецептура, органолептическая оценка, физико-химическая оценка.

**Для цитирования:** Дегтева К.О., Куприенко А.Е., Пчелинцева О.Н. Разработка рецептуры фигурного мармелада повышенной биологической ценности // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 23–28.

#### Development of a recipe for figured marmalade with increased biological value

Degteva K.O., Kuprienko A.E., Pchelintseva O.N.

**Abstract.** This research paper is devoted to the development of a recipe for a functional shaped marmalade by adding jerusalem artichoke syrup. Marmalade is a confectionery product with a jelly–like structure of various shapes and colors, sprinkled with sugar or covered with chocolate glaze. Marmalade products have a wide range, which is constantly changing and expanding due to the enrichment and development of new formulations. The purpose of the work is to reduce the caloric content of the product by replacing granulated sugar with jerusalem artichoke syrup. Due to its biological properties, jerusalem artichoke syrup can be useful for humans as a biologically active component of inulin-containing ( ~ 18%) nutrition. It promotes the elimination of toxic substances from the body, and also provides a favorable environment for the development of bifidobacteria. Due to improved glucose utilization and stabilization of blood sugar levels, Jerusalem artichoke reduces the harmful effects of excessive consumption of sweets. The article discusses the formulations of curly marmalade with the addition of 5, 10, 15% jerusalem artichoke syrup.

**Keywords:** confectionery, functional product, jelly confectionery, shaped marmalade, raw materials, jerusalem artichoke syrup, formulation, organoleptic evaluation, physico-chemical evaluation.

**For citation:** Degteva K.O., Kuprienko A.E., O.N. Pchelintseva O.N. Development of a recipe for figured marmalade with increased biological value. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 23–28. (In Russ.).

#### Введение

Продукты питания, которые входят в список кондитерских изделий — это питательные продукты питания с высоким содержанием сухих веществ. Они имеют сладкий вкус, сложный аромат и привлекательный внешний вид. Согласно данным, представленным Центром исследований кондитерского рынка, в Росси среднегодовое потребление кондитерских изделий составляет около 24 кг на человека, из которых примерно 8 кг составляют сахаристые кондитерские изделия [1].

Из-за того, что частные инвестиции способствуют ускоренному развитию некоторых отраслей, в том числе кондитерской, они развиваются наиболее быстрыми темпами. Появившиеся современные производственные мощности позволяют выпускать конкурентоспособную продукцию, основанную на новейших технологиях и высокоэффективных разработках. Изготовление кондитерских изделий увеличилось на 3,4% по сравнению с 2023 годом.

Кондитерские изделия можно условно разделить на 2 группы: мучные и сахаристые кондитерские изделия.

К мучным изделиям относятся: печенье, торты, вафли, крекеры, пряники, пирожные.

К сахаристым изделиям относятся: карамель, драже, шоколадные конфеты, шоколад, какао-порошок, мармелад, халва, пастила.

Мармелад — сахарное кондитерское изделие гелеобразной консистенции определенной формы, получаемое путем уваривания раствора фруктового и (или) овощного сырья и (или) желатинообразующих веществ с добавлением или без добавления патоки, пищевой добавкой, ароматизаторов, фруктами (овощами). Массовая доля фруктовых и (или) овощных ингредиентов для мармелада составляет не менее 30%, массовая доля фруктовых и (или) овощных ингредиентов для желе фруктового (желе с овощами) составляет не менее 15%, массовая доля содержания воды составляет не более 33% от массы кондитерского изделия.

Мармелад в зависимости от сырья, применяемого в качестве студнеобразующей основы, изго-

- фруктовый (овощной) на основе желирующего фруктового и (или) овощного сырья;
- желейно-фруктовый (желейно-овощной) на основе студнеобразователя в сочетании с желирующим фруктовым и (или) овощным сырьем;
- желейный, жевательный на основе студне-образователя.

В зависимости от способа формования мармелад изготавливают:

- формовой, формуемый отливкой мармеладной массы в формы;
- пластовый, формуемый отливкой мармеладной массы в упаковку;
  - резаный, формуемый отливкой мармеладной

массы с последующим резанием на отдельные изделия.

В зависимости от технологии производства и рецептуры мармелад изготавливают:

- с обсыпкой сахаром, кокосовой стружкой, какао-порошком и другие;
- неглазированный; глазированный; глазированный частично:
  - глянцованный;
  - многослойный;
  - с начинкой; с крупными добавлениями [2].

В последнее время наблюдается увеличение ассортимента мармелада — появились разнообразные фруктовые дольки, рулетики, улитки, многослойный мармелад с добавлением пастилы, кокосовая стружка, шоколадная глазурь и другие новинки. Эластичная текстура жевательного мармелада вдохновила кондитеров на создание оригинальных изделий — от мармеладной азбуки до персонажей из популярных сказок [3].

Тенденция здорового питания требует разработки легких по калорийности, но богатых по питательным веществам кондитерских изделий. Следует отметить, что в концепции государственной политики в области здорового питания в Российской Федерации отмечено, что питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Последние 10 лет оно переживает упадок и негативные тенденции массового характера. В то же время, продолжительность жизни продолжает снижаться. Негативная тенденция имеет несколько факторов: это заболевания, связанные с неправильным и некачественным питанием, а также наличие в продуктах питания вредных веществ.

Наряду с такими факторами, как сахарный диабет, рак, нарушения обмена веществ и другими факторами, процесс депопуляции усиливается. То есть число смертей, превышающее число рождений, неуклонно становится чрезмерным.

Производство полезных продуктов способствует изменению классификации кондитерских изделий с категории группы «риска» на полезные. Этот переход особенно важен для детского питания,

# Фигурный мармелад Спроп топинамбура Уваривают до загустения Уваривают Уваривают Уваривают Уваривают Остывают Украшают

Рис. 1. Процесс изготовления фигурного мармелада

Таблица 1 - Рецептура фигурного мармелада

| Ингредиенты              | Образцы     |       |      |       |  |
|--------------------------|-------------|-------|------|-------|--|
|                          | Контрольный | 5%    | 10%  | 15%   |  |
| Агар                     | 3           | 3     | 3    | 3     |  |
| Припас черносмородиновый | 107         | 107   | 107  | 107   |  |
| Caxap                    | 27          | 25,65 | 24,3 | 22,95 |  |
| Вода                     | 13          | 13    | 13   | 13    |  |
| Сироп топинамбура        | -           | 1,35  | 2,7  | 4,05  |  |
| Итого                    | 150         | 150   | 150  | 150   |  |
| Выход                    | 100         | 100   | 100  | 100   |  |

Таблица 2 - Пищевая и энергетическая ценность

| Показатели | Контрольный образец | Образец №1 (5%) | Образец №2 (10%) | Образец №3 (15%) |
|------------|---------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Белки      | 1,085               | 1,085           | 1,086            | 1,087            |
| Жиры       | 0                   | 0               | 0                | 0                |
| Углеводы   | 36,41               | 36,11           | 35,51            | 35,21            |
| Ккал       | 150                 | 148,8           | 146,4            | 145,2            |

Таблица 3 - Органолептическая оценка качества готового мармелада

| Показатели         | Контрольный образец   | Образец №1 (5%)   | Образец №2 (10%)  | Образец №3 (15%)   |
|--------------------|---|---|---|--|
| Внешний<br>вид     | Поверхность равномерная, без трещин на поверхности  | Поверхность равномерная, без трещин на поверхности  | Поверхность равномерная, без трещин на поверхности  | Поверхность равномерная, без трещин на поверхности   |
| Форма              | Соответствует наименованию изделия. Фигурная форма правильная, с четким контуром, без деформации. Допускаются незначительные наплывы. | Соответствует наименованию изделия. Фигурная форма правильная, с четким контуром, без деформации. Допускаются незначительные наплывы. | Соответствует наименованию изделия. Фигурная форма правильная, с четким контуром, без деформации. Допускаются незначительные наплывы. | Соответствует наименованию изделия. Фигурная форма правильная, с четким контуром, без деформации. Допускаются незначительные наплывы |
| Цвет на<br>разрезе | Однородный,<br>фиолетовый.  | Однородный,<br>фиолетовый.  | Однородный,<br>фиолетовый.  | Однородный,<br>фиолетовый.   |
| Консистен-<br>ция  | В случае отсутствия примесей, допускается студнеобразная вязкая консистенция.   | В случае отсутствия примесей, допускается студнеобразная вязкая консистенция.   | В случае отсутствия примесей, допускается студнеобразная вязкая консистенция.   | В случае отсутствия примесей, допускается студнеобразная вязкая консистенция.  |
| Вкус и<br>запах    | Особенности этого продукта: отсутствие постороннего вкуса и запаха.   | Особенности этого продукта: отсутствие постороннего вкуса и запаха.   | Особенности этого продукта: отсутствие постороннего вкуса и запаха.   | Особенности этого продукта: отсутствие постороннего вкуса и запаха.  |

диетического рациона и при диабете. Достижение данной цели возможно путем усовершенствования существующих технологий и разработку новых методов переработки отечественного растительного сырья в полуфабрикаты с высокой пищевой ценностью, также путем разработки новых технологий и производства кондитерских изделий на основе этих инноваций с использованием передовых методов.

Желеобразные сладости из натуральных полисахаридов обычно содержат большое количество сахара, но недостаточно важных элементов, таких как пищевые волокна, витамины, микро- и макроэлементы, что снижает их пользу. Для улучшения химического состава таких продуктов необходимо увеличить содержания витаминов, пищевых волокон, микро- и макроэлементов, при этом необходимо снизить содержание сахара, чтобы получить функциональные кондитерские изделия.

Цель исследования: разработка рецептуры и технологического процесса производства фигурного мармелада повышенной биологической ценности - с добавлением сиропа топинамбура.

Исследования и разработка рецептур производилась на базе лаборатории ПензГТУ в 2024 г.

В соответствии с поставленной целью необходимо было решить следующие задачи:

Таблица 4 - Физико-химическая оценка качества

|  | Значение показателя для мармелада |  |  |
|--|-----------------------------------|--|--|
| Наименование показателей   | Фруктового формовой               | Фигурный мармелад с<br>сиропом топинамбура |  |
| Массовая доля влаги, %   | от 9 до 14                        | 15   |  |
| Массовая доля влаги глазированного мармелада, %, не более  | 26                                | 20   |  |
| Массовая доля фруктового (овощного) сырья, %, не менее   | 30                                | 15   |  |
| Массовая доля бензойной кислоты, %, не более   |                                   | 0,07                                       |  |
| Массовая доля золы, не растворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10 %, %, не более | 0,1                               | 0,05                                       |  |
| Массовая доля общей сернистой кислоты, %, не более   | 0,01                              |  |  |

- -исследовать технологический процесс производства мармелада;
- -определить рациональную дозировку сиропа топинамбура;
- -определить органолептические показатели качества готовой продукции;

Объект исследования - фигурный мармелад повышенной биологической ценности.

#### Объекты и методы исследований

Для обеспечения стабильного качества и безопасности продукции, а так же обогащения кондитерских изделий полезными ингредиентами все чаще используется натуральное растительное сырье в виде порошков, эмульсий, экстрактов, фруктов и ягод, овощей и морских водорослей.

Сироп топинамбура используется в качестве функционального сырья.

Топинамбур — это травянистое клубневое растение рода подсолнечник семейства Астровые (Asteraceae). Клубни топинамбура содержат большое количество железа, цинка, магния, кальция, марганца, кремния и цинка. Сбалансированный минеральный состав способствует повышению иммунитета и укреплению здоровья человека.

Сироп топинамбура ценен как биологически активное питательное вещество, содержащее инулин (~18%), который способствует выведению токсичных веществ из организма и является благоприятной средой для размножения бифидобактерий. Топинамбур улучшает утилизацию глюкозы и стабилизирует уровень глюкозы в крови, тем самым снижая вредные последствия чрезмерного употребления сладкого.

Инулин – это полифруктозан, органическое вещество из группы полисахаридов, полимер D-фруктозы. Он может быть получен в виде аморфного порошка или кристаллов, растворим в горячей воде и нерастворим в холодной. Инулин не переваривается пищеварительными ферментами человеческого организма и относится к группе пищевых волокон. В связи с этим инулин используется в качестве пребиотика, а также в составе пищевых подсластителей, выпускаемых различными компаниями в каче-

стве диетических добавок. Он так же используется в качестве исходного материала для промышленного производства фруктозы [4].

При проведении эксперимента использовали стандартные и общепринятые физико-химические и органолептические методы исследований, основанные на ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Технические условия»

Согласно ГОСТ 6442-2014, мармелад должен соответствовать следующим органолептическим показателям:

- Вкус, запах и цвет: характерные для данного наименования мармелада, без постороннего привкуса и запаха. В многослойном мармеладе каждый слой должен иметь вкус, запах и цвет, соответствующие наименованию слоя.
- Консистенция: студнеобразная. Для желейного мармелада на основе агароида, желатина, амидированного пектина, модифицированного крахмала, смеси пектина с желатином или модифицированным крахмалом допускается студнеобразная затяжистая.
- Форма: соответствующая данному наименованию мармелада. Для формового правильная, с четким контуром, без деформации. Для резаного правильная, с четкими гранями, без деформации. Для пластового форма упаковки, в которую разливают мармеладную массу.
- Поверхность: для желейного и жевательного глянцованная, без обсыпки или обсыпанная сахаром или другой обсыпкой в соответствии с рецептурой. Для фруктового (овощного) и желейно-фруктового (желейно-овощного) с тонкокристаллической корочкой или обсыпанная сахаром. Для желейно-фруктового (желейно-овощного) на желатине глянцованная или обсыпанная сахаром или другой обсыпкой в соответствии с рецептурой.

#### Результаты и их обсуждение

Продукт изготовлен в соответствии с требованиями ГОСТ 6442-2014 и технологическими инструкциями, соблюдая действующие санитарные нормы, утвержденные в установленном порядке.

В качестве унифицированной рецептуры для

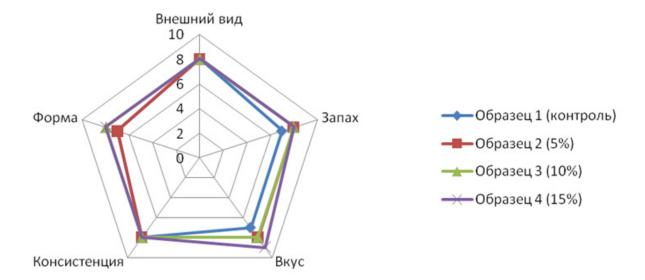


Рис. 2. Органолептическая оценка мармелада

контрольного изделия была взята рецептура на мармелад из черной смородины, из сборника рецептур (табл. 1). Рецептура рассчитана на 100 г. мармелада. Перерасчет сироп топинамбура производился по массе сахара.

В ходе работы были изучены изменения пищевой и энергетической ценности контрольных изделий и мармелада с добавлением сиропа топинамбура: образец №1 – с добавкой в количестве 5% от массы сахара, образец №2 – 10%, образец №3 – 15% (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что с увеличением в рецептуре добавления сиропа топинамбура количество белка незначительно возрастает, углеводы уменьшаются. Следовательно, при дозировке сиропа топинамбура от 15% и выше мармелад может стать аналогом в рационе и удовлетворить физиологические потребности человека [9].

В ходе исследования были проведены физико-химические и органолептическая оценки готовых образцов по следующим показателям: внешний вид, форма, цвет на разрезе, консистенция, вкус и запах (табл. 3, табл. 4).

Результаты дегустационной оценки качества исследуемых образцов по 10-балльной шкале представлены на рисунке 2.

В результате оценки органолептических показателей качества изделий было установлено, что добавление сиропа топинамбура в смесь в соотношении от 5 до 15 % от массы основного сырья не оказывало существенного влияния на внешний вид, форму и консистенцию изделий. При этом было выявлено, что при добавлении сиропа топинамбура вкус и запах изменялись. Наиболее приятные ощущения были получены от изделий, содержащих 15 % сиропа топинамбура.

Дегустационная оценка качества мармелада показала, что образец 4 исследуемых изделий получил более высокую оценку (с добавлением 15 %

сиропа топинамбура) — 8,2 балла, по сравнению с контрольным образцом 1 (без добавления сиропа), получившим оценку 7,4 балла соответственно. Причем самые высокие баллы были поставлены дегустаторами образцу 4 за запах и вкус.

#### Выводы

Ассортимент мармеладных изделий очень широк. Однако тщательная оценка состояния рынка мармелада показывает, что сегодня на рынке практически нет или очень мало низкокалорийных мармеладов, богатых функциональными ингредиентами.

Разработка нового вида продукта осуществляемого путем введения в его состав нетрадиционного натурального сырья, в виде сиропа топинамбура, в качестве перспективного компонента для создания функциональных пищевых продуктов, богатый незаменимыми макро, микроэлементами и витаминами

Сироп из топинамбура - это высококонцентрированный натуральный растительный экстракт из экологически чистого топинамбура без добавления сахара. Это отличный заменитель сахара для детей и людей, склонных к сахарному диабету.

Таким образом, по результатам исследования наиболее целесообразно использовать сироп топинамбура при приготовлении фигурного мармелада. Это уменьшит их пищевую и энергетическую ценность, увеличит количество макро- и микроэлементов, сделает полезнее для человеческого организма.

Рекомендуется использовать сироп топинамбура в количестве 15% от общей массы сахара для повышения биологической ценности изделия при сохранении его потребительских свойств.

#### Литература

- [1] ГОСТ 6442-2014 Межгосударственный Стандарт Мармелад. Общие технические условия.
- [2] ГОСТ 33222-2015 Межгосударственный стандарт Сахар белый. Технические условия.
- [3] ГОСТ 6829-2015 Межгосударственный стандарт Смородина черная свежая. Технические условия.
- [4] ГОСТ 16280-2002. Межгосударственный стандарт Агар пищевой. Технические условия.
- [5] ГОСТ Р 51074-2003. Национальный стандарт Российской Федерации. Продукты пищевые Информация для потребителя. Общие требования.
- [6] ТУ 11.07.19-012-29903295-2017. Сироп топинамбура.
- [7] Скурихин И. М., Тутельян В. А. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник //М.: ДеЛи принт. 2002. Т. 236. С. 11.
- [8] Малютенкова С.М. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров. М.: ПИТЕР, 2009.
- [9] Васькина В. А. Сравнительная характеристика технологий желейного мармелада //Кондитерское и хлебопекарное производство. 2008. №. 6. С. 1-4.
- [10] Скобельская 3. Г. Технология производства сахаристых кондитерских изделий //М.: ОлрофОбрИздат. 2002. 238 с.
- [11] Кудинова В. М., Назимова Г. И., Рензяева Т. В. Технология кондитерских изделий. 2006. 71 с.

#### References

- [1] GOST 6442-2014 Interstate Standard Marmalade. General specifications.
- [2] GOST 33222-2015 Interstate Standard White Sugar. Specifications.
- [3] GOST 6829-2015 Interstate Standard Fresh Blackcurrant. Specifications.
- [4] GOST 16280-2002. Interstate Standard Food Agar. Specifications.
- [5] GOST R 51074-2003. National Standard of the Russian Federation. Food Products Information for the Consumer. General Requirements.
- [6] TU 11.07.19-012-29903295-2017. Jerusalem Artichoke Syrup.
- [7] Skurikhin I. M., Tutelyan V. A. Chemical Composition of Russian Food Products: Handbook // M.: DeLi Print. – 2002. – V. 236. – P. 11.
- [8] Malyutenkova S. M. Commodity science and examination of confectionery products. - M.: PITER, 2009.
- [9] Vas'kina V. A. Comparative characteristics of jelly marmalade technologies // Confectionery and bakery production. – 2008. – No. 6. – P. 1-4.
- [10] Skobelskaya Z. G. Technology of production of sugar confectionery products //M.: OlrofObrIzdat. 2002. 238 p.
- [11] Kudinova V. M., Nazimova G. I., Renzyaeva T. V. Technology of confectionery products. 2006. 71 p.

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

| Дегтева Кристина Олеговна                              | Degteva Kristina Olegovna                                   |
|--|---|
| студент кафедры «Пищевые производства»                 | student of the department «Food productions»                |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(900) 316-04-43                             |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: degtevakristina02@gmail.com                         |
| Тел.: +7(900) 316-04-43                                |   |
| E-mail: degtevakristina02@gmail.com                    |   |
| Куприенко Анастасия Евгеньевна                         | Kuprienko Anastasia Evgenievna                              |
| студент кафедры «Пищевые производства»                 | student of the department «Food productions»                |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(987) 526-41-28                             |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: anastasiakuprienko2003@gmail.com                    |
| Тел.: +7(987) 526-41-28                                |   |
| E-mail: anastasiakuprienko2003@gmail.com               |   |
| Пчелинцева Ольга Николаевна                            | Pchelintseva Olga Nikolaevna                                |
| кандидат технических наук                              | PhD in Technical Sciences                                   |
| доцент кафедры «Пищевые производства»                  | associate professor at the department of «Food productions» |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(906) 398-90-80                             |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: pchelincevaon@yandex.ru                             |
| Тел.: +7(906) 398-90-80                                |   |
| E-mail: pchelincevaon@yandex.ru                        |   |

#### Применение свекольного порошка в хлебопечении

#### Кудряков Д.Н., Гарькина П.К.

Аннотация. Улучшение качества продукции является основным направлением в области питания населения. Качество продуктов питания зависит от пищевой ценности, вкусовых достоинств, внешнего вида и определяется совокупностью факторов, действующих на всех этапах создания продуктов – в ходе научных разработок, при проектировании рецептур, производстве и хранении изделия. Увеличивается выпуск хлебобулочных изделий по прогрессивным технологиям – повышается выпуск хлебобулочных изделий с молочными продуктами, овощными порошками и заменой пшеничной муки. В статье приведено обоснование применения свекольного порошка в рецептурах хлебобулочных изделий, определены рациональные дозировки нетрадиционного сырья путем оценки показателей качества новых хлебобулочных изделий.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, свекольный порошок, функциональное назначение, рецептура, пищевая ценность.

Для цитирования: Кудряков Д.Н., Гарькина П.К. Применение свекольного порошка в хлебопечении // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 29–32.

#### The effect of vegetable powders on the quality of bakery products

#### Kudryakov D.N., Garkina P.K.

**Abstract.** Improving the quality of products is the main focus in the field of nutrition of the population. The quality of food depends on the nutritional value, taste, appearance and is determined by a combination of factors acting at all stages of product creation – in the course of scientific research, in the design of formulations, production and storage of the product. The production of bakery products using advanced technologies is increasing – the production of bakery products with dairy products, vegetable powders and wheat flour substitutes is increasing. The article provides a justification for the use of beetroot powder in bakery formulations, defines rational dosages of non-traditional raw materials by evaluating the quality indicators of new bakery products.

**Keywords:** bakery products, beetroot powder, functional purpose, formulation, nutritional value.

**For citation:** Kudryakov D.N., Garkina P.K. The effect of vegetable powders on the quality of bakery products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 29–32. (In Russ.).

#### Введение

Главными факторами, воздействующими на формирование качества выпечки, являются выбор используемых ингредиентов и процесс приготовления.

В хлебобулочные изделия вносят различные функциональные добавки для улучшения их питательной ценности. Например, в зависимости от потребностей потребителей, изделия могут быть обогащены витаминами, минералами, пробиотиками, антиоксидантами и другими полезными веществами.

Одним из современных путей расширения разнообразия мучных полуфабрикатов функциональ-

ного назначения является производство полуфабрикатов, использующих альтернативные виды муки. Например, можно использовать муку из гречки, киноа, амаранта и других злаков, которые содержат много белка и других питательных веществ. Еще один путь - это производство полуфабрикатов с добавлением функциональных ингредиентов или добавок, которые могут улучшить пищевую ценность и свойства.

Качество пищевой продукции представляет собой совокупность характеристик пищевой продукции, соответствующих заявленным требованиям и включающих ее безопасность, потребительские свойства, энергетическую и пищевую ценность, аутентичность, способность удовлетворять потребности человека в пище при обычных условиях использования в целях обеспечения сохранения здоровья человека [1, 2, 3].

Целью исследований является изучение возможности применения смеси пшеничной муки и порошка свеклы в технологии хлебобулочных изделий.

#### Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили хлебобулочные изделия, выпекаемые по традиционной рецептуре, и хлебобулочные изделия, выпекаемые с применением смеси из пшеничной, ржаной муки и порошка свеклы.

#### Результаты и их обсуждение

С целью определения рациональной дозировки порошка свеклы в рецептуру хлеба вносили коррективы: порошок свеклы в количестве 5 %, 10 %, 15 % и 20 % с одновременным снижением количества муки пшеничной.

Тесто для хлеба пшенично-ржаного с порошком свеклы готовили на традиционной жидкой закваске. В таблице 1 приведены рецептуры на хлеб пшенично-ржаной с внесением порошка свеклы.

Главными факторами, воздействующими на формирование качества выпечки, являются выбор

используемых ингредиентов и процесс приготовления. В качестве функционального ингредиента был выбран свекольный порошок.

Прототипом для разработки нового функционального продукта был взял классический ржано-пшеничный хлеб, с целью улучшения его физиологических свойств.

Хлеб ржано-пшеничный изготавливается из смеси ржаной сеяной и пшеничной муки высшего сорта. Этот вид хлеба обладает рядом полезных свойств благодаря высокому содержанию клетчатки, витаминов группы В, магния, фосфора и других микроэлементов. Он также имеет низкий гликемический индекс, что делает его подходящим для людей, следящих за своим здоровьем.

Важно отметить, что качество хлеба ржано-пшеничного зависит от многих факторов, включая качество сырья, соблюдение технологического процесса и условий хранения. Поэтому рекомендуется выбирать продукцию проверенных производителей и обращать внимание на срок годности.

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

Замешенное тесто направляли на брожение

Таблица 1 – Рецептура на хлеб пшенично-ржаного с порошком свеклы

| Наименование сырья                            | Дозировка порошка свеклы, % взамен пшеничной муки |     |     |     |     |
|---|---|-----|-----|-----|-----|
|   | 0   | 5   | 10  | 15  | 20  |
| Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г | 210   | 200 | 186 | 178 | 168 |
| Мука ржаная сеяная, г                         | 30  | 30  | 30  | 30  | 30  |
| Порошок свеклы, г                             | -   | 10  | 21  | 31  | 42  |
| Закваска ржаная, г                            | 0,5   | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Соль поваренная пищевая, г                    | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   |
| Вода, г                                       | по расчету  |     |     |     |     |

Таблица 2 - Органолептическая оценка хлеба пшенично-ржаного со свекольным порошком

| Наименование пока-<br>зателя                                 | Дозировка порошка свеклы, % к массе пшеничной муки  |                        |  |            |                       |
|--|---|------------------------|--|------------|-----------------------|
|  | 0   | 5                      | 10   | 15         | 20                    |
| Внешний вид форма и<br>поверхность                           | Форма круглая. Свекольный порошок хорошо перемешан с тестом и хлеб имеет ровный красный оттенок. Поверхность изделий гладкая, блестящая, без крупных трещин и надрывов. |                        |  |            |                       |
| Цвет   | светло-коричне-<br>вый  | светло-коричне-<br>вый | коричневый   | коричневый | Темно-коричне-<br>вый |
| Состояние мякиша<br>(пропеченность, про-<br>мес, пористость) | Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный; без следов непромеса. Пористость равномерная, без уплотнений   |                        | Мякиш равномерно пористый, без пустот и признаков закала (неразрыхленных участков мякиша). Нет посторонних включений. Мякиш свежего хлеба мягкий, эластичный |            |                       |
| Вкус и запах   | Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса.   |                        | Хлеб с добавлением свекольного порошка и пажитника имеет приятный аромат и слегка сладкий вкус   |            |                       |

в течение 1,5 ч. Температура брожения теста 30-32°C.

Исследования позволили установить, что применение порошка свеклы оказывает положительное влияние на протекание технологического процесса. Выброженное тесто подвергали разделке вручную, округляли и проводили расстойку при температуре воздуха 32...35°С и относительной влажности 75...80% в течение 40 мин. Выпечку изделий осуществляли в увлажненной камере при температуре 200-240°С. Продолжительность выпечки –50 минут [12]. По окончании выпечки хлеб вынимали из печи и охлаждали.

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

Установлено положительное влияние порошка свеклы на качество готовых изделий.

Литература

- [1] Балыкин, В. В. Анализ современных тенденций в производстве безглютеновых изделий / В. В. Балыкин, Д. Н. Кудряков, П. К. Гарькина // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10, № 4. С. 7-10
- [2] Курочкин, А. А. Модификация рецептуры батона нарезного с применением порошка виноградных косточек / А. А. Курочкин, П. К. Гарькина, М. Н. Родин // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8, № 3. С. 12-17.
- [3] Гарькина, П. К. Морковный порошок в производстве мучных кондитерских изделий / П. К. Гарькина, А. А. Плешакова, С. В. Шевченко // Инновационная техника и технология. – 2021. – Т. 8, № 4. – С. 5-9.
- [4] Скворцова, О. Б. Выбор рациональной дозировки порошка из семян тыквы в рецептуре хрустящих хлебцев / О. Б. Скворцова, П. К. Гарькина, Е. И. Пономарева // Хлебопродукты. 2020. № 12. С. 50-51.
- [5] Оптимизация состава композитной смеси на основе безглютенового сырья / П. К. Гарькина, Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, Е. А. Лукьянова // Современная наука и инновации. – 2020. – № 4(32). – С. 53-57
- [6] Шматкова, Н. Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения / Н. Н. Шматкова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2015. № 3(4). С. 33-39.

В результате исследований установлено, что по основным органолептическим показателям опытные образцы с внесением 5 % порошка свеклы практически не отличались от показателей контрольного образца, образцы с внесением порошка свеклы в количестве 15 и 20% приобрели слишком сладковатый привкус.

При внесении порошка свеклы в количестве 10, 15 и 20 % цвет корок и мякиша пшеничного-ржаного хлеба менялся в сравнении с контрольным образцом до коричневого (10 и 15 % порошка свеклы) и темно-коричневого (20 % порошка свеклы).

#### Выводы

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют, что рациональной дозировкой применения порошка свеклы в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов в рецептуре пшенично-ржаного хлеба является 10-15 %. При этом возможно приготовление готового изделия функционального назначения с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями.

#### References

- [1] Balykin, V. V. Analysis of modern trends in the production of gluten-free products / V. V. Balykin, D. N. Kudryakov, P. K. Garkina // Innovative technique and technology. – 2023. – Vol. 10, No. 4. – pp. 7-10
- [2] Kurochkin, A. A. Modification of the formulation of a loaf of sliced bread using grape seed powder / A. A. Kurochkin, P. K. Garkina, M. N. Rodin // Innovative technique and technology. – 2021. – Vol. 8, No. 3. – pp. 12-17.
- [3] Garkina, P. K. Carrot powder in the production of flour confectionery / P. K. Garkina, A. A. Pleshakova, S. V. Shevchenko // Innovative equipment and technology. -2021. – Vol. 8, No. 4. – pp. 5-9.
- [4] Skvortsova, O. B. The choice of a rational dosage of pumpkin seed powder in the formulation of crunchy breads / O. B. Skvortsova, P. K. Garkina, E. I. Ponomareva // Bread products. - 2020. – No. 12. – pp. 50-51.
- [5] Optimization of the composition of a composite mixture based on gluten-free raw materials / P. K. Garkina, G. V. Shaburo-va, A. A. Kurochkin, E. A. Lukyanova // Modern science and innovation. – 2020. – № 4(32). – Pp. 53-57
- [6] Shmatkova, N. N. Prospects for the use of composite mixtures in the technology of bakery products for functional purposes / N. N. Shmatkova, P. K. Voronina // Innovative technique and technology. – 2015. – № 3(4). – Pp. 33-39.

- [7] Патент № 2579488 С1 Российская Федерация, МПК А21D 8/02. Способ производства хлебобулочных изделий : № 2014146596/13 : заявл. 19.11.2014 : опубл. 10.04.2016 / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет».
- [8] Функциональный композит на основе экструдированной смеси пшеницы и семян тыквы / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2015. № 2(3). С. 5-11.
- [9] Патент № 2592619 С1 Российская Федерация, МПК А21D 8/02, А21D 2/36. Способ производства хлебобулочных изделий : № 2015109402/13 : заявл. 17.03.2015 : опубл. 27.07.2016 / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет».
- [10] Зимняков, В. М. Использование растительных ингредиентов для повышения потребительских свойств хлебобулочных изделий / В. М. Зимняков, П. К. Гарькина // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10, № 1. С. 24-27.
- [11] Гарькина, П. К. Фруктовое и овощное сырье в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / П. К. Гарькина, Д. С. Пшеницын // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9, № 3. С. 12-18.
- [12] Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. М.: Прейскурантиздат. 1989. 492 с.

- [7] Patent No. 2579488 C1 Russian Federation, IPC A21D 8/02. Method of production of bakery products: No. 2014146596/13: application 19.11.2014: published 10.04.2016 / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin [et al.]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of higher professional Education «Penza State Technological University».
- [8] Functional composite based on an extruded mixture of wheat and pumpkin seeds / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // Innovative technique and technologists
- [9] Patent No. 2592619 C1 Russian Federation, IPC A21D 8/02, A21D 2/36. Method of production of bakery products: No. 2015109402/13: application 17.03.2015: publ. 27.07.2016 / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin [et al.]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution higher professional education «Penza State Technological University».
- [10] Zimnyakov, V. M. The use of vegetable ingredients to improve the consumer properties of bakery products / V. M. Zimnyakov, P. K. Garkina // Innovative technique and technology. – 2023. – Vol. 10, No. 1. – pp. 24-27.
- [11] Garkina, P. K. Fruit and vegetable raw materials in the technology of bakery and flour confectionery products / P. K. Garkina, D. S. Pshenitsyn // Innovative technique and technology. - 2022. – Vol. 9, No. 3. – pp. 12-18.
- [12] Collection of technological instructions for the production of bakery products. – M.: Price list-dates. – 1989. – 492 p.

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

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

УДК 664.644

# Моделирование дозировки экструдированной композитной смеси на основе зерна пшеницы и бобов вигны в рецептуре обогащенного хлеба

Курочкин А.А., Гарькина П.К., Новикова О.А.

**Аннотация.** В работе применена методика, способствующая спрогнозировать качество обогащенного хлеба на этапе определения дозировок муки, как основного ингредиента, и дозировки обогащающего экструдата. Получены математические модели в виде регрессионных уравнений, достоверно описывающих зависимость удельного объема и пористости готовых хлебобулочных изделий от дозировки экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и бобов вигны и влажности теста. Приведена графическая интерпретация регрессионных уравнений.

**Ключевые слова:** экструдат, зерно пшеницы, бобы вигны, математическая модель, оптимизация.

Для цитирования: Курочкин А.А., Гарькина П.К., Новикова О.А. Моделирование дозировки экструдированной композитной смеси на основе зерна пшеницы и бобов вигны в рецептуре обогащенного хлеба // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 33–36.

# Modeling the dosage of an extruded composite mixture based on wheat grains and vigna beans in the formulation of enriched bread

Kurochkin A.A., Garkina P.K., Novikova O.A.

**Abstract.** The work uses a technique that helps to predict the quality of fortified bread at the stage of determining the dosages of flour as the main ingredient and the dosage of the enriching extrudate. Mathematical models in the form of regression equations have been obtained that reliably describe the dependence of the specific volume and porosity of finished bakery products on the dosage of an extruded composite mixture of wheat and beans and the moisture content of the dough. A graphical interpretation of the regression equations is given.

Keywords: extrudate, wheat grain, vigna beans, mathematical model, optimization.

**For citation:** Kurochkin A.A., Garkina P.K., Novikova O.A. Modeling the dosage of an extruded composite mixture based on wheat grains and vigna beans in the formulation of enriched bread. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 33–36. (In Russ.).

#### Введение

Применение растительного сырья, способствующего обогащению мучных изделий пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами представляет собой перспективное направление развития инновационных технологий продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий.

Стручки вигны (Vigna Savi) представляют собой значимую продовольственную культуру с высокой питательной ценностью. Вигна относится к семейству бобовых (Fabaceae), подсемейству мотыльковых (Papilionoideae) [1]. Вигна характеризуется высоким уровнем крахмала, белка, пищевых волокон, витаминов и минералов [2]. Содержание

липидов в различных сортах фасоли составляет 1,57-2,16%. Многие исследователи сообщают о возможности замены части пшеничной муки при производстве хлебобулочных изделий на муку, полученную из овощей. Установлена перспективность сырья для проектирования комплексной добавки – пророщенная спельта, семена тыквы, грибы вешенки и ягоды крыжовника [3]. При этом приводятся сведения о положительном влиянии овощного сырья на качество готовой продукции в виде сухих смесей, пюре, экстрактов и экструдатов [4]. В литературе отсутствует информация о влиянии экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны на качество хлебобулочных изделий.

Авторами ранее установлены достоверные



Рис. 1. Внешний вид экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны

данные о влиянии термовакумной экструзии на смеси зерновых с овощными культурами, и дальнейшем их использовании в технологии хлебобулочных изделий [5, 6, 7].

Цель работы — оптимизация дозировки пшеничной муки и муки из экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны при производстве хлебобулочных изделий.

#### Объекты и методы исследования

Для определения влияния экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны в соотношении 1:1 (рис.1) на качество готовых хлебобулочных изделий и выбора его оптимальных дозировок проводили серию лабораторных выпечек.

Смеси пшеницы и бобов вигны в соотношении 1:1 экструдировали в течение 10 с при температуре 100-105°С с последующим воздействием на выходящее из фильеры матрицы экструдера сырье пониженным давлением, равным 0,05 МПа. Частота вращения шнека пресса-экструдера составляла 7,5 с-1, диаметр фильеры матрицы экструдера — 4 мм.

Экструдированную смесь вносили взамен пшеничной муки в количестве 5, 10, 15 и 20 %. Вы-

бор интервалов изменения обогащающей добавки обусловлен технологическими характеристиками и качеством хлебобулочных изделий на основании предварительно проведённых исследований.

Установлено увеличение удельного объема готовых изделий при замене пшеничной муки в количестве 10-15 %.

Первичная обработка экспериментальных данных была проведена в программе Microsoft Excel. Планирование и последующая обработка экспериментальных данных проводилась с помощью программы Statictica.

Для оптимизации технологических параметров хлебобулочных изделий, как удельный объем (Y1, см $^3$ /100 г), пористость (Y2, %) от варьируемых факторов — дозировки экструдированной смеси (x2, %) и влажности теста (x1, %) — проведено центральное композиционное ротатабельное планирование эксперимента с последующей графической интерпретацией математических зависимостей и получением поверхностей отклика [8].

#### Результаты и их обсуждение

Полученные в трехмерном пространстве графики, позволяют установить граничные условия действия изучаемых факторов (рис. 2, 3).

Регрессионный анализ полученных экспериментальных данных позволил вывести уравнения регрессии, описывающие зависимость удельного объема и пористости готовых хлебобулочных изделий от дозировки экструдированной смеси и влажности теста.

Предсказанное уравнение регрессии для удельного объема Y1:

$$Y1 = -5591 + 267, 67 \cdot x_1 - 3,015 \cdot x_1^2 - 7,923 \cdot x_2 - -0,1792 \cdot x_2^2 + 0,26995 \cdot x_1 \cdot x_2$$

R=0,95; R2=0,89; уровень значимости p=0,002 Предсказанное уравнение регрессии для пористости Y2:

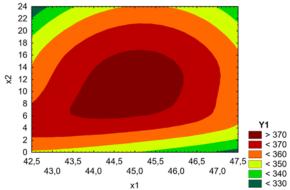


Рис. 2. Влияние влажности теста (x1) и дозировки экструдированной смеси (x2) на удельный объем хлеба (Y1)

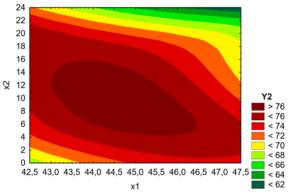


Рис. 3. Влияние влажности теста (x1) и дозировки экструдированной смеси (x2) на пористость хлеба (Y2)

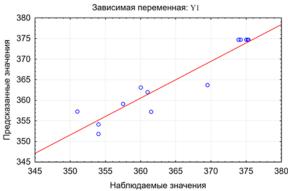


Рис. 4. Диаграмма рассеяния наблюдаемых и предсказанных значений Y1

$$Y2 = -839,9 + 39,691 \cdot x_1 -$$

$$-0,4315 \cdot x_1^2 + 7,0047 \cdot x_2 -$$

$$-0,0524 \cdot x_2^2 - 0,1338 \cdot x_1 \cdot x_2$$

R=0,95; R2=0,91; уровень значимости p=0,002 Анализируя влияние влажности теста (x1) и дозировки экструдата смеси пшеницы и вигны (x2) на удельный объем хлеба (Y1) можно определить рациональные значения данных параметров. Влажность теста рациональна в пределах 43-46%, оптимум 45 %, дозировка экструдированной смеси рациональна в пределах 5-15 % и оптимальна при дозировке 12 % для получения максимального значения удельного объема хлеба – 370 см³/100 г.

Анализируя влияние влажности теста (x1) и дозировки экструдированной смеси (x2) на пористость хлеба (Y2) можно определить оптимальные значения данных параметров. Влажность теста оптимальна в пределах 43-46 %, с оптимумом 45 %, дозировка экструдированной смеси рациональна в пределах 5-15 % и оптимальна при дозировке 12 % для получения максимального значения пористости хлеба 76 %.

Проверка адекватности полученных моделей осуществлялась на основе анализа диаграммы рассеяния наблюдаемых и предсказанных значений. Графики, приведенные на рис. 4 и 5 свидетельствуют о том, что обе полученные модели являются адекватными.

В дальнейшем изучали органолептические показатели хлебобулочных изделий из смеси пшеничной муки и муки из экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны. Для этого контрольный

#### Литература

- [1] Жужукин, В. И. Изучение биохимического состава семян и зеленых бобов овощной вигны (VIGNA UNG. SSP. SESQUIPEDALIS) /В.И. Жужукин, В.С. Горбунов, А.З. Багдалова // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 4. С. 29-32.
- [2] Фотев, Ю.В. Интродукция экзотических

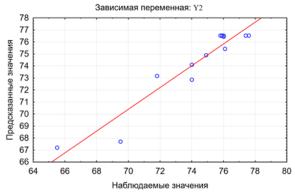


Рис. 5. Диаграмма рассеяния наблюдаемых предсказанных значений Y2

образец сравнивали с образцом хлеба, в состав которого входило 12 % экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны. Установлено положительное влияние муки из экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны в дозировке 12 % на органолептические показатели готовых изделий.

#### Выводы

С помощью методологии оценки поверхности отклика изучено влияние муки из экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны на удельный объем и пористость хлебобулочных изделий.

Получены регрессионные уравнения, достоверно и адекватно описывающие зависимость удельного объема (у1, см3/100 г) и пористости хлеба (у2, %) от варьируемых факторов — дозировки экструдированной смеси (х2, %) и влажности теста (х1, %), используемой вместо части пшеничной муки.

В ходе изучения и анализа полученных данных было установлено влияние рациональной дозировки от 5 до 15 % с оптимальной дозировкой 12 % муки из экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны взамен пшеничной муки. При этом удельный объем достигает 370 см3/100 г. Пористость при указанной оптимальной дозировке составляет 76 %. Таким образом, замена части пшеничной муки эквивалентным количеством муки из экструдированной смеси пшеницы и бобов вигны при производстве хлебобулочных изделий актуальна и может быть использована с целью оптимизации технологических показателей.

#### References

- [1] Zhuzhukin, V.I. Study of biochemical composition of seeds and green beans of vegetable cowpea (VIGNA UNG. SSP. SESQUIPEDALIS) /V.I. Zhuzhukin, V.S. Gorbunov, A.Z. Bagdalova // Russian Agricultural Science. 2017. No. 4. Pp. 29-32.
- [2] Fotev, Yu.V. Introduction of exotic heat-loving vegetable plants in Siberia /Yu.V. Fotev, G.A.

- теплолюбивых овощных растений в Сибири /Ю.В. Фотев, Г.А. Кудрявцева, В.П. Белоусова //Овощеводство Сибири. Новосибирск: Сиб. отд. РАСХН. 2009. С. 176-188.
- [3] Маслов, А.В. Изучение влияния комплексной растительной добавки на свойства мучных смесей и пшеничного теста /А.В. Маслов, З.Ш. Мингалеева, Т.А. Ямашев [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 3. С. 511-525.
- [4] Манеева, Э.Ш. Применение плодовых и овощных порошков в производстве хлеба /Э.Ш. Манеева, А.В. Быков, Э.Ш. Халитова [и др.] //Хлебопродукты. 2018. № 11. С. 51-53.
- [5] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов /А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова. М.: ИНФРА-М, 2017. 163 с.
- [6] Курочкин, А.А. Поликомпонентный экструдат на основе семян томатов /А.А. Курочкин, М.В. Долгов // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4. С. 22-26
- [7] Курочкин, А.А., Буренкова С.А. Хлеб с добавлением экструдата смеси бобов вигны и зерна пшеницы /А.А. Курочкин, С.А. Буренкова //Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 1. С. 32-37.
- [8] Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере [Текст] / В.П. Боровиков. М.: Питер, 2003. 688 с.

- Kudryavtseva, V.P. Belousova // Vegetable growing in Siberia. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2009. Pp. 176-188.
- [3] Maslov, A.V. Study of the influence of a complex plant additive on the properties of flour mixtures and wheat dough /A.V. Maslov, Z.Sh. Mingaleeva, TA. Yamashev [et al.] // Equipment and technology of food production. 2022. Vol. 52. No. 3. Pp. 511-525.
- [4] Maneeva, E.Sh. Use of fruit and vegetable powders in bread production /E.Sh. Maneeva, A.V. Bykov, E.Sh. Khalitova [et al.] // Bread products. 2018. No. 11. Pp. 51-53.
- [5] Kurochkin, A.A. Theoretical justification for the use of extruded raw materials in food technology /A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova. – M .: INFRA-M, 2017. 163 p.
- [6] Kurochkin, A.A. Multicomponent extrudate based on tomato seeds /A.A. Kurochkin, M.V. Dolgov // Innovative equipment and technology. 2022. Vol. 9. No. 4. Pp. 22-26
- [7] Kurochkin, A.A., Burenkova S.A. Bread with the addition of an extrudate of a mixture of cowpea beans and wheat grain /A.A. Kurochkin, S.A. Burenkova // Innovative equipment and technology. 2023. Vol. 10. No. 1. Pp. 32-37.
- [8] Borovikov V.P. STATISTICA. The art of data analysis on a computer [Text] / V.P. Borovikov. M .: Piter, 2003. 688 p.

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

| Курочкин Анатолий Алексеевич                           | Kurochkin Anatoly Alekseevich                               |  |  |
|--|---|--|--|
| доктор технических наук                                | D.Sc. in Technical Sciences                                 |  |  |
| профессор кафедры «Пищевые производства»               | professor at the department of «Food productions»           |  |  |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |  |  |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(927) 382-85-03                             |  |  |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: anatolii_kuro@mail.ru                               |  |  |
| Тел.: +7(927) 382-85-03                                |   |  |  |
| E-mail: anatolii_kuro@mail.ru                          |   |  |  |
| Гарькина Полина Константиновна                         | Garkina Polina Konstantinovna                               |  |  |
| кандидат технических наук                              | PhD in Technical Sciences                                   |  |  |
| доцент кафедры «Пищевые производства»                  | associate professor at the department of «Food productions» |  |  |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |  |  |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(927) 094-79-49                             |  |  |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: worolina89@mail.ru                                  |  |  |
| Тел.: +7(927) 094-79-49                                |   |  |  |
| E-mail: worolina89@mail.ru                             |   |  |  |
| Новикова Ольга Анатольевна                             | Novikova Olga Anatolievna                                   |  |  |
| аспирант кафедры «Пищевые производства»                | upostgraduate student of the department «Food productions»  |  |  |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |  |  |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(937) 914-73-00                             |  |  |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: ms.varlos@mail.ru                                   |  |  |
| Тел.: +7(937) 914-73-00                                |   |  |  |
| E-mail: ms.varlos@mail.ru                              |   |  |  |

УДК 664.769

# Применение шелухи фасоли при производстве экструдированных продуктов

# Новикова О.А., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье проведено исследование по определению влияния концентрации шелухи фасоли (побочного продукта промышленного шелушения фасоли) и параметров процесса экструзии на химический состав экструдатов, полученных с использованием экструдера. Определено, что концентрация шелухи фасоли в экструдатах может достигать 80%. Процесс экструзии привел к снижению содержания липидов, белка, пищевых волокон и их нерастворимой фракции, а также вызвал увеличение содержания растворимой фракции волокон. Эти изменения зависели от состава смеси, подвергаемой процессу экструзии, а также от следующих параметров процесса: температуры и влажности сырья.

Ключевые слова: фасоль, шелуха, экструзия, пищевые волокна, концентрация.

**Для цитирования:** Новикова О.А., Фролов Д.И. Применение шелухи фасоли при производстве экструдированных продуктов // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 37–42.

# Use of bean husks in the production of extruded products

Novikova O.A., Frolov D.I.

Abstract. The article presents a study to determine the effect of bean husk concentration (a by-product of industrial bean husk processing) and extrusion process parameters on the chemical composition of extrudates obtained using an extruder. It was determined that the concentration of bean husk in extrudates can reach 80%. The extrusion process resulted in a decrease in the content of lipids, protein, dietary fiber, and their insoluble fraction, and also caused an increase in the content of the soluble fiber fraction. These changes depended on the composition of the mixture subjected to the extrusion process, as well as on the following process parameters: temperature and humidity of the raw materials.

Keywords: beans, husk, extrusion, dietary fiber, concentration.

**For citation:** Novikova O.A., Frolov D.I. Use of bean husks in the production of extruded products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 37–42. (In Russ.).

### Введение

Исследования в области питания, проводимые в течение многих лет, доказали, что пищевые волокна являются существенным и незаменимым компонентом пищи [1, 2]. Несмотря на подтвержденное благотворное влияние пищевых волокон на человека, их потребление по-прежнему ниже рекомендуемых. Многие технологии, применяемые при переработке зерновых, рассматривают этот пищевой компонент как бесполезный балласт, снижая функциональное и сенсорное качество продуктов. Высококачественная мука и другие зерновые продукты эффективно очищаются от шелухи, основного источника пищевых волокон [3]. Промышленное шелушение семян бобовых, применяемое для пи-

щевых целей, является еще одним примером снижения концентрации пищевых волокон в рационе.

Проведенные исследования возможности применения шелухи бобовых, показали, что этот продукт является ценным источником не только пищевых волокон, но и биологически активных соединений, в том числе фенольных, благоприятно влияющих на здоровье человека [4, 5]. Более ранние исследования доказали, что технология экструзии, имеющая много преимуществ (устраняет привкус, гарантирует микробиологическую чистоту, делает продукты привлекательными за счет формирования их правильной формы и улучшения их структуры), может быть применена при переработке шелухи фасоли с целью получения экструдатов с высоким содержанием диетических волокон [6, 7].

Целью данного исследования было определение влияния концентрации шелухи фасоли и параметров процесса экструзионной варки: температуры, влажности сырья, а также диаметра фильеры на химический состав экструдатов, полученных с использованием одношнекового экструдера.

#### Объекты и методы исследования

В качестве материала использовалась шелуха фасоли, полученная в ходе шелушения. В качестве основного зернового материала в исследовании использовалась кукурузная крупа.

Шелуха фасоли использовалась для экструзионной варки с зерновым компонентом (кукурузная крупа) в различных соотношениях (таблица 2). Для экструзии материал измельчался в универсальной молотковой мельнице с использованием сит диаметром 3 мм. Смеси увлажнялись до рекомендуемой влажности и кондиционировались в течение 12 часов для обеспечения равномерной диффузии воды по всей массе. Приготовленные таким образом смеси подвергались экструзии с использованием экструдера ЭК-40. Параметры процесса экструзии (влажность сырья, температура экструзии, диаметр фильеры) и концентрация шелухи фасоли в смеси, подвергаемой экструзии (таблица 2), определялись на основании предыдущих исследований. Были выбраны только такие параметры, которые гарантировали стабильное протекание процесса экструзии и одновременно позволяли получать продукцию высокого качества.

В полученном сырье и экструдатах определяли содержание сырого протеина, сырого жира, золы,

Таблица 1 - Химический состав сырья (% с.в.)

| Материал      | Белок (N x 6,25) | Жир | Зола | Пищевые<br>волокна (ПВ) | Нерастворимые<br>пищевые<br>волокна (НРВ) | Растворимые пищевые волокна (PB) |
|---------------|------------------|-----|------|-------------------------|---|----------------------------------|
| Кукуруза      | 11,1             | 1   | 1,3  | 6,25                    | 5,26                                      | 0,99                             |
| Шелуха фасоли | 15,6             | 1,8 | 4,8  | 67,65                   | 61,84                                     | 5,81                             |

Таблица 2 – Модель экспериментов и химический состав экструдатов (% с.в.)

|    | Содержа  | ание (%)         | C                    |                     | Диаметр      |       |     |      |
|----|----------|------------------|----------------------|---------------------|--------------|-------|-----|------|
| Nº | Кукуруза | Шелуха<br>фасоли | Содержание влаги (%) | Температура (°C)    | матрицы (мм) | Белок | Жир | Зола |
| 1  | 80       | 20               | 14                   | 130/160/200/180/130 | 6            | 10,1  | 0,5 | 2,3  |
| 2  | 70       | 30               | 14                   | 130/160/200/180/130 | 6            | 10,1  | 0,5 | 2,4  |
| 3  | 60       | 40               | 14                   | 130/160/200/180/130 | 6            | 12,2  | 0,5 | 2,8  |
| 4  | 50       | 50               | 14                   | 130/160/200/180/130 | 6            | 12,6  | 0,8 | 3,1  |
| 5  | 40       | 60               | 14                   | 130/160/200/180/130 | 6            | 11,6  | 0,9 | 3,3  |
| 6  | 30       | 70               | 14                   | 130/160/200/180/130 | 6            | 12,3  | 1   | 3,6  |
| 7  | 20       | 80               | 14                   | 130/160/200/180/130 | 6            | 12,5  | 1,1 | 4    |
| 8  | 80       | 20               | 17                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 9,4   | 0,3 | 2,1  |
| 9  | 70       | 30               | 17                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 11    | 0,3 | 2,5  |
| 10 | 60       | 40               | 17                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 11,9  | 0,5 | 2,7  |
| 11 | 50       | 50               | 17                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 11,8  | 0,7 | 3    |
| 12 | 40       | 60               | 17                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 13,4  | 0,9 | 3,4  |
| 13 | 30       | 70               | 17                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 13,7  | 1   | 3,6  |
| 14 | 20       | 80               | 17                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 13,9  | 1,2 | 3,9  |
| 15 | 60       | 40               | 14                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 10,9  | 0,6 | 2,7  |
| 16 | 60       | 40               | 17                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 10,9  | 0,5 | 2,7  |
| 17 | 60       | 40               | 20                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 11,3  | 0,6 | 2,8  |
| 18 | 60       | 40               | 23                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 11,2  | 0,4 | 2,8  |
| 19 | 60       | 40               | 26                   | 130/160/200/180/130 | 3,2          | 11,2  | 0,5 | 2,8  |
| 20 | 60       | 40               | 14                   | 80/100/120/100/130  | 3,2          | 11,6  | 0,7 | 2,8  |
| 21 | 60       | 40               | 14                   | 100/120/145/125/130 | 3,2          | 11,2  | 0,6 | 2,8  |
| 22 | 60       | 40               | 14                   | 120/140/170/150/130 | 3,2          | 12,1  | 0,8 | 2,8  |
| 23 | 60       | 40               | 14                   | 140/160/195/175/130 | 3,2          | 11,8  | 0,8 | 2,9  |
| 24 | 60       | 40               | 14                   | 160/180/220/200/130 | 3,2          | 11,5  | 0,7 | 2,8  |

пищевых волокон (ПВ) (ГОСТ Р 57543-2017). Пищевые волокна определяли с их растворимой (РВ) и нерастворимой (НРВ) фракциями (ГОСТ Р 54014-2010).

Статистический анализ и регрессионный анализ проводились с использованием Microsoft Excel 2021 и Statistica 2010.

#### Результаты и их обсуждение

Содержание основных химических компонентов и пищевых волокон в сырье представлено в таблице 1. Полученные результаты показали, что побочный продукт, характеризуется более высокой концентрацией питательных веществ, чем кукурузная крупа, широко применяемая в производстве пищевых экструдатов. Содержание белка, жира, золы и пищевых волокон (ПВ) в шелухе фасоли было выше на 4,5%, 0,8%, 3,5% и 56,6% соответственно по сравнению с кукурузной крупой. Следует обратить внимание на высокое содержание белка в шелухе фасоли, источником которого являются фрагменты семядолей, переходящие в побочные продукты в процессе шелушения семян. Однако основным компонентом шелухе фасоли являются пищевые волокна. Шелуха фасоли состоит из фракций, которые можно разделить (с аналитической точки зрения) на растворимые (пектиновые вещества, большая часть гемицеллюлоз и часть полисахаридов) и нерастворимые (целлюлоза, лигнин и часть гемицеллюлоз). Проведенный анализ показал, что основную фракцию шелухи составляет нерастворимая, достигающая 91,3% от общего количества пищевых волокон. Данные, представленные в таблице 1, демонстрируют высокую диетическую ценность шелухи фасоли и свидетельствуют о необходимости ее использования в пищевых целях. В качестве сырья шелухи фасоли может быть использована для обогащения экструдатов на основе злаков такими компонентами, как белки, минеральные соединения и пищевые волокна.

Основной химический состав экструдатов на основе шелухи фасоли и кукурузной крупки при различных параметрах процесса экструзии представлен в таблице 2. Широкий диапазон концентрации шелухи фасоли (от 20% до 80%) в смеси с кукурузной крупкой привел к изменению химического состава экструдатов. Сравнивая химический состав сырья с полученными экструдатами, можно сделать вывод, что в условиях эксперимента процесс экструзии вызвал снижение содержания липидов, а также небольшое снижение содержания белка. В то время как содержание золы осталось на аналогичном уровне. Эти изменения, представленные на рисунке 1, были проиллюстрированы на примере образца, обработанного при следующих условиях: концентрация шелухи фасоли - 40%, концентрация кукурузной крупки - 60%, температура - 200°С, влажность сырья - 14%, диаметр фильеры - 6 мм. Уменьшение содержания жира в процессе экструзии было подтверждено исследованиями многих авторов []. Это связано с образованием комплексов жира с другими соединениями, в основном с крахмалом и белком, что приводит к снижению его экстрагируемости неполярными растворителями. Полученные результаты показали, что комплексообразование жира сильно зависит от концентрации шелухи фасоли в смеси. В образцах с 20% добавлением шелухи фасоли степень комплексообразования жира составила 61,2%. Тогда как увеличение концентрации этого компонента с высоким содержанием пищевых волокон до 80% привело к снижению значения индекса до 27,5%. Степень комплексообразования жира во время экструзии зависит от содержания крахмала в перерабатываемом материале, что облегчает образование комплексов крахмал-липид. Полученные результаты, склоняют к аналогичным предположениям, поскольку вместе с увеличением концентрации компонента с высоким содержанием пищевых волокон содержание крахмала и степень комплексообразования липидов снижаются. Процесс экструзии также приводит к снижению содержания белка в перерабатываемом сырье (рисунок 1). Отмеченные изменения незначительны, однако они относятся ко всем проанализированным образцам.

На рисунке 2 показано влияние концентрации шелухи фасоли на содержание общего пищевого волокна, его нерастворимой и растворимой фракций в сырье. Увеличение концентрации шелухи фасоли с 20% до 80% в сырьевой смеси привело к сильно дифференцированному содержанию пищевых волокон в полученных экструдатах. Сравнивая содержание пищевого волокна и его фракций в сырье с таковыми в полученных экструдатах, следует отметить, что процесс экструзии вызвал увеличение растворимых пищевых волокон и одновременно уменьшение нерастворимых. Эта тенденция была постоянной во всей экспериментальной модели (рисунки 2, 3, 4).

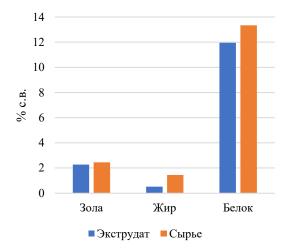


Рис. 1. Сравнение химического состава сырья и экструдата (40% шелухи фасоли и 60% кукурузной крупы, температура 200°С; влажность - 14%; диаметр фильеры - 6 мм).

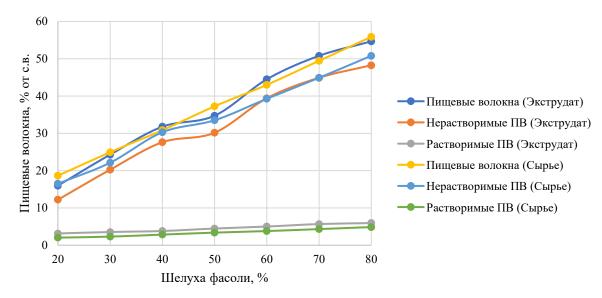


Рис. 2. Влияние концентрации шелухи фасоли на содержание общих пищевых волокон и их фракций (диаметр фильеры - 6 мм; температура - 200°С; влажность - 14%).

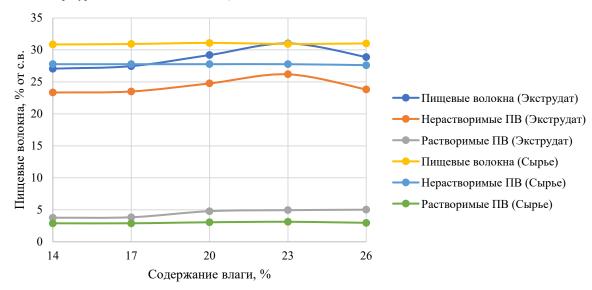


Рис. 3. Влияние влажности сырья на содержание общих пищевых волокон и их фракций (шелухи фасоли - 40%; темп. - 200°С; диаметр фильеры - 3,2 мм).

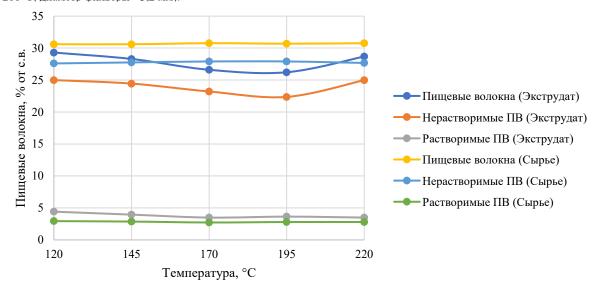


Рис. 4. Влияние температуры на содержание общих пищевых волокон (ПВ) и их фракций РВ и НРВ (шелуха фасоли - 40%; диаметр матрицы - 3,2 мм; влажность - 14%).

Анализ влияния влажности сырья на содержание пищевых волокон показал, что вместе с увеличением влажности наблюдалось постоянное увеличение растворимых пищевых волокон. В то время как ПВ и НРВ достигли своих экстремумов при влажности, равной 23%, показывая типичную точку перегиба кривой (рисунок 3). При увеличении влажности с 14% до 23% изменения в обработанном материале кажутся наиболее интенсивными, что приводит к увеличению значений ПВ и НРВ. Однако, если сравнить эти результаты с кривыми ожидаемых значений, наиболее интенсивные изменения, вероятно, будут происходить при влажности 14% (при которой были зарегистрированы самые низкие значения ПВ и НРВ).

При анализе влияния температуры на содержание пищевых волокон типичная точка перегиба кривой наблюдалась при температуре 195°C (рисунок 4). С ростом температуры наблюдалось снижение значений ПВ и НРВ. Самые низкие значения были отмечены при температуре 195°С. При температуре 220°C снова наблюдался быстрый рост значений этих компонентов. Если эти результаты рассматривать в отношении кривых ожидаемых значений, можно наблюдать значительные изменения пищевых волокон с ростом температуры. При температурах выше 195°C, по-видимому, преобладает процесс образования резистентных структур (вероятнее всего, резистентного крахмала), а также наблюдается увеличение содержания фракций НРВ и ПВ.

Несмотря на широкий диапазон влажности и температуры, наблюдаемые изменения содержания

Литература

- [1] Евдокимова Е. Г., Андреева М. Г. Разработка рецептуры и технологии булочных изделий повышенной биологической ценности //Актуальные проблемы общественного питания. – 2018. – С. 44-45.
- [2] Никитин И. В., Иванов В. Ф. Разработка рецептуры и технологии булочных изделий повышенной биологической ценности //Актуальные проблемы общественного питания. – 2019. – С. 109-113.
- [3] Звягинцева В. В. Отруби злаковых культур как основной источник пищевых волокон в создании продуктов питания специального назначения // РОССИЙСКАЯ НАУКА: НАПРАВЛЕНИЯ, ИДЕИ, РЕЗУЛЬТАТЫ. 2018. С. 70-73.
- [4] Боков Д. О. и др. Пищевые волокона и заболевания желудочно-кишечного тракта //Вопросы питания. 2015. T. 84. №. S5. C. 19-20.
- [5] Кобец Е. С., Арпуль О. В., Доценко В. Ф. Характеристика клетчатки пшеничной, как источника пищевых волокон //Вестник Алматинского технологического университета. 2016. №. 3. С. 82-89.

фракций пищевых волокон не были радикальными, что, несомненно, является следствием типа используемого экструдера.

Экструдер ЭК-40, применяемый в исследованиях, позволяет перерабатывать смеси с концентрацией шелухи фасоли от 20% до 80%. Опыты по введению более высоких концентраций шелухи фасоли оказались безуспешными. Низкая насыпная плотность, характеризующая сырье, влияет на низкую степень заполнения рабочего пространства внутри цилиндра экструдера. В результате перерабатываемый материал сгорает, а также наблюдается дестабилизация процесса экструзии.

#### Выводы

Шелуха фасоли, являющаяся побочным продуктом шелушения, может быть использована для обогащения зерновых экструдатов питательными веществами и пищевыми волокнами. Концентрация шелухи фасоли в экструдатах, полученных с использованием экструдера, может достигать 80%. Концентрацию питательных веществ и пищевых волокон в экструдатах можно изменять в значительной степени, применяя различные концентрации шелухи фасоли в сырьевой смеси (от 20% до 80%). Проанализированные параметры процесса экструзии, такие как: температура и влажность сырья, привели к снижению содержания пищевых волокон и их нерастворимой фракции, а также к увеличению содержания их растворимой фракции.

#### References

- [1] Evdokimova E. G., Andreeva M. G. Development of recipes and technology for bakery products with increased biological value // Current issues of public catering. 2018. P. 44-45.
- [2] Nikitin I. V., Ivanov V. F. Development of recipes and technology for bakery products with increased biological value // Current issues of public catering. -2019. - P. 109-113.
- [3] Zvyagintseva V. V. Bran of cereal crops as the main source of dietary fiber in the creation of special-purpose food products // RUSSIAN SCIENCE: DIRECTIONS, IDEAS, RESULTS. - 2018. - P. 70-73.
- [4] Bokov D. O. et al. Dietary fiber and diseases of the gastrointestinal tract // Nutrition issues. – 2015. – Vol. 84. – No. S5. – P. 19-20.
- [5] Kobets E. S., Arpul O. V., Dotsenko V. F. Characteristics of wheat fiber as a source of dietary fiber // Bulletin of Almaty Technological University. – 2016. – No. 3. – P. 82-89.
- [6] Alonso R. et al. Effect of extrusion cooking on structure and functional properties of pea and kidney bean proteins //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2000. – Vol. 80. – No. 3. – P. 397-403.

- [6] Alonso R. et al. Effect of extrusion cooking on structure and functional properties of pea and kidney bean proteins //Journal of the Science of Food and Agriculture. 2000. T. 80. № 3. C. 397-403.
- [7] Natabirwa H. et al. Physico-chemical properties and extrusion behaviour of selected common bean varieties //Journal of the Science of Food and Agriculture. − 2018. T. 98. № 4. C. 1492-1501.

[7] Natabirwa H. et al. Physico-chemical properties and extrusion behaviour of selected common bean varieties //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2018. – T. 98. – No. 4. – pp. 1492-1501.

# Сведения об авторах

### Information about the authors

| Новикова Ольга Анатольевна                             | Novikova Olga Anatolievna                                   |
|--|---|
| аспирант кафедры «Пищевые производства»                | upostgraduate student of the department «Food productions»  |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(937) 914-73-00                             |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: ms.varlos@mail.ru                                   |
| Тел.: +7(937) 914-73-00                                |   |
| E-mail: ms.varlos@mail.ru                              |   |
| Фролов Дмитрий Иванович                                | Frolov Dmitriy Ivanovich                                    |
| кандидат технических наук                              | PhD in Technical Sciences                                   |
| доцент кафедры «Пищевые производства»                  | associate professor at the department of «Food productions» |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                   | Penza State Technological University                        |
| технологический университет»                           | <b>Phone:</b> +7(937) 408-35-28                             |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | E-mail: surr@bk.ru  |
| Тел.: +7(937) 408-35-28                                |   |
|  |   |

УДК 664:681.6

# Анализ ароматобразующих веществ крекера с нетрадиционными видами сырья

# Писаревский Д.С.

Аннотация. В настоящее время весьма актуальным является обогащения мучных кондитерских изделий, в частности крекера нетрадиционными видами сырья. Такие обогатители позволяют увеличить количество белка, пищевых волокон, витаминов и микронутриентов, а также снизить калорийность изделий. Целью работы было изучить влияние нетрадиционного сырья на образование летучих органических соединений, формирующих аромат крекера. Объектами исследования было 2 образца крекера: № 1 - «Янтарный с солью» (контроль) (ТУ 10.72.12-002-59045630-2016), № 2 - «ПротеинФит» (ТУ 10.72.12-616-02068108-2024) с заменой 100 % сахара на продукт сывороточный сухой (пермеат), 10 и 7 % муки пшеничной высшего сорта - на муку пшеничную цельнозерновую и изолят соевого белка соответственно, воду - на сгущенную лактулозосодержащую пищевую добавку на основе творожной сыворотки (ТУ 10.51.55-619-02068108-2024). Инструментальная оценка качественного и количественного содержания летучих органических соединений в образцах изделий проведена в условиях лаборатории современных методов анализа ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ) на лабораторном анализаторе запахов «МАГ-8» (ООО «СНТ», Россия) с методологией «электронный нос» Применены сенсоры на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ типа с базовой частотой колебаний 10,0-14,0 МГц с разнохарактерными пленочными и наноструктурированными сорбентами на электродах. По совокупности всех данных можно сделать вывод о том, что изменение рецептуры заметно влияет на качественный и количественный состав проб равновесных газовых фаз над образцами затяжного печенья. Установлено, что интенсивность опытного образца уступает контрольному на 6,5 %, что считается незначительным отличием, при этом анализ показателей стабильности запаха отобранных проб установил, что для представленных образцов из 28 возможных параметров удалось выделить 11, различающихся для проб значимо. По качественному составу опытный образец отличается от контроля более чем на 39 %. Это говорит о не близком качественном составе легколетучих органических соединений (ЛОС) в пробах. Полученные данные позволяют оценить вклад нетрадиционного сырья на общий запах готового изделия и открывают новые возможности для прогнозирования профиля ароматобразующих веществ обогащенного крекера уже на этапе создания рецептур.

**Ключевые слова:** крекер, нетрадиционное сырье, ароматобразующие вещества, интенсивность запаха, электронный нос.

Для цитирования: Писаревский Д.С. Анализ ароматобразующих веществ крекера с нетрадиционными видами сырья // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 43–51.

# Analysis of flavor-forming substances of crackers with non-traditional types of raw materials

# Pisarevsky D.S.

**Abstract.** Currently, it is very important to enrich flour confectionery products, in particular crackers, with non-traditional types of raw materials. Such fortifiers allow you to increase the amount of protein, dietary fiber, vitamins and micronutrients, as well as reduce the calorie content of products. The aim of the work was to study the effect of non-traditional raw materials on the formation of volatile organic compounds that form the flavor of a cracker. The objects of the study were 2 cracker samples: No. 1 - «Amber with salt» (control) (TU 10.72.12-002-59045630-2016), № 2 - « ProteinFit» (TU 10.72.12-616-02068108-2024 ) with the replacement of 100% sugar with a dry whey product (permeate), 10 and 7 % of premium wheat flour is for whole wheat flour and soy protein isolate, respectively, water is for a condensed lactulose-containing food additive based on curd whey (TU 10.51.55-619-02068108-2024 ). Instrumental assessment of the qualitative and quantitative content of volatile organic compounds in product

samples was carried out in the laboratory of modern methods of analysis of the Voronezh State University of Engineering Technologies (VGUIT) on the MAG-8 laboratory odor analyzer (LLC SNT, Russia) with the «electronic nose» methodology, sensors based on piezoquartz resonators were used OAV type with a base oscillation frequency of 10.0-14.0 MHz with different film and nanostructured sorbents on the electrodes. Based on the totality of all the data, it can be concluded that the change in the formulation significantly affects the qualitative and quantitative composition of samples of equilibrium gas phases over samples of lingering biscuits. It was found that the intensity of the prototype is 6.5% lower than the control one, which is considered a minor difference, while the analysis of the odor stability indicators of the selected samples found that 11 of the 28 possible parameters were identified for the presented samples, which differ significantly for the samples. The qualitative composition of the prototype differs from the control by more than 39%. This indicates that the qualitative composition of volatile organic compounds (VOCs) in the samples is not close. The data obtained make it possible to assess the contribution of non-traditional raw materials to the overall smell of the finished product and open up new opportunities for predicting the profile of aroma-forming substances of an enriched cracker already at the stage of formulation creation.

**Keywords:** cracker, non-traditional raw materials, aroma-forming substances, odor intensity, electronic nose.

**For citation:** Pisarevsky D.S. Analysis of flavor-forming substances of crackers with non-traditional types of raw materials. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 43–51. (In Russ.).

#### Введение

Примерно половину рынка кондитерских изделий в РФ занимают мучные кондитерские изделия [1]. Они пользуются регулярным устойчивым спросом, благодаря высоким вкусовым свойствам, доступности, удобству потребления, а также традициям в питании населения РФ. Однако отечественные предприятия индустрии питания в настоящее время сталкиваются с проблемами производства из-за падения курса рубля, спада объемов роста продаж, обусловленных снижением покупательской способности, введением санкций. Стоимость продуктовых товаров стала ключевым фактором, влияющим на принятие потребителем решения при покупке [2, 3].

Вместе с этим, использование некоторых продуктов в повседневном питании населения ограничивается не только их высокой стоимостью, но и несоответствием принципам рационального питания [4]. Оценка химического состава мучных кондитерских изделий показывает, что содержание углеводов в них превышает содержание белка более, чем в 10 раз, при этом они имеют высокую калорийность, низкую пищевую и биологическую ценность. В это же время современные представления о питании нацеливаются на употребление продуктов низкокалорийных, богатых пищевыми волокнами, белками, витаминами и т. п. [5, 6]. В связи с этим формирование ассортимента продуктов питания, отвечающих приоритетным направлениям государственной политики в области здорового питания и удовлетворяющих потребительский спрос в их качестве, является на сегодняшний день актуальным направлением развития потребительского рынка. Применение недорогого сырья с высокими показателями пищевой ценности при производстве мучных кондитерских изделий позволяет получить значительный экономический эффект, так как затраты на сырье в производстве продукции составляют более 70 % от всех издержек [7].

Анализ научной литературы выявил, что сегодня весьма актуальным является разработка и создание мучных кондитерских изделий обогащенных нетрадиционными видами сырья. Так, например, разработана рецептура крекера с добавлением 15 % шрота калины обыкновенной. Установлено, что при добавлении в рецептуру 15 % шрота из ягод калины обыкновенной крекер имеет равномерный, выраженный кремовый цвет с золотистым оттенком, тонкий запах и привкус калины, гладкую поверхность. По физико-химическим показателям полученные крекеры полностью соответствуют требованиям ГОСТ 14033-2015. Полученные изде-



Рис. 1. Общий вид анализатора «МАГ-8»

Таблица 1 — Отклики сенсоров и площадь «визуального отпечатка» максимальных сигналов сенсоров в парах равновесных газовых фаз над пробами

| Но-                 |                               | Классы веществ                 |   |         |                   |                                   |      |                                     |  |  |  |  |  |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|---|---------|-------------------|-----------------------------------|------|-------------------------------------|--|--|--|--|--|
| мер<br>об-<br>разца | Вода, все полярные соединения | Спирты,<br>альдегиды,<br>амины | Орг. поляр-<br>ные соедине-<br>ния, кислоты | е,амины | Кетоны,<br>спирты | Азотсо-<br>держащие<br>соединения | _    | Вода, все менее полярные соединения |  |  |  |  |  |
| 1                   | 16,44                         | 26,67                          | 16  | 11,56   | 13,33             | 5,33                              | 3,11 | 7,56                                |  |  |  |  |  |
| 2                   | 17,04                         | 22,87                          | 15,7  | 10,76   | 16,14             | 4,48                              | 4,04 | 8,97                                |  |  |  |  |  |

Таблица 2 - Относительное содержание групп легколетучих органических соединений в равновесных газовых фазах над пробами по значимым сигналам сенсоров, %

| Номер<br>образца |    |    | Площадь «визуального<br>отпечатка», Гц*с |    |    |    |    |    |              |
|------------------|----|----|--|----|----|----|----|----|--------------|
|                  | S1 | S2 | S3                                       | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | $S_{\Sigma}$ |
| 1                | 37 | 60 | 36                                       | 26 | 30 | 12 | 7  | 17 | 2577         |
| 2                | 38 | 51 | 35                                       | 24 | 36 | 10 | 9  | 20 | 2410         |

лия имели более высокое содержание пищевых волокон и витаминов, а также кальция, магния, β-каротина [8]. Более того, предложена рецептура галет повышенной пищевой ценности с использованием соевого белка. Установлено, что оптимальное содержание соевого белкового продукта в рецептуре галет не должно превышать 7,5 % от общей массы пшеничной муки. Добавление соевого белкового продукта способствует повышению пищевой ценности галет по белку на 21,6 %, жиру – на 14,1 %, минеральным веществам - на 11,1 %, изофлавоноидам – на 140,8 % при снижении содержания общих углеводов на 6,5 % по сравнению с контролем. При этом данный продукт обладает функциональными свойствами, так как при употреблении 100 г изделий увеличивается до значимых величин по фосфору (с 11,7 до 20,1 %), витамину Е (с 12,6 до 18,0 %) и изофлавоноидам (с 9,6 до 23,2 %) по сравнению с контролем [9].

Также разработано рецептурно-компонентное решение пасты для мучных кондитерских изделий на основе продукта сывороточного сухого (пермеат). Объектами исследования являлись пермеат и мучные кондитерские изделия. По результатам проведенных исследований обосновано применение пермеата с целью замены части сахарозы (до 15 %) в мучных кондитерских изделиях. Это улучшает функционально-технологические характеристики готового продукта, в том числе способствует уменьшению времени выстойки практически в 2 раза и увеличению пластической прочности начинки [10]. Кроме того, предложена рецептура крекера повышенной пищевой ценности из композитной смеси пшеничной муки высшего сорта и цельносмолотой муки из зерна нута сорта Краснокутский 28. Оптимальное содержание нутовой муки в составе композитной смеси (85 и 90 %), не снижающее органолептические показатели готового продукта, составляет 10 %. Введение нутовой муки в рецептуру крекера способствует повышению содержания белка и минеральных веществ в готовом продукте в 1,3 и 1,6 раза соответственно. Нутовая мука выполняет роль влагоудерживающего агента и способствует продлению срока хранения печенья [11].

Целью данных исследований являлось изучение влияния нетрадиционных видов сырья на содержание ароматобразующих веществ в крекере из пшеничной муки высшего сорта.

Объектами исследований было 2 образца крекера: № 1 - «Янтарный с солью» (контроль) (ТУ 10.72.12-002-59045630-2016), № 2 - «ПротеинФит» (ТУ 10.72.12-616-02068108-2024) с заменой 100 % сахара на продукт сывороточный сухой (пермеат), 10 и 7 % муки пшеничной высшего сорта - на муку пшеничную цельнозерновую и изолят соевого белка соответственно, воду - на сгущенную лактулозосодержащую пищевую добавку на основе творожной сыворотки (ТУ 10.51.55-619-02068108-2024).

Замес теста влажностью 28,5 % осуществлялся на лабораторным тестомесе с z-образными лопастями фирмы «Werner&Pfleiderer». После тесто направляли в расстойный шкаф для ферментации в течение 45 мин при температуре 28-30 °С и относительной влажности воздуха 70 %. Затем полуфабрикат пропускали через валок раскаточного стола, формировали слои и прокатывали слоеный пласт теста до нужной толщины. Далее формовали тестовые заготовки квадратной формы и направляли на выпечку в духовой шкаф фирмы «SUMSUNG» при температуре 200 °С в течение 9-10 мин [12].

Анализ аромата свежеприготовленных проб изделий проводили через 48 ч после выпечки в условиях лаборатории современных методов анализа ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ) на лабораторном анализаторе запахов «МАГ-8» (ООО «СНТ», Россия) с методологией «электронный нос» (рисунок 1) [13].

#### Объекты и методы исследования

В исследовании были применены сенсоры на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ-типа с базовой частотой колебаний 10,0-14,0 МГц с разнохарактерными пленочными и наноструктурированными сорбентами на электродах [14]. Покрытия выбраны в соответствие с задачей испытаний для определения легколетучих органических соединений (ЛОС) пищевых объектов. Для обеспечения разной избирательности и детектирования наибольшего числа летучих соединений (ЛОС), выделяющихся из пробы при температуре эксперимента, применяли 8 разнохарактерных сенсоров. Порядок установки сенсоров выбран от сильно полярных (S1) до менее полярных сорбентов (S8), что влияет только на форму итоговых интегральных многомерных аналитических сигналов, но не на результаты эксперимента: S1 - Поливинилпирролидон (ПВП); S2 – Прополис, пчелиный клей (ПчК); S3 - Дициклогексан-18-Краун-6 (ДЦГ18К6); S4 - Гидроксиапатит (ГА); S5 - Полиэтиленгликоль ПЭГ-2000 (ПЭГ-2000); S6 - Полиэтиленгликоль себацинат (ПЭГСб), S7 - Полиэтиленгликоль сукцинат (ПЭГС), S8 - Тритон X-100 (ТХ100).

Сенсоры представляют собой чувствительные элементы в приборе «электронный нос», на которые нанесены тонкие пленки сорбентов. Тонкие пленки подобраны так, чтобы извлекать из воздуха в около сенсорном пространстве ячейки детектирования определенные группы летучих органических соединений (ЛОС). В результате взаимодействия ЛОС с модификаторами сенсоров изменяется частота колебаний преобразователя газовых сенсоров, которая фиксируется в программном обеспечении отдельно для каждого измерительного элемента. Чем больше изменение частоты колебаний, тем больше соединений сорбировалось модификатором, а, значит, находилось в около сенсорном пространстве ячейки детектирования прибора и соответственно - в анализируемом образце.

Подготовка проб к анализу осуществлялось следующим образом: пробы образцов крекера выдерживали при комнатной температуре ( $25\pm1$  °C) не менее 30 мин. Объем равновесной газовой фазы (РГФ) составлял 3 см3. Отбор над пробами и ввод ее в ячейку детектирования проводили автоматическим пробоотборником анализатора «МАГ-8», что обеспечивает высокую повторяемость отбора и снижает общую погрешность анализа.

Важно отметить, что общее время взвешивания ЛОС пробы было 60 с. При таком режиме анализа к указанному времени в системе устанавливается равновесие, поэтому полученные результаты — изменение частот колебаний разных сенсоров в массиве, согласно теории пьезокварцевого микровзвешивания, соответствуют массе адсорбированных из около сенсорного пространства, а, значит, поступивших в составе РГФ выделяемых пробами молекул летучих соединений.

Исследования, проводимые на приборе «МАГ-8» по методике «электронный нос», позволяют получить информацию о количественном и качественном составе аромата, оценить сходство или различие запахов анализируемых проб.

#### Результаты и их обсуждение

Для оценки близости или различия состава равновесных газовых фаз над представленными образцами (состав смеси ЛОС в РГФ) был проведен анализ химического состава летучих соединений, содержащихся в ней максимально. Особенность анализа — пробы с малым содержанием воды, что приводит к заведомо низким откликам сенсоров с полярными и среднеполярными покрытиями.

Максимальный отклик отдельных сенсоров (частота колебаний), полученный после 60 с нагрузки парами, выявил разные реакции сенсоров в парах РГФ над пробами, особенно большая разница была между сигналами сенсора S2. Сигналы всех сенсоров превышают уровень шумов, поэтому полную информацию включили в выборку аналитических сигналов, чтобы снизить погрешность оценки различий состава аромата проб. Величина суммарного отклика массива сенсоров в «электронном носе» (площадь «визуального отпечатка» максимальных сигналов - максимумов) показала, что интенсивность двух ароматов незначительно различается и экспериментальный образец (2410 Гц\*с) уступает контрольному (2577 Гц\*с) на 6,5 % (таблица 1).

Существенное влияние на снижение насыщенности запаха в экспериментальном образце оказывает оболочка зерна, внесенная с мукой пшеничной цельнозерновой. Высокое содержания растительной клетчатки (9,3 % на 100 г муки) в оболочке позволяет удерживать и значительно связывать ароматобразующие соединения в рецептуре изделия.

Для корректной интерпретации запаха исследуемых образцов крекера определили природу и количественный состав химических соединений, а также их индивидуальный вклада в общий спектр ароматобразующих веществ. С помощью метода нормировки рассчитали долю вклада сигналов сенсоров в массиве с разными покрытиями в суммарный аналитический сигнал (таблица 2).

В контрольном и экспериментальном образцах крекера выявлены органические соединения, среди которых - вода, спирты, кислоты, альдегиды, кетоны. Содержание поверхностной несвязанной влаги идентично для обеих проб. Однако установлено, что, несмотря на близость интенсивности аромата, состав его для экспериментальной пробы существенно изменился. Наибольшее содержание в РГФ над пробами отмечается по сигналам сенсоров для среднеполярных ЛОС, а также для кетонов, спиртов - сенсоры S2-S5.

Содержание белковых веществ (пептидов и аминокислот) по пищевой ценности в эксперимен-

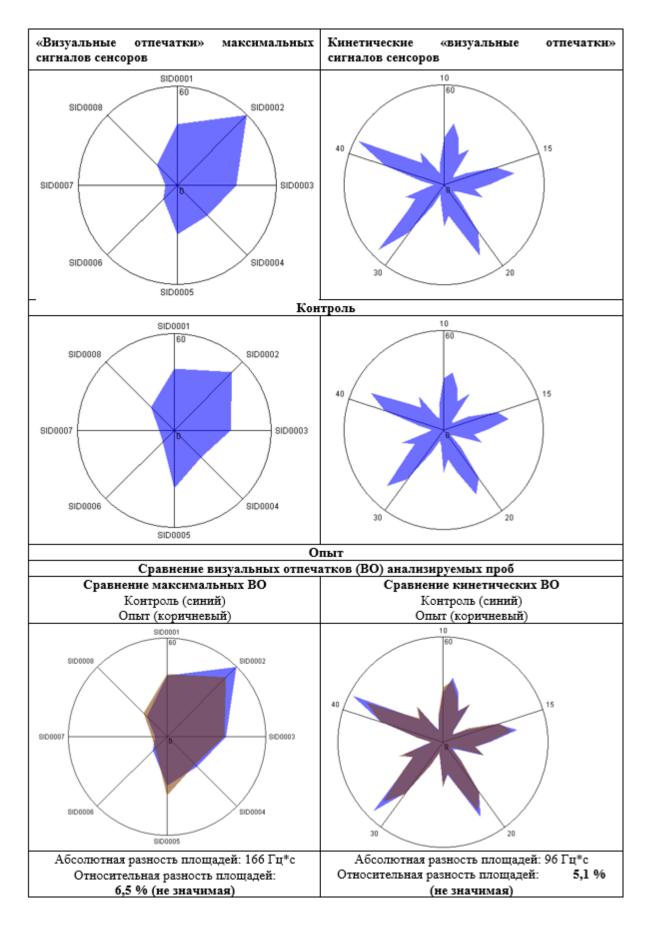


Рис. 2. Круговые диаграммы максимальных сигналов сенсоров «электронного носа» в парах  $P\Gamma\Phi$  над пробами и их сравнение

| ,,            | Значения показателя стабильности запаха для сравниваемых пар сенсоров |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|---------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Номер образца | $A_{S1/S2}$   | A <sub>S6/S1</sub> | A <sub>S7/S1</sub> | A <sub>S5/S2</sub> | A <sub>S7/S2</sub> | A <sub>S3/S5</sub> | A <sub>S7/S3</sub> | A <sub>S4/S5</sub> | A <sub>S4/S7</sub> | A <sub>S6/S5</sub> | A <sub>S6/S8</sub> |
| ооризци       | I   | II                 | III                | IV                 | V                  | VI                 | VII                | VIII               | IX                 | X                  | XI                 |
| 1             | 0,62  | 0,32               | 0,19               | 0,5                | 0,12               | 1,2                | 0,19               | 0,87               | 0,27               | 0,4                | 0,71               |

0,97

0,26

0,67

0,18

Таблица 3 - Соотношение сигналов сенсоров в матрице для тестируемых образцов

0,71

0,24

0,26

тальном образце крекера больше на 65 % в сравнении с контролем, что связано в большей степени с внесением изолята соевого белка. При этом анализ аромата установил, что в экспериментальном образце меньше аминов и азотсодержащих соединений по сенсорам S2, S4 и S6 на 3,8, 0,8 и 0,9 % соответственно, а также кислот - на 0,3 % (сенсор S3). Такая обратно пропорциональная закономерность объясняется тем, что обогащенный крекер в сравнении с контрольной рецептурой содержит на 29 % больше пищевых волокон, которые являются хорошими сорбентами и снижают за счет поглощения присутствие летучих соединений над пробой, ослабляя аромат. Однако, подтверждение того, что экспериментальный образец наиболее обогащен протеинами и незаменимыми показывают сенсоры S1 и S8, значения которых, в образце № 2 выше на 0,6 и 1,4 % соответственно. Это связано с тем, что сенсоры S1 (самый полярный) и S8 (самый неполярный), способны улавливать своей гидрофильной частью воду, а гидрофобной частью другие классы легколетучих соединений, содержащих двойную связь или бензольное кольцо [15]. Такое пространственное строение и связь атомов внутри молекулы наиболее характерно для карбоксилной группы аминокислот (двойная связь атома кислорода) или ароматобразующих аминокислот - фениаланин, тирозин, триптофан, в состав которых как раз входят бензольное, фенольное и индольное кольцо соответственно. При этом в образце № 2 выявлено больше кетонов и спиртов на 2,8 % (сенсор S5), серосодержащих соединений на 0,9 % (сенсор S7).

Для прогнозирования изменений запаха необходимо сравнить интегральные сигналы массива всех сенсоров – «визуальные следы» максимальных и кинетических откликов сенсоров за 60 с нагрузки парами, полученными от исследуемых проб. Для этого сопоставили площади и форму «визуальных образов» сигналов сенсоров в РГФ над пробами (рисунок 2). Для отдельных проб в одном масштабе

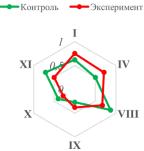


Рис. 3. Круговая диаграмма различающихся качественных параметров для проб крекера

сопоставлены фигуры круговых диаграмм сигналов сенсоров, чтобы отразить изменения как качественного (форма), так и количественного (площадь) состава смеси летучих соединений, диффундирующих из проб. По осям с номерами сенсоров (по кругу) отложены их максимальные сигналы,  $\Delta$ Fmax,  $\Gamma$ ц и сигналы в конкретные моменты времени (для кинетических отпечатков).

0,38

0,28

0,5

Анализ круговых диаграмм сенсоров «электронного носа» в парах РГФ над пробами установил, что относительная разность площадей максимальных и кинетических сигналов «визуальных отпечатков» различаются на 6,5 и 5,1 % соответственно, что является не значимым различием.

Проследить изменения в качественном составе РГФ над пробами и появление/исчезновение соединений легколетучих фракций, а также сделать вывод о близости/различии ароматов позволяет параметр идентификации (показатель стабильности запаха) Аі/і, рассчитываемый по сигналам сенсоров в анализируемых пробах. Для этого вычисляют отношение значений сигналов двух разных сенсоров друг к другу, для 8-ми сенсоров возможно 28 различных комбинаций (параметров). Близость состава части регистрируемых летучих соединений проб оценивается по доле совпадающих в пределах погрешности из набора параметров [16]. Пробы считаются с близким идентичным ароматом при различии не более 30 % параметров. В таблице 3 представлены наиболее существенно отличающиеся для проб параметры качественного состава.

Анализ показателей стабильности запаха отобранных проб установил, что для представленных образцов из 28 возможных параметров удалось выделить 11, различающихся для проб значимо. По качественному составу образец № 2 отличается от контроля более чем на 39 %. Это говорит о не близком качественном составе ЛОС в пробах.

По совокупности всех данных можно сделать вывод о том, что изменение рецептуры влияет на качественный состав пробы. Для визуализации вывода о различиях качественного состава запаха проб представили набор качественных параметров (6 комбинаций различных значений частот колебаний сенсоров друг к другу), которые максимально различаются для проб (таблица 3), в виде круговых диаграмм (рисунок 3).

#### Выводы

В ходе проведения данного исследования пришли к выводу, что нетрадиционное сырье, вхо-

дящее в состав обогащенного крекера оказывает существенное влияние на интенсивность запаха, состав ароматобразующих веществ и скорость их распространения. Полученные данные, безусловно,

помогут правильно прогнозировать органолептические показатели обогащенного крекера уже на этапе составления рецептур и позволят сделать шаг к цифровизации аромата и его объективной оценке.

#### Литература

- [1] Фролова Н. А., Шкрабтак Н. В., Гужель Ю. А., Праскова Ю. А. Функциональные продукты питания // Благовещенск: Изд-во Амурского государственного университета, 2021. С. 224
- [2] Мишина О. Ю., Иващенко И. С., Воронцова Е. С. Исследование потребительских свойств кондитерских изделий функционального назначения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4(52). С. 293–302.
- [3] Новикова Ж. В., Максимкин А. А., Семисажонова Ю. А., Новиков А. Р. Исследование потребительских предпочтений на выявление потенциальных кондитерских изделий функционального назначения // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2017. № 6(47). С. 106–109
- [4] Ловкис З. В., Моргунова Е. М., Кондратенко С. А., Томашевич С. Е., Моргунов А. Η. Методология оценки конкурентного потенциала кондитерских излелий функционального назначения в контексте тенденций мирового рынка // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2020. Т. 58. № 3. С. 283–297.
- [5] Святкина Л. И., Андрухова В. Я. Современные технологии в формировании качества и потребительских свойств мучных кондитерских изделий // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 7. С. 474-480.
- [6] Щербакова Е. И., Садриева В. В. Перспективы использования регионального растительного ингредиента в производстве мучных кондитерских изделий // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 3. С. 169–173.
- [7] Лодыгин А. Д., Давыденко Н. И. Разработка технологии мучного кондитерского изделия с использованием плодов тыквы // Пищевая индустрия. 2019. № 2(40). С. 30–32.
- [8] Черненков Е.Н., Черненкова А.А. Влияние продуктов переработки калины обыкновенной на качество крекера / // Российский электронный научный журнал. 2022. № 2 (44). С.79-92. DOI: 10.31563/2308-9644-2022-44-2-79-92

#### References

- [1] Frolova N. A., Shkrabtak N. V., Guzhel Yu. A., Praskova Yu. A. Functional food products Blagoveshchensk: Publishing House of Amur State University, 2021. p. 224
- [2] Mishina O. Yu., Ivashchenko I. S., Vorontsova E. S. Research of consumer properties of functional confectionery products // Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2018. No. 4(52). pp. 293-302.
- [3] Novikova Zh. V., Maksimkin A. A., Semisazhonova Yu. A., Novikov A. R. Research of consumer preferences to identify potential confectionery products of functional purpose // Technology and commodity science of innovative food products. 2017. No. 6(47). pp. 106-109.
- [4] Lovkis Z. V., Morgunova E. M., Kondratenko S. A., Tomashevich S. E., Morgunov A. N. Methodology for assessing the competitive potential of functional confectionery products in the context of global market trends // Vesci National Academy of Sciences of Belarus. Gray agricultural crops. 2020. Vol. 58. No. 3. pp. 283-297.
- [5] Svyatkina L. I., Andrukhova V. Ya. Modern technologies in the formation of quality and consumer properties of flour confectionery products // A commodity specialist of food products. 2022. No. 7. pp. 474-480.
- [6] Shcherbakova E. I., Sadrieva V. V. Prospects for the use of a regional vegetable ingredient in the production of flour confectionery // A commodity specialist of food products. 2022. No. 3. pp. 169-173.
- [7] Lodygin A.D., Davydenko N. I. Development of technology for flour confectionery products using pumpkin fruits // Food industry. 2019. No. 2(40). pp. 30-32.
- [8] Chernenkov E.N., Chernenkova A.A. The influence of products of processing of viburnum vulgaris on the quality of a cracker / // Russian electronic scientific journal. 2022. No. 2 (44). pp.79-92. DOI: 10.31563/2308-9644-2022-44-2-79-92
- [9] Statsenko E.S., Starberg M.A., Borodin E.A. Biscuits of increased food grade values with soy protein product // Technique and technology of food production. 2023. Vol. 53. No. 3. pp. 513-524. DOI: 10.21603/2074-9414-2023-3-2454
- [10] Melnikova E.I., Bogdanova E.V., Paveleva D.A. Application of whey permeate in paste technology for flour confectionery products // Modern achievements of biotechnology. Equipment, technologies and packaging for the implementation of innovative projects at enterprises of the food and biotechnology industry:

- [9] Стаценко Е.С., Штарберг М.А., Бородин Е.А. Галеты повышенной пищевой ценности с соевым белковым продуктом // Техника и технология пищевых производств. 2023. Т. 53. № 3. С. 513–524. DOI: 10.21603/2074-9414-2023-3-2454
- [10] Мельникова Е.И., Богданова Е.В., Павельева Д.А. Применение пермеата подсырной сыворотки в технологии пасты для мучных кондитерских изделий // Современные биотехнологии. Техника, достижения технологии и упаковка для реализации инновационных проектов на предприятиях пищевой И биотехнологической промышленности: материалы VII научно-практической Международной конференции, 20-24 октября 2020 Пятигорск: Издательство ПФ СКФУ, 2020. Т II. C. 39-42.
- [11] Казанцева И.Л. , Кулеватова Т.Б., Злобина Л.Н. и др. Разработка рецептуры крекера из композитной муки // Известия вузов. Пищевая технология. 2017. №2-3. С. 56-60
- [12] Писаревский Д. С., Пономарева Е. И., Титов С. А., Полянский К. К. Эффективность применения пермеата в технологии производства крекера // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2024. № 1(395). С. 28-33. DOI 10.26297/0579-3009.2024.1.5. EDN: ONHMHG.
- [13] Кучменко Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов. В монографии Проблемы аналитической химии. Т. 14/ Под ред. Ю.Г. Власова. 2011. С.127-202.
- [14] Kuchmenko T. A.; Lvova L. B. A Perspective on Recent Advances in Piezoelectric Chemical Sensors for Environmental Monitoring and Foodstuffs Analysis // Chemosensors, 2019, Volume 7, Issue 3, pp. 39-45.
- [15] Кучменко Т. А., Умарханов Р. У., Менжулина Д. А. Биогидроксиапатит - новая фаза для селективного микровзвешивания маркеров воспаления в носовой слизи телят и человека. Сообщение 2. Анализ реальных объектов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2021. T. 21, № 2. C. 216-224. DOI 10.17308/ sorpchrom.2021.21/3355. EDN: NAMZXD.
- [16] Kuchmenko T., Lvova L. Chemoresponsive Materials: Smart Materials for Chemical and Biological Stimulation: Edition 2, 2022, 646 p. Chapter 16. Piezelectric Chemosensors and Multisensory Systems. p. 567–603. https://pubs.rsc.org/en/content/ebook/978-1-83916-277-0.

- materials of the VII International Scientific and Practical Conference, October 20-24, 2020, Pyatigorsk: Publishing House PF NCFU, 2020. T II. pp. 39-42.
- [11] Kazantseva I.L., Kulevatova T.B., Zlobina L.N., etc. Development of a cracker recipe from composite flour // Izvestiya vuzov. Food technology. 2017. No.2-3. pp. 56-60
- [12] Pisarevsky D. S., Ponomareva E. I., Titov S. A., Polyansky K. K. The effectiveness of permeate application in cracker production technology // Izvestia of Higher Educational Institutions. Food technology. 2024. No. 1(395). pp. 28-33. DOI 10.26297/0579-3009.2024.1.5. EDN: ONHMHG.
- [13] Kuchmenko T.A. Chemical sensors based on piezo quartz microweights. In the monograph Problems of analytical chemistry. Vol. 14/ Edited by Yu.G. Vlasov. 2011. pp.127-202.
- [14] Kuchmenko T. A., Lvova L. B. Review of recent achievements in the field of piezoelectric chemical sensors for environmental monitoring and food analysis // Chemosensors, 2019, Volume 7, issue 3, pp. 39-45.
- [15] Kuchmenko T. A., Umarkhanov R. U., Menzhulina D. A. Biohydroxyapatite is a new phase for selective microweighting of vapor markers of inflammation in the nasal mucus of calves and humans. Message 2. Analysis of real objects // Sorption and chromatographic processes. 2021. Vol. 21, No. 2. pp. 216-224. DOI 10.17308/sorpchrom.2021.21/3355. EDN: NAMZXD.
- [16] Kuchmenko T., Lvova L. Chemosensitive materials: Smart materials for chemical and biological stimulation: Edition 2, 2022, 646 p. Chapter 16. Piezoelectric chemosensors and multisensor systems. pp. 567-603. https://pubs.rsc.org/en/content/ebook/978-1-83916-277-0

# Сведения об авторах

### Information about the authors

# Писаревский Дмитрий Сергеевич

аспирант "Кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств"

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет инженерных технологий"

394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19

Тел.: +7(915) 563-93-08 E-mail: d pisarevskiy@inbox.ru

# Pisarevsky Dmitry Sergeevich

PhD in Technical Sciences

postgraduate student "Department of Technology of bakery, confectionery, pasta and grain processing industries"

Voronezh State University of Engineering Technology

Phone: +7(915) 563-93-08 E-mail: d\_pisarevskiy@inbox.ru УДК 663.86:641

# Разработка напитков с высокой антиоксидантной способностью

Юрна Д.А., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье представлены варианты разработанных и исследованных сенсорнопривлекательных напитков, содержащие высокий уровень общих фенолов и имеющие потенциально высокий антиоксидантный эффект. Концентрированные фруктовые соки и травы (чай и сушеные плоды бузины) были выбраны в качестве сырья. Исследование было реализовано в три этапа: разработка сенсорно-принятых травяных экстрактов и фруктовых напитков - охарактеризованных как источники фенолов, разработка фруктово-травяных напитков на основе формул образцов выбранных фруктовых продуктов, определение общих фенолов, антиоксидантной способности и сенсорных свойств вновь разработанных свежих композиций. Было установлено, что общие фенольные соединения фруктово-чайных напитков значительно превышают таковые у их фруктовых аналогов за исключением красного виноградного сока. Фруктово-чайные напитки и красный виноградный сок были признаны среди всех протестированных продуктов как демонстрирующие сопоставимые и самые высокие антиоксидантные способности. Антиоксидантная способность анализируемых фруктовых и фруктовотравяных напитков коррелировала с их общим содержанием фенольных соединений, что можно было принять в качестве основной характеристики антиоксидантных свойств продуктов, заявленных как функциональные. Фруктовые и смешанные напитки были классифицированы в соответствии с обеими этими характеристиками. Общие фенольные соединения, антиоксидантные и сенсорные свойства разработанных фруктово-травяных напитков при хранении не претерпели существенных изменений в течение шести месяцев.

**Ключевые слова:** сок, напиток, фрукт, сенсорная приемлемость, фруктово-травяные напитки, общее содержание фенолов, антиоксидантная активность.

**Для цитирования:** Юрна Д.А., Фролов Д.И. Разработка напитков с высокой антиоксидантной способностью // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 52–60.

### Development of beverages with high antioxidant capacity

Yurna D.A., Frolov D.I.

Abstract. The article presents developed and investigated variants of sensory-appealing beverages containing high level of total phenols and having potentially high antioxidant effect. Concentrated fruit juices and herbs (tea and dried elderberries) were selected as raw materials. The study was implemented in three stages: development of sensory-accepted herbal extracts and fruit beverages - characterized as sources of phenols, development of fruit-herbal beverages based on formulas of samples of selected fruit products, determination of total phenols, antioxidant capacity and sensory properties of newly developed fresh compositions. It was found that total phenolic compounds of fruit-tea beverages significantly exceed those of their fruit analogues with the exception of red grape juice. Fruit-tea beverages and red grape juice were recognized among all tested products as demonstrating comparable and the highest antioxidant capacity. The antioxidant capacity of the analyzed fruit and fruit-herbal drinks correlated with their total phenolic content, which could be taken as the main characteristic of the antioxidant properties of products declared as functional. Fruit and mixed drinks were classified according to both these characteristics. Total phenolic compounds, antioxidant and sensory properties of the developed fruit-herbal drinks did not change significantly during storage for six months.

**Keywords:** juice, beverage, fruit, sensory acceptability, fruit-herbal beverages, total phenolic content, antioxidant activity.

**For citation:** Yurna D.A., Frolov D.I. Development of beverages with high antioxidant capacity. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 52–60. (In Russ.).

#### Введение

В настоящее время фенолы воспринимаются как факторы, выполняющие регуляторную и защитную функцию в организме человека. Было обнаружено, что потребление флавоноидов с пищей, в основном из чая, значительно снижает смертность от ишемической болезни сердца.

Природные фенольные соединения, включая токоферолы, флавоноиды и фенольные кислоты, способны выполнять функции репарации и адаптации в организме человека за счет антиоксидантной активности. Это свойство фенолов позволяет нейтрализовать активные формы кислорода, предотвращая их появление в организме путем ингибирования фаз инициации или распространения окислительной реакции, что в конечном итоге приводит к окислительным изменениям липидов, белков и нуклеиновых кислот [6].

Повышенный интерес к природным антиоксидантам в настоящее время обусловлен тем, что использование синтетических антиоксидантов со структурой бутилированного фенола, таких как бутилированный гидроксианизол и бутилированный гидрокситолуол, в технологических целях ограничено законом из-за выявленной канцерогенности этих соединений [5].

Фрукты и овощи, богатые флавоноидами и фенольными кислотами, являются основным источником пищевых фенолов. Основные подгруппы флавоноидов фруктов: антоцианы (цианидин и другие красители кожицы, например, дельфинидин красного винограда, пеонидин, мальвидин, пеларгонидин, петунидин); флаванолы (проантоцианидины и катехины); флавонолы (производные рутина, кверцетина, мирицетина и кемпферола) [2]. Фенольные кислоты во фруктах представлены гидроксилированными производными бензойной кислоты (фенилкарбоновые кислоты), а также коричные кислоты (фенилпропеновые кислоты) и хлорогеновая кислота. Хлорогеновая кислота, п-кумароилхинная кислота и флоридзин с ксилоглюкозидом флоретина были признаны основными идентифицируемыми антиоксидантами яблочного сока. Содержание фенолов и антиоксидантные свойства варьируются в зависимости от вида фрукта и вида растения. Как правило, небольшие интенсивно окрашенные ягоды, богаты антоцианами, которые оказывают сильное влияние на общую антиоксидантную способность плодов.

Чай также является богатым источником фенолов, которые составляют более 35 процентов сухого веса листового чая. Чайные листья, как и стебли и цветы, содержат флавоноиды и другие фенольные соединения, такие как стильбены, танины, лигнаны, лигнин и другие [4]. В среднем зеленый чай имеет большое содержание флаванола, включая в основном эпигаллокатехингаллат; с меньшим количеством эпикатехингаллата, эпигаллокатехина и эпикатехина. Только зеленый чай включает флаван-

диолы [3]. Черный чай, полученный путем ферментации зеленого чая, содержит значительно меньше флаванолов, чем зеленый чай. Однако оба этих продукта имеют сопоставимое содержание общих флавонолов: кемпферол, кверцетин и мирицетин [7, 8, 9]. Только черный чай, имеющий более высокое содержание галловой кислоты и теогаллиндепсида, чем зеленый чай, включает теафлавины и теарубигены, которые образуются в процессе ферментации листьев в результате окисления и ферментативной полимеризации катехинов [1].

Предметом исследования было создание сенсорно-привлекательных напитков с высоким содержанием фенолов и потенциально высокой антиоксидантной способностью с использованием концентрированных соков таких фруктов, как черная смородина, клюква и малина, а также настоев зеленого и черного чая и отвара бузины. Исследование также было направлено на классификацию напитков по их антиоксидантным свойствам, а также на контроль уровня сохранения фенолов и антиоксидантной способности продуктов при хранении.

#### Объекты и методы исследования

Экстракты чая готовили из цельных или измельченных листьев зеленого чая и цельных листьев черного чая, используя две пропорции чая к кипящей воде: 1,0 г/100 мл или 1,3 г/100 мл. Условия заваривания использовались динамические (перемешивание мешалкой) или статические (без перемешивания) в течение 15 мин. Различные комбинации условий, применяемых для экстракции чая, описаны в таблице 1.

Отвар сушеных плодов бузины готовили путем добавления 1,0 г целых плодов в 100 мл холодной воды, нагревания до кипения и кипятили в течение 15 мин. Отвар и настои анализировали сразу после приготовления.

Фруктовые соки и напитки для сравнительных целей. Серия сенсорно-приемлемых фруктовых напитков была разработана на основе концентрированных соков фруктов: черной смородины, клюквы, малины, красного винограда и яблока.

Соки и напитки были составлены в соответствии с технологической практикой. Готовые продукты такие, как кислые пищевые продукты, были пастеризованы в лабораторных условиях в стеклянных банках объемом 200 мл при температуре 94 °С в течение 25 минут для обеспечения микробиологической стабилизации и безопасности продуктов при хранении. Напитки контролировались после пастеризации. Серии продуктов (таблица 1) были приняты в качестве сравнительных или референтных материалов относительно уровней (самого низкого и самого высокого в напитках, потребляемых в настоящее время) содержания фенолов. Яблочные соки использовались в качестве параллельных образцов полученного яблочного сока.

Фруктовые напитки, содержащие экстракты

Таблица 1 - Приготовление экспериментальных напитков

| Основные материалы                        | Метод экстракции или приготовления                       | Напиток |
|---|--|---------|
|   | Травяные экстракты                                       |         |
|   | амическое заваривание или томление - степень измельчения | сырья - |
| соотношение сырья и воды.                 | In 10 (10)   | 1       |
|   | Статика - цельные листья - 1,0 г/100 мл                  | H1      |
| Веленый листовой чай                      | Динамичный - цельные листья - 1,0 г/100 мл               | H2      |
|   | Динамичный - цельные листья - 1,3 г/100 мл               | Н3      |
|   | Статика - молотые листья - 1,3 г/100 мл                  | H4      |
| Черный листовой чай                       | Динамичный - цельные листья - 1,0 г/100 мл               | H5      |
| Сушеные плоды бузины                      | Статическое томление - цельные плоды - 1,0 г/100 мл      | Н6      |
|   | Напитки из клюквы  |         |
| Концентрированный клюквенный сок          | Добавление сахара и разбавление водой до 11,5% с.в.      | Н7      |
| Концентрированный клюквенный сок          | Добавление сахара и разбавление водой до 10,0% с.в.      | Н8      |
| 1. Концентрированный клюквенный сок       | Фруктово-травяной напиток - (VII) разбавленный настоем   | Н9      |
| 2. Настой зеленого чая                    | чая (I)  | П9      |
| Напитки из че                             | рной смородины и черной смородины/клюквы                 |         |
| Концентрированный сок черной<br>смородины | Добавление сахара и разбавление водой до 10,2% с.в.      | H10     |
| 1.Концентрированный сок черной            | Добавление сахара в смешанный концентрированный сок      |         |
| смородины                                 | черной смородины и клюквы (2:1) и разбавление водой до   | H11     |
| 2.Концентрированный клюквенный сок        | 11,5% с.в.   |         |
| 1. Концентрированный сок черной           |  |         |
| смородины                                 | Фруктово-травяной напиток (Н11) - разбавленный отваром   | H12     |
| 2. Концентрированный клюквенный сок       | бузины (Н6)  | 1112    |
| 3. Отвар бузины                           |  |         |
| 1. Концентрированный сок черной           |  |         |
| смородины                                 | Фруктово-травяной напиток (Н11) - разбавление настоем    | H13     |
| 2. Концентрированный клюквенный сок       | зеленого чая (Н2)  |         |
| 3. Настой зеленого чая                    |  |         |
|   | Напитки из малины  |         |
| Концентрированный малиновый сок           | Добавление сахара и разбавление водой до 10,4% с.в.      | H14     |
| 1. Концентрированный малиновый сок        | Фруктово-травяной напиток (Н14) - разбавление настоем    | H15     |
| 2. Настой зеленого чая                    | зеленого чая (Н1)  | 1113    |
| 1. Концентрированный малиновый сок        | Фруктово-травяной напиток (Н14) - разбавление настоем    | H16     |
| 2. Настой черного чая                     | черного чая (Н5)   | 1110    |
|   | Фруктовые соки   |         |
| Сонцентрированный яблочный сок            | Разбавление водой до 10,4% с.в.                          | H17     |
| Концентрированный красный                 | Добавление лимонной кислоты и разбавление водой до       | H18     |
| виноградный сок                           | 11,5% c.B.   | 1110    |
|   | Яблочные соки  |         |
| Яблочный сок 1                            | Используется как таковой                                 | H19     |
| Яблочный сок 2                            | Используется как таковой                                 | H20     |

растительных материалов, были приготовлены (таблица 1) на основе продуктов, выбранных для сравнительных целей, путем смешивания соответствующих фруктовых соков с сенсорно-приемлемыми чайными настоями или отваром бузины вместо водного ингредиента. Эти фруктово-травяные композиции были пастеризованы и проконтролированы, как указано выше.

Общее содержание фенолов в напитках и водных экстрактах растений определялось в соответ-

ствии с процедурой Синглтона с использованием реагента Фолина-Чокальтеу (разбавленного 1:10), фотометрически. Содержание фенолов в продуктах выражалось в эквивалентах галловой кислоты в мг/л, тогда как в качестве стандарта использовался моногидрат галловой кислоты (диапазон концентраций 5-50 мг/100 мл).

Антиоксидантная способность напитков определялась как способность продукта ингибировать процесс окисления хромогена кроцина гидрок-

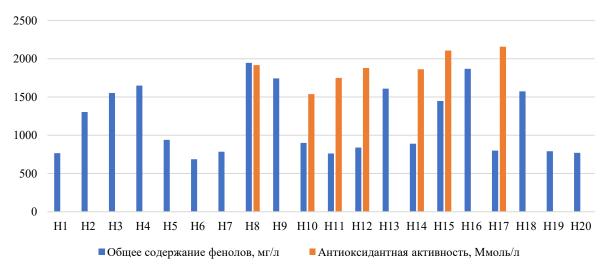


Рис. 1. Общее содержание фенолов и антиоксидантная активность свежеприготовленных напитков Н1-Н20 (условные обозначения напитков в табл. 1)

сильным радикалом, донором которого был H2O2 в присутствии Cu2+ и Fe3+. Эффект этого явления количественно определялся с использованием спектрофотометрического метода для измерения сохранения цвета реакционных смесей по сравнению со смесями стандартных концентраций синтетического антиоксиданта 6-гидрокси-2,5,7,8,-тетраметилхроман-2-карбоновой кислоты. Антиоксидантную активность исследуемых напитков выражали в эквивалентах Тролокса (ТЕ), где 1 ТЕ соответствует активности 1 ммоль Тролокса.

Сенсорный анализ продуктов проводился группой с контролируемыми порогами чувствительности и после обучения оценщиков распознаванию новых атрибутов продукта. Сначала анализы проводились путем идентификации и выбора сенсорных дескрипторов для разрабатываемых продуктов и установления стандартов неприемлемости (примеров продуктов, сенсорный профиль которых воспринимался как неприемлемый). Затем для оценки внешнего вида, запаха и вкуса разработанных

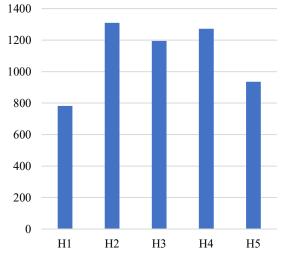


Рис. 2. Сравнение выходов общих фенолов из чайного сырья в зависимости от условий экстракции (H1-H5 - условные обозначения препаратов в табл. 1)

напитков применялась гедонистическая оценка, рекомендованная в исследовании по оптимизации свойств пищевых продуктов, и для этой цели использовался метод неструктурированных графических шкал с конечными точками. Затем результаты оценки были адекватно количественно выражены в баллах от 1 до 10.

Свойства трех партий каждого продукта были проанализированы по крайней мере в трех повторениях. Средние значения и стандартные отклонения, а также уравнения регрессии и значения корреляции были оценены с использованием Microsoft Excel.

# Результаты и их обсуждение

Серии растительных экстрактов, приготовленных по-разному, представлены в таблице 1 (H1–H6) в общем виде, что касается подробностей условий их экстракции.

Общее содержание фенолов в свежеприготовленных чайных настоях и отваре бузины, представленное в виде столбцов (Н1-Н6) на рисунке 1, существенно отличалось друг от друга. Общее содержание фенолов в чае (Н4) свидетельствовало о сильной зависимости концентрации фенолов от условий процесса экстракции.

При сравнении общего содержания фенолов в экстрактах зеленого чая с экстрактами черного чая, полученными динамически из цельных листьев в пропорции к воде 1 г/100 мл (Н2 и Н5), было обнаружено, что зеленый чай показал более высокое содержание фенолов в настое (1314 мг/л), чем черный чай (939 мг/л).

Заявленное содержание фенолов в настоях цельнолистового зеленого чая Н1 и Н2, приготовленных для сравнения эффектов статических условий экстракции с динамическими, составило: 783 мг/л (Н1) и 1314 мг/л (Н2) соответственно. Принимая во внимание пропорцию, чай/вода для экстракции, обеспечивающей оба настоя, значения

| Таблица 2 -   | Описательная   | оценка    | основных | свойств |
|---------------|----------------|-----------|----------|---------|
| сенсорного пр | офиля растител | іьного эн | стракта  |         |

| Напиток | Внешний вид    | Вкус: горечь  |  |
|---------|----------------|---------------|--|
| H1      | Прозрачный     | Середина      |  |
| H2      | Опаловый       | Середина      |  |
| Н3      | Мутный; осадок | Очень сильный |  |
| H4      | Непрозрачный   | Очень сильный |  |
| Н5      | Прозрачный     | Никто         |  |
| Н6      | Опаловый       | Никто         |  |

783 мг/10 г (H1) и 1314 мг/10 г (H2) соответственно представляют выходы фенолов из чайного материала в условиях статической и динамической экстракции (рисунок 2). В условиях динамической экстракции две пропорции цельнолистового зеленого чая к воде  $(1.0 \, \Gamma/100 \, \text{мл и } 1.3 \, \Gamma/100 \, \text{мл})$  дали следующую концентрацию фенолов в настоях: 1314 мг/л (Н2) и 1559 мг/л (Н3), в зависимости от используемой пропорции. Выходы фенолов из чайного сырья в этих случаях составило 1314 мг/10 г (Н2) и 1199 мг/10 г (Н3). Для определения влияния дезинтеграции листьев на концентрацию фенолов в чайных экстрактах контролировались условия статической экстракции измельченных листьев зеленого чая в соотношении чай/вода 1,3 г/100 мл (Н4). Общее содержание фенолов в полученном настое было заявлено как 1651 мг/л, но выход фенолов из дезинтегрированных чайных листьев составил 1270 мг/10 г (рисунок 2).

Как было показано, постепенное увеличение общего содержания фенолов в настоях зеленого чая Н1-Н4 (рисунок 1), последовавшее за изменением условий их производства (таблица 1), не отразилось в той же степени на последующем повышении выхода фенолов из чайного сырья (Н1-Н4 рисунок 2). Этот факт позволил сделать вывод, что только условия экстракции, приводящие к получению настоя Н2 (динамическая экстракция цельных листьев при более низком соотношении чай/вода), могут быть признаны экономически эффективным методом интенсификации экстракции чая по сравнению со статической экстракцией, обеспечивающей настой Н1 (таблица 1). Учитывая ингибированное соотношение экстракции фенолов из чая при использовании более высокого соотношения, чай/вода (Н3, Н4), можно предположить приближающееся истощение чайного сырья.

Сенсорный профиль свежеприготовленных настоев и отваров (H1-H6) оценивался с использованием метода дескрипторов. Мутность как атрибут внешнего вида и отчетливые ноты горечи или

терпкости экстрактов были особенно востребованы как имеющие потенциально наиболее глубокое негативное влияние на желательность планируемых фруктово-травяных продуктов. Дескрипторы атрибутов, рассматриваемых для настоев и отваров, были согласованы в ходе обсуждения оценщиков и установлены в качестве вердикта комиссии (таблица 2).

Из данных, представленных в Таблице 2, следует, что экстракты зеленого чая Н1-Н2 (содержание фенолов до 1314 мг/л, как показано на Рисунке 1) могут быть сенсорно приемлемыми. Восприятие серии настоев Н3-Н4, описанное как слишком мутное и сильно горькое, было сочтено следствием их слишком высокого общего содержания фенолов (1559 и 1651 мг/л соответственно), что потенциально нарушает предел концентрации фенолов, разделяющий сенсорную приемлемость и неприемлемость чая. Таким образом, после исключения настоев, не соответствующих сенсорным ожиданиям, для дальнейших анализов в конечном итоге были выбраны только экстракты зеленого чая Н1 и Н2, а также параметры процесса экстракции, обеспечивающие эти настои.

Фруктовые напитки, разработанные для сравнительных целей (таблица 1), принятые в качестве образцов рецептур для запланированных фруктово-травяных напитков (Н7, Н10, Н11, Н14) или эталонных продуктов (Н17-Н20), все отвечающие стандартным и сенсорным требованиям, различались по общему содержанию фенолов (рисунок 1). Эти различия варьировались от 757 мг/л (черносмородиново-клюквенный напиток Н11) до 892 мг/л (малиновый напиток Н14). Общее содержание фенолов в яблочных соках (Н17, Н19-Н20) варьировалось от 778 до 804 мг/л, а в эталонном красном виноградном соке (Н17) оно было установлено на уровне 1587 мг/л. Представленные результаты позволили нам определить диапазон концентраций фенолов в обычно потребляемых фруктовых напитках. Этот диапазон ограничен предельными значениями, представляющими общее содержание фенолов в яблочном соке, с одной стороны, и средней концентрацией фенолов в красном виноградном соке, с другой стороны.

Поскольку влияние условий приготовления на свойства фруктовых напитков весьма сложно, обсуждение общих фенолов разработанных фруктовых напитков следует заменить следующими пояснениями. В промышленных масштабах соки со свойствами, определенными в стандартах, регенерируются путем соответствующего добавления воды к полуфабрикатам, например, концентрированным фруктовым сокам, выбранным в качестве компонента планируемых новых напитков. Регенерация соков из концентрированных соков фруктов, богатых или бедных общим количеством кислот (смородина, виноград) требует сенсорных модификаций в виде добавления сахара или любой из кислот, допустимых при приготовлении пищи.

Эти добавки допускаются в пределах стандартизации. Клюквенный сок Н8, регенерированный здесь специально для демонстрационных целей из высококислотного клюквенного концентрата (общая кислотность, как лимонная кислота, 65,25 %), несмотря на разрешенное добавление сахара, не мог быть оценен как питьевой напиток, поскольку он был слишком кислым. Приготовление сенсорно приемлемого клюквенного напитка (Н7) потребовало использования дополнительной воды, помимо добавления большего количества сахара.

Независимо от первой цели исследования, определенной как разработка напитков, являющихся хорошим источником природных антиоксидантов, сенсорная приемлемость была принята в качестве первого критерия для оценки полезности фруктовых напитков для анализов. Поэтому версии фруктовых соков или напитков, разработанные, но не полностью гармонизированные органолептически, были отклонены от анализа независимо от их общего содержания фенолов. Примером может служить клюквенный сок Н8, который не был сбалансирован в нотах сладости и кислотности, являясь в то же время лучшим источником общих фенолов (1964 мг/л) - лучше, чем его приятный аналог Н7 (799 мг/л). Сенсорные оценки двух клюквенных напитков должны объяснить роль всех сенсорных оценок в ходе проектирования или оптимизации пищевых продуктов.

Антиоксидантная активность сравнительных напитков, установленная на уровне 49,8 ммоль/л (ТЭ) для сока черной смородины-клюквы (Н11) и 69,0 ммоль/л (ТЭ) для сока красного винограда (Н18), была принята в исследовании в качестве пределов шкалы, охватывающей средний антиоксидантный потенциал свежеприготовленных обычных фруктовых напитков (рисунок 1).

Таблица 3 - Сенсорные характеристики напитков

| Символ | Оценка | Внешний<br>вид | Запах          | Вкус           |  |
|--------|--------|----------------|----------------|----------------|--|
| Н9     | С      | $7,6 \pm 1,01$ | $6,9 \pm 0,88$ | $7,9 \pm 1,00$ |  |
|        | X      | $4,9 \pm 0,91$ | $6,5 \pm 0,71$ | $5,5 \pm 0,93$ |  |
| H11    | С      | $8,8 \pm 1,04$ | $8,3 \pm 1,04$ | $9,0 \pm 0,74$ |  |
|        | X      | $7,7 \pm 1,75$ | $8,3 \pm 0,82$ | $7,3 \pm 1,08$ |  |
| H12    | С      | $8,2 \pm 1,02$ | $7,8 \pm 0,73$ | $8,8 \pm 0,55$ |  |
|        | X      | $6,8 \pm 0,96$ | $7,8 \pm 1,01$ | $7,8 \pm 0,76$ |  |
| H13    | С      | $7,6 \pm 0,66$ | $6,3 \pm 0,78$ | $7,8 \pm 0,89$ |  |
|        | X      | $6,3 \pm 0,54$ | $6,7 \pm 0,68$ | $6,8 \pm 0,71$ |  |
| H15    | С      | $8,6 \pm 0,85$ | $7,4 \pm 0,76$ | $8,5 \pm 0,65$ |  |
|        | X      | $6,0 \pm 0,45$ | $7,5 \pm 0,44$ | $7,3 \pm 0,51$ |  |
| H16    | С      | $6,5 \pm 0,74$ | $7,8 \pm 1,05$ | $7,2 \pm 0,91$ |  |
|        | X      | $4,5 \pm 0,72$ | $9,0 \pm 0,59$ | $8,8 \pm 1,12$ |  |
| H18    | С      | $8,0 \pm 1,00$ | $7,9 \pm 0,95$ | $8,5 \pm 0,95$ |  |
| C      | X      | $6,1 \pm 0.85$ | $9,5 \pm 0,91$ | $9,1 \pm 1,02$ |  |

С - свежеприготовленный; Х - после шести месяцев хранения

Критерии сенсорного принятия разработанных фруктово-травяных продуктов включали максимально возможную прозрачность напитков, хорошо воспринимаемый запах и вкус, не отмеченный отчетливыми нотками горечи. Фруктово-травяные напитки, выбранные в качестве сенсорно принятых из версий, полученных на основе рецептурных образцов фруктовых продуктов (Н7, Н10, Н11, Н14) с использованием экстрактов зеленого чая (Н1, Н2), черного чая (Н5) и отвара бузины (Н6), были ограничены пятью напитками (Н9, Н12- Н13, Н15-Н16). Результаты количественной гедонистической оценки внешнего вида и вкусовых качеств свежеприготовленных, выбранных фруктово-травяных напитков представлены в таблице 3.

Разработанные фруктово-травяные напитки и два сравнительных фруктовых напитка (H11, H18) хранились в течение 6 месяцев в темном хранилище при температуре 18-20°С. Их значение рН, общее содержание фенолов, антиоксидантная способность и сенсорные свойства контролировались в начале и в самом конце периода хранения. Все исследованные напитки представляли собой высококислотные пастеризованные пищевые продукты с начальным рН в диапазоне от 2,84 до 3,46. Окончательный тест рН показал, что напитки сохраняли почти начальное значение рН в течение шести месяцев. Достаточно стабильный уровень рН напитков доказал их микробную стабильность при хранении.

Представленные продукты, имеющие антиоксидантный потенциал, требуют доказательства свойств, определяющих их функциональность. Для этого сначала было измерено общее содержание фенолов в свежеприготовленных фруктово-травяных напитках. Значения, представленные на рисунке 1, подтвердили значительное увеличение содержания фенолов в разработанных фруктово-чайных напитках по сравнению с их фруктовыми аналогами. Наблюдаемые увеличения составили: 551 мг/л (малиновые напитки Н14 и Н15), 855 мг/л (черносмородиново-клюквенные напитки Н11 и Н13), 949 мг/л (клюквенные напитки Н7 и Н9) и 965 мг/л (малиновые напитки Н14 и Н16). Никакого увеличения общего содержания фенолов не наблюдалось в случае фруктово-травяного напитка (Н12), приготовленного на основе черносмородиново-клюквенного образца (Н11) с использованием отвара бузины (Н6) вместо воды. Для изучения антиоксидантного потенциала таких ценных фруктовых композиций, как напиток Н12, содержащий смешанные ягодные ингредиенты, потребуются дальнейшие исследования с использованием эффективных методов.

Ряд полученных результатов позволил нам классифицировать разработанные фруктовые и фруктово-травяные напитки по общему содержанию фенолов. Эти напитки можно разделить на две группы: (1) фруктовые соки и напитки (Н7, Н10-Н11, Н14, Н17) и фруктово-травяной напиток с отваром бузины (Н12), содержащие общие фенолы ниже 1000 мг/л, (2) фруктово-чайные продукты

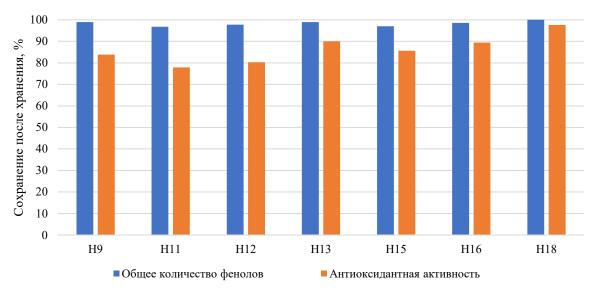


Рис. 3. Процент сохранения общей фенольной и антиоксидантной способности фруктово-травяных и сравнительных фруктовых напитков после шести месяцев хранения

(H9, H13, H15- H16) и красный виноградный сок, содержащий фенолы более 1000 мг/л (1443-1857 мг/л).

Начальная антиоксидантная емкость фруктово-травяных напитков, представленная на рисунке 1, варьировалась от самого низкого значения 55,8 ммоль/л (ТЕ) для продукта из черной смородины и клюквы с отваром бузины (Н12) до 67,5 ммоль/л (ТЕ) для напитка из малины с черным чаем (Н16). Эти значения принадлежали диапазону 49,8-69,0 ммоль/л (ТЕ), который был ограничен антиоксидантной емкостью фруктовых продуктов для сравнительных целей - напитка из черной смородины и клюквы (Н11) и сока из красного винограда (Н18) соответственно. Антиоксидантный потенииал свежеприготовленных напитков коррелировал с их адекватным общим содержанием фенолов (r = 0,85; р <0,02). Рассчитанное уравнение регрессии, в котором антиоксидантная емкость (ммоль/л-ТЕ) использовалась в качестве зависимой переменной (Y), а общее содержание фенолов использовалось в качестве независимой переменной (Х), было следующим:

Y = 0.013X + 42.5

X = общее содержание фенолов (мг/л); n=5.

Из рисунка 1 видно, что родственные пары результатов, связанных с антиоксидантными свойствами двух продуктов, основанных исключительно на фруктовых материалах (Н11-Н12), включая сырье из черной смородины, известной как один из лучших источников витамина С, оказали самое сильное отрицательное влияние на изученную корреляцию. Это можно объяснить тем, что потенциальная аскорбиновая кислота, а не фенолы, участвует в антиоксидантной способности этих фруктовых напитков, которые изучали вклад витамина С в общую антиоксидантную способность яблочных напитков, обогащенных аскорбиновой кислотой.

При производстве продуктов питания особое

внимание следует уделять срокам годности продукта и сохранению качества продуктами, особенно функциональными, при хранении. Результаты сравнения начальных и конечных антиоксидантных свойств разработанных напитков по проценту сохранения общего содержания фенолов и антиоксидантной емкости представлены на рисунке 3. Фруктово-травяные (Н9, Н12- Н13, Н15-Н16) и сравнительные (Н11, Н17) напитки после шестимесячного хранения сохранили около 75-98% своей начальной антиоксидантной емкости и 96-100% общих фенолов. Было отмечено, что антиоксидантный потенциал красного виноградного сока (Н18) снижался при хранении медленнее всего (сохранение 97,5% в конце хранения). Более сильное снижение антиоксидантной активности (75,3-77,8%) было отмечено в случае двух напитков, не содержащих чай (Н11-Н12) и изначально обнаруживающих, как упоминалось выше, антиоксидантный потенциал, не пропорционально высокий их общему содержанию фенолов. Гипотеза о вкладе витамина С в начальную антиоксидантную способность этих напитков может помочь объяснить ее снижение при хранении из-за возможного распада аскорбиновой кислоты после шести месяцев хранения продуктов при температуре 18-20°C. Разработанные фруктово-чайные напитки показали лучшее сохранение своей начальной антиоксидантной способности (81,6-88,9%) при хранении; наилучшие значения сохранения, 88,0% и 88,9%, были отмечены для продукта Н16, представляющего собой композицию малинового сока с настоем черного чая (Н5), и для продукта Н13, содержащего ингредиенты черной смородины, клюквы и зеленого чая (Н2). Можно предположить, что витамин С продукта XIII, составленного по той же схеме фруктовой формулы (XI), что и продукт H12, был лучше защищен от разрушения фенолами зеленого чая, чем в продукте Н12 фенолами бузины. В самом конце хранения продукта рассчитанное уравнение регрессии для антиоксидантной способности (ТЕ - ммоль/л) (Y) и общего содержания фенолов (X) было следующим:

Y = 0.018X + 26.98

X = общее содержание фенолов (мг/л);

r=0.80; p<0.02; n=5.

Результаты исследования показали, что новые напитки были разработаны на основе сырья, антиоксидантные свойства которого были умеренно мощными и стабильными. Общие фенолы напитков, хранящихся при 18-20°С, были стабильными, а их антиоксидантная способность снизилась через шесть месяцев до 77,8-88,9%. В целом антиоксидантные свойства концентрированных фруктовых соков и трав, выбранных для анализа, могли быть хорошо стабилизированы после получения полуфабриката и вероятного увеличения их антиоксидантного потенциала во время первых примененных термических процессов.

Напитки, находящиеся под контролем из-за повышенного уровня общих фенолов, заслуживали особого внимания с точки зрения их сенсорного качества. После шести месяцев наблюдений за разработанными продуктами обнаружено, что все они сохраняли приемлемые сенсорные свойства при хранении. Количественные результаты гедонистической оценки основных сенсорных свойств напитков свежеприготовленных и после шести месяцев хранения представлены в таблице 3. Внешний вид свежих напитков, преимущественно характеризующийся красным цветом и прозрачностью или легкой опалесценцией, оценивался в диапазоне от 6,5 баллов (Н16 - концентрированный сок малины, разбавленный настоем черного чая) до 8,8 баллов (Н11 - смешанный сок черной смородины и клюквы, разбавленный отваром бузины). После шести месяцев хранения внешний вид напитков изменился, и самые низкие ноты 4,5 и 4,9 были присвоены продуктам (Н16) и (Н9) соответственно, оба показывая самую высокую концентрацию фенолов. Запах всех напитков одинаково хорошо воспринимался и оценивался в обе даты испытаний (6,3-9,5 баллов). Вкус напитков представлял собой наиболее ценимое свойство продуктов - с момента приготовления до конца эксперимента по хранению.

#### Выводы

Разработанные сенсорно-привлекательные фруктово-травяные напитки показали высокие, стабильные в течение шести месяцев хранения уровни общего содержания фенолов и/или антиоксидантной активности, превышающие показатели их фруктовых аналогов и растительных компонентов, а также сопоставимые с показателями эталонного красного виноградного сока. Факторами, в значительной степени определяющими наивысшее содержание фенолов и антиоксидантные свойства новых фруктово-травяных напитков, помимо общего уровня фенолов в полуфабрикатах, были: внешний вид и вкусовые качества растительных экстрактов и их композиций с концентрированными фруктовыми соками. Рейтинг напитков, полученных из растительных экстрактов и/или концентрированных фруктовых соков, приготовленных с учетом содержания в них фенолов, позволяет нам сделать предположения относительно категоризации напитков, включая фруктовые напитки на рынке, как источников фенолов (до 1000 мг/л) и хороших источников фенолов (1000-1600 мг/л). Разработанные фруктово-чайные напитки можно классифицировать как хорошие источники общих фенолов. Антиоксидантная активность напитков, содержащих концентрированные фруктовые соки: красный виноградный сок (69,0 ммоль/л) и разработанные фруктово-чайные напитки (60,0-67,5 ммоль/л). Установленная корреляция между значением антиоксидантной способности и общим содержанием фенолов в анализируемых напитках позволяет применять простые измерения, такие как общее содержание фенолов, для подтверждения фактических антиоксидантных свойств этих продуктов.

# Литература

- [1] Валиулина Д. Ф., Макарова Н. В., Будылин Д. В. Сравнительный анализ химического состава и антиоксидантных свойств разных видов чая как исходного сырья для производства чайных экстрактов //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. №. 2 (76). С. 249-255.
- [2] Волощенко Л. В., Федосова А. Н. Потенциал генофонда редких ягодных культур в связи с селекцией на повышенное содержание антоцианов //Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2019. №. 2. С. 9-21.

# References

- [1] Valiulina D. F., Makarova N. V., Budylin D. V. Comparative analysis of the chemical composition and antioxidant properties of different types of tea as raw materials for the production of tea extracts // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018. Vol. 80. No. 2 (76). P. 249-255.
- [2] Voloschenko L. V., Fedosova A. N. Potential of the gene pool of rare berry crops in connection with selection for increased anthocyanin content // Current issues in agricultural biology. 2019. No. 2. P. 9-21.

- [3] Исупова А. А., Раскатова Е. А. СОДЕРЖАНИЕ ТАНИНА В ЗЕЛЕНОМ ЧАЕ РАЗЛИЧНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК //Экологическая безопасность в техносферном пространстве. 2020. С. 49-52.
- [4] Лукин А. А. Перспективные направления использования зеленого качестве чая В биологически вещества активного технологии продуктов питания //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Пищевые Серия: биотехнологии. -2015. - Т. 3. - №. 2. - С. 5-9.
- [5] Салиева К. Т., Салиева З. Т., Боркоев Б. М. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВ ЯДЕР ОРЕХА (JUGLANS REGIA) ПРИ ХРАНЕНИИ //Успехи современного естествознания. 2020. №. 12. С. 55-61.
- [6] Сорокина И. В. и др. Роль фенольных антиоксидантов в повышении устойчивости органических систем к свободнорадикальному окислению //Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. − 1997. №. 46. С. 3-58.
- [7] Häkkinen S. H. et al. Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries //Journal of agricultural and food chemistry. 1999. T. 47. №. 6. C. 2274-2279.
- [8] Miean K. H., Mohamed S. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants //Journal of agricultural and food chemistry. 2001. T. 49. №. 6. C. 3106-3112.
- [9] Olszowy-Tomczyk M., Wianowska D. Antioxidant properties of selected flavonoids in binary mixtures—Considerations on myricetin, kaempferol and quercetin //International Journal of Molecular Sciences. 2023. T. 24. №. 12. C. 10070.

- [3] Isupova A. A., Raskatova E. A. TANIN CONTENT IN GREEN TEA OF VARIOUS TRADE BRANDS // Environmental Safety in the Technosphere Space. 2020. P. 49-52.
- [4] Lukin A. A. Promising Directions for the Use of Green Tea as a Biologically Active Substance in Food Technology // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. 2015. Vol. 3. No. 2. P. 5-9.
- [5] Salieva K. T., Salieva Z. T., Borkoev B. M. PROMISING METHODS OF PRESERVING THE QUALITIES OF WALNUT KERNELS (JUGLANS REGIA) DURING STORAGE // Advances in Modern Natural Science. – 2020. – No. 12. – P. 55-61.
- [6] Sorokina I. V. et al. The role of phenolic antioxidants in increasing the stability of organic systems to free radical oxidation // Ecology. Series of analytical reviews of world literature. – 1997. – No. 46. – P. 3-58.
- [7] Häkkinen S. H. et al. Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries // Journal of agricultural and food chemistry. – 1999. – Vol. 47. – No. 6. – P. 2274-2279.
- [8] Miean K. H., Mohamed S. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants // Journal of agricultural and food chemistry. – 2001. – T. 49. – No. 6. – pp. 3106-3112.
- [9] Olszowy-Tomczyk M., Wianowska D. Antioxidant properties of selected flavonoids in binary mixtures— Considerations on myricetin, kaempferol and quercetin //International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – T. 24. – No. 12. – P. 10070.

#### Сведения об авторах

# Information about the authors

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

# ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

# TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 633.31/.37:631.8

# Влияние меди на прорастание семян и рост растений семейства Fabaceae

Блинохватова Ю.В., Нуштаева А.В.

Аннотация. В статье проведены результаты исследования по воздействию солей меди различных концентраций на семена районированных сортов гороха и чечевицы. По результатам лабораторного опыта положительное влияние ионов меди выявлено при концентрациях 1-10 мг/л. Наиболее оптимальная концентрация ионов меди Си²+ в форме сульфата по разным показателям составила 5-8 мг/л для гороха. В параллельных опытах с семенами чечевицы было установлено, что заметное увеличение длины и массы ростков примерно на 20% наблюдается при концентрациях ионов Cu²+ 5-15 мг/л, в большей степени для хлорида меди, чем для сульфата. А масса корешков более отзывчива при обработке семян растворами 5-10 мг/л ионов Cu²+ в форме хлорида. Оптимальная концентрация хлорида меди в наших опытах с чечевицей соответствовала порядка 5 мг/л Cu²+.

Ключевые слова: проростки семян, бобовые, хлориды меди, сульфаты меди, биомасса.

Для цитирования: Блинохватова Ю.В., Нуштаева А.В. Влияние меди на прорастание семян и рост растений семейства Fabaceae // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 61–66.

#### Effect of copper on seed germination and growth of Fabaceae plants

Blinokhvatova Yu.V., Nushtaeva A.V.

**Abstract.** The article presents the results of a study on the effects of copper salts of various concentrations on seeds of zoned varieties of peas and lentils. According to the results of laboratory experience, the positive effect of copper ions was revealed at concentrations of 1-10 mg/l. The most optimal concentration of Cu2+ copper ions in the form of sulfate according to various indicators was 5-8 mg/l for peas. In parallel experiments with lentil seeds, it was found that a noticeable increase in the length and mass of sprouts by about 20% is observed at concentrations of Cu<sup>2+</sup> ions 5-15 mg/l, to a greater extent for copper chloride than for sulfate. And the mass of the roots is more responsive when treating seeds with solutions of 5-10 mg/l of Cu<sup>2+</sup> ions in the form of chloride. The optimal concentration of copper chloride in our experiments with lentils corresponded to about 5 mg/l Cu<sup>2+</sup>.

**Keywords:** seed sprouts, legumes, copper chlorides, copper sulfates, biomass.

**For citation:** Blinokhvatova Yu.V., Nushtaeva A.V. Effect of copper on seed germination and growth of Fabaceae plants. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 61–66. (In Russ.).

#### Введение

Растения в разные периоды роста и развития предъявляют неодинаковые требования к условиям внешней среды, в том числе к условиям питания. Поглощение элементов питания в период роста растений происходит неравномерно. Недостаточная обеспеченность питания в тот или иной период их жизни ведёт к снижению урожая и ухудшению его качества. Первым критическим периодом является фаза всходов.

Медь (Cu) - микроэлемент, необходимый для нормального роста и функционирования растений, она содержится в качестве структурного компонента, в соединениях с белком и в ферментах. Медь входит в состав ферментов полифенолоксидаз, участвующих в окислительно-восстановительных процессах, катализирующих окисление дифенолов и гидроксилирование монофенолов [1-7]. Медь содержится в составе ферментов аскорбатоксида-зы (оксидаза аскорбиновой кислоты). Медь выполняет водоудерживающую функцию, играет важную роль в фотосинтезе, образовании хлорофилла. Медьсодержащий фермент - цитохромоксидаза - стабилизирует действие хлорофилла, задерживает процесс старения листа, регулирует содержание в растениях и активность ауксинов и ингибиторов роста фенольной природы. Медьсодержащий белок пластоцианин - является переносчиком электронов при фотосинтезе. При недостатке меди повышается интенсивность дыхания, что ведёт к разрушению хлорофилла, снижению образования углеводов. Это приводит к хлорозу листьев, к побелению их кончиков, зерновые легче поражаются шведской мухой [1-3, 8]. Медь способствует синтезу белков, сахаров пентозанов и жира.

Доказано значение меди в переработке аммиака в белок. Медь принимает участие в азотном обмене, входя в состав нитритредуктазы, который способствует связыванию бобовыми молекулярного азота атмосферы, усвоению всеми культурами азота почвы и удобрений [8]. Описана взаимосвязь между действием меди и гетероауксина (фитогормон, природный стимулятор роста), которая выражается в повышении всхожести семян [8].

В соединениях с серой (сульфат меди CuSO4 или медный купорос CuSO4·5H2O) и хлором (хлорид меди CuCl2 или хлорокись меди (Cu2OCl2·4H2O) медь способствует повышению устойчивости растений к грибковым и бактериальным заболеваниям [3, 4]. Данные соединения широко используются при обработке семян зерновых, бобовых и прочих культур.

В работе [9] положительное действие препарата Italmas Helat на проращивание семян яровой пшеницы и подсолнечника было выявлено для раствора с концентрацией Си 3-10 мг/л (в комплексе с Zn, Mn и В). При большей концентрации наблюдалось негативное воздействие вплоть до полного подавление прорастания семян. Есть также данные

[10], что растворы сульфата меди с концентрацией Cu2+ 0,1-0,2 мМ (что соответствует 6,4-12,8 мг/л) сильно подавляли прорастание семян клевера. Промышленно для предпосевной обработки семян используются 0,02-0,1%-ные растворы медного купороса [11]. Это соответствует концентрации ионов меди 0,8-4 ммоль/л или порядка 50-250 мг/л, что не согласуется с приведенными выше литературными данными.

Задачей нашей работы было подобрать экспериментально оптимальную концентрацию меди для предпосевной обработки семян бобовых культур и сравнить эффективность сульфата и хлорида меди.

#### Объекты и методы исследования

Объект исследований — сельскохозяйственные культуры семейства Бобовые (Fabaceae): горох посевной (Pisum sativum L.), сорт Джокер; чечевица (Lens L.) сорт Рэдклифф; бобы пищевые Русские черные (Vicia Faba L. var. major Harz).

Препараты: хлорид меди безводный CuCl2 (хлористая медь); сульфат меди 5-водный CuSO4·5H2O (медный купорос). Страна-производитель химических препаратов Китай, поставщик ООО «СЛР Кемикал».

Лабораторный опыт. Лабораторное проращивание семян проводили по стандартной методике ГОСТ 12038-84 между слоями бумаги (МБ) в растильнях при постоянной температуре 25 °С в термостате в трех повторностях. Семена смачивали достаточным количеством водного раствора (расход 30 мл на 100 шт семян) хлорида или сульфата меди в концентрации, выраженной в мг/л на ионы Cu2+. Определяли энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян, длину и биомассу ростков и корешков.

Схема опыта (горох):

контроль (К) – дистиллированная вода

раствор CuSO4 – 1 мг/л Cu2+

раствор CuSO4 - 2,5 мг/л Cu2+

раствор CuSO4 - 5 мг/л Cu2+

раствор CuSO4 - 7,5 мг/л Cu2+

раствор CuSO4 - 10 мг/л Cu2+

Схема опыта (чечевица):

контроль (К) – дистиллированная вода

раствор CuCl2 - 5 мг/л Cu2+

раствор CuCl2 – 10 мг/л Cu2+

раствор CuCl2 - 15 мг/л Cu2+ раствор CuSO4 - 5 мг/л Cu2+

раствор CuSO4 – 10 мг/л Cu2+

C-SO4 15 --/- C-21

раствор CuSO4 - 15 мг/л Cu2+

Вегетационный опыт. Для проращивания в почве семена высевали в лотки площадью 12×30 см, заполненные почвой (чернозем, с полей Пензенской области), с расстоянием между семенами 3 см, в 2 ряда, расстояние между рядами 5 см. Перед посевом семена замачивали на 2 часа в растворе CuCl2 или CuSO4 с концентрацией ионов меди

Таблица 1 - Показатели прорастания семян гороха при обработке CuSO<sub>4</sub>

| Помо                   |             | V a vyma a vy | Oı   | ПСВ  |      |      |      |                   |
|------------------------|-------------|---------------|------|------|------|------|------|-------------------|
| Показатель             |             | Контроль      | 1    | 2,5  | 5    | 7,5  | 10   | HCP <sub>05</sub> |
| Энергия про            | растания, % | 96            | 98   | 96   | 96   | 98   | 95   | 3                 |
| Всхожесть,             | %           | 99            | 100  | 100  | 100  | 100  | 97   | 1,5               |
|                        | ростки      | 25,1          | 29,9 | 32,1 | 32,1 | 31,2 | 28,2 | 8,9               |
| Длина, мм              | корешки     | 56,6          | 69,9 | 64,1 | 69,1 | 68,7 | 65,6 | 18,9              |
| К1=Дл Коре<br>ростков  | ешков/ Дл   | 2,24          | 2,34 | 2    | 2,16 | 2,2  | 2,32 | -                 |
| Биомасса               | ростки      | 6,9           | 8,5  | 8,5  | 8,4  | 9,1  | 7,2  | 2,6               |
| 100 сырая, г           | корешки     | 8,6           | 10,3 | 13,1 | 12,9 | 13,1 | 11,5 | 3,8               |
| Биомасса               | ростки      | 0,78          | 0,83 | 0,8  | 0,82 | 0,92 | 0,79 | 0,16              |
| 100 сухая, г корешки   |             | 0,94          | 1,02 | 1,06 | 1,07 | 1,2  | 1,15 | 0,19              |
| K1= Macca<br>Macca poc | -           | 1,2           | 1,24 | 1,33 | 1,31 | 1,32 | 1,46 | -                 |

Таблица 2 - Показатели прорастания семян чечевицы при обработке Cu2+

| Показатель              |         | Тип соли Н        | T.C   | Опытные вај | рианты: концентрация Cu <sup>2+</sup> , мг/л |       | HCD               |
|-------------------------|---------|-------------------|-------|-------------|--|-------|-------------------|
|                         |         | Тип соли          | К     | 5           | 10   | 15    | HCP <sub>05</sub> |
| Энергия прорастания, %  |         | CuCl <sub>2</sub> | 98    | 98          | 98   | 98    | 2,5               |
|                         |         | CuSO <sub>4</sub> |       | 99          | 99   | 97    | 2                 |
| Всхожесть, %            |         | CuCl <sub>2</sub> | 99    | 98          | 99   | 99    | 2,5               |
|                         |         | CuSO <sub>4</sub> |       | 100         | 100  | 99    | 1                 |
| Длина, мм               | ростки  | CuCl <sub>2</sub> | 50.7  | 70,1        | 63,6   | 71    | 11,1              |
|                         |         | CuSO <sub>4</sub> | 59,7  | 61,7        | 56,4   | 60,9  | 19,3              |
|                         | корешки | CuCl <sub>2</sub> | 95,8  | 89,5        | 90,1   | 77    | 9,3               |
|                         |         | CuSO <sub>4</sub> |       | 82,2        | 82,8   | 67,9  | 8,6               |
| Биомасса 50<br>сырая, г | ростки  | CuCl <sub>2</sub> | 2,4   | 2,9         | 2,6  | 2,9   | 0,4               |
|                         |         | CuSO <sub>4</sub> |       | 2,9         | 2,6  | 2,6   | 1                 |
|                         | корешки | CuCl <sub>2</sub> | 3,4   | 4,3         | 4  | 3,1   | 0,4               |
|                         |         | CuSO <sub>4</sub> |       | 2,9         | 3  | 2,6   | 0,8               |
| Биомасса 50<br>сухая, г | ростки  | CuCl <sub>2</sub> | 0,206 | 0,23        | 0,244  | 0,289 | 0,049             |
|                         |         | CuSO <sub>4</sub> |       | 0,209       | 0,206  | 0,248 | 0,079             |
|                         | корешки | CuCl <sub>2</sub> | 0.241 | 0,333       | 0,313  | 0,286 | 0,076             |
|                         |         | CuSO <sub>4</sub> | 0,341 | 0,32        | 0,273  | 0,303 | 0,102             |

5 мг/л (расход 30 мл раствора на 100 шт семян). Семена контрольного варианта смачивали таким же объемом дистиллированной воды. Почву перед посевом увлажняли дистиллированной водой до относительной влажности 40%. В дальнейшем поливали отстоянной водопроводной водой, поддерживая влажность почвы 40%. Определяли энергию прорастания, всхожесть, а также длину и биомассу побегов.

Схема вегетационного опыта (чечевица, бобы пищевые):

контроль (K) — дистиллированная вода раствор CuCl2 (5 мг/л Cu2+) раствор CuSO4 (5 мг/л Cu2+)

#### Результаты и их обсуждение

Исследовалось влияние меди на развитие рас-

тений на фазе прорастания семян, начала роста и интенсивного роста.

По результатам лабораторного опыта (начальный период развития, таблицы 1, 2) положительное влияние ионов меди выявлено для концентрации Cu2+ 1-10 мг/л. Несколько увеличивалась лабораторная всхожесть семян гороха и чечевицы (до 100%) при 99% на контроле. Заметного влияния на энергию прорастания не выявлено. Но и подавление всхожести семян ионами меди в области исследованных концентраций не наблюдалось.

Длина ростков и корешков гороха после обработки семян CuSO4 изменялась слабо, не превышая HCP05. Максимальное значение средней длины (на 23-28 % выше контроля) соответствовало концентрации Cu2+ 2,5-5 мг/л по росткам и 1-5 мг/л по корешкам. Биомасса сырая 100 корешков и ростков гороха увеличивалась в области концентраций 2,5-7,5 мг/л Cu2+ в среднем на 52 % и 23%, соот-

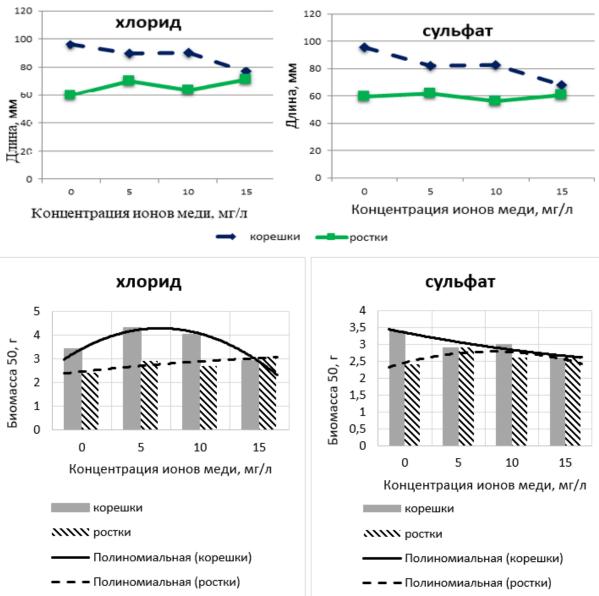


Рис. 1. Длина и биомасса (сырая) 100 корешков и ростков чечевицы в зависимости от концентрации меди

ветственно. Максимум сухой массы 100 корешков и ростков гороха соответствовал концентрации 7,5 мг/л Cu2+ и превышал контрольные значения на 17%. При содержании ионов меди 10 мг/л все ростовые показатели снижались, но тем не менее оставались выше контрольных значений. Таким образом, оптимальная концентрация ионов меди Cu2+ в форме сульфата по разным показателям составила 5-8 мг/л (или 0.078-0.125 ммоль/л Cu2+) для гороха.

В параллельных испытаниях влияния CuCl2 и CuSO4 на чечевицу отмечено заметное увеличение длины и массы ростков примерно на 20% при 5-15 мг/л ионов Cu2+ в большей степени для хлорида меди. Масса корешков увеличивалась на 20-25% при концентрации 5-10 мг/л ионов Cu2+ в форме хлорида, и резко уменьшалась при дальнейшем возрастании концентрации соли. Однако, длина корешков была меньше контрольного значения (рис. 1). Оптимальная концентрация хлорида меди в наших опытах с чечевицей соответствовала порядка 5 мг/л Cu2+.

В случае сульфата меди концентрация 5-15 мг/л Cu2+ не оказывала существенного влияния на длину ростков, но приводила к увеличению накопленной биомассы ростков на 8-20% по причине увеличения их толщины. В то же время значения длины и массы корешков были ниже контрольных. Вероятно, оптимальная для чечевицы концентрация сульфата меди должна быть не более 5 мг/л Cu2+ (что соответствует 0,078 ммоль/л), что согласуется с данными работы [10], в которой концентрация сульфата меди 0,1-0,2 ммоль/л Cu2+ значительно подавляла развитие проростков клевера. Как видно из рисунка 1, с хлоридом меди получены лучшие показатели, чем с сульфатом меди на первых этапах развития растения, причем особенно это заметно по корешкам.

Следует отметить, что в опытах с чечевицей тем не менее наблюдалось развитие плесневых грибов, несмотря на обработку ионами меди. Вероятно, концентрация меди, оптимальная для роста и развития проростков, оказалась меньше, чем

Таблица 3 – Показатели силы роста и при обработке 5 мг/л Си

| Показатель                                | Время, сутки | К     | CuCl <sub>2</sub> | CuSO <sub>4</sub> | HCP <sub>05</sub> |  |  |
|---|--------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--|
| чечевица                                  |              |       |                   |                   |                   |  |  |
| Энергия<br>прорастания, %                 | 3            | 20    | 20                | 35                | 1,7               |  |  |
| Всхожесть, %                              | 7            | 20    | 25                | 50                | 1,5               |  |  |
|   | 10           | 133   | 144               | 144               | 25                |  |  |
| П   | 20           | 245   | 237               | 229               | 49                |  |  |
| Длина, мм                                 | 30           | 330   | 321               | 342               | 65                |  |  |
|   | 40           | 355   | 370               | 315               | 59                |  |  |
| Биомасса, г                               | 40           | 0,715 | 0,693             | 0,748             | 0,18              |  |  |
| бобы пищевые                              |              |       |                   |                   |                   |  |  |
| Энергия<br>прорастания, %<br>Всхожесть, % | 5            | 60    | 50                | 55                | 1,3               |  |  |
|   | 10           | 85    | 85                | 80                | 2,4               |  |  |
|   | 10           | 76    | 87                | 102               | 27                |  |  |
| П   | 20           | 319   | 318               | 339               | 58                |  |  |
| Длина, мм                                 | 30           | 406   | 408               | 446               | 47                |  |  |
|   | 40           | 476   | 505               | 496               | 65                |  |  |
| Биомасса, г                               | 40           | 4,27  | 4,51              | 4,5               | 0,8               |  |  |
| Количество цветов                         |              | 0(ц)  | 12(ц)             | 8(ц)              | -                 |  |  |
| (ц) и бутонов (б)<br>общее                | 40           | 11(6) | 15(6)             | 20(6)             | -                 |  |  |

концентрация, обеспечивающая фунгицидное действие меди.

По данным лабораторного опыта можно заключить: 1) при проращивании семян в лабораторных условиях хлорид меди оказался более эффективен, в качестве стимулятора развития проростков; 2) обе соли подавляли рост корешков в исследованной области концентраций.

Результаты вегетационного опыта (период интенсивного роста) по проращиванию в почве семян, после замачивания в растворе медьсодержащих веществ, представлены в таблице 3. В период роста средняя температура была 20°С, при этом минимальная и максимальная температуры были 18 и 23°С. Относительная воздуха влажность колебалась от 15% до 55%.

Интенсивность роста побегов чечевицы была примерно одинаковой как при обработке CuCl2 или CuSO4, так и без обработки (контроль). Средняя длина побегов бобов пищевых при обработке CuSO4 была больше, чем при CuCl2 и контроль, однако, различие не превышало HCP05.

#### Литература

- [1] Шеуджен, А.Х. Микроудобрения и регуляторы роста растений на посевах риса / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек, А.П. Науменко, Шпанцев А.К. Майкоп: ОАО Полиграф-Юг, 2010. 292 с.
- [2] Шеуджен, А.Х. Удобрения, почвенные грунты и регуляторы роста растений / А.Х. Шеуджен,

Опытные варианты с бобами пищевыми отличались более интенсивным цветением: 27-28 цветов и бутонов в вариантах с CuCl2 или CuSO4 против 11 бутонов в контрольном варианте.

По данным вегетационного опыта можно сделать вывод, что в период интенсивного роста эффективность сульфата и хлорида меди одинакова и проявляется в ускорении цветения.

# Выводы

Обработка семян зернобобовых культур (гороха, чечевицы, бобов пищевых) препаратами меди несколько повышала всхожесть семян (особенно CuSO4 для чечевицы), а также стимулировала рост и развитие ростков (CuCl2), при этом наблюдалось подавление роста корешков обеими солями. На этапе проращивания семян гороха и чечевицы более эффективным проявил себя CuCl2, а в период интенсивного роста - CuSO4. Оптимальная концентрация Си составила 5-8 ррт для гороха (или 8-13 г/т семян), порядка 5 ррт для чечевицы (или 43 г/т семян).

#### References

- [1] Sheudzhen, A.Kh. Microfertilizers and plant growth regulators for rice crops / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva, S.V. Kizinek, A.P. Naumenko, Shpantsev A.K. Maykop: OJSC Polygraph-Yug, 2010. 292 p.
- [2] Sheudzhen, A.Kh. Fertilizers, soils and plant growth regulators / A.Kh. Sheudzhen, L.M. Onishchenko, V.V. Prokopenko. - Adygea, 2005. - 404 p.

- Л.М. Онищенко, В.В. Прокопенко. Адыгея, 2005. 404 с.
- [3] Протасова, Н.А. Микроэлементы (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ga, Be, Sr, Ba, B, I, Mo) в черноземах и серых лесных почвах Центрального / Н.А. Протасова. Воронеж, 2003. 368 с.
- [4] Ковалевский, А.Л. Биогеохимия растений / А.Л. Ковалевский. Новосибирск: Наука, 1991. -294 с.
- [5] Kramer U., Clemens S. Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. Topics Current Genetics. 2005. Vol. 14. P. 215–271.
- [6] Битюцкий, Н. П. Микроэлементы высших растений: монография / Н. П. Битюцкий. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2020. 368 с.
- [7] Агрохимия биогенных элементов: учеб. пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, И.А. Лебедовский, М.А. Осипов Краснодар: КубГАУ, 2020. 223 с.
- [8] Михайлова, Л.А. Агрохимия: курс лекций. В 3 ч. Ч 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л.А. Михайлова; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. Бюджетноеобразоват. учреждение высшего образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. 426 с.
- [9] Нуштаева, А.В. Влияние микроудобрений на основе хелатных комплексов на всхожесть семян / А. В. Нуштаева, Ю. В. Блинохватова, Т. А. Власова, Н. П. Чекаев // Нива Поволжья. 2021. № 1(58). С. 17-22.
- [10] Ермошин, А.А. Влияние ионов меди и алюминия на развитие проростков Trifolium repenx L. / А.А. Ермошин, М.Н. Цибизова, И.С. Киселева // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. №3(23). С. 120-126.
- [11] Медный купорос для лечения и защиты растений. URL: https://botanichka-ru. turbopages.org/turbo/botanichka.ru/s/article/mednyiy-kuporos/.

- [3] Protasova, N.A. Microelements (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ga, Be, Sr, Ba, B, I, Mo) in chernozems and gray forest soils of the Central / N.A. Protasova. Voronezh, 2003. 368 p.
- [4] Kovalevsky, A.L. Biogeochemistry of plants / A.L. Kovalevsky. Novosibirsk: Nauka, 1991. -294 p.
- [5] Kramer U., Clemens S. Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. Topics Current Genetics. 2005. Vol. 14. P. 215–271.
- [6] Bityutsky, N. P. Microelements of higher plants: monograph / N. P. Bityutsky. - St. Petersburg: St. Petersburg State University, 2020. – 368 p.
- [7] Agrochemistry of biogenic elements: textbook / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva, I.A. Lebedovsky, M.A. Osipov Krasnodar: KubSAU, 2020. 223 p.
- [8] Mikhailova, L.A. Agrochemistry: a course of lectures. In 3 parts. Part 1. Fertilizers: types, properties, chemical composition / L.A. Mikhailova; Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education. «Perm State Agricultural Academy named after academician D.N. Pryanishnikov». - Perm: IPC «Prokrost», 2015. -426 p.
- [9] Nushtaeva, A.V. Influence of microfertilizers based on chelate complexes on seed germination / A. V. Nushtaeva, Yu. V. Blinohvatova, T. A. Vlasova, N. P. Chekaev // Niva Povolzhya. – 2021. – No. 1(58). – P. 17-22.
- [10] Ermoshin, A.A. The effect of copper and aluminum ions on the development of Trifolium repenx L. seedlings / A.A. Ermoshin, M.N. Tsibizova, I.S. Kiseleva // Bulletin of Tomsk State University. Biology. – 2013. -No. 3(23). - P. 120-126.
- [11] Copper sulfate for the treatment and protection of plants. URL: https://botanichka-ru.turbopages.org/turbo/botanichka.ru/s/article/mednyiy-kuporos/.

# Сведения об авторах

# Information about the authors

| Блинохватова Юлия Владимировна  | Blinokhvatova Yulia Vladimirovna   |
|---|--|
| кандидат биологических наук   | PhD in Technical Sciences  |
| доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»  | associate professor at the department of «Soil science,  |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный   | agrochemistry and chemistry»   |
| университет»  | Penza State Agrarian University  |
| 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30  | Phone:   |
| Тел.:   | E-mail: julechka83@inbox.ru  |
| E-mail: julechka83@inbox.ru   |  |
|   |  |
| Нуштаева Алла Владимировна  | Nushtaeva Alla Vladimirovna  |
| 1 *   | Nushtaeva Alla Vladimirovna<br>PhD in Technical Sciences   |
| 1 *   |  |
| кандидат химических наук  | PhD in Technical Sciences  |
| кандидат химических наук<br>доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»  | PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Soil science,  |
| кандидат химических наук<br>доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия»<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный   | PhD in Technical Sciences<br>associate professor at the department of «Soil science,<br>agrochemistry and chemistry»                           |
| кандидат химических наук доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и химия» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 | PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Soil science, agrochemistry and chemistry» Penza State Agrarian University |

УДК 631.316

# Обоснование угла установки рабочего органа для укрытия открытых корней деревьев в интенсивных садах

Имомкулов К.Б., Нишанбаев Н.Н.

Аннотация. Представлены результаты полевого эксперимента, проведенного в НИИ механизации сельского хозяйства, по обоснованию угла вертикальной установки сферического дискового рабочего органа машины для заглубления открытых корней деревьев в интенсивных садах и работы в междурядьях. Разработан экспериментальный образец машины, с рабочими органами для укрытия открытого корня дерева в интенсивном саду. Полевые испытания Uz DSt 3236:2017 «Почвообрабатывающие машины и орудия в садоводстве. Методы испытаний», Uz DSt 3193:2017 «Испытания сельскохозяйственной техники». Проводились на основе методики энергетической оценки машин и других нормативных документов. Испытания проводились между рядами интенсивного сада с капельным орошением, посаженного по схеме 4х1,2. В статье установлено, что сферический дисковый рабочий орган машины для укрытия открытых корней деревьев в интенсивном саду должен устанавливаться под вертикальным углом 10-15°, чтобы соответствовать заданным агротехническим требованиям.

**Ключевые слова:** интенсивный сад, дерево, почвенная грунта, испытание, энергетические показатели, рабочий орган, сферический диск, вертикальный угол установки, технологический процесс работы.

**Для цитирования:** : Имомкулов К.Б., Нишанбаев Н.Н. Обоснование угла установки рабочего органа для укрытия открытых корней деревьев в интенсивных садах // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 67–70.

# Justification of the installation angle of the working element for covering open tree roots in intensive gardens

Imomkulov K.B., Nishanbaev N.N.

**Abstract.** The results of a field experiment conducted at the Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization on the justification of the vertical installation angle of the spherical disk working body of the machine that buries exposed tree roots in intensive gardens and works between the rows are presented. A model of a machine equipped with working bodies for burying exposed tree roots in an intensive garden was developed for testing. Field tests Uz DSt 3236:2017 «Soil tillage machines and tools in horticulture. Testing methods», Uz DSt 3193:2017 «Testing of agricultural machinery. It was conducted on the basis of the method of energy evaluation of machines» and other normative documents. Tests were conducted between the rows of an intensive drip-irrigated garden planted in a 4x1.2 scheme. In the article, it was determined that the spherical disc working body of the machine for burying exposed tree roots in an intensive garden should be installed at a vertical angle of 10-15° in order to meet the specified agrotechnical requirements.

**Keywords:** intensive garden, tree, soil pile, test, energy indicators, working body, spherical disk, vertical installation angle, technological work process.

**For citation:** Imomkulov K.B., Nishanbaev N.N. Justification of the installation angle of the working element for covering open tree roots in intensive gardens. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 67–70. (In Russ.).

#### Introduction

Ensuring the implementation of the Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated October 23, 2019 «On approval of the strategy for the development of agriculture of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030» No. PF-5853, fruit and vegetable and production of high-value-added products in the field of viticulture, increase in export volume, utilization of abandoned and dry land, increase of export-oriented agricultural crops in areas that are being reduced from cotton and grain, as well as the possibilities of gardens, vineyards and greenhouses several tasks have been defined in order to establish effective use [1]. It is known that intensive garden trees located in the upper layer of the roots of dripirrigated orchards and semi-short orchards grown in the conditions of our republic [2] and their roots exposed as a result of drip irrigation reduce the productivity of intensive orchards this causes them to dry up on hot summer days and on cold days they get frostbite and eventually dry up. In the literature, taking into account that the frost resistance of intensive garden tree roots is up to minus 10-11° C, taking into account that the air temperature in our republic is on average minus 15-17 ° C in the winter months, it is necessary to bury the tree roots of intensive gardens. In intensive gardens with a drip irrigation system, puddles are formed under the influence of water under the tree [2]. As a result, the roots of the tree will be submerged in water, soil hard layer will form on the bottom of tree, and the heating of that water on hot summer days will cause negative consequences for the tree. In order to overcome these shortcomings, it is one of the important tasks to develop high-quality and productive and energy-resourceefficient tillage machines and tools through intensive garden row cultivation and burying tree roots.

# Research methodology

First, intensive garden tree architecture and root morphology were studied [2]. Based on the obtained results, a pilot copy of the machine (hereinafter referred to as the machine) for burying exposed tree roots in the intensive garden and working between the rows was developed at the Agricultural Mechanization Research Institute.

Studies on the justification of the angle of



Figure 1. An experimental copy of the machine

installation of the spherical disc for burying the exposed roots of trees in relation to the vertical G.N. Sineokov, F.M. Kanarev, P.S. Nartov, N.V. Butenin, Ya.L. Luns, D.D. Merkin, A. Tukhtakuziev, A.N. Khudoyorov, A.U.Igamberdiev, Sh.U.Ishmuradov, M.M.Ergashev was conducted using the research conducted by and others [3; 216-230-p., 4; 100-124-p., 5; 101-130-p., 6; 22-23-p., 7; 34-38-p., 8; 50-58-p., 9; 150-153-p.].

Experiments were carried out to verify the theoretical results of a machine for burying exposed tree roots and inter-row cultivation in an intensive orchard by produced. In theoretical studies [10], the installation angle of the spherical disc with respect to the vertical was found to be 15°[11].

It consists of a frame 1 equipped with a suspension device, spherical discs 2, soil pusher levelers 3, support wheels 4, cross bars 5, brackets 6 attached to columns.

During the experiments, the angle of installation of the spherical disk working body relative to the vertical was changed from 5° to 20° with 5° intervals. In this case, the installation angle of the spherical disc relative to the direction of movement is 40°, the diameter of the spherical disc is 610 mm, the longitudinal distance between the spherical disc and the soil pusher leveler is 50 cm, and the aggregate movement speed is 5.0 and 7.0 km/h. In the spring of 2024, experiments were conducted in a 5-year-old drip-irrigated intensive apple orchard on the 8th card of the experimental farm of Tashkent Fruit LLC.

In the tests, the laboratory device was used aggregated with the MTZ-80.1 wheeled tractor of 1.4 class. Before conducting the tests, the physical and mechanical properties of the garden soil located at «Tashkent Meva» LLC: GOST 20915-11 «Testing of agricultural machinery. Methods of determining test conditions» was determined according to the conditional test. The soil moisture, hardness and density of the tested field soil were taken from the garden row. (Table 1) [12].

According to the requirements, the following performance indicators of the working bodies for burying exposed tree roots were determined in the experimental tests: - the average height of the soil pile, - resistance of the working body to traction, - quality of the crushing soil.

These are the indicators were determined

Table 1 - Soil parameters

| The layer<br>from which<br>the soil<br>sample was<br>taken, cm | Soil moisture,<br>% | Soil hardness,<br>MPa | Soil density,<br>g/cm <sup>3</sup> |  |
|--|---------------------|-----------------------|------------------------------------|--|
| 0-5  | 18,6                | 0,4                   | 1,11                               |  |
| 5-10   | 19,19               | 0,63                  | 1,18                               |  |
| 10-15  | 19,97               | 0,85                  | 1,24                               |  |

|--|

| The angle of  | The pe | rcentage of soil fract | The average height   | The resistance of |      |  |  |
|---|--------|------------------------|----------------------|-------------------|------|--|--|
| installation of<br>the spherical disk<br>relative to the<br>vertical, ° | :      | sizes of fractions, mn | of the soil pile, cm | working bodies,   |      |  |  |
|   | >100   | 100-50                 | <50                  | ${ m M}_{ m av}$  | kN   |  |  |
| V=5,0  km/h   |        |                        |                      |                   |      |  |  |
| 5   | -      | 10,12                  | 89,88                | 11,87             | 1,92 |  |  |
| 10  | -      | 12,75                  | 87,25                | 9,56              | 1,87 |  |  |
| 15  | -      | 13,88                  | 86,12                | 8,49              | 1,76 |  |  |
| 20  | -      | 17,27                  | 82,73                | 5,78              | 1,69 |  |  |
| V=7.0  km/h   |        |                        |                      |                   |      |  |  |
| 5   | -      | 8,49                   | 91,51                | 10,58             | 2,1  |  |  |
| 10  | -      | 10,36                  | 89,64                | 8,71              | 2,01 |  |  |
| 15  | -      | 11,67                  | 88,33                | 7,37              | 1,95 |  |  |
| 20  | -      | 15,25                  | 84,75                | 5,14              | 1,86 |  |  |

according to Uz DSt 3236:2017 «Soil tillage machine and working tools in gardening. Test methods» [13] and Uz DSt 3193:2017 «Testing of agricultural machinery. The method of energy evaluation of machines» [14].

#### Results and discussion

According to the data obtained in the experiments, mathematical statistical methods were used to find the average arithmetic values of the indicators [15]. The average height of the soil pile, when the installation angle of the spherical disk relative to the vertical is 5 and 20, caused a decrease in the time of contact of the soil pieces with the working surface of the disk and insufficient lateral movement of the soil slabs cut by it. As the angle of installation of the spherical disc relative to the vertical increases, the drag resistance of

# Литература References

- [1] Decree No. PF-5853 of the President of the Republic of Uzbekistan «On approval of the strategy of agricultural development of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030». October 23, 2019. [in Uzbek].
- [2] https://cyberleninka.ru/article/n/intensiv-boator-oralariga-ishlov-beradigan-energiyaresurstezhamkor-kultivator
- [3] Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. Москва.: Машиностроение, 1977. 328 с. [in Russian].
- [4] Канарев Ф.М. Ротаtsіонные почвообрабатывающие машины и орудия. Москва: Машинстроение, 1983. 144 с. [in Russian].
- [5] Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия. Воронеж, 1972. 184 с. [in Russian].
- [6] Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. Т. II: Динамика (3-е

the device decreases. This can be mainly explained by the fact that the spherical disc sinks into the soil and its cutting angles, as well as the height of the soil rising along the working surfaces and the reduction of their impact on the soil. The results are presented in Table 2.

If aggregate movement speed increased from 5.0 km/h to 7.0 km/h, due to the above-mentioned reasons, the quality of soil compaction decreased due to the reduction of the effect of the above-mentioned spherical disk on the soil.

#### Conclusion

So, at the speed of the machine to of 5.0-7.0 km/h the average height of the soil pile and the low drag resistance of the working bodies, the installation angle of the spherical discs should be in the range of 10-15°.

- [1] Decree No. PF-5853 of the President of the Republic of Uzbekistan «On approval of the strategy of agricultural development of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030». October 23, 2019. [in Uzbek].
- [2] https://cyberleninka.ru/article/n/intensiv-bo-atororalariga-ishlov-beradigan-energiya-resurstezhamkorkultivator
- [3] Sineokov G.N., Panov I.M. Theory and calculation of tillage machines. Moscow.: Mashinostroenie, 1977. 328 p. [in Russian].
- [4] Kanarev F.M. Rotary tillage machines and tools. -Moscow: Mashinostroenie, 1983. - 144 p. [in Russian].
- [5] Nartov P.S. Disk tillage tools. Voronezh, 1972. 184 p. [in Russian].
- [6] Butenin N.V., Lunts Ya.L., Merkin D.R. Course in theoretical mechanics. T. II: Dynamics (3rd ed., corrected). – Moscow.: Nauka, 1985. – 496 p. [in Russian].
- [7] Tukhtakuziev A., Khudoyorov A., Igamberdiev A. Theory of soil particle motion along the working

- изд., исправленное). Москва.: Наука, 1985. 496 с. [in Russian].
- [7] Тухтакузиев А., Худоёров А., Игамбердиев А. Теория движения частиц почвы по рабочей поверхности сферического диска // Agro ilm. Тошкент, 2010. –№ 1. С.34-38. [in Russian].
- [8] Ishmuradov Sh.U. Basing the parameters of disk plugging: Diss. .... tech. science. PhD. -Tashkent-2019. – P.152. [in Uzbek].
- [9] Tuktakuziev A., Ergashev M.M. Researching the uniformity of disk harrow running throughout the tillage depth // Scientific Journal. European science review.— Vienna, 2017.—№11-12. P. 150-153.
- [10] Imomkulov K.B., Nishanboev N.N., Selection of the type of working body of the unit for burying exposed tree roots // «NATIONAL STANDARD» scientific and technical magazine. Tashkent, 2023. No. 1. P. 42-45. [in Uzbek].
- [11] Q.B. Imomkulov, N.N. Nishanboev, J.M. Khalilov. Basing the parameters of the work body for burying opened tree roots in intensive gardens // "Mexanika va texnologiya" scientific journal. − Namangan, 2023. ¬№ 4. − P. 80-84. [in Uzbek].
- [12] ГОСТ 20915-2011 "Испытания селскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний" Москва, 2013. 28 с. [in Russian].
- [13] Uz DSt 3236:2017 "Soil tillage machine and working tools in gardening. Test methods» Tashkent, 2017. P. 78. [in Uzbek].
- [14] Uz DSt 3193:2017 "Testing of agricultural machinery. The method of energy evaluation of machines» Tashkent, 2017. P. 21. [in Uzbek].
- [15] Кобзар А.И., Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников.- Москва: Физматлит, 2006. 816 с. [in Russian].

- surface of a spherical disk // Agro ilm. Tashkent, 2010. –№ 1. P.34-38. [in Russian].
- [8] Ishmuradov Sh.U. Basing the parameters of disk plugging: Diss. .... tech. science. PhD. - Tashkent-2019. - P.152. [in Uzbek].
- [9] Tuktakuziev A., Ergashev M.M. Researching the uniformity of disk harrow running throughout the tillage depth // Scientific Journal. European science review. – Vienna, 2017. – No. 11-12. – P. 150-153.
- [10] Imomkulov K.B., Nishanboev N.N., Selection of the type of working body of the unit for burying exposed tree roots // «NATIONAL STANDARD» scientific and technical magazine. Tashkent, 2023. No. 1. P. 42-45. [in Uzbek].
- [11] Q.B. Imomkulov, N.N. Nishanboev, J.M. Khalilov. Basing the parameters of the work body for burying opened tree roots in intensive gardens // "Mexanika va texnologiya" scientific journal. – Namangan, 2023. – No. 4. – P. 80-84. [in Uzbek].
- [12] GOST 20915-2011 "Testing of agricultural machinery. Methods for determining test conditions" Moscow, 2013. 28 p. [in Russian].
- [13] Uz DSt 3236:2017 "Soil tillage machine and working tools in gardening. Test methods» Tashkent, 2017. P. 78. [in Uzbek].
- [14] Uz DSt 3193:2017 "Testing of agricultural machinery. The method of energy evaluation of machines» Tashkent, 2017. P. 21. [in Uzbek].
- [15] Kobzar A.I., Applied mathematical statistics. For engineers and scientists.- Moscow: Fizmatlit, 2006. 816 p. [in Russian].

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

### Имомкулов Кутбиддин Бокижанович

доктор технических наук

заведующий лаборатории "Механизации садоводства и овощеводства"

Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства

110800, Республика Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, п.г.т. Гульбахор, ул. Самаркандская,

Тел.: 99894 153 66 19

E-mail: qutbiddinimomqulov1978@gmail.com

#### Imomkulov Kutbiddin Bokijonovich

PhD in Technical Sciences

head of the laboratory "Gardening and vegetable mechanization"

Scientific-Research Institute of Agricultural Mechanization

**Phone:** 99894 153 66 19

E-mail: qutbiddinimomqulov1978@gmail.com

#### Нишанбаев Низомжон Неъматович

аспирант "Механизации садоводства и овощеводства" Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства

110800, Республика Узбекистан, Ташкентская область, Янгиюльский район, п.г.т. Гульбахор, ул. Самаркандская,

**Тел.:** 99897 442 13 00 **E-mail:** nishanboyev96@bk.ru

#### Nishanboev Nizomion Ne'mat ugli

postgraduate student "Gardening and vegetable mechanization"

Scientific-Research Institute of Agricultural Mechanization

**Phone:** 99897 442 13 00 **E-mail:** nishanboyev96@bk.ru

# ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

# **ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE**

УДК 338.4

# Производство зерна в Пензенской области

Зимняков В.М.

Аннотация. В статье дан анализ производства зерна в Пензенской области. Представлена динамика изменения посевных площадей и урожайности зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий в Пензенской области за 2014-2023 годы. Площадь посева зерновых и зернобобовых культур в Пензенской области в 2023 году по сравнению с 2014 годом увеличились с 549,4 тыс. га до 842,6 тыс. га. Отмечено, что динамика валовых сборов зерновых и зернобобовых культур в Пензенской области в 2014-2023 гг. была нестабильной. В 2023 году в регионе валовой сбор составил 3,3 млн. тонн, валовой сбор увеличился на 157,9 % по сравнению с 2014 году. В 2014-2023 гг. урожайность зерновых и зернобобовых культур носила неустойчивый характер и варьировала от 24,2 ц с гектара убранной площади в 2014 г. до 38,7 ц – в 2023 г.

**Ключевые слова:** зерно, производство, посевные площади, урожайность, потребление, линамика.

**Для цитирования:** : Зимняков В.М. Производство зерна в Пензенской области // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 71–75.

# Grain production in the Penza region

### Zimnyakov V.M.

**Abstract.** The article provides an analysis of grain production in the Penza region. The dynamics of changes in acreage and yields of grain and leguminous crops in farms of all categories in the Penza region for 2014-2023 is presented. The area of sowing of grain and leguminous crops in the Penza region in 2023 increased from 549.4 thousand hectares to 842.6 thousand hectares in comparison with 2014. It was noted that the dynamics of gross harvests of grain and leguminous crops in the Penza region in 2014-2023 was unstable. In 2023, the gross harvest in the region amounted to 3.3 million. tons, gross harvest will increase by 157.9% compared to 2014. In 2014-2023, the yield of grain and leguminous crops was unstable and varied from 24.2 c per hectare of harvested area in 2014 to 38.7 c in 2023.

Keywords: grain, production, sown area, yield, consumption, dynamics.

**For citation:** Zimnyakov V.M. Grain production in the Penza region. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 71–75. (In Russ.).

#### Введение

Зерно – один из ключевых продуктов сельского хозяйства в Российской Федерации, производство которого экономически выгодно. Актуальность изучения динамики показателей производства и использования зерна и других видов сельхозпро-

дукции возрастает в связи с тем, что настало время дать объективную оценку результатов проводимых реформ и применяемых инструментов государственного регулирования отечественного производства и переработки сельскохозяйственной продукции, которое на протяжении длительного периода осуществлялось в угоду зарубежных конкурентов,

вразрез интересам отечественных производителей [5].

Развитию зернового производства в Российской Федерации в последние годы способствовали меры государственной поддержки, стимулирующие развитие инфраструктуры зернопродуктового подкомплекса, рост доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей [2,3,7].

Современное состояние производства зерна в Российской Федерации в целом показывает положительную динамику в условиях перехода к новому технологическому укладу, который предусматривает переход на цифровую технику и технологии точного земледелия [4,6].

На размер валовых сборов зерна оказывают влияние не только правильный выбор системы полеводства и всей системы землепользования, но и соответствующее обеспечение техникой и другими ресурсами, климатические и погодные условия, система организации зернового хозяйства как в целом по стране, так и в отдельном регионе [1,8,9,10].

Цель исследования – провести анализ производство зерна в Пензенской области.

#### Объекты и методы исследования

Теоретико-методологической основой исследования является применение диалектических принципов и методов научного познания, системный подход к исследованию производства производство зерна в Пензенской области. Реализация цели исследования была достигнута посредством оценки состояния производства производство зерна в Пензенской области, анализа динамики его развития. Методологическую основу исследования составляют системный и структурный подходы, для которых характерно целостное рассмотрение, установление взаимодействия факторов, влияющих на динамику производство зерна в Пензенской области.

# Результаты и их обсуждение

Пензенская область вносит значительный вклад в производство зерновых и зернобобовых культур в России. Посевные площади в Пензенской области составляют 1 миллион 552,5 тысячи

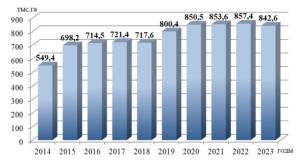


Рис. 1. Динамика посевных площадей под зерновые и зернобобовые культуры в Пензенской области в 2014-2023 г.г., тыс.га.

гектаров. Под зерновые и зернобобовые культуры в 2023 году отведено свыше 842,6 тыс. га., что на 53,4 % больше, чем было в 2014 году (549,4 тыс. га.) (Рис. 1). Посевные площади с 2014 году постоянно увеличиваются.

Структура посевных площадей в хозяйствах всех категорий Пензенской области представлена на рис. 2.

Посевная площадь зерновых и зернобобовых культур в 2023 году составила 55,3% (842,6 тыс. га), технические культуры — 34,4% (523,5 тыс. га), картофель и овощебахчевые культуры — 1,7% (26,6 тыс. га), кормовые культуры — 8,6% (131,7 тыс. га). За период 2010-2023 гг. наблюдались значительные колебания размеров посевных площадей зерновых и зернобобовых культур. После сокращения посевов в 2010-2014 гг. - на 221,6 тыс. гектаров (по сравнению с 2009г.), или почти на 30%, начиная с 2015 по 2019 гг. отмечалось расширение зернового клина в области — на 251,0 тыс. гектаров. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. посевная площадь зерновых и зернобобовых культур увеличилась на 53,4%, по сравнению с 2018 г. — на 17,4%.

В результате произошедших изменений существенным образом изменилась структура посевов зерновых культур. В настоящее время преобладающими зерновыми культурами являются пшеница и ячмень, на долю которых приходится, соответственно, 39,0 и 8,6% зернового клина. За период с 2010 по 2023 г.г удельный вес ржи озимой снизился с 5,8 до 0,4%, овса – с 3,9 до 1,5%.

Посевные площади твердой пшеницы в Пензенской области выросли до 16,9 тыс. гектаров в 2024 году против 5,3 тыс. гектаров в 2023 году. По данным Минсельхоза Пензенской области, твердую пшеницу выращивают в 17 районах Пензенской области. В 2024 году лидером по объемам высева стал сорт Рустикано (47%), на втором месте – сорт селекции Национального центра зерна (НЦЗ) им. Лукьяненко Ясенка (16%), не третьем месте – тоже российский сорт Бурбон (7%).

Яровые зерновые в Пензенской области в 2024 году посеяны на площади 440 тыс. гектаров. Из них на яровую пшеницу приходится 59%, на ячмень -26%, кукурузу на зерно -7%, овес -4%, гречиху -2%, просо -2%.

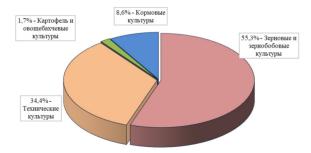


Рис. 2. Структура посевных площадей в хозяйствах всех категорий Пензенской области в 2023 г.,%.

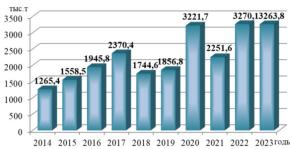


Рис. 3. Валовый сбор зерна в хозяйствах всех категорий Пензенской области, тыс. т в Пензенской области в 2014-2023 г.г., тыс. тонн.

Пензенская область полностью закрывает свою потребность в зерновых и зернобобовых культурах.

В 2023 году в регионе валовой сбор составил 3,26 млн. тонн, средняя урожайность по области — 38,7 ц/га., валовой сбор увеличился на 157,9 % по сравнению с 2014 году (Рис. 3).

Это сравнимо с показателями 2022 года и сопоставимо со вторым в истории региона рекордным значением валового сбора.

Валовой сбор пшеницы озимой и яровой составил 2 млн. 466 тыс. тонн, ячменя — 512,4 тыс. тонн.

Зависимость реализация зерна от урожайности отражена на рисунке 4. Если реализация зерна в 2014 году была 1005,2 тыс. тонн, то в 2023 году она составила 2558,1 тыс. тонн, увелась на 154,5 %. В 2014-2023 гг. урожайность зерновых и зернобобовых культур носила неустойчивый характер и варьировала от 24,2 ц с гектара убранной площади в 2014 г. (неблагоприятном году по климатическим условиям для выращивания сельскохозяйственных культур) до 38,7 ц — в 2023 г. (самая высокая урожайность за рассматриваемый период и самая высокая урожайность среди регионов ПФО), повышение составило 159,9 %.

Высокие показатели производства сельхозпродукции, в свою очередь, способствуют сохранению в целом стабильной ситуации на рынке. За счет этого не только полностью закрываются внутренние потребности, но также направляются увеличенные объемы зерна партнерам на экспорт.

Ввод в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых земель — еще одно из успешных направлений работы в Пензенской области. Этот процесс достаточно трудоемкий, требует применения специализированной техники, сложных агрономических технологий и существенных инвестиций. В прошедшем году сельскохозяйственные организации области вовлекли в оборот 13,4 тыс. га ранее неиспользуемой пашни.

Успешное решение данной задачи позволит обеспечить поддержание оптимальных параметров плодородия почвы, повысить продуктивность сельскохозяйственных угодий, увеличить производство сельскохозяйственной продукции в регионе.

В 2024 году планируется дополнительно вве-



Рис. 4. Урожайность, ц с гектара убранной площади и реализация зерна, тыс. т в хозяйствах всех категорий Пензенской области, в 2014-2023 г.г.

сти в севооборот 11 тыс. га необрабатываемой пашни.

Рынок зерна наряду с рынками ряда других товаров является ключевым, влияющим на формирование важнейших макроэкономических пропорций. Производство зерна на душу населения, и его запасы, определяют уровень продовольственной безопасности страны в целом и ее регионов в частности.

Пензенская область располагает достаточно благоприятными природно-климатическими условиями для выращивания зерновых культур. За счет зернового комплекса формируется более трети растениеводческой продукции в стоимостном выражении в сельскохозяйственных организациях. Для большинства крестьянских (фермерских) хозяйств производство зерна также является основным источником получения доходов. Удельный вес области в общей площади посевов зерновых культур Российской Федерации в 2023 г. составил 1,7%.

Неустойчивая тенденция изменения урожайности зерновых и зернобобовых культур, во многом складывающаяся под воздействием природно-климатических условий, а также колебания в размерах посевов под зерновыми культурами обусловили существенные различия в объемах производимого в области зерна по годам.

#### Выводы

- 1. Площадь посева зерновых и зернобобовых культур в Пензенской области в 2023 году по сравнению с 2014 годом увеличились с 549,4 тыс. га до 842,6 тыс. га.
- 2. В 2023 году в регионе валовой сбор зерновых и зернобобовых культур составил 3,26 млн. тонн, валовой сбор увеличится на 157,9 % по сравнению с 2014 году.
- 3. В 2014-2023 гг. урожайность зерновых и зернобобовых культур носила неустойчивый характер и варьировала от 24,2 ц с гектара убранной площади в 2014г. до 38,7 ц в 2023 г.
- 4. Пензенская область вносит значительный вклад в производство зерновых и зернобобовых культур в России.

#### Литература

- [1] Алферов, А.А. К вопросу о факторах увеличения производства зерна яровой пшеницы в нечерноземной зоне России // В книге: Фундаментальные и прикладные аспекты продовольственной безопасности. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием VIII Международного военно рамках форума «АРМИЯ-2022». технического Большие Вяземы, 2022. – С. 11-15.
- [2] Зимняков, А.В., Зимняков А.В., Барышников Н.Г. Производство зерна в России // В сборнике «Инновационные идеи молодых десятилетию науки и технологий». Сборник статей Международной научно-практической конференции. Том I / Пензенский ГАУ. Пенза: ПГАУ, 2023. С. 161-165.
- [3] Зимняков, А.В., Зимняков А.В., Барышников Н.Г., Зимняков В.М. Состояние производства зерна в России. // Перспективы развития землеустройства, экономики и управления в АПК [Электронный ресурс]: материалы VI Национальной научно-практическая конференции, г. Ижевск, 1 марта 2024 г. / Под общ. редакцией д-ра экон. наук, проф. Н.А. Алексеевой. Ижевск: УдГАУ, 2024. -3,45 Мб. С. 129-135.
- [4] Зимняков, В.М., Кухарев О.Н., Зимняков А.В., Зимняков Состояние, проблемы и перспективы производства зерна в России / В.М. Зимняков, О.Н. Кухарев, А.В. Зимняков, А.В. Зимняков А.В. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2. С. 242-251.
- [5] Ларина, Т.Н. Производство и использование зерна в России в 1990-2018 гг.: структура, тенденции, прогноз / Т.Н. Ларина // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2019. № 9 (127). С. 15.
- [6] Файзрахманов, Д.И., Валиев А.Р., Зиганшин Б.Г., Субаева А.К., Залалтдинов М.М. Современное состояние зернового производства в Российской федерации / Д.И. Файзрахманов, Валиев, Б.Г. Зиганшин, А.К. Субаева, М.М. Залалтдинов // Вестник Казанского ГАУ № 2(62) 2021. С. 138-142.
- [7] Фоменко, Е.В. Современное состояние государственного регулирования зернового производства / Е.В. Фоменко // Экономические исследования 2023. С. 65-72.
- [8] Шалаева, Л.В. Зерновые ресурсы Российской Федерации в условиях макроэкономических шоков: оценка тенденций в разрезе основных факторов производства // Продовольственная политика и безопасность. 2023. Том 10. № 1. С. 157-174.
- [9] Шамин, А.Е. Производство зерна в России: достижения, существующие и возможные

#### References

- [1] Alferov, A.A. On the issue of factors of increasing the production of spring wheat grain in the non-chernozem zone of Russia // In the book: Fundamental and applied aspects of food security. The 5th All-Russian scientific and Practical conference with international participation within the framework of the VIII International Military-Technical Forum «ARMY-2022». Bolshye Vyazemye, 2022. pp. 11-15.
- [2] Zimnyakov, A.V., Zimnyakov A.V., Baryshnikov N.G. Grain production in Russia // In the collection «Innovative ideas of the young the decade of science and technology». Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. Volume I / Penza State University. Penza: PGAU, 2023. pp. 161-165.
- [3] Zimnyakov, A.V., Zimnyakov A.V., Baryshnikov N.G., Zimnyakov V.M. The state of grain production in Russia. // Prospects for the development of land management, economics and management in agriculture [Electronic resource]: materials of the VI National Scientific and Practical Conference, Izhevsk, March 1, 2024 / Under total. edited by Dr. of Economics, prof. N.A. Alekseeva. Izhevsk: UdGAU, 2024. -3.45 Mb. pp. 129-135.
- [4] Zimnyakov, V.M., Kukharev O.N., Zimnyakov A.V., Zimnyakov The state, problems and prospects of grain production in Russia / V.M. Zimnyakov, O.N. Kukharev, A.V. Zimnyakov, A.V. Zimnyakov A.V. // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2024. – No. 2. – Pp. 242-251.
- [5] Larina, T.N. Grain production and use in Russia in 1990-2018: structure, trends, forecast / T.N. Larina // Management of economic systems: electronic scientific journal. 2019. No. 9 (127). p. 15.
- [6] Fayzrakhmanov, D.I., Valiev A.R., Ziganshin B.G., Subaeva A.K., Zalaltdinov M.M. The current state of grain production in the Russian Federation / D.I. Fayzrakhmanov, Valiev, B.G. Ziganshin, A.K. Subaeva, M.M. Zalaltdinov // Bulletin of the Kazan State Agrarian University No. 2(62) 2021. - pp. 138-142.
- [7] Fomenko, E.V. The current state of state regulation of grain production / E.V. Fomenko // Economic Research 2023. pp. 65-72.
- [8] Shalaeva, L.V. Grain resources of the Russian Federation in the context of macroeconomic shocks: assessment of trends in the context of the main factors of production // Food policy and security. 2023. Volume 10. No. 1. pp. 157-174.
- [9] Shamin, A.E. Grain production in Russia: achievements, existing and possible problems / A.E. Shamin, V.P. Zaikin, A.Y. Lisina // Bulletin of the NGIEI. – 2022. – № 3 (130). – Pp. 110-121.
- [10] Shcherbakov, N.V., Maksimova E.S., Nko'o J.D. The current state of grain production in Russia // In the collection: Trajectories of socio-economic development of the region in the context of foreign policy sanctions pressure. Materials of the All-Russian (national)

проблемы / А.Е. Шамин, В.П. Заикин, А.Ю. Лисина // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 3 (130). – С. 110-121.

[10] Щербаков, Н.В., Максимова Е.С., Нко'О Ж.Д. Современное состояние производства зерна в России // В сборнике: Траектории социально-экономического развития региона в условиях внешнеполитического санкционного давления. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Под редакцией Н.В. Карамновой. Мичуринск, 2023. – С. 305-308.

scientific and practical conference. Edited by N.V. Karamnova. Michurinsk, 2023. – pp. 305-308.

# Сведения об авторах

# Information about the authors

# 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

# 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 УДК 664:614.3

# Формирование лояльности покупателей как инструмент повышения конкурентоспособности крупных торговых сетей

Курочкин А.А., Поляков А.В.

Аннотация. В работе аргументируется целесообразность разработки и реализации программы лояльности покупателей розничных торговых сетей с целью повышения эффективности их продаж. Систематизирован материал о различных подходах менеджмента двух крупных торговых сетей к формированию программ лояльности клиентов как инструмента для повышения своей конкурентоспособности в торговом бизнесе России. Рассмотрены некоторые аспекты методологии проектирования программ лояльности соответствующими службами сетей «Магнит» и «Пятерочка», а также отличительные признаки их акционной политики. На основании системного анализа этих программ с позиции покупателя делается вывод о достоинствах и недостатков в их концепции с позиции современных временных рамок.

**Ключевые слова:** покупатель, конкурентоспособность, торговая сеть, маркетинг, программа лояльности.

Для цитирования: : Курочкин А.А., Поляков А.В. Формирование лояльности покупателей как инструмент повышения конкурентоспособности крупных торговых сетей // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 76–81.

# Formation of customer loyalty as a tool to increase the competitiveness of large retail chains

Kurochkin A.A., Polyakov A.V.

**Abstract.** The paper argues the expediency of developing and implementing a customer loyalty program for retail chains in order to increase the efficiency of their sales. The article systematizes the material on the different management approaches of two large retail chains to the formation of customer loyalty programs as a tool to increase their competitiveness in the Russian retail business. Some aspects of the methodology of designing loyalty programs by the relevant services of the Magnit and Pyaterochka networks, as well as the distinctive features of their promotional policy, are considered. Based on a systematic analysis of these programs from the buyer's perspective, a conclusion is drawn about the advantages and disadvantages of their concept from the perspective of modern time frames.

Keywords: buyer, competitiveness, retail network, marketing, loyalty program.

**For citation:** Kurochkin A.A., Polyakov A.V. Formation of customer loyalty as a tool to increase the competitiveness of large retail chains. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 76–81. (In Russ.).

# Введение

Успешная деятельность торговых предприятий зависит от многих факторов. Одним из них, весьма вариативным и в то же время исключительно весомым в части повышения конкурентоспособности хозяйствующих субъектов торговой отрасли считается лояльность покупателей (клиентов). В общем случае лояльность клиентов (customer loyalty) — это положительное отношение клиента к продукту, услугам, торговой марке, магазину, торговой

сети. При этом лояльный покупатель: а) регулярно совершает повторные покупки одного и того же продукта; б) покупает широкий спектр продукции компании; в) привлекает других покупателей; г) не реагирует на предложения конкурентов [2]. Характеристики такого покупателя можно дополнять и уточнять, однако это имеет смысл лишь для каждого рассматриваемого примера и в рамках конкретных условий. Например, как ведет себя покупатель той или иной целевой группы в условиях, когда в шаговой доступности от места его проживания

имеется несколько магазинов различных торговых сетей, торгующих близким по ассортименту продовольственных товаров.

Управление лояльностью покупателей в условиях высокой степени неопределенности обычно осуществляется путем разработки и управления программой лояльности, под которой понимается комплекс маркетинговых мероприятий, направленных на удержание существующих клиентов и создание более стабильных торговых взаимоотношений между ними и торговой сетью [1].

В задачи программы входят не только стимулирование постоянного покупателя, но и получение максимально возможного объема информации о нем; изучение вкусов и предпочтений клиента; моделирование его поведенческих реакций на те, или иные предложения торговой сети. При этом следует отметить, что актуальность решения перечисленных задач обусловливается обострением конкуренции на рынке ритейла, увеличением коммуникационных затрат, а также возникновением дефицита реальных клиентов.

С другой стороны в условиях динамично развивающегося рынка и усложненности внешнего окружения грамотно сформированная программа лояльности потребителей становится одним из главных инструментов повышения уровня конкурентоспособности компании [4, 5].

К ключевым элементам программы лояльности обычно относят клиентскую базу (идентификация клиентов); комплекс коммуникаций; аналитическое ядро (прогнозирование поведения клиентов и плановые результаты показателей), а также пакет привилегий (материальное и нематериальное стимулирование) [2].

В настоящее время существует большое количество разновидностей программ лояльности для покупателей. Это накопление определенного количества бонусов на следующую покупку, фиксированные скидки по пластиковой карте, клубные закрытые программы и т.д.

Цель исследований — сравнительный анализ конкурентных преимуществ и недостатков программ лояльности торговых сетей «Магнит» и «Пятерочка».

#### Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись крупные торговые сети «Магнит» и «Пятерочка». Методология исследований — маркетинговые инструменты и методы.

# Результаты и их обсуждение

Рассматривая программы лояльности для покупателей крупных торговых сетей России с позиции ретроспективы, следует отметить, что одной из первых подобных организаций, запустивших программу своего стратегического развития на основе карт лояльности, была оптово-розничная торговая сеть «Лента».

Программа стартовала в 2000 году и уже через 16 лет среди населения страны имелось более 10,5 млн активных владельцев карт. В 2008 году компания начала собирать данные о покупательской активности, а в 2012 году был запущен проект Від Data. Использование «больших данных» позволило сформировать новый подход к анализу поведения покупателей и создать дополнительное конкурентное преимущество. Ориентируясь на 10 основных сегментов покупателей, «Лента» начала предлагать релевантный ассортимент по выгодным ценам, что не только стимулировало продажи, но и способствовало повышению лояльности клиентов.

В настоящее время карту лояльности «Ленты» имеет более 30% населения страны, а число покупок в гипермаркетах «Ленты» с помощью таких карт достигает 96%, что является самым высоким показателем в российском ритейле [6].

С некоторой задержкой и аналогичным способом программа лояльности внедрялась и в наиболее крупной компании рынка продовольственной розницы — X5 Group (управляющая торговыми сетями «Пятёрочка», «Перекрёсток» и др.). Компания в 2017 году запустила программу лояльности магазинов «Пятёрочка» — «Выручай-карта». По мнению разработчиков на тот момент эта программа была одним из самых молодых, но вместе с тем наиболее динамично развивающимся подобным проектом в Российской Федерации.

За прошедшее время программа существенно продвинулась как в технологическом плане, так и с позиции информационной составляющей. Сегодня значительный объем персонализированных акций в составе программы формируются с применением машинного обучения, а скорость их подготовки увеличилась в семь раз. Это стало возможным благодаря подключению обучаемого аналитического блока CRM. С помощью технологии машинного обучения происходит сегментация клиентов по группам с едиными признаками и подготовка предложений для них. Система анализирует данные о выбранной аудитории и создает модели персонифицированных маркетинговых мероприятий с учётом нескольких сотен поведенческих и демографических факторов. Аналитический модуль учитывает частоту и сумму покупок, предпочтения, факторы, определяющие стиль жизни, приемлемый уровень цен, любимые категории товаров и предпочтительное время посещения магазинов [5, 8].

Что касается ближайшего конкурента X5 Group – сети магазинов «Магнит» (с долей рынка продовольственной розницы 10,8 %), то спустя шесть месяцев после старта программы лояльности в августе 2019 года, компания выдала более 33 млн карт. На конец января 2020 года покупатели активировали свыше 60% выданных карт и стали пользоваться ими при покупках в магазинах «Магнит».

Сейчас держателями карты лояльности явля-

ются 59 миллионов россиян, а проникновение программы лояльности в разные форматы ритейлера достигло 67%. К настоящему времени число лояльных покупателей сети составило более 26 миллионов или почти 80%.

В последующие два года «Магнит» завершил перевод программы лояльности на отечественную платформу Manzana. Весь процесс занял несколько месяцев: компания начала миграцию пользователей с марта 2023 г., постепенно подключая к новому процессингу все больше и больше держателей карт.

Во время перехода покупателям были доступны накопление и списание бонусов, скидки по карте и другие функции, продолжалась регистрация новых карт. Все исторические данные о накопленных баллах и бонусах, а также аналитические данные были сохранены. Кроме того, компания не останавливала развитие этого направления, добавляя в программу лояльности новые механики. Например, было увеличено количество любимых категорий, которые может выбирать покупатель, и улучшена сегментация, что позволило повысить количество коммуникаций на 30% без потери покупательского отклика. Новое решение работает на основе облачной технологии, созданной с учетом потребностей ритейлера.

Программа лояльности «Магнита» объединяет все основные форматы розничной сети: магазины «у дома», супермаркеты и суперсторы, дрогери, аптеки и доставку. Держатели карт лояльности могут накапливать бонусы с каждой покупки и оплачивать ими следующие покупки, получать повышенный кешбэк за любимые категории товаров. Им доступны и другие привилегии: персональные предложения, подписки, участие в акциях и др.

Количество активных держателей карт лояльности «Магнита» превышает 72 млн. Доля покупок с использованием карт составляет 50% в чеках и 65% в продажах. При этом около 40% лояльных покупателей «Магнита» посещают два и более формата магазинов розничной сети, а средний чек активного пользователя карты лояльности в 1,9 раза выше по сравнению с транзакцией без карты [7].

Рост конкуренции и одновременное снижение потребительского спроса вынуждает торговые сети отказываться от парадигмы связи «цена / качество» и искать более эффективные, действенные методы конкурентной борьбы. Аксиома о том, что конкуренция рано или поздно способствует выравниванию цены и качества предлагаемых товаров в реальных условиях работает все хуже и тогда необходимо использовать другие методы привлечения покупателей [4].

Известно, что к целевым группам покупателей торговой сети «Магнит» относят семьи с низким уровнем доходов как постоянные покупатели и со средним – как случайные. С этой точки зрения логично рассмотреть алгоритм формирование лояльности покупателей-пенсионеров.

Для таких покупателей действует скидка в раз-

мере 10% от цены на неакционные товары («белые» ценники») ежедневно с момента открытия магазина и до 13.00 местного времени. Важно отметить, что в процессе такой покупки (в случае применения скидки) покупатель лишается возможности списывать накопленные бонусы кешбэка, что является явным элементом дискриминации данной группы покупателей. Учитывая тот факт, что по общему правилу сеть начисляет кешбэк в размере 1% от цены неакционных товаров (при покупках на сумму до 10000 руб. в месяц) или 2% – в случае превышения этого показателя, следует признать, что настойчивое предложения продавца-кассира показать и отметить карту «Магнит» является скрытой формой издевательства над пенсионерами. Чтобы хотя бы частично сгладить этот факт, менеджмент сети внедряет систему дифференциации цены товаров для покупателей с картой и без карты, а также обладателей пластиковой карты или карты электронной (виртуальной).

В иерархии покупателей, получающих выгоду от участия в программе лояльности «Магнит Плюс» («Программа» или «ПЛ Магнит Плюс»), низшую точку занимают обладатели пластиковой карты, которая оформляется на кассах в сети магазинов и имеет ограниченный функционал. Пластиковая карта позволяет кассиру магазина начислять и списывать бонусы за совершенные участником программы покупки и по своему функционалу существенно отличается виртуальной формы (разновидности) – карты «Магнит Плюс». Последняя оформляется покупателем после приобретения пластиковой карты самостоятельно в мобильном приложении «Магнит Плюс». Одновременно с этим на мобильном устройстве (смартфон, планшет и т.п.) формируется личный кабинет участника, что обеспечивает полный пакет действий, предусмотренных ПЛ «Магнит Плюс»:

- выпуск виртуальной карты;
- просмотр баланса бонусного счета;
- использование штрих-кода или QR-кода виртуальной карты на кассах магазинов сети «Магнит» при совершении транзакций;
- просмотр истории и детализации транзакций;
  - просмотр адресов магазинов сети «Магнит»;
  - планирование списка покупок;
- просмотр товаров, участвующих в акциях, проводимых в магазинах сети «Магнит»;
  - оценка купленных товаров.

Каждый участник может зарегистрироваться и активировать на свой бонусный счет не более 3 пластиковых карт «Магнит Плюс» и не более одной виртуальной карты «Магнит Плюс» с использованием одного идентификатора — подтвержденного номера мобильного телефона [7].

Все возможности и привилегии участника программы становятся доступными после его регистрации в личном кабинете или в мобильном приложении «Магнит» путем заполнения анкеты в

специальном разделе. Этой анкетой участник подтверждает свое безоговорочное принятие правил «Магнит Плюс» путем нажатия соответствующей кнопки «Зарегистрироваться/Регистрация». После регистрации за клиентом закрепляется номер бонусного счета.

Следует отметить, что в случае начисления бонусов и их списания организаторы акций предусматривают множество ограничений.

Например, при совершении участником программы покупки с использованием (списанием) бонусов для получения скидки, новые бонусы начисляются только на ту часть покупки, которая была оплачена денежными средствами (наличными или банковской картой); бонусы за покупки начисляются только за товары, не участвующие в других акциях по снижению цены (скидки пенсионерам, на категорию, скидки по купону), иные снижения цены на товары, выделенные на полках соответствующими ценниками и т.д. во всех форматах сети магазинов «Магнит», за исключением территории Ярославской области [7].

Эти и целый ряд других положений правил позволяет организаторам акций в реальных условиях обнулять любые громкие обещания простейшей манипуляцией — заменой цены или белого цвета ценника на желтый. Кроме этого сеть имеет неограниченную возможность расширять действие пункта 4.11 своих правил в части редакции «...оператором могут быть предусмотрены иные ограничения по начислению бонусов». Учитывая, что региональная сеть магазинов сети «Магнит» плохо оснащена электронными устройствами для определения цены товаров, сеть практикует и другие способы манипулирования ценами, на которые не всегда адекватно реагирует ФАС России.

В качестве промежуточного вывода по информации, связанной с бонусной программой сети «Магнит Плюс» следует отметить, что ее оператор получает право получать, обрабатывать и передавать аффилированным лицам, партнерам и третьим лицам, с которыми у него заключен соответствующий договор, персональные данные участника при регистрации в программе «Магнит Плюс» [7].

Отдельно стоит рассмотреть опцию программы «Магнит Плюс» «любимые категории», под которой понимается категории товаров, за который начисляются повышенные бонусы. Программа позволяет их выбирать из списка, предоставляемого (и частично обновляемого) один раз в месяц. Данная опция откровенно хуже чем, например, в сети магазинов «Пятерочка».

Участникам программы «Магнит Плюс» предлагаются акции, скидки и другие предложения на основе истории покупок (предложение для вас). В ряде случаев они действуют также и на желтые ценники, что достаточно выгодно для покупателя, так как предлагается получение дополнительных бонусов в количестве от 10 до 25% от стоимости товара. При этом данная акция имеет ряд отличий

от классических бонусов «Магнита». Во-первых, участник программы лояльности сам активирует предлагаемую ему акцию. Во-вторых, продолжительность акции обычно не превышает одну неделю. И, наконец, наиболее важное отличие: при совершении покупки начисляются экспресс-бонусы, которые необходимо успеть списать до определённой даты. В противном случае они сгорают. В сети «Пятерочка действует схожий вариант такого вида акций, однако условия хуже, а число предложений значительно меньше.

В отличие от этого вида акций, опция «спецпредложения» позволяет получать на разные группы товаров скидки размером 20-30%. Такие скидки могут предлагаться только владельцам виртуальной карты; для остальных покупателей эти акции доступны при оплате товаров на кассе, когда вместе с чеком покупателю выдается талон на скидку того или иного товара.

Следует отметить, что в подавляющем большинстве случаев накануне проведения подобных акций цены на товары значительно увеличиваются; на ценниках появляются «мифические» цифры, которые для пущей важности перечеркнуты и никакого отношения к реальным ценам не имеют. Поэтому с учетом предлагаемой скидки покупателю по существу предлагается товар с ценой, действующей за несколько дней до «часа Х». Этот спектакль достаточно распространен в сети магазинов «Магнит» и ведутся на него случайные посетители сети или покупатели, не отслеживающие динамику изменения цен на те, или иные группы товаров и готовые переплачивать в данном случае даже в сравнении с более дорогими сетями. На них действует эффект маркетингового «жонглирования ценником». Справедливости ради следует отметить, что данный прием используют и прямые конкурента «Магнита», например «Пятерочка»; однако там это делается менее заметно, чтобы не отпугивать своего покупатепя

Схожая тактика наблюдается и в еще одном сегменте борьбы за покупателя. Обе сети предлагают скидки участникам различных клубов, что доступно для владельцев виртуальных карт. В сети магазинов «Магнит» представлено три клуба:

- pro. мам и пап;
- pro. здоровые привычки;
- pro. Питомцев [7].

Эти клубы предлагают своим участникам бонусы за товары для детей, бонусы за товары для здоровья и бонусы за корм и лакомства для животных. Вступившим в клуб участникам (бесплатно) предлагаются бонусные предложения за покупки примерно 10 групп товаров на протяжении каждого последующего месяца. Размер бонусов составляет 10-20% и действует на все группы покупателе, в том числе и на пенсионеров.

Аналогичные персональные предложения и клубные акции действуют и для участников программ лояльности сети «Пятерочка». Здесь пред-

усмотрено начисление кешбэка в размере 10-20% прцентов от стоимости покупок участникам клубов:

- барного;
- детского;
- пушистого [8].

Оценивая программы лояльности сетей «Магнит» и «Пятерочка», нельзя отметить составляющую, без которой в торговой индустрии не могут быть получены приемлемые результаты. Это обратная связь сети со своими покупателями. Оценивая ее в целом для анализируемых субъектов, можно отметить недостатки, характерные для большинства федеральных торговых сетей - формальный подход, низкая эффективность выстраиваемых связей и абсолютная закрытость от прямых коммуникаций со своими клиентами. В этом отношении обе сети похожи: они развивают лишь те элементы обратной связи, которые им интересны и приносят пользу. К примеру, в программе лояльности покупатель может принять участие в оценке купленных им товаров. Эта операция становится доступной после совершенной покупки при входе в личном кабинете в раздел «Профиль» и обращении к опции «Покупки в магазинах». При последовательном нажатии кнопок «Покупка» на экране появляется информация о названии товара и его цене. После фиксации кнопки «Оценить» появится возможность путем нажатия на силуэт звездочек оценить товар следующими характеристиками: ужасно (1 звезда), плохо (2), средне (3), хорошо (4), отлично (5 звезд).

Кроме этого владелец виртуальной карты имеет возможность написать отзыв о покупке объемом не более 3000 знаков. Если отзыв соответствует правилам публикации, установленным сетью, его увидят все пользователи. Эта информация доступна в каталоге при просмотре участником ПЛ «Магнит» товаров, участвующих в акциях, проводимых в магазинах сети. Информация представлена в виде средней оценки всех пользователей и их индивиду-

альных отзывов. Здесь же представлены сведения о товаре, включающие следующие характеристики: пищевая ценность в 100 г продукта, бренд, производитель, вес, тип упаковки, условия хранения, срок годности и описание продукта [7].

С другой стороны, лояльный покупатель перестает быть таковым в случае, когда по его мнению сеть нарушает свои обязательства или условия проводимых акций. Попытки положительного решения в подобных спорных ситуациях для покупателя заранее обречены на неудачу. Для этого сеть «Магнит» создала эшелонированную систему обратной связи — чат с поддержкой, прямая линия, горячая лини и т.д., в каждой из которых могут принять заявление, назначить срок его рассмотрения, многократно его продлевать и в конечном варианте сославшись на технический отдел, отказать в претензиях.

Наряду с рядом других причин именно такое отношение создает ситуацию, при которой примерно 40% покупателей готовы менять магазин, если они найдут цену ниже, даже если магазин расположен не рядом. Для сравнения: в 2017 г. таких людей было только 5% [3].

#### Выводы

Программы лояльности торговых сетей «Магнит» и «Пятерочка» целесообразно рассматривать с точки зрения общей методологии познания маркетинга материальных ценностей, в качестве которых выступает товар с относительно коротким жизненным циклом — пищевые продукты. Анализ некоторых аспектов проектирования программ лояльности данных сетей позволил выявить отличительные признаки в их акционной политики. Сформулированы выводы о достоинствах и недостатках в концепции их развития с позиции современных требований к торговой отрасли.

# Литература

- [1] Бабенко, А.А. Анализ различных методов оценки потребительской лояльности /А.А. Бабенко // Вопр. экономики и упр. 2016. № 1.-C.36-39.
- [2] Бурянина, О.А. Выбор инструментов программы лояльности потребителей розничной торговой сети / О.А. Бурянина, Г. Н. Кузнецов // Фундаментальные исследования. − 2018. № 7. С. 67-71.
- [3] Волохова, А. Карту лояльности «Ленты» имеет 43 млн человек. [Электронный ресурс] URL: https://www.vedomosti.ru/forum/Ritejl\_v\_kredit/columns/2022/10/12/945032-kartu-loyalnostilenti. (дата обращения 11.10.2024).
- [4] Курочкин, А.А. Оценка пищевых продуктов как инструмент формирования лояльности

#### References

- [1] Babenko, A.A. Analysis of various methods of assessing consumer loyalty /A.A. Babenko //Vopr. ekonomiki i upr. 2016. No. 1. pp. 36-39.
- [2] Buryanina, O.A. The choice of tools for the consumer loyalty program of the retail trade network / O.A. Buryanina, G.N. Kuznetsov // Fundamental research. – 2018. – No. 7. – pp. 67-71.
- [3] Volokhova, A. 43 million people have a loyalty card of Lenta. [Electronic resource] URL: https://www.vedomosti.ru/forum/Ritejl\_v\_kredit/columns/2022/10/12/945032-kartu-loyalnosti-lenti . (accessed 11.10.2024).
- [4] Kurochkin, A.A. Evaluation of food products as a tool for forming customer loyalty of large retail chains /A.A. Kurochkin, V.Yu. Yuryev //Innovative equipment and technology. 2023. Vol. 10, No. 4. pp. 62-66.

- покупателей крупных торговых сетей /А.А. Курочкин, В.Ю. Юрьев //Инновационная техника и технология. -2023. Т. 10, № 4. С. 62-66.
- [5] Ляуткин, А. Лояльность на ваш вкус. [Электронный ресурс] URL: https://habr. com/ru/companies/X5Tech/articles/463297/(дата обращения 10.10.2024).
- [6] Число держателей карты лояльности «Ленты» достигло 10 млн [Электронный ресурс] URL: Retail.ru: https://www.retail.ru/news/chisloderzhateley-karty-loyalnosti-lenty-dostiglo-10-mln/./(дата обращения 9.10.2024).
- [7] [Электронный ресурс] URL: https://magnit. ru/./(дата обращения 5.10.2024).
- [8] [Электронный ресурс] URL: https://5ka.ru//. (дата обращения 2.10.2024).

- [5] Lyautkin, A. Loyalty to your taste. [Electronic resource]
   URL: https://habr.com/ru/companies/X5Tech/articles/463297 /(accessed 10.10.2024).
- [6] The number of Lenta loyalty card holders has reached 10 million [Electronic resource] URL: Retail. ru : https://www.retail.ru/news/chislo-derzhateley-karty-loyalnosti-lenty-dostiglo-10-mln /./(accessed 9.10.2024).
- [7] [Electronic resource] URL: https://magnit.ru /./ (accessed 5.10.2024).
- [8] [Electronic resource] URL: https://5ka.ru //.(accessed 2.10.2024).

#### Сведения об авторах

# Information about the authors

| Курочкин Анатолий Алексеевич                             | Kurochkin Anatoly Alekseevich                      |
|--|--|
| доктор технических наук                                  | D.Sc. in Technical Sciences                        |
| профессор кафедры «Пищевые производства»                 | professor at the department of «Food productions»  |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                     | Penza State Technological University               |
| технологический университет»                             | <b>Phone:</b> +7(927) 382-85-03                    |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11   | E-mail: anatolii_kuro@mail.ru                      |
| Тел.: +7(927) 382-85-03                                  |  |
| E-mail: anatolii_kuro@mail.ru                            |  |
| Поляков Александр Викторович                             | Polyakov Alexander Viktorovich                     |
| магистрант кафедры «Пищевые производства»                | undergraduate of the department «Food productions» |
| ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                     | Penza State Technological University               |
| технологический университет»                             |  |
| 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11   |  |
| 14-0039, 1. Пенза, проезд ваидукова/ул. 1 агарина, 1а/11 |  |

УДК 664.3

# Особенности развития молочно-продуктового подкомплекса

Липявский А.П., Зимняков В.М.

Аннотация. В статье дан анализ развития молочно-продуктового подкомплекса России. Отмечено, что для стимулирования инвестиционной активности в молочной отрасли большое значение имеет содействие органов государственного управления. Повышение эффективности производства молока возможно прежде всего за счет увеличения объемов производимой продукции и повышения параметров ее конкурентоспособности. Основными инструментами государственной поддержки молочного подкомплекса являлются: субсидирование процентной ставки по инвестиционным и краткосрочным кредитам; гранты на реконструкцию молочных комплексов; поддержка региональных программ развития животноводства - формирование основного капитала семейных молочных ферм и др. Главный вектор дальнейшего развития молочнопродуктового подкомплекса - это эффективное использование собственных средств агропромышленных организаций, а также средств, выделяемых бюджетом, крупными инвесторами. Молочнопродуктовый подкомплекс АПК обеспечивает реализацию инновационных проектов для пищевой промышленности и развития агропродовольственных рынков, создавая конкурентные преимущества для экспортных сделок по обороту молока и молочной продукции.

**Ключевые слова:** молочно-продуктовый подкомплекс, инвестиции, эффективность, конкурентоспособность, стимулирование, государственная поддержка, управление, развитие.

**Для цитирования:** : Липявский А.П., Зимняков В.М. Особенности развития молочно-продуктового подкомплекса// Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 82–87.

# Features of the development of the dairy and food subcomplex

Lipyavsky A.P., Zimnyakov V.M.

Abstract. The article provides an analysis of the development of the dairy subcomplex. It was noted that the assistance of government agencies is of great importance to stimulate investment activity in the dairy industry. Improving the efficiency of milk production is possible primarily by increasing the volume of products and increasing the parameters of its competitiveness. The main instruments of state support for the dairy subcomplex are: subsidizing the interest rate on investment and short-term loans; grants for the reconstruction of dairy complexes; support for regional livestock development programs - the formation of the fixed capital of family dairy farms, etc. The main vector of further development of the dairy subcomplex is the effective use of own funds of agro-industrial organizations, as well as funds allocated by the budget and large investors. The dairy and food subcomplex of the agro-industrial complex provides the implementation of innovative projects for the food industry and the development of agri-food markets, creating competitive advantages for export transactions in the turnover of milk and dairy products.

**Keywords:** dairy and grocery subcomplex, investments, efficiency, competitiveness, stimulation, government support, management, development.

**For citation:** Lipyavsky A.P., Zimnyakov V.M. Features of the development of the dairy and food subcomplex. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 82–87. (In Russ.).

#### Введение

Молочные продукты являются одним из основных компонентов потребительской корзины человека, важным звеном в составе пищевого рациона любого россиянина. Их употребление оказывает положительное влияние на человеческий организм, насыщая его кальцием, витаминами, различными аминокислотами и другими полезными микроэлементами. К сожалению, в настоящий момент в силу разных причин наблюдается ежегодное сокращение объемов потребления среди населения данного вида продукции, что в дальнейшем может негативно сказываться на состоянии здоровья каждого человека [3,10].

Проблема производства молока на сегодняшний день остается очень актуальной, особенно с учетом различных санкций со стороны западных стран. Продовольственная безопасность по молочным продуктам может быть решена при совместной целенаправленной деятельности всех уровней управления, начиная с руководителя молочной фермы, ЛПХ,  $K(\Phi)X$ , муниципального образования, региона и каждого округа [6,9].

Цель исследования: провести анализ развития молочно-продуктового подкомплекса России.

#### Объекты и методы исследования

Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований. Методикой исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные общностью системного подхода к проблемам молочно-продуктового подкомплекса.

# Результаты и их обсуждение

В последние годы в молочном подкомплексе АПК России наблюдаются положительные явления, однако молочное скотоводство продолжает находиться в непростом положении. С одной

стороны, происходит процесс интенсификации производства, а также обновление стада на более продуктивный скот путём наращивания племенного поголовья. Ускорению данного процесса будет способствовать пуск в эксплуатацию современных животноводческих комплексов. В то же время сохраняется тенденция последнего десятилетия по сокращению поголовья. Условием преодоления негативных тенденций в молочном подкомплексе АПК выступает совершенствование системы управления производством молока, которая должна отвечать потребностям и интересам изготовителей и потребителей продукции

Для стимулирования инвестиционной активности в молочной отрасли большое значение имеет содействие органов государственного управления [2,12] (Рис.1).

Комплексное решение обозначенных проблем позволит обеспечить дальнейшее развитие молочной отрасли, создать условия для увеличения объёма производства молока и молочной продукции, снизить количество некачественных молочных продуктов [12].

Основными инструментами государственной поддержки молочного подкомплекса за последние годы являлись: субсидирование процентной ставки по инвестиционным и краткосрочным кредитам; гранты на реконструкцию молочных комплексов; поддержка региональных программ развития животноводства - формирование основного капитала семейных молочных ферм и др. [5].

Повысить эффективность производства молока будет возможно прежде всего за счет увеличения объемов производимой продукции и повышения параметров ее конкурентоспособности путем использования таких мероприятий [7] (Рис. 2).

Укрепление конкурентоспособности молочного подкомплекса необходимо проводить с целью:

- увеличение дотационных выплат со стороны государства и других инвестиционных потоков;
- расширение площадей реализации готовой продукции, что благоприятно скажется на эффек-



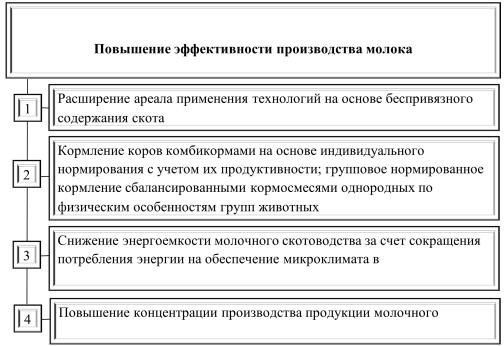


Рис. 2. Повышение эффективности производства молока

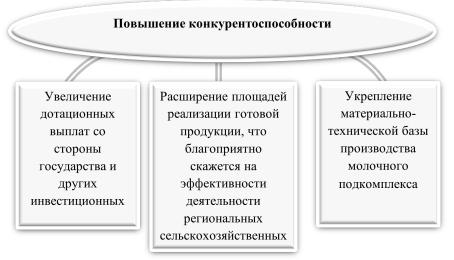


Рис. 3. Повышение конкурентоспособности молочного подкомплекса

тивности деятельности региональных сельскохозяйственных предприятий;

- укрепление материально-технической базы производства молочного подкомплекса, что будет благоприятно влиять на социальные и экологические аспекты деятельности региона (Рис. 3) [7].

Одним из основных приоритетов социального и экономического развития молочного подкомплекса на современном этапе является стабилизация и наращивание производства продукции, улучшения качества продуктов питания, утверждение новых экономических отношений.

В вопросе стимулирования развития молочной отрасли особая роль отводится государству [4]. Ключевыми задачами в области эффективного регулирования внутреннего молочного рынка при этом должны стать (Рис. 4).

Комплексное решение обозначенных задач позволит обеспечить устойчивое развитие молочной

отрасли, создать условия для увеличения объемов производства молока и молочных продуктов, снизить количество некачественной молочной продукции [11].

Главный вектор дальнейшего развития молочно-продуктового подкомплекса - это эффективное использование собственных средств агропромышленных организаций, а также средств, выделяемых бюджетом, крупными инвесторами, способными вкладывать значительные денежные суммы в развитие молочно-продуктового подкомплекса. Но при этом следует отметить, что если нет необходимого дохода, то и нет и вложений. Поэтому, для обеспечения высокой окупаемости всех затрат, следует вести разработку целостной системы управления рассматриваемым подкомплексом. Для рационального использования денежных вложений следует разработать инновационные планы, в которых должны

#### Стимулирование развития молочной отрасли

- 1. Обеспечение повышения доходности производителей молока путем субсидирования инвестиционного и краткосрочного кредитования
- 2. Возмещение части капитальных затрат на создание и модернизацию перерабатывающих предприятий и объектов молочного
- 3. Поддержка переработчиков молока путем возмещения капитальных затрат на создание и модернизацию предприятий по переработке
- 4. Разработка и реализация комплекса мер немонетарного регулирования отрасли
- 5. Разработка долгосрочной (не менее чем на 15 лет) стратегии развития молочной отрасли Российской Федерации
- 6. Ужесточение ответственности (кратное увеличение штрафов) за нарушение технического регламента в части маркировки молочной
- 7. Стимулирование потребления молока и молокопродуктов через программу внутренней продовольственной помощи и развитие

Рис. 4. Стимулирование развития молочной отрасли

быть проанализированы все факторы, влияющие на окупаемость полученных средств [1].

Молочно-продуктовый подкомплекс АПК обеспечивает реализацию инновационных проектов для пищевой промышленности и развития агропродовольственных рынков, создавая конкурентные преимущества для экспортных сделок по обороту молока и молочной продукции. Инвестиции в молочное производство будут иметь экономический эффект в перспективе за счёт необходимости насыщения внутреннего рынка товарным молоком, развития внешних поставок и повышения доходности молочного бизнеса [8].

Взаимосвязи отраслей молочно-продуктового подкомплекса в целом можно разделить как по экономическому и технологическому, так и по социальному значению. В частности, отрасль животноводства занимает центральное место в производстве молока. Отрасль растениеводства обеспечивает молочное скотоводство кормами. Перерабатывающая промышленность выпускает готовую для потребления продукцию, сфера торговли и общественного питания доводит её до конечного потребителя. Вспомогательная инфраструктура отражает общие интересы всех участников производства и реализации молочной продукции в удовлетворении спроса потребителей, наполнении рынка и предоставлении сырья другим отраслям АПК [4].

# Выводы

- 1. Повышение эффективности производства молока связано с укреплением конкурентоспособности молочно-молочного подкомплекса.
- 2. Одним из основных приоритетов социального и экономического развития молочно-продуктового подкомплекса на современном этапе является стабилизация и наращивание производства продукции, улучшение качества продуктов питания, утверждение новых экономических отношений.
- 3. В вопросе стимулирования развития молочной отрасли особая роль отводится государству.
- 4. Главный вектор дальнейшего развития молочно-продуктового подкомплекса — это эффективное использование собственных средств агропромышленных организаций, а также средств, выделяемых бюджетом, крупными инвесторами, способными вкладывать значительные денежные суммы в развитие молочно-продуктового подкомплекса.

#### Литература

- [1] Валявин, А. В. Управление молочнопродуктовым подкомплексом: теория и стратегия / А.В. Валявин // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2016. —Т. 5., №4(17). С. 64- 68. EDN VNACCQ.
- [2] Зимняков, B.M. Развитие молочнопродуктового подкомплекса B.M. Зимняков, А.П. Липявский // Сборник статей научно-практической Международной конференции «Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса условиях цифровой трансформации» Сборник статей Международной научно-практической конференции/ Пензенский государственный аграрный университет [и др.]; под науч. ред. Кухарева О.Н., Носова А.В., Галиуллина А.А. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2024. –С. 531-534. – EDN EYJTHN.
- [3] Состояние, проблемы И перспективы производства молока России /B.M. В Зимняков, Г.В. Ильина, Д.Ю. Ильин, А.М. Зимняков // Техника и технологии в животноводстве. – 2023. – № 1 (49). – С. 4-10. DOI 10.22314/27132064 - 2023 - 1-4. - EDN GIOCCP.
- [4] Липявский, А.П. Производство молока в России / А.П. Липявский, В.М. Зимняков // В сборнике «Идеи молодых десятилетию науки и технологий». Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2023 г. Пенза, 2023. С. 303-305. С. EDN МКСНWМ.
- [5] Калеев, Н.В. Экономическая эффективность молочно-продуктового подкомплекса /Н.В. Калеев, Н.Н. Кучин, А.Д. Рейн // Под ред. доктора экономических наук, профессора А. Е. Шамина. Княгинино: НГИЭУ, 2022. 246 с. ISBN 978-5-91592-111-4. EDN VHWDHR.
- [6] Кулов, А. Р. Государственная поддержка инвестиционного развития молочного подкомплекса регионов России / А.Р. Кулов// Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. ISSN 1999-2645. 2018. —№4. (56). С. 2-8. EDN VPYUHZ.
- [7] Лисовая, Т. В. Организационно-экономические инструменты повышения эффективности предприятий молочного подкомплекса / Т. В. Лисовая // Экономика и управление народным хозяйством: генезис, современное состояние и перспективы развития: Материалы II Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Воронеж, 15 ноября 2018 года. Том Часть 1. Воронеж: Воронежский экономико-правовой институт, 2018. С. 183-195. EDN VVAMYU.

#### References

- [1] Valyavin, A.V. Management of dairy subcomplex: theory and strategy / A.V. Valyavin // Azimut of scientific research: economics and management. 2016. –Vol. 5., №4(17). Pp. 64-68. EDN VNACCQ.
- [2] Zimnyakov, V.M. Development of the dairy and food subcomplex / V.M. Zimnyakov, A.P. Lipyavsky // Collection of articles of the International scientific and practical conference «Regional problems of sustainable development of the agro-industrial complex in the context of digital transformation» Collection of articles of the International scientific and practical conference/ Penza State Agrarian University [et al.]; under scientific ed. Kukhareva O.N., Nosova A.V., Galiullina A.A. – Penza: Penza State Agrarian University. Univ., 2024. –pp. 531-534. – EDN EYJTHN.
- [3] The state, problems and prospects of milk production in Russia / V.M. Zimnyakov, G.V. Ilyina, D.Y. Ilyin, A.M. Zimnyakov // Equipment and technologies in animal husbandry. 2023. № 1 (49). Pp. 4-10. DOI 10.22314/27132064 2023 1–4. EDN GIOCCP.
- [4] Lipyavsky, A.P. Milk production in Russia / A.P. Lipyavsky, V.M. Zimnyakov// In the collection «Ideas of the young the decade of science and technology». Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. 2023 Penza, 2023. pp. 303-305. S. EDN MKCHWM.
- [5] Kaleev, N.V. Economic efficiency of the dairy subcomplex /N.V. Kaleev, N.N. Kuchin, A.D. Rein// Edited by Doctor of Economics, Professor A. E. Shamin. – Knyaginino: NGIEU, 2022. – 246 p. – ISBN 978-5-91592-111-4. – EDN VHWDHR.
- [6] Kulov, A. R. State support for the investment development of the dairy subcomplex of the regions of Russia / A.R. Kulov// Regional Economics and Management: electronic scientific journal. ISSN 1999-2645. 2018. –№4.(56). Pp. 2-8. EDN VPYUHZ.
- [7] Lisovaya, T. V. Organizational and economic tools for improving the efficiency of dairy subcomplex enterprises / T. V. Lisovaya // Economics and management of the national economy: genesis, current state and prospects of development: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. In 2 parts, Voronezh, November 15, 2018. Volume Part 1. Voronezh: Voronezh Economic and Legal Institute, 2018. pp. 183-195. EDN VVAMYU.
- [8] Lukovnikova, N. S. Features of project management in the context of the development of organizations in the agro-food sector of Russia / N. S. Lukovnikova // Bulletin of the S.Y. Witte Moscow University. Series 1: Economics and Management. 2023. № 3(46). Pp. 28-36. DOI 10.21777/2587-554X-2023-3-28-36. EDN QWLLQO.
- [9] Pavlov K.V. On the levels of management of the dairy complex of the Volga Federal District / K.V. Pavlov K.V., Komyshev //Economic Bulletin of Donbass. 2016. No. 2 (44). pp. 174-175. – EDN: VKBBXX.
- [10] Satin, M. A. The state of supply and demand in the market of milk and dairy products in the Irkutsk

- [8] Луковникова, Н. С. Особенности управления проектами в условиях развития организаций агропродовольственного сектора России / Н. С. Луковникова // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2023. № 3(46). С. 28-36. DOI 10.21777/2587-554X-2023-3-28-36. EDN QWLLQO.
- [9] Павлов К.В. Об уровнях управления молочным комплексом приволжского федерального округа / К.В. Павлов К.В., Комышев // Экономический вестник Донбасса. 2016. № 2 (44). С. 174-175. EDN: VKBBXX.
- [10] Сатин, M. A. Состояние спроса предложения на рынке молока и молочной продукции в Иркутской области / М. А. Сатин, А. Ф. Шуплецов // Развитие малого предпринимательства В Байкальском регионе: Материалы международной научнопрактической конференции, Иркутск, 23 ноября 2021 года / Отв. редактор А.В. Самаруха. - Иркутск: Байкальский государственный университет, 2021. - С. 210-216. – EDN ALQMQR.
- [11] Суворов, Г. А. Анализ и прогноз состояния молоко и молокоперерабатывающего комплекса в экономике АПК / Г. А. Суворов // Управление рисками в АПК. 2020. № 1(35). С. 60-66. DOI 10.53988/24136573-2020-01-07. EDN PZQQLS.
- [12] Чекалдин, А.М. Об управлении производством продукции в молочном подкомплексе АПК / А.М. Чекалдин // Инновационное развитие. 2018. № 10 (27). С. 88-90. EDN: NLZNBB.

- region / M. A. Satin, A. F. Shupletsov // Development of small business in the Baikal region: Materials of the international scientific and practical conference, Irkutsk, November 23, 2021 / Editor A.V. Samarukha. Irkutsk: Baikal State University, 2021. pp. 210-216. EDN ALQMQR.
- [11] Suvorov, G. A. Analysis and forecast of the state of milk and milk processing complex in the economy of the agro-industrial complex / G. A. Suvorov // Risk management in the agro-industrial complex. – 2020. – № 1(35). – Pp. 60-66. – DOI 10.53988/24136573-2020-01-07. – EDN PZQQS.
- [12] Chekaldin, A.M. On product production management in the dairy subcomplex of the agro-industrial complex / A.M. Chekaldin // Innovative development. 2018. No. 10 (27). pp. 88-90. – EDN: NLZNBB.

# Сведения об авторах

# Information about the authors

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

# ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

# **ENVIRONMENTAL PROTECTION**

УДК 664:634.18

# Мутные воды в понимании экологии водных загрязнении

Саласар Флорес К., Йерена С.А., Слабоспицкая А.С.

Аннотация. В этой статье рассказывается о проблеме загрязнения воды в целом, так как наличие свежей и чистой воды является основным и критическим вопросом, который изучается. Многие люди страдают от нехватки пресной воды. В статье рассматривается эта проблема, показаны причины ее возникновения и проиллюстрированы некоторые методы в этой области. Многие предложенные методы, как и гибридные, также предлагаются и обсуждаются в качестве выводов данной работы. Искусственный интеллект и методы машинного обучения также освещены в этой статье и способ использования многих алгоритмов в области загрязнения воды и как устранить или избежать его, чтобы получить свежую и чистую воду.

**Ключевые слова:** загрязнение воды, пресная вода, машинное обучение, гибридные метолы.

Для цитирования: : Саласар Флорес К., Йерена С., Слабоспицкая А.С. Мутные воды в понимании экологии водных загрязнении // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 88–92.

# Navigating the murky waters understanding the ecology of water pollution

Salazar Flores C., Llerena S.A., Slabospitskaya A.S.

**Abstract.** This paper explains the problem of water pollution in general, since having a fresh and clean water is major and critical issue and according to studied. There are a lot of people are suffered from lack of fresh water. The paper discusses this problem showing reasons of this problems and illustrates some methods in this field. Many suggested methods as hybrid methods are also proposed and discussed as the findings of this paper. Artificial intelligence and machine learning methods also highlighted in this paper and the way of using many algorithms in the field of water pollution and how to eliminate or to avoid it to get fresh and clean water.

**Keywords:** water pollution, fresh water, machine learning, hybrid methods.

**For citation:** Salazar Flores C., Llerena S.A., Slabospitskaya A.S. Navigating the murky waters understanding the ecology of water pollution. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 3. pp. 88–92. (In Russ.).

#### Introduction

Humans can live for three weeks without food, according to science, yet most individuals cannot survive for three to four days without water! When dehydration sets in, a person will go into shock and become vegetative even if they are still breathing. Put otherwise, water is the most important requirement. A live thing just cannot thrive without it. Nonetheless, the

idea that billions of people worldwide lack access to adequate drinking water is horrifying [1].

Getting clean water at home is as «natural» as breathing fresh air in industrialized nations—those with access to all modern conveniences. While most individuals in developed nations would not give it much thought, this is not the case for people in other parts of the world. Many countries still lack access to sources of clean water or water suitable for human use.

Unfortunately, many people still lack access to clean water, and this situation won't change until governments are prepared to take action. These are the top five reasons why everyone should have access to safely regulated sanitation and clean drinking water at home. Provides Nourishment, The Disease Prevention, Aids in Eliminating Toxins, Required for Food Production and Agriculture, and Better Sanitation Facilities [2].

Not only is clean water necessary for drinking, but it also serves sanitary needs. Diseases will also spread if clothing is laundered or if the body is cleaned in tainted water. The same holds true for household chores like cooking and cleaning that are essential to our daily existence. To be healthy, one needs access to clean water.

Water pollution is the discharge of pollutants into lakes, streams, rivers, estuaries, and seas that are so large as to impede the natural functioning of ecosystems or the beneficial use of the water. Water pollution may also involve the discharge of energy into bodies of water, such as heat or radioactivity, in addition to the release of materials like chemicals, debris, or germs [3].

Official regulatory data indicates that 35 to 60 percent of Russia's drinking water reserves do not exceed safety criteria. for spring and surface water. Impermeable percentages are, respectively, 40 and 17. Eleven million Russians lack access to clean drinking water. Dumping from the Soviet period is mostly to blame for the widespread water contamination. Russia's waterways were overflowing with sewage and chemicals, even radioactive wastes in certain areas. There is a significant influence on Russia's water supplies, both in Moscow and other places.

Scientists from Germany and the Netherlands utilized modeling techniques to assess the impact of nitrogen pollution on water quality across more than 10,000 river basins worldwide. Their findings reveal a significant increase in the number of river basins facing clean water scarcity when accounting for nitrogen pollution alongside traditional water quantity estimates. By 2010, the number of affected river basins rose from 984 to over 2,500 when nitrogen pollution was considered. Projections for 2050 under a worst-case pollution scenario suggest an even greater challenge, with over 3,000 river subbasins potentially facing clean water scarcity, impacting millions of square kilometers of basin area and potentially affecting billions more people.

Many researchers identify nitrogen pollution hotspots in several regions, including China, India, Europe, North America, and Africa. This divergence in estimates underscores the significance of incorporating water quality assessments alongside quantity assessments in evaluating water scarcity.

# Research methodology

Authors in [4] examined water quality and monitoring violations reported by the Environmental Protection Agency (EPA), revealing that over the past

decade, an estimated 63 million Americans encountered potentially unsafe water on multiple occasions. These violations, highlighted by incidents in cities such as New York City and Flint, Michigan, have raised significant concerns among the public, with 63 percent of Americans expressing substantial worry about drinking water pollution. Despite increased media attention, the authors argue that many affected individuals remain overlooked. Moreover, they contend that systemic biases contribute to the unequal distribution of water quality issues across the population. In addition to the immediate concerns regarding drinking water, the authors emphasize the broader impact of water contamination on various aspects of daily life, including food consumption and recreational activities. They critique the existing regulatory framework for its complexity and inconsistency in addressing water pollution and resource management. The article focuses on the aftermath of the U.S. Supreme Court's decision in Rapanos v. United States, which disrupted the longstanding definition of «waters of the United States» (WOTUS). The authors explore the historical evolution of clean water regulations, analyzing the implications of the Rapanos decision on regulatory enforcement and state-level responses. They provide insights into the contrasting approaches of the Obama and Trump administrations toward clean water regulation. Ultimately, the authors advocate for reinstating the previous definition of WOTUS to restore regulatory clarity and uphold the original intent of clean water protections. They emphasize the importance of engaging with communities affected by water pollution in policymaking and advocate for judicial intervention to promote social justice in water resource management.

In [5], authors conducted an extensive investigation into the ecological dynamics of urban water bodies, focusing on the implications of anthropogenic activities on their biophysical and chemical characteristics. Their study involved regular monitoring of various parameters in Anchor and Dal lakes, spanning surface waters, sediments, and dominant macrophytes across multiple sampling sites. The authors found significant spatial and temporal heterogeneity in the studied variables, particularly influenced by human pressures. They observed pronounced fluctuations in temperature, pH, conductivity, and ion composition, with notable contributions from agricultural runoff and faunal organic pollution. Despite the eutrophic conditions indicated by elevated total phosphorus levels, nitrate concentrations remained relatively low, attributed to autotrophic assimilation and other natural processes.

The study also revealed the prevalence of anthropogenic trace elements in the water and sediment samples, with concentrations exceeding global averages. However, most priority pollutants remained below USEPA chronic levels, except for iron and zinc, which exceeded maximum permissible limits for irrigation.

Sediment analysis indicated the dominance of calcium and silicon, with notable gradients in pH, conductivity, organic carbon, and nitrogen content. The authors observed minimal outliers across the sampled sites, suggesting overall stability in sediment characteristics. Furthermore, the study highlighted the role of macrophytes in optimizing water quality and sediment conditions. Different species exhibited varying nutrient uptake capacities and bioaccumulation tendencies, with implications for overall ecosystem health. Based on findings, the authors proposed several management strategies for mitigating anthropogenic impacts and promoting eco-restoration in urban water bodies. These include periodic dredging, sediment trapping, and the establishment of vegetation buffer strips to maintain nutrient balance and enhance ecological resilience.

#### Results and discussion

To address the critical issue of water quality assessment, methodological framework leveraging supervised learning techniques is proposed. Water, a vital and scarce resource globally, is susceptible to contamination from various sources, necessitating efficient methods for assessing its suitability for consumption and other uses. It should be focused on developing predictive models using a labelled training dataset comprising physiochemical and microbiological parameters as input features. The problem is formulated as a binary classification task, where water samples are categorized as safe or non-safe based on their features. The performance of multiple machines learning algorithms, including Naive Bayes (NB), Logistic Regression (LR), k Nearest Neighbors (kNN), tree-based classifiers, and ensemble techniques should be evaluated. This proposed methodological framework offers a robust approach to water quality prediction using machine learning, providing valuable support to researchers in their efforts to safeguard this essential resource [6].

Another proposed method by CGI that leads and develops a pilot project in the United Kingdom, the aim is to leverage artificial intelligence (AI) in this project (thanks to its powerful features) to predict events related to water pollution by using collected data from sensors or satellites. This will enable the companies to have early warnings to various sectors such as soil, water (surface, underground), construction, and farming, enabling them to take preventative measures. The pilot project is covering a UNESCO-protected area that includes comprising natural habitats, cities, areas, and farmland. CGI collaborates with many different partners to monitor indicators of water health like acidity and ammonia levels. After collecting this data, AI system processes it by different algorithms to estimate pollution sources and then decide to take appropriate actions.

CGI's pilot project focuses on sustainability and climate, it is addressing challenges of pollution through

technological innovation. By adopting technologies of machine learning, the AI works to identify pollution sources and provides valuable insights for stakeholders ranging from water companies to regulatory agencies. It collaborated with the United Nations so they aim to challenge conventional thinking around sustainability. The AI system uses diverse datasets that have been collected, including topographic and satellite data, to analyze trends and patterns related to pollution. Additionally, the AI aids in pinpointing pollution sources and tracking the movement of pollutants across water systems [7].

CGI plans in future to expand the field of regions where program works. Continuous refinement and machine learning will be also developed according to the new algorithms in the field to keeps enhancing the effectiveness of the AI tool, contributing to its global ambitions in addressing water pollution challenges.

Some methods should be conducted and evaluated:

- 1. Natural Treatment Systems with Advanced Technologies: this means that some natural treatment methods such as biofiltration, phytoremediation, and constructed wetlands need be implemented, they also can be implemented with other modern and developed other techniques like nanotechnology or electrocoagulation. This hybrid approach can be used to investigate the natural ability of natural plants and microorganisms to be used to eliminate and remove contaminants, at the same time, they can improve the efficiency through advanced treatment processes and enhance quality of water and this cover many types of water existence such as surface and ground water [8].
- 2. Smart Monitoring and Control Systems: By Integration modern portable smart monitoring systems with real-time data analysis boards that have a lot of capabilities to detect pollution sources promptly, it is also possible by employing deep analysis to estimate while this source could be pollution in the future. There is a possibility to combine this approach with automation control systems to make some events every time a pollution is detected with a high percentage to do actions that can affect water treatment processes dynamically based on pollution levels that are detected and environmental conditions [9].

IoT sensors or technologies can be used as smart devices to incorporate with AI algorithms, and remote sensing technologies, this hybrid method ensures proactive pollution management.

- 3. Green Infrastructure and Grey Infrastructure Integration: By combination elements of green infrastructure (vegetated swales, rain gardens, and permeable pavements) with conventional grey infrastructure (sewage treatment plants and stormwater management systems). Using this hybrid method will:
  - 1. Maximize the benefits of both systems
- 2. Enhancing water quality while improving urban resilience to pollution events and extreme weather.
- 4. Bioremediation with Chemical Treatment: Bioremediation techniques can be employed to use

enzymes or microbial cultures to degrade level of pollutants in water elements. Ozonation or activated carbon adsorption can be used with chemical treatment methods, this will process not all contaminants but specific contaminants depending on chemical properties. And in sequence, it will improve the overall treatment efficiency. This suggested method will offer multi-usage to addresses a wide range of pollutants while minimizing environmental impact [10].

- 5. Decentralized Water Treatment Systems with Centralized Monitoring: decentralized water treatment systems can be implemented by incorporating technologies such as:
  - 1. Membrane filtration;
  - 2. UV disinfection;
  - 3. Biological reactors.

By using centralize monitoring and control functions, this will enable coordination of multiple decentralized treatment units in real-time. This will improve accessibility to get fresh and clean water.

6. Nature-Based Solutions with Floating Treatment Wetlands: this suggested solution aims to combine nature-based solutions such as floating treatment wetlands (FTWs) with traditional water treatment methods to achieve improvements in removing pollutants with high efficiency in water bodies. FTWs depend on floating vegetation mats that absorb nutrients and filter contaminants, complementing existing treatment infrastructure.

This solution does not require expensive materials

# Литература

- [1] WHO/UNICEF Joint Water Supply, Sanitation Monitoring Programme. 2005. Water for life: making it happen. World health organization
- [2] Dharminder, R. K. S., Kumar, V., Devedee, A. K., Mruthyunjaya, M., Bhardwaj, R., The clean water: The basic need of human and agriculture // IJCS. 2019. 7(2), C. 1994-1998
- [3] Singh, J., Yadav, P., Pal, A. K., & Mishra, V., Water pollutants: Origin and status // Sensors in water pollutants monitoring: Role of material. 2020. C. 5-20
- [4] Swanson, C. M., NAVIGATING MURKY WATERS: STATE-LEVEL STRATEGIES FOR WETLAND PRESERVATION AND TILE DRAINAGE REGULATION AFTER SACKETT V// EPA. 2024
- [5] Qadri, H., Bhat, R. A., Mehmood, M. A., Dar, G. H., Fresh water pollution dynamics and remediation // Singapore: Springer. 2020. C. 15-26
- [6] Zamri N., Pairan M. A., Azman W. N. A. W. [et al.]. River quality classification using different distances in k-nearest neighbors algorithm // Procedia Computer Science. 2022. C. 180-186. DOI 10.1016/j.procs.2022.08.022. EDN: YCTJIW

and environmentally sustainable water purification solutions, particularly in surface resources of water.

7. Integrated Watershed Management Approaches: Adopt integrated watershed management approaches that combine land-use planning, pollution prevention measures, and water resource management strategies. Incorporate green infrastructure, soil conservation practices, and riparian buffer zones to mitigate nonpoint source pollution and protect water quality at its source. This holistic hybrid approach addresses pollution at the watershed scale, promoting sustainable water management practices and ecosystem health.

#### Conclusion

In summary, this paper addresses the pressing issue of water pollution, emphasizing its significance as a major global challenge impacting access to fresh and clean water. Through an exploration of the root causes and manifestations of this problem, various methods and strategies for mitigation are presented. Notably, hybrid approaches, combining traditional and innovative techniques, emerge as promising solutions. Furthermore, the paper underscores the role of artificial intelligence and machine learning in water pollution management, elucidating the application of diverse algorithms for the prevention and remediation of pollution to ensure the provision of safe drinking water.

# References

- [1] WHO/UNICEF Joint Water Supply, Sanitation Monitoring Programme. 2005. Water for life: making it happen. World health organization
- [2] Dharminder, R. K. S., Kumar, V., Devedee, A. K., Mruthyunjaya, M., Bhardwaj, R., The clean water: The basic need of human and agriculture // IJCS. 2019. 7(2), PP. 1994-1998
- [3] Singh, J., Yadav, P., Pal, A. K., & Mishra, V., Water pollutants: Origin and status // Sensors in water pollutants monitoring: Role of material. 2020. PP. 5-20
- [4] Swanson, PP. M., NAVIGATING MURKY WATERS: STATE-LEVEL STRATEGIES FOR WETLAND PRESERVATION AND TILE DRAINAGE REGULATION AFTER SACKETT V// EPA. 2024
- [5] Qadri, H., Bhat, R. A., Mehmood, M. A., Dar, G. H., Fresh water pollution dynamics and remediation // Singapore: Springer. 2020. PP. 15-26
- [6] Zamri N., Pairan M. A., Azman W. N. A. W. [et al.]. River quality classification using different distances in k-nearest neighbors algorithm // Procedia Computer Science. 2022. PP. 180-186. DOI 10.1016/j. procs.2022.08.022. EDN: YCTJIW
- [7] Huntingford C., Yang H., Jeffers E. S. [et al.]. Machine learning and artificial intelligence to aid climate change research and preparedness // Environmental Research

- [7] Huntingford C., Yang H., Jeffers E. S. [et al.]. Machine learning and artificial intelligence to aid climate change research and preparedness // Environmental Research Letters. 2019. № 12. C. 124007. DOI 10.1088/1748-9326/ab4e55. EDN: ACLXCP
- [8] Mahmood Q., Pervez A., Zeb B. S. [et al.] Natural treatment systems as sustainable ecotechnologies for the developing countries // BioMed Research International. 2013. C. 796373. DOI 10.1155/2013/796373. EDN: RKTTVD
- [9] Lakshmikantha, V., Hiriyannagowda, A., Manjunath, A., Patted, A., Basavaiah, J., Anthony, A. A. IoT based smart water quality monitoring system // Global Transitions Proceedings. 2021. 2(2), C. 181-186
- [10] El-Sheekh M. M., Farghl A. A., Galal H. R., Bayoumi H. S. Bioremediation of different types of polluted water using microalgae // Atti Della Accademia Nazionale Dei Lincei Rendiconti Lincei Scienze Fisiche E Naturali. 2016. № 2. C. 401-410. DOI 10.1007/s12210-015-0495-1. EDN: FHFIKE
- [11] Парреньо К., Саласар Флорес К., Слабоспицкая А. С., Адарченко И. А. Мутность как Основной показатель качества воды из поверхностных источников // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 3(141). DOI 10.23670/IRJ.2024.141.44. EDN: TUHRIU

- Letters. 2019. No. 12. PP. 124007. DOI 10.1088/1748-9326/ab4e55. EDN: ACLXCP
- [8] Mahmood Q., Pervez A., Zeb B. S. [et al.] Natural treatment systems as sustainable ecotechnologies for the developing countries // BioMed Research International. 2013. PP. 796373. DOI 10.1155/2013/796373. EDN: RKTTVD
- [9] Lakshmikantha, V., Hiriyannagowda, A., Manjunath, A., Patted, A., Basavaiah, J., Anthony, A. A. IoT based smart water quality monitoring system // Global Transitions Proceedings. 2021. 2(2), PP. 181-186
- [10] El-Sheekh M. M., Farghl A. A., Galal H. R., Bayoumi H. S. Bioremediation of different types of polluted water using microalgae // Atti Della Accademia Nazionale Dei Lincei Rendiconti Lincei Scienze Fisiche E Naturali. 2016. No. 2. PP. 401-410. DOI 10.1007/s12210-015-0495-1. EDN: FHFIKE
- [11] Parreno C., Salazar Flores C., Slabospitskaya A. A. S., Adarchenko I. A. Turbidity as the Main Indicator from Surface Sources // International Research Journal. S., Adarchenko I. A. Turbidity as the Main Indicator of Water Quality from Surface Sources. 2024. No. 3(141). doi 10.23670/irj.2024.141.44. EDN: TUHRIU

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

| Салазар Флорес Кристиан Александр<br>доцент факультета компьютерных наук и электроники<br>Школа политехники Чимборасо, Риобамба, Эквадор<br>E-mail: cristian_salazarf@hotmail.com  | Salazar Flores Christian Alexander Associate Professor, Department of Computer Science and Electronics Ecole Polytechnique Chimborazo, Riobamba, Ecuador E-mail: cristian_salazarf@hotmail.com                           |
|--|--|
| Йерена Гордильо Сильвия Алехандра профессор факультета естественных наук, Региональный университет Амазонки Икиам, Группа исследований тропических экосистем и глобальных изменений 150150, Эквадор, г. Тена E-mail: silvia.llerena@ikiam.edu.ec | Llerena Gordillo Silvia Alejandra Professor, Faculty of Science, Regional University of the Amazon Ikiam, Tropical Ecosystems and Global Change Research Group 150150, Ecuador, Tena E-mail: silvia.llerena@ikiam.edu.ec |
| Слабоспицкая Анастасия Сергеевна<br>студентка магистратуры по экологии,<br>Шаньдунский университет, Циндао, Китай<br>E-mail: slabospickayaanastasia@gmail.com  | Slabospitskaya Anastasia Sergeevna<br>student of the master's degree in ecology,<br>Shandong University, Qingdao, China<br>E-mail: slabospickayaanastasia@gmail.com  |

# 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 – редколлегией в целом.

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

# Требования к оформлению статьи

# 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 A4 ( $210\times297$  мм) с одной стороны листа в одну колонку.

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посредине 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 заглавии не допускается

употребление сокращений, кроме общепризнанных

- 4. Аннотация (не более 800 печатных знаков). Отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований.
  - 5. Ключевые слова (не более 9).
- 6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

#### «Объекты и методы исследований»:

- для описания экспериментальных работ—часть, которая содержит сведения об объекте исследования, последовательности операций при постановке эксперимента, использованных приборах и реактивах. При упоминании приборов и оборудования указывается название фирмы на языке оригинала и страны (в скобках). Если метод малоизвестен или значительно модифицирован, кроме ссылки на соответствующую публикацию, дают его краткое описание;
- для описания теоретических исследований—часть, в которой поставлены задачи, указываются сделанные допущения и приближения, приводится вывод и решение основных уравнений. Раздел не следует перегружать промежуточными выкладками и описанием общеизвестных методов (например, методов численного решения уравнений, если они не содержат элемента новизны, внесенного авторами);

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

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

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

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

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

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

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

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

#### ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

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

#### Этапы преобразования ссылки

- 1) На сайте http://www.translit.ru (в раскрывающемся списке «варианты» выбирать вариант, например: системы Госдепартамента США BSI). Вставляем текст ссылки на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит». Название научного журнала в транслитерированном списке литературы должно совпадать с транслитерированным названием журнала, которое зарегистрировано при его включении в международные базы данных.
- 2) Англоязычные версии названий многих публикаций, журналов, книг и т.д. можно найти на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru/).
- 3) Переводим с помощью онлайн-переводчика все описание источника (название книги, статьи и т.д., кроме авторов) на английский язык, перевод редактируем и переносим в формируемый список (за транслитерированным названием).
- 4) Объединяем описания в транслите и переводное, оформляя в соответствии с принятыми правилами. Нужно раскрыть место издания (например, Moscow), а также исправить обозначение страниц на английский язык (например, вместо 124 s. − 124 p., S. 12-15 − pp. 12-15) и номера («№» на «No.»). Курсивом выделяем название источника (при описании статьи) или название книги (монографии, сборника). Убираем знаки предписанной пунктуации (ГОСТ 7.1-2003) между областями описания, заменяем их на запятые, авторов (всех) ставим перед заглавием.

#### Порядок преобразования ссылки

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

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

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

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

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

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

#### Примеры оформления списка литературы в латинице

#### Описание статьи из журнала:

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

# Описание статьи из электронного журнала:

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

#### Описание статьи с DOI:

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

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

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

#### Описание книги (монографии, сборники):

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

Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstvija razrushenija 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 zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv [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

**Tom 11** 

**№** 3

2024

Разработка оригинал-макета — Фролов Д. И.

Сдано в производство 19.11.2024. Формат 60Х84/8

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

Усл. печ. л. 11,28. Тираж 50 экз.