

НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА

# СБОРНИК ЭССЕ СТУДЕНТОВ И УЧАЩИХСЯ ШКОЛ

По итогам международных конкурсов эссе  
от 05.01.2026, 15.01.2026

УДК 00  
ББК 00  
С17

Сборник эссе студентов и учащихся школ по итогам международных конкурсов эссе от 05.01.2026, 15.01.2026/  
Профессиональная наука, 2026 – 34 с.

ISBN 978-1-291-83343-0

Данная книга является сборником эссе по результатам конкурсов, проводимых НОО «Профессиональная наука» в рамках проекта Interclover.

Эта книга будет наиболее полезна для учащихся школ, студентов, магистрантов и аспирантов.

УДК 00  
ББК 00



© Редактор Н.А. Краснова,  
2026  
© Коллектив авторов, 2026  
© НОО Профессиональная  
наука, 2026  
© Smashwords, Inc., 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

### **ЭССЕ СТУДЕНТОВ И УЧАЩИХСЯ «СЕМЕЙНЫЕ ЦЕННОСТИ В РОССИИ» 4**

BAGRINOVSKAYA A. FAMILY VALUES IN RUSSIA .....	4
SARAPULOVA A. FAMILY VALUES IN CONTEMPORARY RUSSIA: THE EVOLUTION OF THE RUSSIAN FAMILY .....	5
ZAYTSEVA S. THE QUIET STRENGTH OF RUSSIAN FAMILY VALUES .....	6

### **ЭССЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ И УЧАЩИХСЯ «ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ЭТИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: НА СТЫКЕ ТЕХНОЛОГИЙ И МОРАЛИ» .. 7**

ЛЕСОВСКАЯ В.В. Искусственный интеллект и проблема утраты человеческой уникальности .....	7
--	---

### **ЭССЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ И УЧАЩИХСЯ «МОЛОДЁЖНАЯ НАУЧНАЯ ИНИЦИАТИВА» ..10**

ТВЕРСКОЙ В.Р. Использование кофейных отходов в производстве печенья с добавленной пищевой ценностью .....	10
---	----

# ЭССЕ СТУДЕНТОВ И УЧАЩИХСЯ «СЕМЕЙНЫЕ ЦЕННОСТИ В РОССИИ»

Bagrinovskaya A. Family values in Russia

**Bagrinovskaya Anna**

Student at Baikal State University, Irkutsk

Family is a very important thing for many people. To popularize state power in the field of protecting the family and preserving traditional family values, 2024 in Russia has been called “The Year of the Family”. What family values we can speak about? All families are quite diverse and we are different, but we all speak about values that are very important for every person.

Firstly, family values represent the common interests of all family members, so everyone needs to comply with them. For example, “love” is very important for everyone, it creates a family and lives in it forever. Also, “caring and supporting each other” are necessary, they strengthen the relationships between family members and help to improve communication between them. These qualities should be presented in any family; they are among the most important for its creation and preservation. I suppose, feelings of significance for my family is one of the great value. Returning home, we want to see the joy in the eyes of loved ones, we need to feel their love, to know that it does not depend on our achievements and victories. And it is happiness.

Secondly, family values also include respect for parents. Mother and father give us the life, always worry about us and wish nothing but the best. Respect for parents is shown in different ways, such as simply helping them, supporting them and listening to their advice. Parents may not always understand their children, but they will never go against them. Parents also have a responsibility to show the respect to their children. If Family members respect each other, are interested in the opinion of one another, so normal relations between them can be seen. It is important not to confuse respect and fear; children should respect their parents, and not be afraid of them.

Russian family traditions also include many holidays. Each family has its own traditions their presence is a unifying factor which unites the family together. Holidays such as New Year, Mother's Day, Father's Day are celebrated with the family. These days we enjoy meeting with our families, exchanging gifts, communicating and having a good time. Also in Russia, on July 8, the “Day of Family, Love and Fidelity” is celebrated - this is a very warm holiday. According to the tradition, daisies should be given on this day, because these flowers are a symbol of true love. So traditions strengthen families and give them a reason to get together.

I have an idea how the parents can get on well with their children. I think they must become a great part of children's life, become closer to them. Parents should know problems, opinions and interests of their children and help them. Children, in their turn, should feel that they need to communicate with their parents.

To sum up, I can say that I agree with the opinion that the family has the leading role in the society and in Russia the family is an incredibly important element. The state is always ready to help, to protect and defend it. This is important for our country, because the future of Russia depends on families.

# **Sarapulova A. Family Values in Contemporary Russia: The Evolution of the Russian Family**

**Sarapulova Alisa**

1st year student  
Baikal State University

Family has always been something greater for people, an entire universe with its own laws, meanings, and sacred values. Family values in Russia are not a set of rules, but a union of tradition and modernity, between private life and the demands of society.

The historical path of the Russian family is one of radical transformation. Before the reign of Peter the Great, the family was created as a social necessity. During Peter's reign, the first changes can be seen, as the family gradually began to transform into a space for personal feelings.

The institution of the family underwent real changes during the Soviet era. It was then that the ideal of a fortress family, where spouses are partners, emerged.

The collapse of the Soviet system destroyed this artificial support system, and in the 1990s, as in ancient times, the family once again became the only place for survival. It was this tragic time that strengthened the value of marriage, but simultaneously gave rise to a crisis of trust in it, expressed in a wave of divorces and an increase in civil unions. Today, in the 21st century, the paradox of the Russian family lies in the simultaneous strengthening and rethinking of its foundations. On the one hand, family remains the absolute priority for the vast majority of Russians, eclipsing career and material success. Mutual support, love, respect for elders, and reliability are still considered core family values.

But in reality, the "traditional" family faces new challenges. The idea of personal happiness and self-fulfillment is becoming a legitimate aspiration for every family member. This leads to a necessary transformation of the patriarchal "breadwinner-housewife" model into a family based on partnership, where roles and responsibilities are shared by mutual agreement.

The family structure itself is also changing: single-parent families, remarriages with adopted children, and common-law marriages are becoming increasingly common. These formats retain the core values of love, care, and protection, but are implemented outside the traditional legal system.

The modern Russian family finds itself at a crossroads. On the one hand, it experiences intense pressure from the state, which expects demographic and social stability and gravitates toward its traditional role. On the other hand, it cannot ignore its members' inner needs for freedom, dialogue, and personal development. The primary challenge is finding a balance between duty and happiness, between unity and individuality.

Ultimately, family values in modern Russia are a living organism, learning to combine the strength of its roots with the flexibility of its branches. A profound respect for the past coexists with a gradual but steady shift toward dialogue, mutual respect, and conscious choice. It is in this constant search—and in its ability to preserve core values while adapting its form—that the Russian family finds its true strength and resilience: not simply as a social unit, but as a source of meaning, love, and genuine human warmth in a rapidly changing world.

# Zaytseva S. The Quiet Strength of Russian Family Values

**Zaytseva Sofia**

1<sup>st</sup> year student  
Baikal State University

Today, family values in Russia are understood to include love, fidelity, respect, trust, and mutual assistance, as well as care for elders and the young, continuation of the family line, preservation of traditions, and raising children. These values are emphasized by the state (motherhood, fatherhood, childhood) and by society, where patriotism, unity, and moral guidelines passed down from generation to generation are important. The most important value in a family is support. It means your loved ones are always on your side. They will help and understand you, even if you make a mistake.

It looks like this: Mom might just give a hug when you are sad, without asking too many questions. Dad might help fix your bike. A brother or sister will listen and give advice. Support is when your successes make everyone at home happy, and your failures are not mocked, they are helped to be set right. In such a family, people are not afraid to speak the truth or ask for help.

Life is easier and calmer with support. When you know you are waited for and accepted at home no matter what, you feel more confident. You are not afraid to try new things, knowing that if you fail, they will help you get back up. Any problem, arguments at school, troubles at work are solved together. The family becomes a team where everyone stands up for each other.

This kind of support is not loud. It is almost invisible from the outside. But it is precisely what creates that cozy, safe atmosphere inside your family, the kind you want to return to. In a world where everyone is often for themselves, family is a place where you are not alone. It teaches kindness, responsiveness, and gives the most important lesson: your loved ones are your greatest strength. At one time, for instance, I fell during the key jump at a dance competition. In the locker room, worrying about what happened, I was bracing for reproach. But my mom, hugging me, said: "I'm especially proud of you today. You found the strength to finish." That evening, my dad asked: "Show me that jump. Teach me how to jump just as cool".

In conclusion, I would like to say that simple support on ordinary days is what makes a strong family. It is in these little things: the smile at breakfast, the reminder to take an umbrella, the help with bags – that love lives. It does not require great effort, but the result is enormous: happy and confident people who know how to care for others.

# ЭССЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ И УЧАЩИХСЯ «ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ЭТИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: НА СТЫКЕ ТЕХНОЛОГИЙ И МОРАЛИ»

Лесовская В.В. Искусственный интеллект и проблема утраты  
человеческой уникальности

Лесовская В. В.

студент

Научный руководитель: **Хомелев Г. В.**  
д-р филос. наук, проф. каф. обществ. наук

Сегодня на различных уровнях общественного сознания – от академических кругов и правительственные структур до бытовых обсуждений – формируется особое интеллектуальное поле, в центре которого находится проблема искусственного интеллекта, его «самосознания» и потенциального выхода за пределы человеческого контроля.

В контексте современного научного и философского дискурса искусственный интеллект трактуется не только как высшая форма технологической эволюции, но и как потенциально предельное творение человеческого разума – изобретение, способное поставить под вопрос само существование человечества. Его появление предоставило возможность внедрения в человеческий мир принципиально нечеловеческого начала, несущего угрозу разрушения самой цивилизации.

В разные эпохи философы по-разному осмысливали то, что отличает человека от природы, животных и божественного начала, что делает его человеком в собственном смысле. Например, античные мыслители первыми попытались определить специфику человеческого существа через категорию логоса – способности к мышлению и речи.

Аристотель в «Никомаховой этике» определил человека как «живое существо, обладающее разумом и речью», «по природе существо общественное».<sup>1</sup> Уникальность заключается в способности к рациональному рассуждению, этическому выбору и политическому сообществу. Последнее отмечалось Аристотелем в трактате «Политика».<sup>2</sup>

Сократ видел уникальность человека в самопознании. Его известное «Познай самого себя» превращает человеческое познание в нравственное усилие, направленное на внутреннее совершенствование. А по Платону, человек – это животное, наделенное бессмертной душой, которая является его истинной

---

<sup>1</sup> Аристотель. Никомахова этика. — URL: <https://lib.ru/POEEAST/ARISTOTEL/nikomah.txt> (дата обращения: 11.10.2025).

<sup>2</sup> Аристотель. Политика. — URL: [https://www.civisbook.ru/files/File/Aristotel\\_Politika.pdf](https://www.civisbook.ru/files/File/Aristotel_Politika.pdf) (дата обращения: 11.10.2025).

сущностью и делится на три части: разумное, яростное (волевое) и вождeющее (желающее) начало.<sup>3</sup>

Средневековая философия сместила акцент с рационального на духовно-религиозное понимание уникальности. Аврелий Августин видел в человеке образ Божий (*imago Dei*), проявляющийся в разуме, воле и памяти. Уникальность человека заключалась в способности направлять разум к Богу и искать истину в собственном внутреннем опыте: «Не выходи вовне, вернись в себя; истина живет внутри человека».<sup>4</sup> Фома Аквинский синтезировал христианство и аристотелизм.<sup>5</sup> Для него человек уникален как существо, обладающее бессмертной душой и свободной волей, что делает его ответственным перед Творцом.

С приходом научно-технического прогресса современные мыслители рассматривают человеческую уникальность в контексте взаимодействия человека и технологий.

Французский философ Бернар Стиглер считает, что техника – это продолжение человеческой памяти и сознания; человек всегда был техническим существом.<sup>6</sup>

Шведский профессор Ник Бостром в своих трудах и идеях трансгуманизма осмысляет, что искусственный интеллект может превратиться в автономное явление, обладающее собственными целями, интересами и стратегиями, среди которых вовсе не обязательно будет задача сохранения человечества. Напротив, человек может оказаться для искусственного интеллекта препятствием на пути к реализации его собственных функций. Развивая концепцию будущего, Бостром рассматривает человека как последний ограниченный ресурс, чье существование определяется зависимостью от множества других ресурсов. Искусственный интеллект, вступая в конкуренцию за эти ресурсы, способен поставить под угрозу само продолжение человеческой истории. В этом сценарии возможен переход к новому типу техногенной цивилизации – постчеловеческому обществу, где человек утратит не только господство, но и само присутствие.<sup>7</sup>

Ретроспективный анализ философских концепций человеческой уникальности от античности до постгуманизма позволяет сделать ряд выводов, значимых для осмысливания проблемы искусственного интеллекта в современной философии.

Из истории философии следует, что человеческая уникальность никогда не была понятием абсолютным. Искусственный интеллект не столько уничтожает уникальность, сколько актуализирует ее переосмысление. Там, где исчезают

<sup>3</sup> Платон. Государство. — URL: [https://coinmuseum.ru/upload/library-alexandria/Platon\\_state.pdf](https://coinmuseum.ru/upload/library-alexandria/Platon_state.pdf) (дата обращения: 11.10.2025).

<sup>4</sup> Августин Блаженный. О граде Божием. — URL: [https://www.civisbook.ru/files/File/Avgustin\\_1-5.pdf](https://www.civisbook.ru/files/File/Avgustin_1-5.pdf) (дата обращения: 11.10.2025).

<sup>5</sup> Данилов А. В. Позиция Фомы Аквинского в средневековой рецепции философии Аристотеля // Теологический вестник Смоленской Православной Духовной Семинарии. 2025. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pozitsiya-fomy-akvinskogo-v-srednevekovoy-retseptsii-filosofii-aristotelya> (дата обращения: 11.10.2025).

<sup>6</sup> Стиглер Б. «Искусственный интеллект — это искусственная глупость» [Электронный ресурс] // Colta.ru (дата обращения: 11.10.2025).

<sup>7</sup> Эрдэнэев Э. Т. Концепция трансгуманизма Ника Бострома // Гуманитарный вектор. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-transgumanizma-nika-bostroma> (дата обращения: 11.10.2025).

прежние основания человеческого, возникает потребность в новых – не столько биологических или метафизических, сколько этических и культурных.

Искусственный интеллект воплощает черты, ранее считавшиеся исключительными для человека, например способность к рассуждению, обучению, творчеству. Однако в философском смысле это не «утрата» уникальности, а раскрытие ее границ. Нейросеть становится зеркалом, в котором человек впервые видит собственные когнитивные функции вынесенными вовне – вне тела и сознания. Как писал Бернар Стиглер, техника всегда была протезом разума; теперь этот протез обретает автономию, заставляя человека заново определить, где проходит граница между человеческим и искусственным.<sup>8</sup>

История философии показывает, что понятие уникальности человека никогда не было статичным: оно постоянно переопределялось в зависимости от эпохи, научных открытий и культурных контекстов. Сегодня, в условиях технологического ускорения, человек вновь должен задать себе вопрос: в чем состоит его неповторимость, если интеллект больше не является его исключительным свойством?

Как писал Иммануил Кант, «звездное небо надо мной и моральный закон во мне»<sup>9</sup> – вот две вещи, вызывающие благоговение. Если искусственный интеллект становится автономным агентом в мире, то человечество несет ответственность за его создание и интеграцию. Это возвращает к кантовской идее автономии и морали, где уникальность человека заключается не в могуществе, а в способности быть ответственным. Только человек способен осознавать моральный закон и соотносить с ним собственные поступки, превращая свободу в ответственность.

Искусственный интеллект, каким бы совершенным он ни становился, лишен этого внутреннего нравственного измерения. Он не способен переживать моральный закон, и потому он не может заменить человека как этическое существо.

Подлинная ценность человеческого бытия состоит не в технологическом могуществе, а в нравственной автономии и способности к самоопределению в мире, насыщенном искусственным интеллектом. Только сохраняя верность этому принципу, человечество сможет не потерять себя в процессе технологического прогресса, а, напротив, придать ему человеческий смысл.

---

<sup>8</sup> Стиглер Б. «Искусственный интеллект — это искусственная глупость» [Электронный ресурс] // Colta.ru (дата обращения: 11.10.2025).

<sup>9</sup> Кант И. Критика практического разума (цит. «...звездное небо надо мной и моральный закон во мне») [Электронный ресурс] // Электронная библиотека ИФ РАН. Антология отрывков философских текстов. URL: <https://iphlib.ru/library/collection/anthology/document/HASH8a3f9f3288ef09055f62a1> (дата обращения: 11.10.2025).

# ЭССЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ И УЧАЩИХСЯ «МОЛОДЁЖНАЯ НАУЧНАЯ ИНИЦИАТИВА»

## Тверской В.Р. Использование кофейных отходов в производстве печенья с добавленной пищевой ценностью

**Тверской Василий Ростиславович,**  
аспирант направления подготовки 4.3.3. Пищевые системы  
Научный руководитель исполнителя проекта:  
**Нилова Людмила Павловна**, к.т.н., доцент  
высшей школы сервиса и торговли  
института промышленного менеджмента, экономики и торговли  
ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

В технологической цепочке от переработки плодов кофе до приготовления напитка образуется значительное количество отходов, количество которых ежегодно составляет 6–8 млн тонн. Образование кофейных отходов можно сгруппировать в зависимости от регионов, производящих и потребляющих кофе.

В регионах, в которых произрастают кофейные деревья, занимаются первичной переработкой плодов кофе, в результате чего образуются промышленные отходы (кожура и мякоть плодов), которые используют в производстве биотоплива, биогаза и выделения из них БАВ для фармацевтической и косметической промышленностей. В странах потребления кофе кофейные отходы образуются при обжарке зеленого кофе, но основное их количество – при производстве растворимого кофе, так называемая отработанная кофейная гуща SCG (spent coffee ground). Кроме промышленных отходов, при заваривании жареного кофе в индустрии питания (кафе, ресторанах) также образуется кофейная гуща в больших количествах, которую в мировом сообществе называют spent espresso coffee ground. В целом около 65% приходится на кофейную гущу, образующуюся при производстве растворимого кофе и приготовлении напитка из жареного кофе, что приводит к проблемам с ее хранением и утилизацией.

Кофейная гуща SCG считается недорогим источником природных антиоксидантов, для извлечения которых предлагают микроволновую и эльтразвуковую экстракцию водой или растворами этанола, метанола, ацетона,  $\beta$ -циклогексстраина, автогидролиз при температуре 200°C [1] и др. Осуществление таких технологий возможно только в промышленных условиях, для чего необходим централизованный сбор кофейной гущи из ресторанов и кафе, что повысит затраты и риски микробиологической порчи. Более эффективно разработать способы использования кофейной гущи непосредственно в индустрии питания, исключая централизованный сбор кофейных отходов, что будет способствовать развитию экономики замкнутого цикла.

Целью данной работы является разработка пищевых продуктов – напитков и мучных кондитерских изделий с использованием продуктов переработки кофейных отходов.

Задачи работы, поставленные в ходе проведения исследования:

- исследовать химический состав кофейной гущи после приготовления напитков из кофе арабика и робуста;
- изучить динамику извлечения кофеина и антиоксидантную активность при экстрагировании кофе;
- подобрать способы сушки кофейной гущи с минимальными потерями биоактивных соединений;
- разработать рецептуры напитков без пищевых добавок и сахара на основе экстрактов кофейной гущи и фруктово-ягодных соков с использованием принципов комбинаторики для достижения высокого уровня антиоксидантных и потребительских свойств напитка;
- разработать рецептуры мучных кондитерских изделий на примере печенья с добавкой порошка кофейной гущи для обогащения пищевыми волокнами и обеспечения высокого уровня качества.

## 1. ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 1.1. Постановка эксперимента

Первый этап работы заключался в моделировании образования кофейной гущи и получение из нее продуктов переработки – экстрактов и порошка для использования при разработке пищевых продуктов. В кофейной гуще и продуктов ее переработки исследовали химический состав, содержание биоактивных соединений и антиоксидантную активность.

На втором этапе осуществлялась разработка рецептур напитков на основе экстракта из кофейной гущи с добавлением композиций соков прямого отжима из ягод клюквы, черники, брусники, голубики без добавления сахара. В разработанных напитках определяли показатели качества, содержание кофеина и антиоксидантные свойства.

На третьем этапе осуществлялась разработка рецептур мучных кондитерских изделий на примере сдобного печенья путем моделирования количества добавляемого порошка кофейной гущи. Оценивалось влияние количества порошка кофейной гущи на показатели качества, колориметрические характеристики, химический состав печенья.

Исследования проводили на примере образцов кофе арабика «Живой кофе», ООО «ЖКХ ХОЛДИНГ», Россия и кофе робуста «PIAZZA DEL CAFFE», Вьетнам, которые были приобретены в розничной торговле.

Моделирование образования кофейной гущи осуществляли с использованием капсульной кофемашине Nescafe Krups Dolce Gusto KP1A3B10, Индонезия. Для экстрагирования согласно ГОСТ 34116–2017 использовали 7 г кофе и 100 мл воды.

Сушку сырой кофейной гущи осуществляли в условиях приближенных к условиям на предприятиях общественного питания, для чего использовали естественную, конвективную и микроволновую сушку.

Естественная сушка (ЕС) кофейной гущи осуществлялась после ее размещения в лотках при комнатной температуре. Конвективная сушка горячим воздухом (КС) осуществлялась в терморегулируемом шкафу при двух температурах – 40 °C (КС-40) и 60 °C (КС-60) с принудительной циркуляцией воздуха. Микроволновая сушка осуществлялась циклично в бытовой микроволновой печи при мощности 650 и 800 Вт, с перерывами по 20 сек. через каждую минуту для равномерного перераспределения влаги. Толщина слоя кофейной гущи для высушивания при

использовании всех способов сушки составляла 1 и 2 см. В процессе сушки через равные промежутки времени определяли влажность методом ускоренного высушивания в сушильном шкафу, а после окончания процедур сушки в сухой кофейной гуще – содержание общих фенольных соединений методом Фолина-Чокальтео и антиоксидантную активность методом FRAP с о-фенантролином

Моделирование рецептур напитков на основе экстракта кофейной гущи осуществляли с использованием принципов комбинаторики путем смешивания соков прямого отжима из ягод с разным сахарокислотным индексом, чтобы избежать добавление сахара, до формирования высоких вкусовых качеств. Для получения соков прямого отжима использовали замороженные ягоды клюквы, черники, голубики, брусники. Сок отжимали на шнековой электромеханической машине «ЭКМ-3», АО «Электросила», Россия.

При разработке сдобного печенья за основу была взята традиционная рецептура песочно-выемного сдобного печенья круглого, рецептура 155в [2]. Сухую кофейную гущу измельчали и полученный порошок смешивали с пшеничной мукой высшего сорта, последовательно заменяя пшеничную муку порошком кофейной гущи в количестве 5,0; 10,0; 15,0%. Затем добавляли все остальные подготовленные ингредиенты и замешивали тесто, которое формовали в виде кругов и выпекали в течение 18 мин при температуре 170 °C. Исследование показателей качества, колориметрических характеристик проводили после охлаждения печенья в течение 1 часа при комнатной температуре.

Экстракцию кофе каждого ботанического вида и кофейной гущи проводили три раза. Измерения проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку результатов измерений проводили в соответствии с критериями Стьюдента при доверительном интервале  $P=0,95$  с использованием Microsoft Excel 2010.

## 1.2. Методы исследований

В работе использовали стандартные и общепризнанные методы исследований.

Растворимые сухие вещества (PCB) в экстрактах определяли рефрактометрически по ГОСТ ISO 2173–2013. Влажность сырой кофейной гущи и в процессе ее высушивания определяли методом ускоренного высушивания в сушильном шкафу при температуре 130 °C в течение 40 минут.

Содержание растворимых и нерастворимых пищевых волокон определяли ферментативно-гравиметрическим методом с использованием ферментативного гидролиза с предварительным экстрагированием липидов петролейным эфиром, и осаждением пищевых волокон этиловым спиртом с дальнейшим высушиванием и взвешиванием согласно ГОСТ 34844–2022.

Содержание липидов в кофейных отходах определяли в приборе Сокслета по ГОСТ 54687–2011. Экстракцию жира кофейной гущи, помещенной в патрон из фильтровальной бумаги, осуществляли смесью хлороформа и этилового спирта в соотношении 95:5 в течение 5 ч в приборе Сокслета. После экстракции раствор жира выпаривали с помощью роторного испарителя при температуре 40–70 °C. Оставшийся в колбе жир сушили при температуре 60–70 °C на водяной бане до постоянной массы, затем охлаждали в эксикаторе 20 мин и взвешивали колбу с записью результата в граммах до третьего десятичного знака, для определения массы экстрагированного жира.

Определение массовой доли золы проводили по ГОСТ 15113.8. Сырую кофейную гущу предварительно выпаривали до сухого остатка на водяной бане, а затем сушили в течение 20 мин в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С. Затем навеску обугливали в муфельной печи нагретой до температуры 250-300 °С, а затем сжигали при температуре 600 °С. Озоление останавливали при полном исчезновения черных частиц, когда цвет золы становился белым со слегка сероватым оттенком. Массовую долю золы определяли гравиметрически.

Для определения титруемой кислотности использовали установку для титрования ручную (бюretка без крана, зажим Мора, штатив лабораторный), Россия, с установлением конца титрования на лабораторном pH-метре АМТ10. Массовую долю общих и редуцирующих сахаров определяли по ГОСТ 8756.13

Содержание кофеина определяли на спектрофотометре «UNICO-2800», США, при длине волны 276 нм (поглощение кофеина) и 310 нм (фон). Для извлечения кофеина из экстракта его подщелачивали до pH 12,5-12,7 и экстрагировали двумя порциями по 10 мл хлороформа. Для измерений использовали органический слой, доведенный до объема 25 мл хлороформом [3]. Содержание кофеина рассчитывали по калибровочной кривой для чистого кофеина как разницу между оптической плотностью кофеина и фоном.

Общее содержание фенольных соединений определяли в результате реакции окисления реагентом Фолина-Чокальтеу и последующим измерением оптической плотности на спектрофотометре «UNICO-2800», США, при длине волны 765 нм согласно ГОСТ Р 55488-2013. Калибровочную кривую строили по галловой кислоте.

Антиоксидантную активность (АОА) определяли двумя способами – кулонометрическим титрование и методом FRAP.

Антиоксидантную активность фильтрованных экстрактов кофе определяли на кулонометре «Эксперт-006-антиоксиданты». Титрантом служил электрогенерированный бром, при постоянном токе 50,0 мА из водного 0,2 М раствора бромида калия в 0,1 М растворе серной кислоты с определением конца титрования по потенциометрической индикации. Время в секундах, затраченное на титрование объема аликвоты исследуемого экстракта, введенной в измерительную ячейку, пересчитывалось в количество электроэнергии в кулонах. Электролитическую ячейку кулонометра калибровали по рутину.

Антиоксидантную активность методом FRAP (Ferric reducing antioxidant power) определяли по способности хлорного железа (III) окислять антиоксиданты. При этом хлорное железо (III) восстанавливается до хлористого железа (II), количество которого определяется по изменению интенсивности окраски при добавлении о-фенантролина. Светопоглощение экстракта измеряли при длине волны 505 нм против раствора 96%-ного этанола на спектрофотометре «UNICO-2800», США. Антиоксидантную активность определяли по калибровочному графику и выражали в пересчете на рутин [4].

Исследование минерального состава кофе, кофейной гущи после двух экстракций, высушенных до постоянной массы, осуществляли рентгеноспектральным методом на спектрометре рентгенофлуоресцентном EDX-7000P, SHIMADZU, Япония. Идентификацию минеральных элементов проводили в автоматическом режиме по градуировочной кривой в памяти компьютера, построенной по стандартным образцам. В результате был получен профиль

минеральных элементов в % соотношении. Для пересчета % соотношения минеральных элементов на их количество в зольном остатке проводили озоление до постоянной массы проб кофе и кофейной гущи согласно ГОСТ 15113.8.

Показатели качества сдобного печенья определяли: массовую долю влаги по ГОСТ 5900-2014; намокаемость по ГОСТ 10114-80; прочность на приборе «Структурометр СТ-2».

Оценку колориметрических характеристик экстрактов и печенья проводили в системе CIE Lab с использованием спектрофотометра CM-5 KONICA MINOLTA по трем показателям: светлота  $L^*$  (от черного  $L = 0$  до белого  $L = 100$ ), координаты цвета  $-a^*$  (от зеленого [-] до красного цвета [+]) и  $b^*$  (от синего [-] до желтого цвета [+]). Разницу в цвете  $\Delta E$  рассчитывали между значениями колориметрических характеристик предыдущего и последующего образцов печенья по формуле:  $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ . Анализ общей разница в цвете ( $\Delta E$ ) печенья оценивали по классификации: незаметная ( $\Delta E < 0,2$ ); очень незначительная ( $0,2 \leq \Delta E < 0,5$ ); незначительная ( $0,5 \leq \Delta E < 1,5$ ); различимая ( $1,5 \leq \Delta E < 3,0$ ), легко различимая ( $3,0 \leq \Delta E < 6,0$ ) и существенная разница в цвете ( $6,0 \leq \Delta E$ ).

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кофе содержит комплекс биологически активных веществ, белки, липиды, пищевые волокна и ароматические соединения. При заваривании кофе происходит твердожидкостная экстракция горячей водой, которая позволяет извлечь только водорастворимые и ароматические вещества. В результате кофейная гуща содержит белки (14,2%), жиры (12,5%), пищевые волокна (24–50%), а также комплекс БАВ (кофеин, хлорогеновая кислота, фенольные соединения и др.), обладающих антиоксидантными свойствами [5].

### 2.1. Исследование состава и свойств сырой кофейной гущи и в процессе ее переработки

Состав и свойства кофейной гущи исследовали после заваривания кофе в кофемашине при соотношении кофе/вода – 7 г/ 100 мл.

#### 2.1.1. Химический состав и свойства сырой кофейной гущи

Основным компонентом сырой кофейной гущи была вода, количество которой доходило до 67,8% (таблица 1), соответственно, сухие вещества не превысили 32,2%. Различия между кофейной гущей из кофе арабика и робуста почти не отличались, что связано с использованием одного способа заваривания кофе.

Таблица 1  
Химический состав кофейной гущи, полученной после заваривания кофе арабика и робуста

Вещество	Кофейная гуща из кофе ботанических видов	
	Арабика	Робуста
Влажность, %	$67,3 \pm 1,5$	$67,8 \pm 1,3$
Сухие вещества, %	$32,7 \pm 0,8$	$32,2 \pm 0,6$
Жиры, %	$11,78 \pm 0,24$	$9,69 \pm 0,20$
Кислотность, %	$2,11 \pm 0,04$	$1,22 \pm 0,03$
Пищевые волокна, %	$32,10 \pm 0,76$	$32,93 \pm 0,81$
Фенольные соединения, мг ГК/г СВ	$14,10 \pm 0,30$	$11,21 \pm 0,22$
АОА, мкг рутина/г СВ	$70,46 \pm 1,50$	$61,80 \pm 1,46$
Кофеин, мг/г	$5,66 \pm 0,11$	$7,10 \pm 0,14$
Зольность, %	$2,17 \pm 0,05$	$1,70 \pm 0,04$

В сухих веществах преобладали пищевые волокна, количество которых превысило 30%. Причем в кофейной гуще из робусты их количество было чуть больше, но статистически значимых различий установлено не было. Жиры, напротив, преобладали в кофейной гуще из арабики, так же как фенольные соединения и органические кислоты. Последние как раз обуславливают характерную кислинку кофе арабика. В кофейной гуще из робусты содержалось больше кофеина почти на 25%.

Кроме того, кофейная гуща из арабики имела зольность в 1,3 раза больше, чем кофейная гуща из робусты. Анализ профиля минеральных элементов (таблица 2) показал, что основные макроэлементы – калий, кальций, сульфиты, фосфор и магний преобладали в кофейной гуще из арабики. Это же касалось и идентифицированных микроэлементов, что и обусловило в целом большую массовую долю золы в кофейной гуще из арабики. Преобладающим макроэлементом в кофейной гуще независимо от вида кофе был калий, на долю которого приходилось в кофейной гуще из арабики 58%, а из робусты – 61%, так же, как и фосфора – 10,7 и 11,7%, соответственно. Доля кальция, напротив, была больше в кофейной гуще из арабики – 15%, а из робусты – 12%.

Доля железа была практически одинаковой независимо от вида кофейной гущи, а микроэлементы преобладали в кофейной гуще из арабики.

Таблица 2

Профиль минеральных элементов кофейной гущи, мг / 100 г в пересчете на золу

Элементы	Кофейная гуща из кофе	
	Арабика	Робуста
Калий	1261,42	1047,34
Кальций	330,29	210,65
Сера	214,40	152,38
Фосфор	232,84	199,16
Магний	109,80	71,02
Железо	11,50	9,54
Марганец	4,12	2,71
Медь	3,47	1,18
Рубидий	1,08	0,34
Цинк	1,08	0,68

Таким образом, кофейная гуща независимо от вида кофе, из которого она образована, содержит не только пищевые волокна и минеральные элементы, но и ценные биологически активные вещества – кофеин и фенольные соединения, которые обуславливают ее антиоксидантные свойства [6].

### 2.1.2. Исследование содержания кофеина и антиоксидантной активности кофе на разных этапах экстрагирования

Экстракты, получаемые из кофейной гущи, должны содержать вещества, важные для человека. Кофе содержит кофеин, обуславливающий тонизирующий эффект напитка. Поэтому важно будет ли экстракт из кофейной гущи содержать кофеин. Кроме того, польза для здоровья кофе связана с содержанием природных антиоксидантов. И в случае, если они будут содержаться в экстрактах из кофейной гущи, то его можно будет использовать в качестве основы для разработки напитков.

Экстрагирование проводили 4 раза по 100 мл из 7 г образцов кофе под давлением 15 бар в капсульной кофемашине. В экстрактах после предварительного фильтрования через бумажный фильтр определяли количество PCB, кофеина и АOA.

Кофейные экстракты существенно отличались количеством PCB только на первом этапе экстрагирования (таблица 3), существенно преобладая в робусте.

Таблица 3

Количество растворимых сухих веществ, кофеина и антиоксидантная активность в кофейных экстрактах на разных этапах экстрагирования

Этапы	Арабика			Робуста		
	PCB, %	кофеин, мг/100 мл	АОА, мг/100 мл	PCB, %	кофеин, мг/100 мл	АОА, мг/100 мл
I	0,84 ± 0,08	23,67 ± 0,50	287,76 ± 4,50	1,64 ± 0,08	23,54 ± 0,56	327,38 ± 5,60
II	0,28 ± 0,10	24,21 ± 0,58	118,50 ± 2,00	0,40 ± 0,14	26,85 ± 0,30	139,82 ± 1,85
III	0,16 ± 0,08	12,32 ± 0,22	13,00 ± 0,25	0,24 ± 0,08	10,2 ± 0,42	14,61 ± 0,30
IV	0,16 ± 0,08	4,16 ± 0,12	2,24 ± 0,08	0,20 ± 0,00	4,25 ± 0,20	5,35 ± 0,05

Дальнейшее экстрагирование привело к резкому снижению PCB в 3–4 раза на втором этапе, а на третьем и четвертом этапе их количество не превышало 0,2%.

Содержание кофеина в экстрактах на разных этапах экстрагирования было неравномерным. Наибольшее количество кофеина содержалось в экстрактах, полученных на I и II этапах независимо от ботанического вида кофе. Причем на II этапе экстрагировалось кофеина больше, чем на I этапе: арабика – на 2,3%, робуста – на 14 %. Первые 100 мл экстрактов (I этап) содержали от 36,1 до 37,4% кофеина от общего экстрагированного количества, вторые 100 мл экстрактов (II этап) – 37,6–41,4%.

В экстрактах, полученных на III этапе, содержание кофеина уменьшилось более чем в 2 раза по сравнению с I и II этапами экстрагирования и составляло уже 15,7–19,1% от общего экстрагированного количества кофеина. Последние 100 мл (IV этап) характеризовались остаточным количеством кофеина, которое не превышало 4,25 мг/100 мл.

Всего за четыре этапа экстрагирования удалось извлечь от 57,93 до 65,4 мг/100 мл кофеина, что с учетом навески кофе, взятой для экстрагирования, составляло от 8,28 мг/г до 9,34 мг/г или 0,83–0,93%.

АОА экстрактов отражает в них суммарное содержание антиоксидантов, что определяют разными методами [7]. В отличие от динамики извлечения кофеина максимальные значения АOA экстрактов были получены на I этапе, составляя 67–70% от суммарных значений за все этапы экстрагирования (таблица 3). Причем кофе робуста демонстрировала более высокие значения АOA экстрактов. Многие авторы [8] связывают АOA с фенольными соединениями, которые в своем большинстве экстрагируются в первые пять минут. Фактически первые 100 мл экстракта отражают АOA сваренной чашки кофе. На II этапе экстрагирования для всех образцов было характерно снижение АOA экстрактов в 2,3–2,8 раз. Аналогичная динамика была установлена [9], где АOA кофейных экстрактов из кофейной гущи была в 2,5–3 раза меньше, чем в кофе эспрессо.

Таким образом, содержание кофеина и АOA экстрактов из кофе разных ботанических видов, полученных поэтапным экстрагированием водой с использованием капсульной кофемашины, имеют разную динамику. Максимальное

извлечение кофеина происходит на первых двух этапах, а максимальной АОА обладают первые 100 мл экстрактов. Наибольшие изменения происходили на III этапе, уменьшив АОА кофейных экстрактов в 8–10 раз, содержание кофеина в 2–2,5 раза по сравнению с предыдущим этапом экстрагирования.

Экстракты, полученные на II этапе из уже использованного кофе (кофейная гуща SECГ), содержат кофеин и антиоксиданты, что позволит их использовать для производства напитков с заданными свойствами, одновременно минимизируя воздействие на окружающую среду.

### 2.1.3. Исследование минерального состава кофе и кофейной гущи при экстрагировании

Экстрагирование кофе проводили два раза, получая кофейную гущу после первого экстрагирования КГ1, которую затем подвергали второму экстрагированию, получая кофейную гущу КГ2. Это было обусловлено тем, что экстракты из кофейной гущи (второе экстрагирование) могут быть использованы в составе напитков, а сама кофейная гуща должна быть исследована.

Образцы кофе арабика и робуста отличались массовой долей золы (рис. 1), которой было больше в арабике в 1,23 раз, чем в робусте. Похожие результаты показаны в работе [10], где в арабике содержится на 18% больше суммы минеральных элементов, чем в робусте, причем существенно преобладают K, Na и Mg. Несмотря на то, что авторы использовали по три образца кофе арабики и робусты, но разного географического происхождения, на основании чего нельзя утверждать, что арабика должна содержать больше минеральных элементов, чем робуста.

Массовая доля золы в кофейной гуще, полученной после первого экстрагирования кофе, статистически значимо увеличивалась независимо от его ботанического вида: для арабики на 7,7%, робусты – 7,3% (рис. 1). Debastiani et al. [11] полагают, что кофе ведет себя как «губка», поглощая часть минеральных элементов из горячей воды для заваривания.

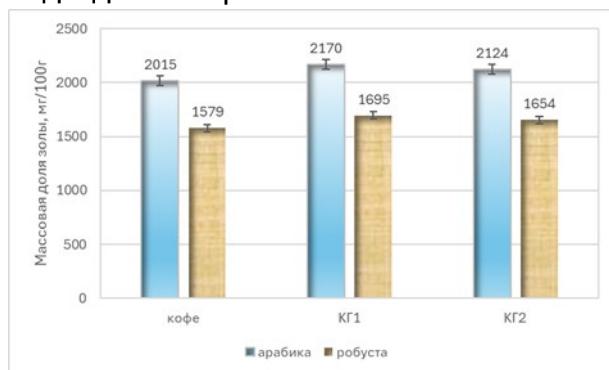


Рисунок 1 – Массовая доля золы, мг/100г

Влияние минерального состава воды на минеральный профиль приготовленных с ее использованием напитков из кофе подтверждают исследования, которые установили, что напиток из растворимого кофе содержит больше, чем кофе, %: K – 9, Mn – 19, Zn – 6, Ca – 10, Са и Na – 3.

Второе экстрагирование привело к уменьшению массовой доли золы в кофейной гуще, что связано с высокой растворимостью в воде калия,

преобладающего, как в кофе, так и в воде для экстракции. Однако статистически значимых различий массовой доли золы между КГ1 и КГ2, как для арабики, так и для робусты, не установлено. Каждый минеральный элемент имеет свой коэффициент переноса, что установлено [11] в результате сравнительного анализа минерального состава молотого кофе, кофейной гущи и растворимого кофе. Самый высокий коэффициент переноса имеют калий и хлор. Это подтверждают результаты наших исследований уменьшения количества калия в КГ1 и КГ2 арабики и робусты в процессе экстрагирования (табл.4 и 5).

Таблица 4

Профиль минеральных элементов кофе Арабика и кофейной гущи ( $p < 0,05$ )

Элементы	Соотношение, %			В пересчете на золу, мг/100 г		
	кофе	КГ1	КГ2	кофе	КГ1	КГ2
K <sup>+</sup>	77,47	58,13	49,86	1561,00	1261,42	1059,02
Ca <sup>2+</sup>	6,20	15,22	18,88	124,93	330,29	401,04
S <sup>6+</sup>	5,25	9,88	11,66	105,79	214,40	247,66
P <sup>5+</sup>	7,97	10,73	11,85	160,60	232,84	251,69
Mg <sup>2+</sup>	2,65	5,06	6,67	53,40	109,80	141,67
Fe <sup>3+</sup>	0,19	0,53	0,61	3,83	11,50	12,95
Mn <sup>2+</sup>	0,10	0,19	0,22	2,02	4,12	4,67
Cu <sup>2+</sup>	0,07	0,16	0,17	1,41	3,47	3,61
Rb <sup>+</sup>	0,07	0,05	0,03	1,41	1,08	0,63
Zn <sup>2+</sup>	0,03	0,05	0,05	0,61	1,08	1,06

Профиль минеральных элементов исследуемых образцов кофе молотого жареного независимо от ботанического вида включал 10 минеральных элементов и представлял собой типичный для кофе ряд: K > P > Ca > S > Mg > Fe > Mn > Cu > Rb > Zn (таблица 4 и 5).

На долю макроэлементов от общего количества в кофе арабика приходилось 99,54% (табл. 4), в кофе робуста – 99,61% (табл. 5), среди которых преобладал K. В арабике его содержалось 1851 мг/100г, а в робусте меньше на 29,4%. Похожие различия в 30,4% в содержании K между арабикой и робустой получены Senila et al [10].

Таблица 5

Профиль минеральных элементов кофе Робуста и кофейной гущи ( $p < 0,05$ )

Элементы	Соотношение, %			В пересчете на золу, мг/100 г		
	кофе	КГ1	КГ2	кофе	КГ1	КГ2
K <sup>+</sup>	76,40	61,79	56,59	1206,36	1047,34	936,00
Ca <sup>2+</sup>	6,24	12,43	14,99	98,52	210,65	247,93
S <sup>6+</sup>	5,59	8,99	10,43	88,26	152,38	172,51
P <sup>5+</sup>	8,58	11,75	11,93	135,48	199,16	197,32
Mg <sup>2+</sup>	2,80	4,19	5,03	44,21	71,02	83,20
Fe <sup>3+</sup>	0,20	0,56	0,61	3,16	9,54	10,09
Mn <sup>2+</sup>	0,10	0,16	0,22	1,58	2,71	3,64
Cu <sup>2+</sup>	0,05	0,07	0,13	0,79	1,18	2,15
Rb <sup>+</sup>	0,02	0,02	0,02	0,32	0,34	0,33
Zn <sup>2+</sup>	0,02	0,04	0,05	0,32	0,68	0,83

В исследуемых образцах кофе количество P было больше, чем Ca и S, но на порядок меньше, чем K. В кофе арабика содержание P было больше, чем в робусте на 18,3%, Ca – на 26,8%, S – на 19,9%. Количество P в образцах кофе превышало количество Ca на 28,5 и 37,5%, соответственно для арабики и робусты. Превышение количества P над Ca является типичным и может доходить в арабике до 49,5%.

Количество Mg в исследуемых образцах кофе было меньше, чем в большинстве опубликованных исследований, но по данным [12], представленных на основании исследований 10 образцов турецкого кофе, количество Mg в них находится в пределах 83,0–237,9 мг/.

Из микроэлементов наибольшая доля в исследуемых образцах кофе приходилась на Fe, количественно не превышая 4 мг/100г. Количество Fe, как в образцах арабики (табл. 4), так и робусты (табл. 5), было больше, чем Mn и Cu. Но его количество в кофе может быть, как больше, так и меньше, чем Mn в зависимости от географического происхождения, например, в китайском кофе. Количество Zn составляло в арабике 0,61 мг/100г, а в робусте было в 2 раза меньше. Zn не всегда удается идентифицировать в кофе, что связано с методами определения, но его содержание может составлять в 10 образцах турецкого кофе от не обнаружено до 42,7 мг/100г [12], в кофе из Польши от 0,51–0,67 мг/100 г до 0,99 мг/100 г.

После первого экстрагирования изменилось соотношение минеральных элементов в КГ1. Доля K и Rb уменьшилась, а остальных минеральных элементов увеличилась, что было характерно независимо от ботанического вида кофе. Отличие КГ1 из арабики и из робусты было в изменениях количества Cu и Rb. В КГ1 из арабики количество Cu увеличилось в 2,5 раза, а в КГ1 из робусты уменьшилось в 4,4 раза, а количество Rb уменьшилось только в КГ1 из арабики (табл. 1), а из робусты – не изменилось (табл. 2).

Количество K в КГ1 из арабики и робусты уменьшилось на 23,7 и 15,2%, соответственно, Соли K обладают полной растворимостью в горячей воде, а ионы K<sup>+</sup> – самый высокий коэффициент переноса, поэтому он всегда присутствует в заваренном кофе в значительных количествах.

Среди минеральных элементов, доля которых увеличивалась в КГ1, выделяется Ca. В КГ1 из арабики его количество возросло в 2,64 раза, а КГ из робусты – в 2,14 раз. Переход Ca из кофе в напиток также, как и других элементов зависит от способа приготовления кофе, но для кофе эспрессо не превышает 25%. На увеличение количества Ca в КГ могла оказать влияние вода, используемая для приготовления напитка из кофе.

Многие авторы в напитках из кофе обнаруживают низкие уровни не только Ca, но и Fe, Cu и Zn несмотря на их присутствие в кофейных зернах в больших количествах и их более высокие концентрации в кофейной гуще, предполагая, что кофе ведет себя как «губка», поглощая часть этих элементов из горячей воды [11]. На основе сравнительного анализа минеральных профилей кофе, напитка из кофе и кофейной гущи, авторы высказали мнение, что для каждого минерального элемента существует свой коэффициент перехода из кофе в напиток. Эффективность извлечения Mg в напиток при приготовлении жареного молотого кофе составляет 45,8–89,7%, а P – не превышает 45,85%. Это объясняет результаты, полученные в наших исследованиях, которые имели похожую тенденцию увеличения количества в КГ1 – S, P, Mg, Fe, Mn, Zn. Но только количество P увеличивалось одинаково в КГ1 из арабики и КГ1 из робусты – в 1,45 раз. Увеличение количества остальных макро- и микроэлементов в КГ1 изменилось в зависимости от ботанического вида кофе, используемого для экстракции (рис. 2). Так, увеличение количества S, Mg, Mn в КГ1 из арабики было более выражено, чем в КГ1 из робусты, а Fe и Zn, наоборот, в КГ1 из робусты было больше, чем в КГ1 из арабики. Но несмотря на это, профиль

минеральных элементов КГ1 арабики и робусты имел одинаковый ряд: K > Ca > P > S > Mg > Fe > Mn > Cu, кроме Zn и Rb. И от профиля минеральных элементов кофе ряд КГ отличался только другим соотношением Ca и P. Количество Ca в КГ1 стало превышать количество P.

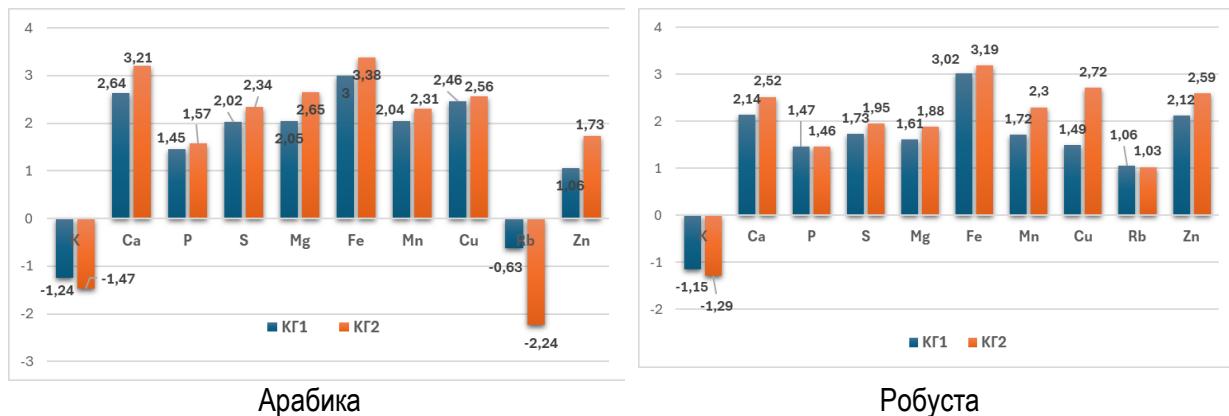


Рисунок 2 – Коэффициенты изменения количества минеральных в кофейной гуще КГ1 и КГ2 по сравнению с кофе

После экстрагирования кофейной гущи КГ1 (второе экстрагирование), в образующейся кофейной гуще КГ2 происходили дальнейшие изменения соотношения минеральных элементов, но тенденция, установленная при получении КГ1, сохранилась. Количество K продолжало уменьшаться, Rb – уменьшаться в КГ2 из арабики, а в КГ2 из робусты не изменяется, а остальных минеральных элементов – увеличиваться. В КГ2 преобладал K, составляя 49,86 и 56,59%, соответственно для арабики и робусты, несмотря на уменьшение его количества на 47,4% по сравнению с кофе и на 19,1% по сравнению с КГ1 арабики и на 28,9 и 11,9% для робусты, соответственно (рис. 2).

Среди остальных минеральных элементов (кроме K) в КГ2 значительная доля приходилась на Ca, отличаясь между КГ2 из арабики и из робусты в 1,26 раза. По сравнению с КГ1 в КГ2 содержалось Ca больше на 21,5 и 17,7%, соответственно для КГ из арабики и робусты, тогда как количество P увеличилось на 8,2% только в КГ2 из арабики. Статистически значимых различий между содержанием P в КГ1 и КГ2 из робусты не установлено. Что касается S и Mg, то их количество в КГ2 из арабики соответственно увеличилось на 15,5 и 29,0%, из робусты – на 13,2 и 17,2%. В целом по сравнению с кофе, используемом для экстрагирования, в КГ2 количество макроэлементов увеличивалось в разы, кроме K, количество которого в разы уменьшалось (рис. 2).

Количество микроэлементов в КГ2 увеличивалось, но в меньшей степени, чем при первом экстрагировании. После первого экстрагирования количество Fe в КГ1 из арабики увеличилось в 3 раза, то после второго экстрагирования только в 1,3 раза (табл. 4). В КГ из робусты была характерна такая же тенденция – в 3 раза при первом экстрагировании и в 1,06 раз при втором (табл. 5). Для Mn и Cu интенсивность увеличения их количества в КГ на разных этапах экстрагирования более существенно зависела от ботанического вида. В КГ из арабики интенсивность была более выраженной при первом экстрагировании, увеличивая количество Mn и Cu в

2,04 и 2,46 раз, соответственно, а при втором экстрагировании интенсивность замедлялась. На втором этапе экстрагирования количество Mn в КГ2 из арабики увеличилось только в 1,3 раза, а количество Cu – в 1,04. В КГ2 из робусты тенденция была похожей, но более равномерной по этапам экстрагирования. На первом этапе экстрагирования в КГ1 из робусты количество Mn и Cu увеличилось в 1,71 и 1,49 раз, соответственно, а на втором этапе в КГ2 – в 1,34 и 1,82 раз.

Интенсивность экстрагирования в зависимости от этапа прослеживалась для Zn, количество которого на первом этапе в КГ1 увеличивалось в 1,77 и 2,1 раз, соответственно из арабики и робусты. Но на втором этапе экстрагирования в КГ2 из арабики статистически значимых изменений в содержании Zn установлено не было, хотя имелась тенденция к уменьшению его количества, а в КГ2 из робусты количество Zn продолжало увеличиваться в 1,22 раза, хотя и не достигло значений характерных для КГ 2 для арабики.

Данные минерального состава КГ и возможность второго экстрагирования, которое приводит к увеличению количества минеральных элементов, могут стать стимулом использования КГ после двух экстрагирований в составе различных пищевых продуктов, что позволит рационально использовать кофейные отходы.

#### 2.1.4. Обоснование выбора способа сушки сырой кофейной гущи

Использование кофейной гущи как добавки в пищевые продукты требует ее обезвоживания, для чего можно использовать разные способы сушки: при комнатной температуре или солнечную; конвективную сушку при разных температурах с принудительной циркуляцией теплого воздуха или без; микроволновую сушку разной мощности [13, 14]. Чем выше температура воздуха и скорость аэрации, тем быстрее кофейная гуща достигает остаточной влажности. С этой целью разработаны специализированные микроволновые установки, позволяющие регулировать не только мощность, но и скорость аэрации воздухом разной температуры [13]. Ускорение сушки возможно с предварительной обработкой поверхности этанолом, что используют для обезвоживания кофейной гущи при переработке в биотопливо [14].

Еще одним условием, влияющим на скорость обезвоживания, является толщина слоя кофейной гущи. При увеличении толщины слоя с 1,25 до 4 см продолжительность сушки увеличивается в 2 раза, но сохранность антиоксидантов связана в большей степени с температурой сушки и скоростью аэрации.

Для оптимизации выбора способа сушки для предприятий общественного питания влажной кофейной гущи до остаточной влажности использовали различные виды сушки с разной толщиной слоя: в комнатных условиях, конвективную сушку при двух температурах, микроволновую сушку при разной мощности. Влияние способа сушки на потерю влаги и антиоксидантные свойства при высушивании в разных условиях проводили на примере кофейной гущи из робусты.

Сырая кофейная гуща из робусты имела влажность 67,8%. Для ее обезвоживания потребовалось различное время в зависимости от способа сушки (табл. 6).

После окончания сушки влажность сухой кофейной гущи не превышала 7,2%, но для ее достижения потребовалось разное количество времени в зависимости от выбранного способа сушки.

Наиболее продолжительной была сушка в естественных условиях в помещении при комнатной температуре  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Ее продолжительность составила 1560 минут или 26 часов при толщине слоя кофейной гущи 1,0 см. Более толстый слой кофейной гущи – 2,0 см потребовал больше времени для достижения требуемых параметров влажности, что составило 1860 минут или 31 час. При этом влажность сухой кофейной гущи была выше на 0,5%, чем при толщине слоя 1 см при меньшем времени сушки на 5 часов.

Таблица 6  
Продолжительность сушки кофейной гущи при разной толщине слоя до остаточной влажности

Способ сушки	Толщина слоя, см	Продолжительность сушки, мин.	Влажность, %
ЕС	1,0	1560	6,4
	2,0	1860	6,9
КС-40	1,0	270	6,2
	2,0	540	6,6
КС-60	1,0	180	6,4
	2,0	360	7,2
МС-650	1,0	7	5,8
	2,0	12	6,0
МС-800	1,0	5	5,9
	2,0	9	6,1

Использование конвективной сушки с циркуляцией воздуха сократило время сушки кофейной гущи. Чем выше была температура и меньше толщина слоя, тем меньше потребовалось времени для достижения необходимой влажности кофейной гущи. Повышение температуры сушки с  $+40$  до  $+60$   $^\circ\text{C}$  сократило ее продолжительность в 1,5 раза независимо от толщины слоя. Однако при толщине слоя 2 см влажность сухой кофейной гуще была выше, чем при толщине слоя 1 см.

Наиболее быстро высушивание кофейной гущи происходило при использовании энергии СВЧ в микроволновой печи. В процессе такой обработки происходят вращательно-колебательные движения молекул. Во время их движения выделяется тепло, интенсивность которого зависит от содержания воды и количества молекул, что приводит к более быстрому нагреву увлажненных участков продукта. Независимо от выбранной мощности для экспериментальных исследований поверхность кофейной гущи нагревалась до  $(160 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Тем не менее, в зависимости от мощности и толщины слоя кофейной гущи потребовалось разное время для достижения у нее необходимой влажности. Меньшей влажности кофейная гуща достигала при толщине слоя 1,0 см при двух мощностях, но различия в продолжительности нагрева составили 2 минуты.

Сырая кофейная гуща содержала фенольных соединений 11,2 мг/г СВ, которые оказали влияние на ее антиоксидантную активность, составившую 61,8 мкг/г СВ (FRAP-тест). Продолжительность сушки при разных температурах сказалась на антиоксидантных свойствах кофейной гущи (табл. 7).

Таблица 7

Содержание фенольных соединений и антиоксидантная активность кофейной гущи, высушенной разными способами

Способ сушки	Фенольные соединения, мг/г СВ		Антиоксидантная активность, мкг/г СВ	
	Толщина слоя кофейной гущи, см			
	1,0	2,0	1,0	2,0
ЕС	8,01	7,04	34,62	33,27
КС-40	7,65	6,24	34,10	33,06
КС-60	9,00	8,10	37,77	35,51
МС-650	9,12	8,34	38,54	36,22
МС-800	9,97	9,26	41,78	38,86

Все виды сушки приводили к снижению количества фенольных соединений, что отражалось на значениях антиоксидантной активности. После сушки образцы кофейной гущи максимально сохранили 89% фенольных соединений при использовании микроволновой сушки МС-800 при толщине слоя 1 см. При этом значения антиоксидантной активности снизились на 32,4% по сравнению с исходными значениями влажной кофейной гуще.

Снижение мощности СВЧ не привело к увеличению антиоксидантных свойств кофейной гущи, вероятно, из-за более длительного процесса сушки, при котором температура в поверхностном слое была одинаковой независимо от мощности. Влияние продолжительности сушки прослеживалось и при конвективном способе несмотря на разный температурный режим. Более эффективным способом конвективной сушки, сохраняющим в большей степени антиоксидантные свойства кофейной гущи, оказался способ КС-60. Естественная сушка заняла промежуточное положение по потере антиоксидантных свойств между конвективной сушкой КС-40 и КС-60.

Независимо от выбранного способа сушки толщина слоя кофейной гущи оказывала влияние, как на содержание фенольных соединений, так и на значения антиоксидантной активности, которые снижались при увеличении толщины кофейной гущи.

При сравнении потерь фенольных соединений и антиоксидантной активности при сушке кофейной гущи с использованием любого нагрева (КС или МС) видно, что значения антиоксидантной активности уменьшались в меньшей степени, чем были потери фенольных соединений. Это могло быть связано с образованием промежуточных продуктов реакции Майяра – меланоидинов, которые также проявляют антиоксидантную активность. Отсутствие высокотемпературного нагрева при естественном способе сушки увеличивало снижение значений антиоксидантной активности по сравнению с конвективными способами сушки.

Таким образом, сушку кофейной гущи можно проводить разными способами, но в зависимости от толщины ее слоя и температурного режима изменяется время сушки. Наиболее эффективным способом сушки является микроволновая сушка МС-800 при толщине слоя кофейной гущи 1 см, что особенно актуально для предприятий общественного питания, снабженных данным оборудованием.

Более длительная циркуляция воздуха при конвективной сушке КС-40 ускоряет потерю антиоксидантных свойств кофейной гущи по сравнению с режимом КС-60.

При высокотемпературной сушке, как конвективным, так и микроволновым способом, снижение значений антиоксидантной активности кофейной гущи происходит в меньшей степени, чем потеря фенольных соединений, что может быть связано с образованием меланоидинов, обладающих антиоксидантной активностью.

Оптимальным способом сушки влажной кофейной гущи является микроволновая сушка при мощности СВЧ 800 Вт в течение 5 минут с перерывами по 20 сек. через каждую минуту, при этом толщина слоя не должна превышать 10 мм. При отсутствии на предприятиях СВЧ печи можно использовать конвективную сушку при температуре 60 °С в течение 180 минут с принудительной циркуляцией воздуха.

## **2.2. Разработка пищевых продуктов с использованием продуктов переработки кофейной гущи**

Полуфабрикаты кофейной гущи в виде экстрактов и порошка использовали при разработке пищевых продуктов. С использованием экстрактов из кофейной гущи разрабатывали напитки, а порошок кофейной гущи использовали при разработке рецептуры печенья.

### **2.2.1. Разработка напитков с использованием экстрактов из кофейной гущи**

Экстракты из кофейной гущи независимо от вида кофе были коричневого цвета меньшей интенсивности, чем кофе, с легким кофейным оттенком во вкусе, но без аромата, характерного для кофе. Самостоятельно его использовать как напиток невозможно. Но экстракт из кофейной гущи по данным наших исследований может содержать 242–268 мг/л кофеина, что при комбинировании его с соками может снизить его содержание в напитке до 150 мг/л, что допустимо для безалкогольных напитков. В случае превышения количества кофеина от 150 мг/л напитки будут отнесены к категории тонизирующих напитков.

В пищевой промышленности для формирования вкусовых качеств напитков используют пищевые добавки. Нашей задачей было разработать напиток без пищевых добавок и сахара, для чего использовали соки прямого отжима из ягод с разным сахарокислотным индексом. Более выраженный сладковатый вкус характерен для соков черники и голубики, а для соков брусники и клюквы – кислый вкус, что не позволяет их использовать без добавления сахара. Все эти соки обладают очень насыщенным вкусом и обычно самостоятельно не используются в производстве соков для потребителей.

Был исследован химический состав соков прямого отжима из ягод (таблица 8), который показал их отличие в содержании кислот и сахаров, что привело к возможности разделить эти соки на две группы, отличающиеся сахарокислотным индексом.

Таблица 8

## Химический состав соков прямого отжима из ягод черники, голубики, клюквы и брусники

Показатели	Соки прямого отжима из ягод			
	черника	голубика	клюква	брусника
Сухие вещества сока прямого отжима, %	17,9±0,4	19,0±0,4	18,4±0,2	18,1±0,3
Сухие вещества фильтрованных соков, %	11,2±0,2	12,2±0,1	11,4±0,2	11,0±0,1
Титруемая кислотность, % на лимонную кислоту	1,50±0,02	1,80±0,03	2,50±0,02	2,10±0,01
Сумма сахаров, %	8,59±0,20	8,13±0,15	6,62±0,15	5,98±0,12
Сахарокислотный индекс	5,73	4,52	2,65	2,84
Фенольные соединения, мг/100 мл	570,4±10,8	541,8±10,1	410,5±9,8	418,3±10,3

Первая группа – соки из черники и клюквы, вторая – соки из клюквы и брусники, отличающиеся сахарокислотным индексом почти в 2 раза. Внутри групп соков значения количества фенольных соединений были приближены, отличаясь между группами в среднем в 1,3 раз, что повлияло на значения их антиоксидантной активности, определенной кулонаметрическим титрованием (рис. 3).

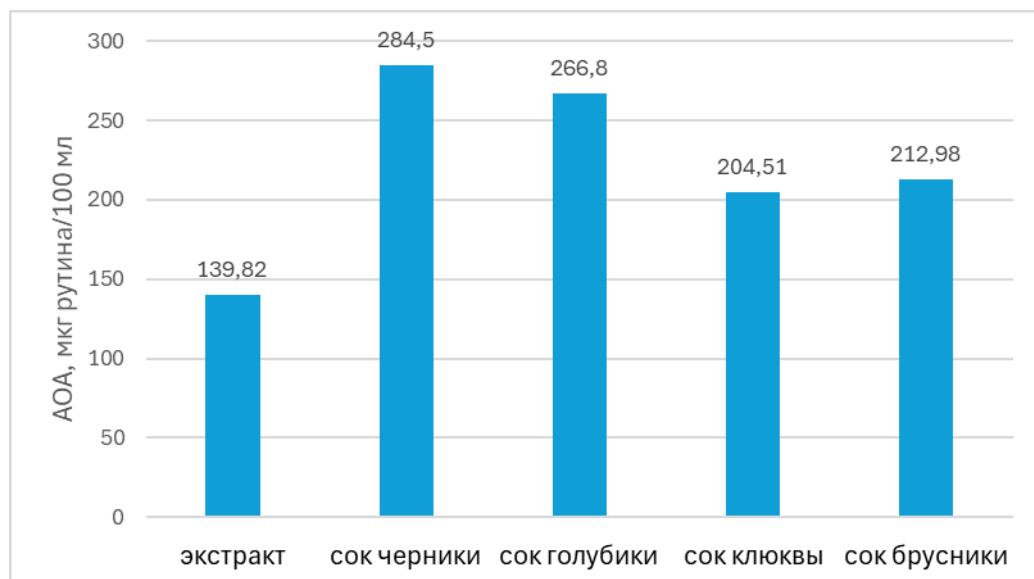


Рисунок 3 – Антиоксидантная активность экстракта кофейной гущи и ягодных соков прямого отжима, мкг рутина / 100 мл

Антиоксидантная активность экстракта кофейной гущи была ниже на 31,6–50,9%. Таким образом, комбинирование соков прямого отжима с экстрактом кофейной гущи повысит антиоксидантную активность разрабатываемых напитков и, следовательно, их пользу для здоровья.

Для разработки рецептуры напитков на первом этапе смешивали соки с разным сахарокислотным индексом: черника/клюква; черника/брусника; голубика/клюква; голубика/ брусника. Постепенно изменяли количество соков, с шагом 20 мл до достижения оптимальных вкусовых качеств с дальнейшим уточнением с шагом 5 мл, что определяли органолептически. В результате были

получены смешанные соки, характеризующиеся сладко-кислым вкусом (таблица 9), что подтверждается сахарокислотным индексом.

Таблица 9

Соотношение соков прямого отжима в смешанных соках

Соки прямого отжима	Состав смешанных соков, %, варианты:			
	1	2	3	4
Черника	70	60		
Голубика			80	75
Клюква	30		20	
Брусника		40		25

На дальнейшем этапе производили добавление смешанных композиций соков к экстракту из кофейной гущи с шагом 20 мл до формирования высокого уровня вкусовых качеств, что оценивали органолептически и доводили до оптимального количества с шагом 5 мл.

Было установлено, что для формирования потребительских свойств напитков на основе экстрактов из кофейной гущи достаточно использовать 15% смешанных соков. Рецептура напитков представлена в таблице 10.

Таблица 10

Рецептура напитков на основе экстрактов из кофейной гущи и соков прямого отжима из ягод, %

Ингредиенты	Напитки на основе экстрактов из кофейной гущи и соков прямого отжима из ягод			
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4
Экстракт кофейной гущи	85,0	85,0	85,0	85,0
Сок черники	10,5	9,0		
Сок голубики			12,0	11,3
Сок клюквы	4,5		3,0	
Сок брусники		6,0		3,7

При таком использовании смешанных соков в рецептуре напитка количество кофеина будет составлять 220 мг/л, что может отнести разработанные напитки согласно ГОСТ 34975–2023 «Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия» в разряд тонизирующих напитков, в которых количество кофеина может составлять 151–400 мг/л. Но полученные тонизирующие напитки обладают пользой для здоровья за счет антиоксидантных свойств, усиленных антиоксидантами соков из ягод (таблица 11).

Таблица 11

Биохимический состав и антиоксидантная активность напитков на основе экстрактов из кофейной гущи и соков прямого отжима из ягод

Показатели	Напитки на основе экстрактов из кофейной гущи и соков прямого отжима из ягод			
	черника/клюква	черника/брусника	голубика/клюква	голубика/брусника
Кофеин, мг/л	220 ± 4	220 ± 4	220 ± 4	220 ± 4
Фенольные соединения, мг/л	785 ± 12	764 ± 10	774 ± 10	767 ± 9
АОА, мг/л	1537 ± 19	1529 ± 8	1535 ± 6	1527 ± 11

Из полученных экспериментальных данных видно, что содержание фенольных соединений и антиоксидантная активность разработанных тонизирующих напитков практически не отличаются в зависимости от использованных соков прямого отжима. Это связано с тем, что основным ингредиентом напитков является экстракт кофейной гущи.

Для разработки напитков безалкогольных на основе экстракта кофейной гущи и соков прямого отжима, не обладающих тонизирующим эффектом с содержанием кофеина менее 150 мг/л, использовали метод разбавления экстракта кофейной гущи в 2 раза дистиллированной водой. Органолептически было установлено, что количество смешанных соков не изменилось в составе напитков. Рецептуры напитков безалкогольных представлены в таблице 12.

Исследование биохимического состава безалкогольных напитков показало, что разбавление экстракта из кофейной гущи дистиллированной водой привело к снижению не только количества кофеина, но и фенольных соединений, а в большей степени к снижению значений антиоксидантной активности напитка. Статистически значимых различий между количеством фенольных соединений и значений антиоксидантной активности между напитками безалкогольными из разных композиций соков прямого отжима из ягод не установлено. Даже разбавленные экстракты из кофейной гущи оказывают существенный вклад в антиоксидантную активность напитков.

Таблица 12  
Рецептура напитков безалкогольных на основе экстрактов из кофейной гущи и соков прямого отжима из ягод, %

Ингредиенты	Напитки на основе экстрактов из кофейной гущи и соков прямого отжима из ягод			
	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4
Экстракт кофейной гущи	42,0	42,0	42,0	42,0
Сок черники	10,5	9,0		
Сок голубики			12,0	11,3
Сок клюквы	4,5		3,0	
Сок брусники		6,0		3,7
Вода дистиллированная	43	43	43	43

Таблица 13  
Биохимический состав и антиоксидантная активность напитков на основе разбавленных экстрактов из кофейной гущи и соков прямого отжима из ягод

Показатели	Напитки на основе разбавленных экстрактов из кофейной гущи и соков прямого отжима из ягод			
	черника/клюква	черника/брусника	голубика/клюква	голубика/брусника
Кофеин, мг/л	109 ± 2	109 ± 2	109 ± 2	109 ± 2
Фенольные соединения, мг/л	743 ± 8	724 ± 12	734 ± 10	727 ± 5
АОА, мг/л	1480 ± 21	1472 ± 14	1479 ± 11	1471 ± 10

Таким образом, экстракты из кофейной гущи могут служить основой для разработки тонизирующих безалкогольных напитков с содержанием кофеина более 150 мг/л, а также для разработки напитков безалкогольных с условием разбавления экстрактов. Формирование вкусовых свойств напитков возможно за счет использования комбинации соков прямого отжима из ягод без использования

пищевых добавок и сахара, что наравне с экстрактами из кофейной гущи обуславливает пользу для здоровья за счет содержания природных антиоксидантов.

## 2.2.2. Разработка мучных кондитерских изделий с добавкой порошка кофейной гущи на примере сдобного печенья

Одним из объектов обогащения порошком кофейной гущи являются мучные кондитерские изделия. Их добавляют в маффины и печенье [15]. С увеличением количества сухой кофейной гущи в мучных кондитерских изделиях повышается их антиоксидантная активность и количество пищевых волокон, но существенно изменяются органолептические показатели, особенно цвет. Наиболее приемлемым качеством для потребителей обладают маффины с добавлением сухой кофейной гущи в количестве до 2% взамен пшеничной муки, а в печенье – до 7% в зависимости от рецептуры. Повышение количества сухой кофейной гущи до 30% в рецептуре маффинов отражается не только на его структуре, но и на появлении неприемлемого потребителем вкуса.

Для исследований за основу была взята рецептура песочно-выпекаемого сдобного печенья круглого, рецептура 155в [2]. Сухую кофейную гущу измельчали и полученный порошок смешивали с пшеничной мукой высшего сорта, последовательно заменяя пшеничную муку порошком кофейной гущи в количестве 5,0; 10,0; 15,0%. Затем добавляли все остальные подготовленные ингредиенты и замешивали тесто, которое формовали в виде кругов и выпекали в течение 18 мин при 170 °С. Исследования проводили после охлаждения печенья в течение 1 часа при комнатной температуре. Рецептуры печенья контрольных и опытных образцов представлены в таблице 14.

Таблица 14  
Рецептура сдобного печенья контрольного и опытных образцов

Ингредиенты	Контроль	Расход сырья, г		
		Опытные образцы		
		Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Мука пшеничная высшего сорта	560	532	544	516
Порошок кофейной гущи	-	28	56	84
Пудра сахарная	185	185	185	185
Масло сливочное	375	375	375	375
Меланж	56	56	56	56
Пудра ванильная	3	3	3	3
Итого:	1179	1179	1179	1179
Выход	1000	1000	1000	1000

Опытные образцы печенья с порошком кофейной гущи отличались внешним видом, в частности состоянием поверхности и цветом при сохранении формы изделий при использовании порошка до 10% (рис. 4). При использовании порошка в количестве 15% в целом форма сохранялась, но появились незначительные выплывы и трещинки на поверхности.



Рисунок 4 – Внешний вид сдобного печенья с добавкой порошка из кофейной гущи

Несмотря на измельчение сухой кофейной гущи в порошок на поверхности печенья и в его структуре ощущались частички кофейной гущи, которые легко разжевывались и по ощущениям напоминали изделия с маком. При этом все изделия, включая печенья без порошка (контроль) имели глянцевую поверхность за счет ее обработки перед выпечкой болтуской из яичных продуктов. Если вкус контрольного образца был ванильный за счет использования в его составе ванильной пудры, то у опытных образцов он характеризовался как ванильно-кофейный, который усиливается с увеличением количества порошка. Тоже можно сказать и о запахе – приятный ванильно-кофейный, усиливающийся с увеличением количества порошка в рецептуре.

Наибольшие различия между контрольным и опытными образцами печенья заключались в цвете, что отразилось на их колориметрические характеристики (табл. 15).

Таблица 15

Колориметрические характеристики сдобного печенья

Колориметрические характеристики	Сдобное печенье			
	контроль	с порошком из кофейной гущи, %		
		5,0	10,0	15,0
L*(D65)	76,27	58,14	52,74	49,32
a*(D65)	2,83	3,04	3,10	3,19
b*(D65)	24,54	17,53	12,36	12,42
ΔE	-	19,44	7,47	3,43

Результаты исследований показали, что добавление 5,0% порошка кофейной гущи существенно изменяют колориметрические характеристики по отношению к контролю, которое становится темнее, снижая значения L\* на 23,8%. Разница в цвете составляет 19,44. Координаты цвета смещаются в сторону красных (координата a\*) и желтых (координата b\*) оттенков, поскольку кофейная гуща имеет темный цвет из-за образования меланоидинов во время обжарки кофе через реакцию Майяра.

При увеличении количества порошка кофейной гущи до 10,0% печенье становилось темнее по сравнению с контролем, но по сравнению с образцом печенья с 5% порошка эти изменения были менее существенны. Разница в цвете составили 7,47 единиц, что в 2,6 раза меньше, чем между контролем и опытным печеньем с 5% порошка.

Дальнейшее увеличение количества порошка снижало разницу в колориметрических характеристиках между опытными образцами печенья, что подчинялось полиномиальной зависимости 2-го порядка (рис. 5). Между образцами печенья с 10,0 и 15,0% порошка кофейной гущи разница в цвете хотя и была различимая, попадая в диапазон значений ( $1,5 \leq \Delta E < 3,0$ ), но статистически значимых изменений координат цвета  $a^*$  и  $b^*$  не установлено.

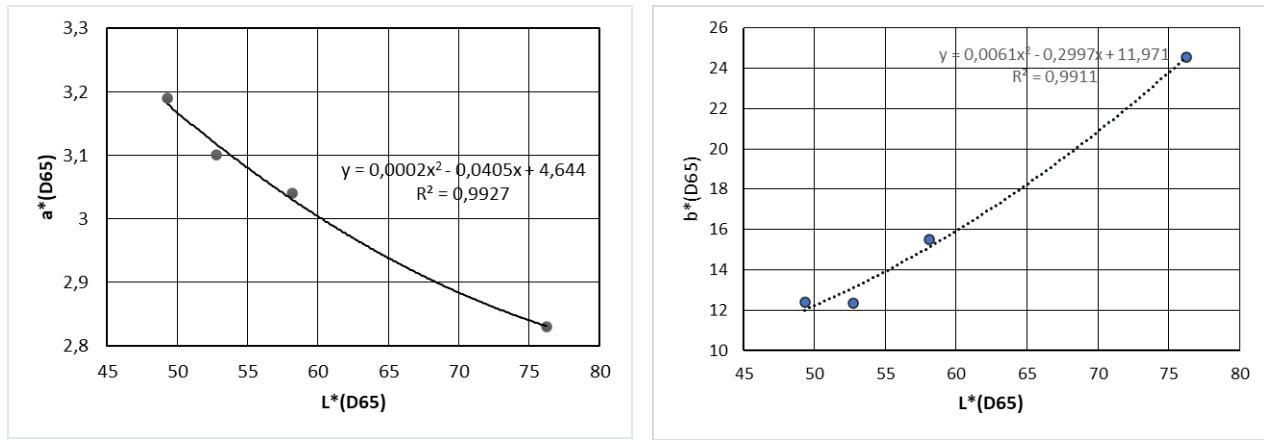


Рисунок 5 – Влияние координат цвета на значения светлоты печенья в зависимости от количества добавки порошка кофейной гущи

Таким образом, использование добавки порошка из кофейной гущи в рецептуре печенья вносит существенные изменения в его колориметрические характеристики. Печенье становится темнее при смещении координат цвета  $a^*$  и  $b^*$  в сторону красных и желтых оттенков. Дальнейшее повышение количества порошка кофейной гущи в рецептуре печенья приводит к снижению различий колориметрических характеристик между опытными образцами.

Результаты исследований физико-химических показателей качества контрольного и опытных образцов сдобного печенья с добавкой порошка из кофейной гущи представлены в таблице 16.

Таблица 16  
Показатели качества контрольного и опытных образцов сдобного печенья

Показатели	Сдобное печенье			
	контроль	с порошком из кофейной гущи, %		
		5,0	10,0	15,0
Влажность, %	$4,9 \pm 0,1$	$4,8 \pm 0,1$	$4,7 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$
Намокаемость, %	$159,1 \pm 3,5$	$163,0 \pm 2,8$	$168,4 \pm 4,0$	$173,2 \pm 3,9$
Прочность, г	$1072,3 \pm 21,5$	$1136,0 \pm 18,0$	$1189 \pm 16,7$	$1233 \pm 21,1$
АОА, мкг/г СВ	$4,22 \pm 0,08$	$6,85 \pm 0,12$	$9,10 \pm 0,17$	$11,50 \pm 0,11$

Влажность контрольного образца печенья соответствовала заявленной влажности согласно рецептуре [2]. Порошок из кофейной гущи практически не оказал влияние на влажность опытных образцов печенья, хотя наметилась тенденция к ее снижению. Статистически значимых различий между контролем и опытными образцами с 5 и 10% порошка из кофейной гущи не установлено. При использовании 15% порошка в рецептуре печенья влажность снизилась на 0,5% по сравнению с контролем и на 0,3% по сравнению с опытным образцом с 10% порошка.

В отличие от влажности намокаемость и прочность опытных образцов сдобного печенья увеличивались с повышением количества порошка в рецептуре, что подтверждается более рассыпчатой структурой опытных образцов печенья.

Порошок кофейной гущи, обладающий антиоксидантной активностью за счет антиоксидантов фенольной природы, повысил антиоксидантную активность опытных образцов печенья, хотя нельзя исключать роль меланоидинов, образующихся в процессе выпечки за счет высокого содержания белков и добавленного сахара, аминогруппы и карбонильные группы которых вступают в реакцию Майяра. Это подтверждают данные антиоксидантной активности контрольного образца печенья. Происходило статистически значимое увеличение значений антиоксидантной активности опытных образцов сдобного печенья по сравнению с контрольными образцами. 5% порошка из кофейной гущи повысили АОА печенья на 62,3%, 10% порошка – в 2,15 раз, а 15% порошка – в 2,73 раза.

Порошок из кофейной гущи в составе сдобного печенья оказал влияние на его пищевую ценность, увеличив количество пищевых волокон, фенольных соединений и минеральных элементов (таблица 17).

Таблица 17  
Содержание пищевых волокон, фенольных соединений и золы в опытных образцах сдобного печенья с порошком из кофейной гущи

Показатели	Сдобное печенье			
	контроль	с порошком из кофейной гущи, %		
		5,0	10,0	15,0
Пищевые волокна, %	-	1,60 ± 0,03	3,21 ± 0,06	4,89 ± 0,10
Фенольные соединения, мг/ 100 г	10,2 ± 0,2	35,8 ± 0,63	59,4 ± 0,9	86,7 ± 1,1
Зольность, %	0,59 ± 0,01	0,68 ± 0,01	0,76 ± 0,01	0,85 ± 0,02

Контрольный образец сдобного печенья не содержал пищевых волокон и зольность его была минимальной, что подтверждает использование в рецептуре пшеничной муки высшего сорта. В противовес эти изделия содержали фенольные соединения хотя и в минимальном количестве. Опытные образцы печенья содержали пищевые волокна в количестве 1,60–4,89 %, что обеспечило использование порошка из кофейной гущи. При этом зольность печенья также повышалась. Такая же тенденция была характерна и для фенольных соединений, хотя часть из них, содержащихся в порошке из кофейной гущи разрушилась при выпечке.

Таким образом, разработанные рецептуры сдобного печенья с порошком из кофейной гущи в количестве 5,0 и 10,0% не ухудшают органолептические показатели, формируя ванильно-кофейный привкус и рассыпчатую консистенцию с ощутимыми частичками порошка при разжевывании и на поверхности. 15,0% порошка из кофейной гущи использовать в рецептуре сдобного печенья не целесообразно, так как при его выпечке формируется излишне коричневый цвет сопоставимый с подгорелостью, на поверхности образуются мелкие трещинки, а форма печенья может быть с выплывами.

Порошок из кофейной гущи в составе сдобного печенья независимо от его количества способствует формированию антиоксидантных свойств продукта за счет фенольных антиоксидантов порошка и повышает долю пищевых волокон и минеральных элементов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кофе является одним из самых востребованных напитков на потребительском рынке. При его реализации потребителю в виде напитка в кафе и ресторанах образуется значительное количество отходов – кофейной гущи. При заваривании кофе происходит твердожидкостная экстракция горячей водой, которая позволяет извлечь только водорастворимые и ароматические вещества. Значительная часть пищевых веществ, таких как белки, липиды, пищевые волокна полностью, и частично фенольные соединения и кофеин остаются в кофейной гуще, что создает потенциал использования их для обогащения пищевых продуктов. Разработка процессов переработки кофейной гущи и их использование в производстве пищевых продуктов может быть более осуществимым подходом к ограничению ущерба окружающей среде и здоровью от отходов кофе.

В работе предложен поэтапный процесс переработки кофейной гущи, который легко осуществить на предприятиях общественного питания. Из кофейной гущи, образующейся при заваривании кофе, путем повторного заваривания получают экстракты. Установлено, что экстракты из кофейной гущи содержат 240–260 мг/л кофеина и обладают антиоксидантными свойствами.

Кофейная гуща, образующаяся после повторного заваривания подвергается сушке, для чего можно использовать микроволновые печи и осуществлять сушку циклически с перерывами на 20 сек. через каждую минуту в течение 5 минут при мощности 800 Вт. При отсутствии микроволновых печей можно использовать конвективную сушку в тепловом шкафу с принудительной циркуляцией и температурой 60 °С в течение 180 минут. Независимо от выбранного способа сушки толщина слоя кофейной гущи не должна превышать 1 см. Эти способы сушки позволяют максимально сохранить фенольные антиоксиданты кофейных отходов.

Экстракты из кофейной гущи могут служить основой для разработки безалкогольных и безалкогольных тонизирующих напитков. Разработаны рецептуры безалкогольных тонизирующих напитков на основе экстракта кофейной гущи и смешанных соков прямого отжима из ягод в соотношении 85:15, содержание кофеина в которых составило 220 мг/л. Для избежания использования сахара в рецептуре напитков были разработаны композиции соков из ягод с разной степенью сладости, определяемой на основе сахарокислотного индекса – черника/клубника; черника/брусника; голубика/клубника; голубика/брусника. Для разработки безалкогольных напитков на основе экстракта кофейной гущи и смешанных соков можно использовать разбавление экстракта водой в 2 раза, что снизит количество кофеина до необходимых требований к безалкогольным напиткам. При этом количество сока в рецептуре остается неизменным.

Порошок из кофейной гущи можно использовать как обогащающую добавку в мучные кондитерские изделия из пшеничной муки высшего сорта. На примере сдобного печенья разработана рецептура с порошком из кофейной гущи в количестве 10% путем замены пшеничной муки. Сдобное печенье с порошком из кофейной гущи характеризовалось более красивым внешним видом, оригинальным вкусом, рассыпчатой консистенцией. По сравнению со сдобным печеньем из пшеничной муки высшего сорта оно обогащено пищевыми волокнами, минеральными элементами и имеет более выраженные антиоксидантные свойства.

Научный проект, направленный на вторичную переработку кофейных отходов и их использование для разработки новых пищевых продуктов в рамках легко реализуется в индустрии питания и позволяет избежать расходов на утилизацию кофейных отходов, снизить вред окружающей среде.

### Список используемых источников:

1. Yusufoğlu, B. Bio-recycling of spent coffee grounds: Recent advances and potential applications / B. Yusufoğlu, G. Kezer, Yi.Wang [et al.] // Current Opinion in Food Science. – 2024. – № 55. – 101111.
2. Рецептуры на печенье. М.: Пищевая промышленность. – 1989. – 236 с.
3. Liczbiński, P. Tea and coffee polyphenols and their biological properties based on the latest in vitro investigations / P. Liczbiński, B. Bukowska // Industrial Crops & Products. – 2022. – № 175. – 114265.
4. Рогожин, В.В., Практикум по биохимии сельскохозяйственной продукции / В.В. Рогожин, Т.В. Рогожина. – СПб: ГИОРД. – 2016. – 480 с.
5. Cavanagh, Qu. Rupasinghe Innovative technologies used to convert spent coffee grounds into new food ingredients: Opportunities, challenges, and prospects /Qu. Cavanagh, M. Su-L. Brooks, H. P. Vasantha [et al.] // Future Foods. – 2023. – № 8. – 100255.
6. Tsoi, B. Comparing antioxidant capacity of purine alkaloids: A new, efficient trio for screening and discovering potential antioxidants in vitro and in vivo / B. Tsoi, R.N. Yi, L.F. Cao [et al.] // Food Chemistry. – 2015. – № 176. – P. 411-419.
7. Maiyah, N. Recovering bioactive compounds and antioxidant capacity of medium roasted spent coffee grounds through varied hydrothermal brewing cycles / N. Maiyah, S. Kerdpiboon, S. Supapvanich [et al.] // Journal of Agriculture and Food Research. – 2025. – № 20. – 101789.
8. Beaudor, M. Comparing the efficiency of extracting antioxidant polyphenols from spent coffee grounds using an innovative ultrasound-assisted extraction equipment versus conventional method / M. Beaudor, P. Vauchel, D. Pradal [et al.] // Chemical Engineering & Processing: Process Intensification. – 2023. – № 188. – 109358.
9. Ramón-Gonçalves, M. Extraction, identification and quantification of polyphenols from spent coffee grounds by chromatographic methods and chemometric analyses / M. Ramón-Gonçalves, E. Gómez-Mejía, N. Rosales-Conrado [et al.] // Waste Management. – 2019. – № 96. – P. 15–24.
10. Senila, M. Essential and nonessential elements, lipids and volatile compounds in coffee and transfer to coffee brews: Assessment of the benefits and potential risks for human health / M. Senila, E. Kovacs, L. Senila // Food Science & Nutrition. – 2025. – № 13. –e4640.
11. Debastiani, R. Elemental analysis of Brazilian coffee with ion beam techniques: from ground coffee to the final beverage / R. Debastiani R., C.E.I. dos Santos, M. M. Ramos [et al.] // Food Res. Int. – 2019. – № 119. – P. 297–304.
12. Özdestan, Ö. Evaluation of bioactive amine and mineral levels in Turkish coffee / Ö. Özdestan // Food Research International. – 2014. – № 61. – P. 167–175.
13. Tun, M. M. Spent coffee ground as renewable energy source: Evaluation of the drying processes / M. M. Tun, H. Raclavská, D. Juchelková [et al.] // Journal of Environmental Management. – 2020. – № 275. – 111204.
14. Reyes-Chaparro, J.E. Experimental study of parchment coffee drying using the combined fluidization and microwave process: Analysis of drying curves and thermal imaging / J.E Reyes-Chaparro, J.R. Arballo, L.A. Campaňone [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2024. – № 383. – 112214.
15. Benincá, D.B. Incorporation of spent coffee grounds in muffins: A promising industrial application / D.B. Benincá, L.B. do Carmo, M. Grancieri [et al.] // Food Chemistry Advances. – 2023. – № 3. – 100329.



Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 2,1. Тираж 100 экз.  
Издательство НОО Профессиональная наука  
Нижний Новгород, ул. Горького, 4/2,  
4 этаж, офис №1  
Издательство Smashwords, Inc.