

**Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого**  
**Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли**

На правах рукописи

**МУХУТДИНОВ РУСЛАН РАМИЛЬЕВИЧ**

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ  
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Направление подготовки 19.06.01 «Промышленная экология и биотехнология»

---

*Код и наименование*

Направленность 05.18.15 Технология и товароведение пищевых продуктов  
функционального и специализированного назначения  
и общественного питания

---

*Код и наименование*

**НАУЧНЫЙ ДОКЛАД**

об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)

Автор работы: Мухутдинов Р.Р.  
Научный руководитель: профессор,  
к.т.н. Пилипенко Т.В.

Санкт Петербург – 2019

Научно-квалификационная работа выполнена в ВШСТ Института ПМЭиТ федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Директор ВШСТ

Капустина Ирина Васильевна  
К.э.н., доцент

Научный руководитель:

Пилипенко Татьяна  
Владимировна  
К.т.н., профессор

Рецензент:

Арсеньева Тамара Павловна  
д.т.н., профессор  
профессор кафедры прикладной  
биотехнологии Университета  
ИТМО

С научным докладом можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» и на сайте Электронной библиотеки СПбПУ по адресу: <http://elib.spbstu.ru>

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность работы**

Хлебобулочные изделия, выработанные с введением в их состав добавок растительного происхождения, с функциональными свойствами могут быть рекомендованы людям всех возрастных групп. Очень важно, чтобы биологически активные вещества, входящие в состав добавок сохраняли активность при выпечке хлеба и не приводили к образованию вредных для человека веществ.

В большинстве стран в настоящее время существует тенденция замены сахара, входящего в рецептуру хлебобулочных изделий на сахара, входящие в состав добавок из сырья растительного происхождения. Известно, что различные типы природного сахара, которые содержатся в плодах, не оказывают негативного влияния на человека, чего нельзя сказать о тех продуктах, в которые он добавлен искусственно.

Образ жизни большинства населения России приводит к употреблению большого количества уже обработанных пищевых продуктов, лекарственных средств, а также загрязнение окружающей являет основой для распространения свободных радикалов. В связи с этим многие подвержены оксидативному стрессу с самого раннего возраста, поэтому существует необходимость потребления продуктов с высоким антиоксидантным воздействием.

В связи с этим изучение и использование добавок из нетрадиционного для России сырья растительного происхождения с выраженными функциональными свойствами и высоким содержанием сахаров является весьма актуальным.

### **Цель и задачи исследования**

Цель работы исследовать и разработать рецептуры хлебобулочных изделий с использованием пищевых добавок на основе порошков из плодов унаби и выжимок рябины черноплодной с выраженными антиоксидантными свойствами.

Для достижения данной цели решались следующие **задачи**:

- на основании изучения морфологических признаков и органолептических показателей оценить возможность их использования для производства обогащающих добавок;
- оценить химический состав и антиоксидантные свойства пяти сортов плодов унаби и выбрать наиболее оптимальный сорт для производства пищевой добавки;
- оценить функциональные свойства порошков из жмыха черноплодной рябины;
- разработать рецептуры хлебобулочных изделий с рекомендованными функциональными добавками;
- исследование влияния рекомендованных добавок на органолептические, деформационные и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий;

– установить сроки годности хлебобулочных изделий, на основе исследования изменения в процессе хранения органолептических, физико-химических и структурно-механических показателей специализированных хлебобулочных изделий.

### **Научная новизна**

Определен компонентный состав сахаров и органических кислот пяти сортов плодов унаби отечественной селекции; установлено наличие у них антиоксидантных свойств, что доказывает целесообразность использования порошков из плодов без косточки для повышения биологической ценности хлеба.

На основании определения биохимического состава порошка из жмыха черноплодной рябины и определения его антиоксидантных свойств обоснован выбор добавки из вторичных продуктов переработки рябины черноплодной для производства специализированных хлебобулочных изделий.

На основании комплексных исследований обоснована возможность использования природных источников биологически активных веществ – плодов унаби и вторичных продуктов переработки плодов черноплодной рябины при производстве специализированных хлебобулочных изделий.

Показано, что использование порошков из плодов унаби позволят уменьшить содержание сахара в рецептуре хлебобулочных изделий, что согласуется с современным направлением производства специализированных хлебобулочных изделий.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Проведенные исследования достоверно показали возможность использования новых видов сырья (плоды унаби и вторичные продукты переработки черноплодной рябины) при производстве специализированных хлебобулочных изделий с функциональными свойствами.

Разработан пакет документов ТУ изделия хлебобулочные из пшеничной муки «булочка унаби» ТУ 10.71.11-012-38159944-16 и ТИ к ТУ, рецептура. Разработка рецептур хлебобулочных изделий с использованием предложенных обогащающих добавок позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности. Рецептуры апробированы в производственных ООО «Биоресурс» (г. Санкт-Петербург).

### **Апробация работы**

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международных научных и научно-практических конференциях: на международной научно-практической конференциях (Екатеринбург, 2016); (Троицк, 2016); на 2-х международных молодежных научных конференциях (Курск, 2017); на международной конференции (Санкт-Петербург, 2017); на 20-ой Международной научно-практической конференции (Москва, 2017); 4-й Международной научно-практической конференции (Курск, 2018); на международных научно-практических конференциях (Казань, 2019) и (Самара 2019).

**Публикации** по материалам поведенных исследований опубликовано 10 работ, из них 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

### **Представление научного доклада: основные положения**

На защиту выносятся следующие положения:

- теоретические и экспериментальные основы по разработке рецептуры специализированных хлебобулочных изделий с использованием обогащающих добавок из плодов унаби и жмыха черноплодной рябины;
- рецептуры разработанных специализированных хлебобулочных изделий с функциональными свойствами;
- результаты исследований органолептических, физико-химических и деформационных показателей специализированных хлебобулочных изделий.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении представлены данные, об актуальности работы, цель и задачи исследования, приведены новизна и практическая значимость полученных результатов исследования, а также перечень основных положений выносимых на защиту.

**В аналитическом обзоре литературы** приведены результаты анализа современных литературных источников об оценке функциональных и лечебно-профилактических свойств плодовой культуры унаби и об использовании вторичных продуктов переработки черноплодной рябины. Анализ литературных источников позволил установить, перспективность использования порошков из плодов унаби и жмыха черноплодной рябины для разработки специализированных хлебобулочных изделий с использованием природных источников биологически активных веществ.

### **Объекты, (предмет) и методы исследования**

Объекты исследования были выбраны в соответствии с целью и поставленными задачами: плоды унаби отечественной селекции Никитского ботанического сада и сорт широко распространенный в садах Краснодарского края; порошки из их высушенных плодов унаби и жмыха черноплодной рябины; хлебобулочные изделия с добавками из порошков унаби и черноплодной рябины.

Оценку органолептических показателей были проведены методом закрытой дегустации органолептической комиссией в составе 7 человек. Морфологические признаки плодов унаби определяли по общепринятой методике. При выполнении работы применялись стандартные общепринятые в исследовательской работе методы исследования: определение кислотности по ГОСТ 5670-96; пористости по ГОСТ 5669-96; влажности по ГОСТ 21094-75; удельного объема по ГОСТ 27669-88. Определение общей антиоксидантной активности проводили методом FRAP и на комплексе «Эксперт-006-антиоксиданты». Определение суммарного количества флавоноидных веществ по ГОСТ Р 55312-2012. Структурно-механические характеристики ХБИ определяли на структурометре СТ-2.

Определение состава сахаров и органических кислот проводили методом газовой хроматографии на хроматографе с пламенно-

ионизационным детектором в образцах подвергнутых силилированию с целью получения триметилсилильных производных на хроматографе Shimadzu GC 2010 Plus, Shimadzu Corporation, Япония в аналитической лаборатории ООО «АМТ», г. Санкт-Петербург.

### Результаты и их обсуждение

#### Оценка плодов унаби по морфологическим признакам и органолептическим показателям.

При выполнении работы были проведены исследования плодов унаби селекции Никитского ботанического сада, включенные в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации в 2014 году: «Коктебель», «Синит», «Цукерковый» и «Радослав» – новый сорт селекции Никитского ботанического сада и сорт, условно названный «Краснодарский», широко распространенный в Краснодарском крае, в том числе на приусадебных участках. После оценки морфологических признаков плоды хранили при температуре  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Результаты приведены в табл. 1.

**Таблица 1. — Основные морфологические признаки сортов унаби**

Сорт унаби	Высота, мм	Ширина, мм	Масса плода, г	Масса косточки, г	Массовая доля мякоти, %
Китайский-2	19,4	16,9	2,83	0,20	93,4
Коктебель	20,7	16,8	2,99	0,22	93,1
Синит	21,9	17,3	3,29	0,22	93,7
Цукерковый	19,4	15,5	2,29	0,18	92,7
Радослав	25,6	20,9	7,71	0,38	95,3
Краснодарский	35,9	24,2	10,0	0,45	95,7

Исследования показали, что самые крупные плоды были у сорта «Краснодарский» и нового сорта селекции Никитского ботанического сада – «Радослав».

Сорт «Коктебель». Кожура оранжево-коричневого цвета, глянцевая; мякоть не очень сочная, вкус сладкий с кислинкой, фруктовый аромат. Лежкость низкая – при хранении выделяется сок, плоды приобретают рыхлую консистенцию.

Сорт «Синит». Кожура коричневого цвета, матовая, очень прочная; консистенция мякоти плотная; вкус с незначительным кислым привкусом; аромат слабый, грушевый. Лежкость умеренная.

Сорт «Цукерковый». Кожура темно-коричневого цвета, тонкая; консистенция мякоти мягкая, сочная; вкус кисло-сладкий, без аромата. Лежкость умеренная.

Сорт «Радослав». Кожура плотная, слегка морщинистая, от светло- до темно-коричневого цвета; мякоть плотная; вкус приятный сладкий с легкой кислинкой; аромат слабый грушевый. Лежкость высокая.

Сорт «Краснодарский». Кожура упругая, от светло- до темно-коричневого цвета; мякоть плотная, мясистая, желто-зеленого цвета; вкус приятный, сладкий с небольшой кислинкой. Лежкость хорошая.

Сорт «Китайский-2» имел кожуру насыщенного каштанового цвета, мякоть сочную, сладкую, с фруктовым ароматом. Лежкость средняя.

С целью оценки возможности использования плодов унаби для производства специализированных хлебобулочных изделий было определено общее содержание сахаров и органических кислот и их компонентный состав. Общее содержание сахаров в % составляло в сортах: «Китайский-2» – 32,4%; «Синит» – 29,4%; «Радослав» – 29,1%; «Краснодарский» – 28,7%; «Коктебель» – 21,9%; «Цукерковый» – 15,9%. Компонентный состав сахаров приведен в табл.2.

**Таблица 2. — Компонентный состав сахаров плодов унаби**

Сорт Унаби	Содержание сахаров, в % отн.						
	Фруктоза	Раффиноза	Сахароза	$\alpha$ -глюкоза	$\beta$ -глюкоза	Манноза	Прочие
Китайский-2	19,4	1,2	48,4	12,3	13,1	4,8	0,8
Синит	30,8	0,3	19,8	19,7	20,7	6,6	2,1
Цукерковый	26,7	0,7	33,4	16,1	16,6	5,5	1,0
Коктебель	31,4	0,1	12,6	28,3	19,1	8,2	0,3
Радослав	28,9	0,1	13,1	29,6	20,4	6,4	1,5
Краснодарский	29,4	0,2	13,7	28,9	19,9	6,1	1,8

В сорте «Китайский-2» и «Цукерковый» содержалось 48,4% и 33,4% сахарозы от общего количества сахаров, соответственно, что и определило их выраженный сладкий вкус и консистенцию порошков. Во всех образцах были определены 2 фракции глюкозы  $\alpha$ -глюкоза и  $\beta$ -глюкоза. Известно, что  $\alpha$ -глюкоза является структурным элементом крахмала и сахарозы, а  $\beta$ -глюкоза - целлюлозы, и содержится в кожуре плодов унаби, что согласуется с органолептическими показателями.

Общее содержание органических кислот составило (в %): «Синит» – 4,1%; «Китайский-2» – 3,1%; «Краснодарский» – 2,7%; «Цукерковый» – 1,9%; «Радослав» – 1,3%, «Коктебель» – 1,2 %. В табл.3 приведен компонентный состав органических кислот в плодах унаби.

**Таблица 3. — Компонентный состав органических кислот плодов унаби**

Сорт Унаби	Содержание кислот, в % отн.					
	Лимонная	Яблочная	Янтарная	Винная	$\alpha$ -кетоглутаровая	Прочие
Китайский-2	79,84	17,22	0,16	—	1,63	1,15
Синит	83,92	13,49	0,19	0,12	2,17	0,11
Цукерковый	84,21	11,52	0,17	—	4,04	0,06
Коктебель	85,30	12,36	0,25	0,25	1,84	—
Радослав	87,40	9,70	0,30	—	1,91	0,70
Краснодарский	84,44	12,45	0,15	—	2,62	0,34

Из данных, приведенных в табл. 3 видно, что основной кислотой в плодах унаби является лимонная кислота, содержание которой колеблется от 79,84 в сорте «Китайский-2» до 87,40% в сорте «Радослав». Кроме кислот, приведенных в табл. 3. плоды унаби в зависимости от сорта содержали незначительные количества и других кислот. Такие сорта как «Радослав»,

«Цукерковый» и «Синит» содержали менее 1,0% фумаровой кислоты; унаби сорта «Китайский-2» содержал аконитовую кислоту, а унаби сорта «Синит» дополнительно содержал глутаровую кислоту.

Из плодов унаби без косточек всех сортов были получены порошки следующим способом: поды унаби перебирали, удаляли черешки и косточку, мелко нарезали и высушивали при температуре 50°C в течение 24 часов, затем измельчали на лабораторном измельчителе ЛЗМ-М1. Порошки имели выраженный фруктовый аромат, сладкий вкус. Порошки из сортов унаби «Кистайский-2» и «Коктебель» имели комковатую консистенцию. «Синит» и «Радослав» при хранении излишне уплотняется. Лучшими были порошки сортов «Цукерковый» и «Краснодарский».

Вторым объектом исследования для получения обогащающих добавок был выбран жмых из плодов рябины черноплодной. В нашей стране этот вторичный продукт, получаемый после отжима сока, практически не используется в хлебопечении из-за значительного влияния на цвет изделий. Предварительно был проведен опрос возможных потребителей хлебобулочных изделий с этой добавкой, который дал положительные результаты. По литературным данным он обладает выраженными функциональными свойствами и широко используется во многих европейских странах и даже в Японии.

Добавку получали высушиванием жмыха при температуре не выше 50°C; измельчали и просеивали через сито с отверстиями 0,5 мм. Образец порошка имел: свекольный цвет с незначительным включением белых частиц семян; травяной запах; рассыпчатую консистенцию. За счет удаления, перед сушкой, сока на ощупь порошок был сухой, не прилипающий к рукам.

Во всех образцах порошков была определена антиоксидантная активность по методу FRAP. В табл. 4 приведены результаты определения общей антиоксидантной активности порошков из плодов унаби (ПУН) и рябины черноплодной (ПЧР).

**Таблица 4. — Определение функциональных свойств порошков**

<b>Наименование образцов</b>	<b>Общая АОА (FRAP), мг/100г</b>	<b>Массовая доля флавоноидов, %</b>	<b>Бромная АОА, г/100г</b>
Китайский-2	321,0	1,29	0,83
Коктебель	413,39	1,24	2,45
Синит	608,3	1,23	7,64
Цукерковый	408,53	1,68	0,79
Радослав	682,75	1,97	6,41
Краснодарский	423,12	1,43	1,80
Жмых рябины черноплодной	246,91	1,23	20,79
Целый плод рябины черноплодной	735,50	2,80	21,99

Проведенные исследования показали, что самая высокая антиоксидантная активность была у порошка из целых плодов рябины черноплодной, однако порошок из жмыха также имел высокие



антиоксидантные свойства. Все сорта плодов унаби имели высокие значения общей антиоксидантной активности. При этом самая низкая антиоксидантная активность была в сорте «Китайский-2», а самая высокая – в новом сорте селекции Никитского ботанического сада «Радослав». Антиоксидантная активность в сорте «Краснодарский» была в 1,3 раза выше, чем в сорте Китайский-2 и незначительно отличалось от сортов «Коктебель» и «Цукерковый».

Кроме того была определена бромная антиоксидантная активность на комплексе «Эксперт-006-антиоксиданты», предназначенном для определения антиоксидантной активности (АОА) методом кулонометрического титрования в гальваностатическом режиме в различных соединениях в пересчете на рутин. Самые высокие значения АОА были в порошках из рябины черноплодной, а самые низкие в порошках из плодов унаби сортов «Цукерковый» и «Китайский -2».

Во всех порошках была определена массовая доля флавоноидов. Флавоноиды – обширный класс низкомолекулярных многоатомных фенолов растительного происхождения. Они подавляют развитие окислительного стресса, вовлекаясь в сопутствующие ему окислительно-восстановительные реакции, увеличивают стабильность многих биологически важных соединений, таких как аскорбиновая кислота и каротиноиды. Установлено, что флавоноиды обладают выраженными антиаллергическими, антиканцерогенными, противовоспалительными и противовирусными свойствами. Самое высокое содержание флавоноидов было в порошке из целых плодов черноплодной рябины, в остальных образцах различия были весьма незначительные.

На основании проведенных исследований по определению функциональных свойств порошков было принято решение рекомендовать для производства добавок из плодов унаби сорт «Краснодарский», который имеет хорошие показатели, широко распространен в садах и на преусадебных участках Краснодарского края России и можно будет обеспечить заготовку плодов для производства промышленных количеств добавок. При использовании черноплодной рябины рекомендуется использовать жмых, получаемый при промышленном производстве сока.

### **Оценка потребительских свойств и качества хлебобулочных изделий с добавками на основе порошков из плодов унаби и жмыха черноплодной рябины**

Для оценки возможности использования в хлебобулочных изделиях порошков из плодов унаби были проведены лабораторные выпечки. Количество добавок из порошка плодов унаби было оптимизировано по органолептическим и физико-химическим показателям. Количество порошка составило 5 %, в образце №1 и 10% в образце №2. Исследования лабораторных образцов проводили спустя 4 часа после выпечки и после суток хранения. Вид ХБИ в разрезе приведен на рисунке 1.



**Рисунок 1. — Вид на разрезе ХБИ с добавками из плодов унаби**

При дегустационной оценке учитывали следующие показатели с общим максимальным числом баллов 20: форма и поверхность 2,5; окраска корок 1,5 балла; цвет мякиша 1,5 балла; характер пористости 2,0 балла; запах 4,0 балла; эластичность мякиша 2,5 балла; вкус 4,0 балла; разжевываемость 2,0 балла. Независимо от срока хранения образец №1 получил 18,3 балла, образец №2 – 17,8 баллов, а контроль 17,4 балла. Хранили образцы в полиэтиленовом пакете при комнатной температуре (20°C).

Результаты определения основных физико-химических показателей качества образцов булочек через 4 часа после выпечки приведены в табл. 5

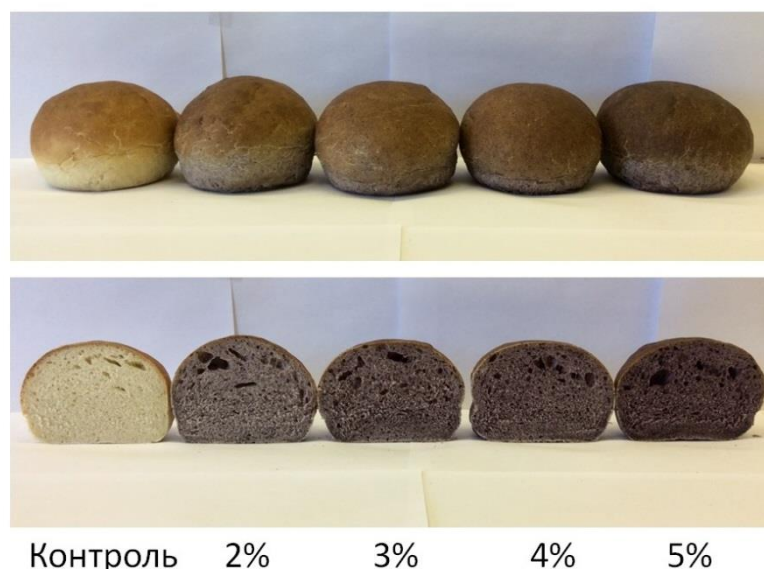
**Таблица 5. — Физико-химические показатели образцов хлебобулочных изделий с добавкой ПУН**

Наименование показателя	По ГОСТу	Контроль	С добавкой ПУН	
			№1 (5%)	№2(10%)
Формоустойчивость	—	0,65	0,68	0,71
Удельный объём, см <sup>3</sup> /г	—	292,4	305,9	235,6
Удельный объём, %	—	100	104,6	80,6
Влажность, %	не более 43,0	36,0	37,4	36,5
Пористость, %	не менее 70,0	78,0	84,4	76,9
Кислотность, град.	не более 3,0	1,57	2,00	2,47

Из данных приведенных в табл.5 видно, что вносимые добавки привели к увеличению влажности, по сравнению с контролем. На значение кислотности также оказывало влияние количество вносимой добавки. При внесении 5% добавки удельный объем увеличивается на 4,6%, пористость на 7,5%, формоустойчивость незначительно увеличивается. Внесение 10% добавки приводит к значительному уменьшению удельного объема – на 19,4% и уменьшению пористости на 1,1%.

Для оценки влияния добавки порошков унаби на функциональные свойства булочек была определена антиоксидантная активность в мякише булочек методом FRAP. Было установлено, что антиоксидантная активность в образце №2 составила 8,19 мг/100 г, в образце №1 – 5,61 мг/100 г.

Проведена пробная лабораторная выпечка четырёх образцов ХБИ с добавкой порошков из жмыха рябины черноплодной в количестве 2%, 3%, 4% и 5%. Общий вид и вид на разрезе опытных образцов приведены на рисунке 2.



**Рисунок 2. — Общий вид и вид на разрезе ХБИ с добавками из плодов рябины черноплодной**

По результатам дегустационной оценки для дальнейших исследований были выбраны 2 образца: с содержанием 3% и 4% добавки. Кроме того в работе были проведены исследования по изменению массы образцов при хранении. Наименьшие изменения были у образца с 3% добавки.

Результаты определения основных физико-химических показателей качества образцов булочек через 4 часа после выпечки приведены в табл. 6.

**Таблица 6. — Физико-химические показатели образцов хлебобулочных изделий с добавками ПЧР**

Наименование показателя	По ГОСТу	Контроль	С добавкой ПЧР	
			№1 (3%)	№2(4%)
Формоустойчивость	—	0,69	0,73	0,7
Удельный объём, см <sup>3</sup> /г	—	395,2	414,3	404,8
Удельный объём, %	—	100	104,8	102,4
Влажность, %	не более 43,0	38,2	37,9	37,0
Пористость, %	не менее 70,0	82,5	81,4	80,2
Кислотность, град.	не более 3,0	1,9	2,6	3,0

Анализ данных определения основных физико-химических показателей показал, что внесение ПЧР оказывает влияние на качество хлебобулочных изделий с функциональными свойствами.

Незначительно увеличилась формоустойчивость образцов, обогащенных добавкой 3% и 4%, по сравнению с контролем на 5,8% и 1,5%, соответственно. Удельный объем у образца с 3% ПЧР увеличился на 4,8%, с 4% добавки на 2,4% по сравнению с контролем. Влажность мякиша у всех образцов не превышала 43 %, установленных ГОСТом, при этом при внесении добавок происходило снижение этого показателя по сравнению с контролем на 0,8% у образца с 3% добавки и на 3,1% с 4% добавки, что можно объяснить низким содержанием влаги в самой добавке. Кислотность наоборот возрастала при увеличении содержания добавки и в образце с 4%

достигла максимума, предусмотренного стандартом – 3,0 град. Пористость мякиша у всех образцов была достаточно высокая от 80,2% до 82,5%, при норме не менее 70,0%. Для производства хлебобулочных изделий по результатам исследования был рекомендован образец с добавкой 3%.

В работе были исследованы процессы, происходящие в хлебобулочных изделиях при хранении в течение двух суток после выпечки. Для характеристики интенсивности их протекания были определены такие показатели как влажность, крошковатость, набухаемость мякиша. Исследование этих показателей проводили после окончания выпечки, через 4, 24 и 48 часов.

Используя эти показатели достаточно достоверно можно описать сложные биохимические процессы, происходящие в хлебобулочных изделиях с использованием добавок в процессе хранения. Результаты приведены в табл. 7.

**Таблица 7. — Изменения, происходящие в хлебобулочных изделиях при хранении**

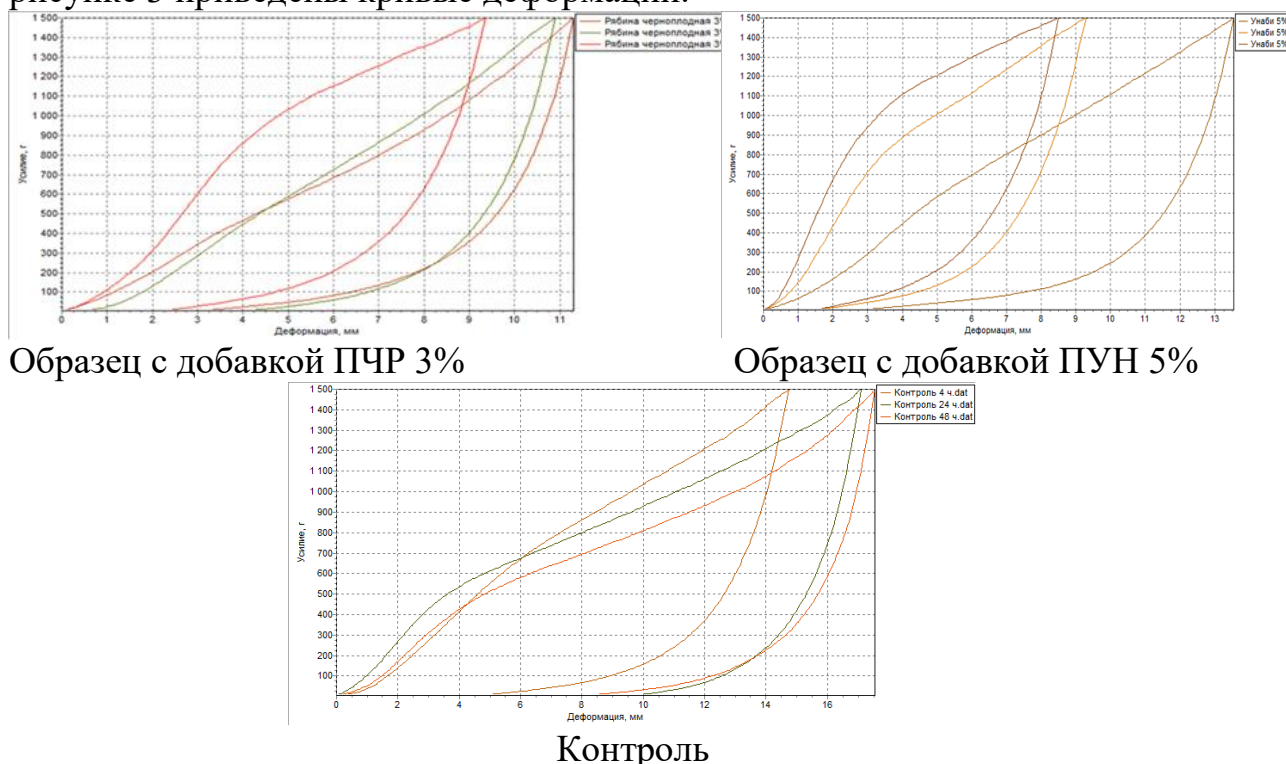
Срок хранения, час	Контроль	Опытные образцы	
		3% ПЧР	5% ПУН
		Влажность, %	
4	37,42	36,16	37,40
24	36,23	35,42	36,45
48	34,94	33,81	35,23
		Крошковатость, %	
4	1,8	1,0	1,2
24	2,5	2,2	2,9
48	3,1	3,0	4,3
		Набухаемость, %	
4	108	122	112
24	100	120	100
48	98	114	98

Через 24 часа влажность в контрольном образце понизилась на 3,2%, через 48 часов на 6,6%, в образце с 3% добавки ПЧР – на 2% и 6,5%, соответственно. В изделиях с добавкой 5% ПУН через 24 часа влажность понизилась на 2,5%, а через 48 часов на 5,8%. Добавки, как и все сухие продукты растительного происхождения, имеют высокую водопоглотительную способность за счет присутствия в них клетчатки и пектиновых веществ. Это увеличивает количество связанной воды и замедляет процесс черствения.

Оценивая изменения крошковатости образцов при хранении можно отметить, что крошковатость в контрольном образце увеличилась в 2,2 раза, в опытных образцах эти изменения были более значительными: в образце с 3% добавки ПЧР в 3,4 раза, а с 5% ПУН – в 4,75 раза. Кроме того, по мере возрастания крошковатости набухаемость мякиша уменьшалась. Как известно, процессы, происходящие при черствении хлебобулочных изделий, связаны с процессом ретроградации крахмала и уплотнением его структуры. За счет этого объем крахмальных зерен уменьшается, в мякише образуются

воздушные прослойки, что и является причиной увеличения этих изменений хлебобулочных изделий при хранении.

В процессе хранения были изучены изменения структурно механических показателей с использованием структурометра СТ-2. На рисунке 3 приведены кривые деформации.



**Рисунок 3. — Результаты определения структурно-механических свойств мякиша разработанных ХБИ на структуромере СТ-2**

Как видно из данных, приведенных на рис. 3 при хранении образцов хлебобулочных изделий проходили изменения основных характеристик. Результаты расчетов приведены в табл. 8.

**Таблица 8. — Результаты определения изменения структурных характеристик при хранении**

№	Наименование образца	$H_{\text{общ}}$ , мм	$H_{\text{пл}}$ , мм	$H_{\text{упр}}$ , мм
1	Добавка ПЧР 3% через 4 часа	11,305	2,985	8,320
2	Добавка ПЧР 3% через 24 часа	10,906	3,898	7,008
3	Добавка ПЧР 3% через 48 часов	9,359	2,149	7,210
4	Добавка ПУН 5% через 4 часа	13,547	2,750	10,797
5	Добавка ПУН 5% через 24 часа	9,290	1,469	7,821
6	Добавка ПУН 5% через 48 часов	8,500	1,492	7,008
7	Контроль через 4 часа	14,734	4,672	10,062
8	Контроль через 24 часа	17,086	4,772	10,062
9	Контроль через 48 часов	17,547	7, 813	9,734

Упругая деформация, при хранении образцов, уменьшалась незначительно, что говорит о хорошей восстанавливаемости структуры после снятия усилия. Самые значительные изменения пластической деформации были отмечены в контроле. В остальных образцах они были весьма незначительными. Это говорит о хорошей сохраняемости структуры при хранении в ХБИ с добавками.

## **Выводы**

1. Теоретически обосновано и экспериментально установлено, что плоды унаби характеризуются богатым составом биологически активных веществ и могут быть рекомендованы для использования в технологии специализированных хлебобулочных изделий.
2. Научно обоснована и экспериментально доказана, возможность использования обогащающего компонента на основе плодов унаби сорта «Краснодарский», который обладает выраженными функциональными свойствами и широко распространен в Краснодарском крае России.
3. При определении общего количества суммы флавоноидов в пересчете на рутин была использована адаптированная методика, позволяющая с высокой степенью точности осуществлять контроль их содержания в добавках из сырья растительного происхождения.
4. Установлено, что внесение 5,0% добавки порошков из плодов унаби при производстве хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта обеспечивает увеличение удельного объема на 4,6%, пористости на 7,5%. Внесение 10% добавки приводит к значительному уменьшению удельного объема – на 19,4% и уменьшению пористости на 1,1%. Формоустойчивость практически не меняется.
5. Доказана возможность использования вторичного сырья от производства соков из рябины черноплодной (жмыха) для производства специализированных хлебобулочных изделий с функциональными свойствами на основе комплексной оценки ее функциональных свойств.
6. Анализ полученных результатов исследования специализированных хлебобулочных изделий показал, что внесение обогащающих компонентов позволило получить продукты с высокими органолептическими, структурно-механическими и физико-химическими свойствами
7. Установлено оптимальное соотношение рецептурных компонентов и проведена корректировка рецептуры специализированных хлебобулочных изделий с порошком из плодов унаби по содержанию вносимого сахара.
8. На новый вид специализированных хлебобулочных изделий разработана и утверждена нормативная документация: ТУ 10.71.11-012-38159944-16 (ТИ, РЦ) «Хлебобулочные изделия из пшеничной муки (булочка унаби).
9. По результатам комплексных исследований изменений физико-химических и структурно-механических показателей в процессе хранения рекомендован срок годности новых видов специализированных хлебобулочных изделий 48 часов.

## **Список работ, опубликованных по теме научно-квалификационной работы (диссертации)**

1. Пилипенко, Т.В. Изучение возможности использования порошков унаби при производстве хлебобулочных изделий/ Т.В. Пилипенко, Р.Р. Мухутдинов//Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2019. Т. 7. № 2. С. 15-23. (ВАК);

2. Пилипенко, Т.В. Использование порошка из жмыха черноплодной рябины в производстве хлебобулочных изделий/ Т.В.Пилипенко, Р.Р. Мухутдинов//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8. № 1 (45). С. 112-116. (ВАК);

3. Мухутдинов, Р.Р. Использование сырья растительного происхождения в производстве продуктов функционального назначения//Актуальные проблемы управления, экономики и маркетинга в торговле и общественном питании – СПб, ФГБОУ ВПО «СПбГТЭУ» - 2015 с.63-65.

4. Пилипенко, Т.В. Современные методы контроля качества и функциональных свойств пищевых продуктов// Т.В.Пилипенко, Р.Р.Мухутдинов//В сборнике: Технологии производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров. Сборник научных статей материалы 3-й Международной научно-практической конференции. 2017. С. 140-142.

5. Мухутдинов, Р.Р. Товароведная оценка качества хлебобулочных изделий с функциональными ингредиентами растительного происхождения// Р.Р. Мухутдинов, Т.В. Пилипенко//В сборнике: Молодые ученые в решении актуальных проблем науки Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". 2016. С. 145-149.

6. Мухутдинов, Р.Р.Товароведная оценка качества хлебобулочных изделий с функциональными ингредиентами растительного происхождения/Р.Р. Мухутдинов, Т.В. Пилипенко//В сборнике: Молодые ученые в решении актуальных проблем науки Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". 2016. С. 145-149.

7. Мухутдинов, Р.Р. Определение флавоноидов как метод контроля качества и функциональных свойств пищевых продуктов//В сборнике: Современные проблемы теории и практики сервисной деятельности сборник трудов по материалам молодежной конференции. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. 2017. С. 198-201.

8. Мухутдинов, Р.Р. Обоснование выбора современного метода исследования качества растительных масел//В сборнике: Торговля и сервис от настоящего к будущему: инновации в сфере товаров и услуг Сборник трудов по материалам молодежной конференции. Ответственный редактор О.Е. Пирогова. 2017. С. 243-246.

9. Пилипенко Т.В., Мухутдинов Р.Р. Оценка качества различных сортов плодов унаби по органолептическим и морфологическим показателям / Т.В. Пилипенко, Р.Р. Мухутдинов// Сборник статей Международной научно-

практической конференции «Пути повышения результативности современных научных исследований» (Казань, 04.06.2019 г.). – с. 37-39

10. Пилипенко Т.В., Мухутдинов Р.Р. Использование наукоемких методов исследования при оценке качества плодов унаби / Т.В. Пилипенко, Р.Р. Мухутдинов// Сборник статей Международной научно-практической конференции «Наукоемкие исследования как основа инновационного развития общества» (Самара, 11.06.2019 г.). – с. 46-48

Аспирант \_\_\_\_\_/Мухутдинов Р.Р.