

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)»
Высшая медико-биологическая школа
Кафедра «Пищевые и биотехнологии»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент _____

« ____ » _____ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор

_____ И.Ю. Потороко

« ____ » _____ 2020г.

Технологические аспекты производства мучных кондитерских изделий
для отдельных групп населения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 19.04.05.2020.079. ПЗ ВКР

Руководитель работы,
к.вет.н., доцент

_____ С.П. Меренкова

« ____ » _____ 2020г.

Автор работы
студент группы МБ-318з

_____ Б.Е. Сеитова

« ____ » _____ 2020г.

Нормоконтролер, к.т.н., доцент

_____ Н.В. Попова

« ____ » _____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Сеитова Б.Е. Технологические аспекты производства мучных кондитерских изделий для отдельных групп населения.– Челябинск: ЮУрГУ, МБ-318з, 2020. – 69 с., 21 ил., 27 табл., библиографический список – 58 наим., 3 прил.

Объектом исследования являлись продукты переработки семян конопли (конопляная мука), а также изделия с ее использованием.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью разработки технологии мучных кондитерских изделий для отдельных групп населения с применением продуктов переработки семян конопли.

Достижению этой цели способствовало решение следующих задач: произведен анализ рынка функциональных и специализированных мучных кондитерских изделий; исследована пищевая и физиологическая ценность продуктов переработки семян конопли; проведен обзор технологических решений производства мучных кондитерских изделий с использованием муки из семян конопли; разработаны рецептура и технология мучных кондитерских изделий; проведены органолептические и физико-химические исследования; рассмотрена пищевая ценность, диетические и профилактические свойства мучных кондитерских изделий, выработанных с применением муки из семян конопли.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	6
1.1 Анализ рынка специализированных мучных кондитерских изделий.	6
1.2 Пищевая и биологическая ценность продуктов переработки семян конопли	9
1.3 Обзор технологических решений производства продуктов питания с использованием продуктов переработки семян конопли	15
2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	19
2.1 Материалы и методы исследований.....	19
2.1.1 Характеристика объектов исследований	19
2.1.2 Методы исследования.....	22
2.2 Разработка рецептуры и технологии мучных кондитерских изделий с применением продуктов переработки семян конопли	23
2.3 Влияние конопляной муки на структурно-механические свойства теста	25
2.4 Исследование органолептических показателей мучных кондитерских изделий	28
2.5 Влияние продуктов переработки семян конопли на физико- химическисвойства мучных кондитерских изделий.....	35
2.6 Обоснование диетических и профилактических свойств кондитерских изделий, выработанных с применением муки из семян конопли	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Дегустационный лист	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Фотографии опытных образцов	62
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Деформационные характеристики образцов кекса.....	65

ВВЕДЕНИЕ

Кондитерские изделия являются продуктами повседневного потребления, причем, Россия занимает одно из ведущих мест по среднему душевому потреблению этих продуктов. Создание широкого ассортимента кондитерских изделий, в том числе функционального назначения, является актуальной задачей.

При создании специализированных мучных кондитерских изделий необходимо целенаправленно менять химический состав, в соответствии с потребностями отдельных групп населения. Обязательным условием является сохранение традиционных органолептических характеристик, свойств и структуры изделий.

Продукты переработки семян конопли обладают высокой и биологической пищевой ценностью. В составе конопляного семени присутствуют значительные количества витаминов, минеральных компонентов, полиненасыщенные жирные кислоты, 20 аминокислот, в том числе незаменимые, которые содержатся в оптимальном соотношении. По биологической ценности белок конопли не уступает соевому протеину. Конопляная мука является богатым источником нерастворимой и водорастворимой клетчатки. Содержащиеся в конопляной муке эссенциальные компоненты питания оказывают комплексное диетическое и профилактическое воздействие на организм человека.

В связи с этим актуальным направлением является использование продуктов переработки семян конопли при создании продуктов питания с диетическими и профилактическими свойствами.

Цель выпускной квалификационной работы: разработка технологии мучных кондитерских изделий для отдельных групп населения с применением продуктов переработки семян конопли.

В соответствии с заданной целью необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать рынок функциональных и специализированных мучных кондитерских изделий;
- исследовать пищевую и физиологическую ценность продуктов переработки семян конопли;
- провести обзор технологических решений производства мучных кондитерских изделий с использованием продуктов переработки семян конопли;
- изучить материалы и методы исследования;
- разработать рецептуры и технологии мучных кондитерских изделий с применением продуктов переработки семян конопли;
- рассмотреть влияние конопляной муки на структурно-механические свойства теста;
- провести органолептические и физико-химические исследования;
- обосновать высокую пищевую и биологическую ценность мучных кондитерских изделий, выработанных с применением муки из семян конопли.

1 ОБЗОР НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

1.1 Анализ рынка специализированных мучных кондитерских изделий.

Рынок пищевой продукции представляет собой важную часть современной экономики Российской Федерации и требует комплексного и системного развития. В 2016 г. Правительством РФ принята «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», ориентированная на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества. При этом качество пищевой продукции понимается как совокупность характеристик продукции, соответствующих заявленным требованиям и включающих ее безопасность, потребительские свойства, энергетическую и пищевую ценность, аутентичность, способность удовлетворять потребности человека в пище при обычных условиях использования в целях обеспечения сохранения здоровья человека. Данным требованиям отвечают специализированные продукты питания [38].

Одним из направлений развития потребительского рынка, – является формирование ассортимента продуктов питания отвечающих приоритетным направлениям государственной политики в области здорового питания и удовлетворяющих потребительский спрос в высоком качестве.

Кондитерские изделия – это группа высококалорийных пищевых продуктов, представленная широким ассортиментом товаров, которые относятся к продуктам с высокой степенью проникновения – это продукция повседневного спроса [6, 39].

Примерно половину рынка кондитерских изделий в РФ занимают мучные кондитерские изделия. Они пользуются регулярным устойчивым спросом, благодаря высоким вкусовым свойствам, ценовой доступности, удобству потребления, а также традициям питания населения РФ. Мучные кондитерские

изделия вносят существенный вклад в рацион питания различных возрастных групп населения. Однако состав мучных кондитерских изделий не сбалансирован, они обладают низкой пищевой ценностью и высокой энергетической ценностью, содержат большое количество жиров и углеводов при незначительном содержании незаменимых ингредиентов, макро- и микронутриентов. Инновации на рынке продуктов питания ориентированы на конкретных потребителей [5, 38].

Поэтому в последние годы наблюдается следующая тенденция: потребители готовы платить все больше за качественные, полезные и оригинальные кондитерские изделия.

Структуру рынка можно разделить на 3 большие группы – мучные кондитерские товары; сахаристые изделия; продукция из какао-бобов. В первую группу входят: печенье, пряники, галеты, пирожные, вафли и т.д. Вторая представлена конфетами, карамелью, пастильно-мармеладными изделиями. В третью группу входят шоколад и шоколадные изделия [1, 47, 52].

Итоги 2018 года показывают следующую структуру рынка (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структура производства кондитерских изделий по видам, 2018 г., % от общего объема

По данным анализа рынка мучных кондитерских изделий в России, подготовленного BusinesStat в 2019 г, потребность российского рынка в мучных кондитерских изделиях удовлетворяется практически полностью за счет внутреннего производства, доля которого в структуре предложения в 2014–2018 гг колебалась от 87,1 % в 2014 г до 90,0 % в 2016 г [33].

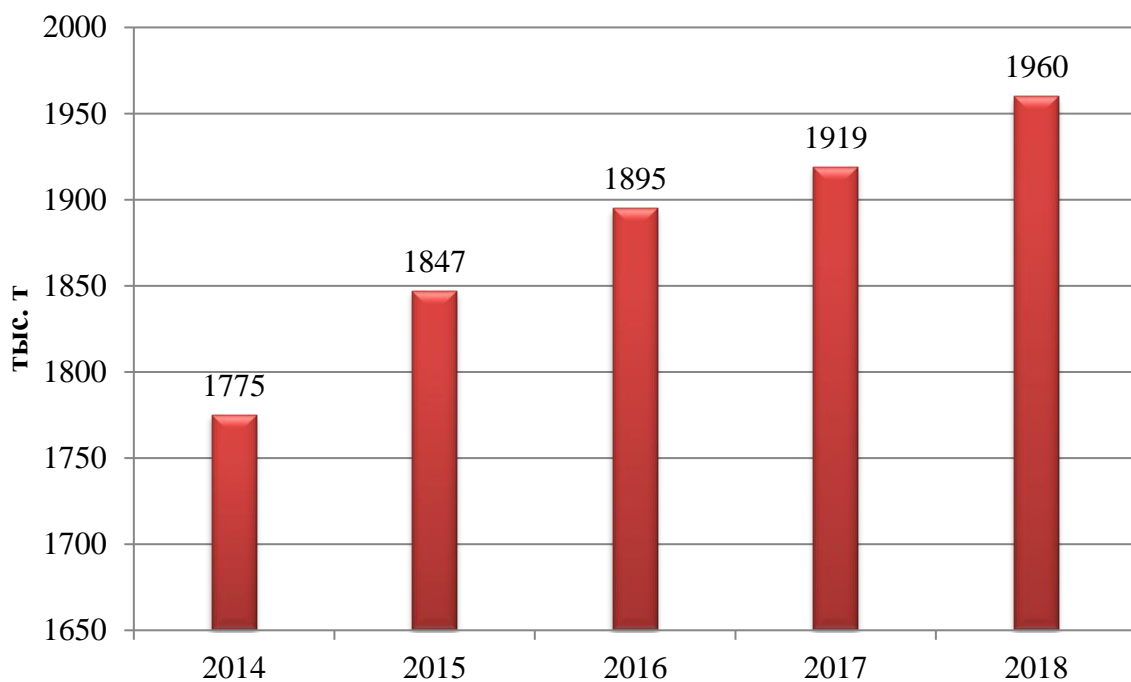


Рисунок 2 – Производство мучных кондитерских изделий в России в 2014 – 2018 гг

В 2014–2018 гг выпуск мучных кондитерских изделий в России вырос на 10,4 %: с 1,78 до 1,96 млн т (рисунок 2). Ежегодно наблюдался стабильный рост производства, наибольший прирост отмечался в 2015 г – на 4,1 % относительно 2014 г. Установленная тенденция обусловлена наращиванием экспортных поставок данной продукции, а также проводимой политикой импортозамещения и роста производства. В условиях кризисных явлений в российской экономике вырос спрос на кондитерскую продукцию, что связано с национальными особенностями питания – кондитерские изделия для большинства населения неотъемлемая часть повседневного рациона.

В настоящее время значительная часть населения России нуждается в специализированных продуктах питания. Однако таких продуктов в промышленных масштабах производятся существенно ниже установленной потребности. На единичных производственных площадках разрабатываются технологии изделий, обогащенных микронутриентами; расширяется ассортиментная линейка диабетических и безглютеновых изделий, однако разработок в области создания и организации производства специализированных мучных изделий пока выполнено недостаточно [48]. В связи с этим научно-практическое обоснование и разработка технологий и рецептур специализированных мучных изделий с использованием нетрадиционного производства растительного сырья актуальна.

1.2 Пищевая и биологическая ценность продуктов переработки семян конопли

Для мучных кондитерских изделий мука – ключевой сырьевой компонент. Большую часть ассортимента мучных кондитерских изделий, в который входит печенье, пряники, вафли, торты, пирожные, кексы и др., изготавливают, как правило, из пшеничной муки высшего сорта. Современные технологии позволяют частично заменять муку пшеничную высшего сорта на второстепенные виды муки, получаемые из нетрадиционных злаковых или бобовых сельскохозяйственных культур (амарантовая, гречневая, рисовая, кукурузная, соевая, гороховая, нутовая, чечевичная и т.д.) [20].

Способы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий достаточно разнообразны. Наиболее рациональным из них является введение в рецептуру нетрадиционных натуральных продуктов растительного происхождения, содержащих значительное количество белков, незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, других биологически активных компонентов, способных улучшить потребительские свойства продукции [39].

Внедрение местного и нетрадиционного сырья в промышленности происходит по двум направлениям: во-первых, – создание новых рецептур изделий с применением этого сырья и замене одних видов сырья (как правило, сахара и жиров) другими согласно действующим рекомендациям. Нетрадиционное сырье принято делить на следующие группы [3,16, 30]:

1. Белковые обогатители – сырье, которое содержит белка не менее 25 %, например, зародыш пшеницы, сухая молочная сыворотка, сухая белковая смесь, ферментативный белок, горох, соя и другие.

2. Обогатители растительными волокнами – сырье, которое содержит клетчатки более 10 %, например, пивная и квасная дробина, пшеничные отруби и другие.

3. Комплексные обогатители – сырье, которое содержит белок, жиры, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы, но белка менее 25 %, клетчатки менее 10 %, например, овощное и фруктовое пюре и порошки, сыворотка и другое.

В данной работе нами была рассмотрена возможность и опыт применения такого нетрадиционного сырья, как мука из семян конопли [41].

Конопля – одно из самых древних культурных растений на земле. Из нее получают конопляное масло и муку. Калорийность конопляной муки составляет 290 ккал на 100 грамм продукта, содержание белков около 30 г, жиров – 7,9 г, углеводов – 24,7 г. Конопляная мука содержит большое количество нерастворимой и водорастворимой клетчатки, которая способствуют эффективному очищению организма от шлаков. В конопляной муке присутствует 20 важнейших для человека аминокислот, половина из которых относится к категории не синтезируемых нашим организмом. Среди витаминов, содержащихся в конопляной муке следует отметить каротиноиды, витамины E, C, D и K [28].

Таблица 1 – Пищевая ценность и минерально-витаминный состав различных видов семян (на 100 г съедобной части)

Показатели	Семя конопляное	Семя льняное	Семя кунжутное
Белки, г	30,0	18,3	20,5
Жиры, г	50,0	42,1	61,2
Углеводы, г	10,0	30,0	12,0
Минеральный состав, мг			
К	1200	813	370
Mg	700	392	345
P	1650	642	667
Fe	8	5,7	6,4
Zn	10	4,3	6,7
Витамины			
A, мкг	1,0	0	3,0
B ₁ , мг	1,3	1,6	0,7
PP, мг	9,2	3,1	5,8
B ₉ , мкг	110	87	115
Аминокислотный состав (от суточной нормы), %			
Лейцин	47,0	26,8	32,6
Изолейцин	64,3	44,8	37,5
Валин	71,1	42,9	39,2
Треонин	52,9	31,9	30,4
Лизин	31,1	21,0	15,9
Метионин	51,8	20,6	48,9
Фенилаланин	32,9	21,8	21,4
Триптофан	46,1	37,1	41,3

Конопля издревле на Руси пользовалась большой популярностью. Люди использовали все части растения, как для еды, так и для изготовления тканей,

веревки и т.д. Семена конопли обладают высокой пищевой ценностью. Данные по пищевой ценности и биохимическому составу семян конопли представлены в таблице 1 [4].

Семена конопли характеризуются богатым витаминно-минеральным составом. Присутствие в значительных количествах макро- и микроэлементов, а также витаминов, в том числе фолиевой кислоты, делает данное растительное сырье привлекательным для изготовления специализированных продуктов. Семена конопли характеризуются оптимальным соотношением незаменимых аминокислот. В таблице 1 представлены данные по содержанию незаменимых аминокислот и жирных кислот липидов семян конопли [37].

В семенах конопли содержится 30–39 % масла, которое извлекается механическим путем, и 18–25 % белка. Семена конопли широко используются в питание человека (в виде муки, проростков, составного компонента кондитерских, хлебобулочных изделий, напитков), в народной медицине, ветеринарной практике [25, 26, 50].

Конопляное масло вырабатывается из семян конопли прессовым способом. Масло холодного прессования характеризуется приятным вкусом и запахом, зеленоватым цветом (наличие хлорофилла). В таблице 3 приведен жирнокислотный состав конопляного масла.

Таблица 3 – Содержание жирных кислот в различных видах масла

Показатели	Масло конопляное	Масло льняное	Масло кунжутное
Жиры, %	28,7 %	119,0 %	119,0 %
Насыщенные жирные кислоты, %			
Пальметиновая	5,8–9,9	5,11	8,9
Стеариновая	1,7–5,6	3,37	4,8
Мононенасыщенные жирные кислоты, %			
Олеиновая	6,0–16,0	18,32	39,3

Окончание таблицы 3

Показатели	Масло конопляное	Масло льняное	Масло кунжутное
Полиненасыщенные жирные кислоты, %			
Линолевая	36,0–50,0	14,33	41,3
Линоленовая	15,0–28,0	53,37	0,30
Альфа- линоленовая	16–20	53,37	0

Особая ценность масла конопли заключается в том, что процент содержания полиненасыщенных жирных кислот в нем выше, чем в других видах растительных масел. Это наиболее сбалансированное по составу масло, общее содержание ЕФА (эссенциальные жирные кислоты) составляет 75 %, пропорция между кислотами Омега 3 и Омега 6 – 1:3, что является самым оптимальным соотношением двух эссенциальных жирных кислот [23, 57].

Стоит отметить, что обладающая высокой и биологической пищевой ценностью и не содержащая в своем составе белок глютен конопляная мука по праву может занять достойное место в рационе питания людей, больных целиакией. Такие полезные свойства конопляной муки обусловлены в первую очередь её составом (таблица 4) [36].

Таблица 4 – Химический состав различных видов муки, %

Показатели	Мука пшеничная	Мука конопляная	Мука овсяная	Мука ржаная обдирная
Углеводы	70,6	24,7	64,9	61,8
Белки	10,3	30	13,0	8,9
Жиры	1,1	7,9	6,8	1,7
Пищевые волокна	3,5	23,1	4,5	12,4

Окончание таблицы 4

Показатели	Мука пшеничная	Мука конопляная	Мука овсяная	Мука ржаная обдирная
Минеральные вещества, мг %:				
Магний	16	4,49	110	60
Железо	1,2	0,33	3,6	3,5
Цинк	0,7	0,1	3,2	1,3

Витаминный состав конопляной муки достаточно разнообразен, – мука семени конопли содержит каротиноиды), витамины Е, С, D и К, витамины группы В (В₁, В₂, В₃, В₄ (холин), В₅, В₆, В₈ (инозитол), В₇ (биотин), В₉ и В₁₂). Наиболее высоко содержание в конопляной муке витамина Е. Этот витамин, обладает антиоксидантной активностью; способствует улучшению состояния кожи и препятствует преждевременному старению; обуславливает повышение физической выносливости и работоспособности; играет важную роль в формировании иммунитета и функционировании репродуктивной системы; оказывает благотворное влияние на работу органов зрения и функциональное состояние сердечно-сосудистой и нервной систем.

Содержащийся в конопляной муке витамин В₈ (инозитол) играет важную роль в регуляции липидного и пуринового обменов, в процессах роста костей и увеличения мышечной массы, способствует улучшению работы сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, оказывает седативное действие и способствует улучшению сна. Являясь биохимическим компонентом хрусталика и слезной жидкости, инозитол необходим для полноценного функционирования зрительного аппарата [27].

Входящее в состав конопляной муки вещество фитин предотвращает развитие дистрофии печени (жировой гепатоз), связанной с дефицитом белка в ежедневном рационе питания.

Конопляная мука также содержит значительные количества необходимых организму человека макро- и микроэлементов, в числе которых – магний, калий, фосфор, кальций, железо, марганец, цинк, сера, хлор.

Магний, высоким содержанием которого отличается конопляная мука, оказывает спазмолитическое, седативное, желчегонное, противовоспалительное и умеренное слабительное действие. Этот макроэлемент, являющийся структурным элементом костей и зубной эмали, принимает участие в передаче нервных импульсов, в регуляции содержания глюкозы в крови, препятствует развитию депрессии. Благоприятно влияет на функционирование сердечно-сосудистой системы, улучшая работу сердечной мышцы, способствуя снижению артериального давления и содержания холестерина в крови.

1.3 Обзор технологических решений производства продуктов питания с использованием продуктов переработки семян конопли

Уровень потребления кондитерских изделий в настоящее время достаточно высок. По данным исследований лаборатории по изучению и планированию структуры питания населения НИИ питания РАМН, 20–25 % детского и 6–13 % взрослого населения регулярно потребляют мучные кондитерские изделия, 5–12 % населения страны – сахарные кондитерские изделия. Среди мучных изделий предпочтение отдано сдобному печенью, пряникам, крекеру [46].

В последние годы наблюдается устойчивое повышение спроса населения на мучные кондитерские изделия с высокими вкусовыми достоинствами. При этом предпочтением пользуется относительно недорогая продукция, изготовленная с преимущественным использованием отечественного сырья [2]. В настоящее время на прилавках магазинов представлен широчайший ассортимент мучных кондитерских изделий отечественных и зарубежных производителей.

Совершенствуется структура ассортимента мучных кондитерских изделий в направлении введения в рецептуры нетрадиционного сырья: пищевых добавок, натуральных красителей, новых видов муки. С целью расширения

ассортимента и удовлетворения растущих потребностей населения используются витаминные и минеральные добавки [24].

Сбалансированность компонентного состава, общедоступность растительного сырья для выработки продуктов, высокие органолептические показатели, технологичность и стойкость при хранении, именно эти требования предъявляются к вновь создаваемым функциональным продуктам [29].

Конопляная мука является одной из самых полезных и богатых по химическому составу и достоинства, которыми она обладает, обеспечивают конопляной муке свойства добавки-обогапителя в пищевых продуктах.

Известны различные способы использования конопляной муки в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [53, 56, 57].

В статье М.А. Фомичевой, И.А. Тимошенко, Е.В. Москвичевой [51] рассматривается вопрос практической целесообразности использования смеси из рисовой и конопляной муки для производства мучных кондитерских безглютеновых изделий. В качестве объекта исследования выбран бисквит основной, изготовленный на основе рисовой и конопляной муки с разным соотношением ингредиентов. Полученные результаты позволили установить, что бисквитный полуфабрикат из смеси конопляной и рисовой муки является обогащённым селеном (60 % от суточной нормы) и богатым фосфором, марганцем, железом, витаминами В₂ и РР.

В статье А.А. Лукина и А.В. Зинина [32], рассматриваются перспективы применения конопляной муки в технологии производства хлеба. В результате установлено положительное влияние конопляной муки на восполнение минеральной ценности хлеба. Предлагаемый способ позволяет получить хлеб повышенной пищевой ценности, так как в нем на 27,4 % увеличивается содержание белков, на 200,8 % – содержание жиров и на 497,2 – содержание клетчатки. Новая технология производства хлеба с конопляной мукой позволяет уменьшить период расстойки заготовок, сократить время выпечки и смягчить режим термообработки.

Д.С. Мысаков разработал состав рецептурной смеси для производства затыжного печенья с полной заменой муки пшеничной первого сорта на смесь муки конопляной и муки из грецкого ореха [35].

А. Lukin, К. Vitiutskikh использовали кукурузную и конопляную муку в производстве сахарного печенья. Отмечалось, что у печенья улучшились органолептические характеристики в дополнение к улучшению текстуры и физико-химических свойств [55].

J. Korus, M. Witczak, R. Ziobro, L. Juszcak усовершенствовали рецептуру безглютенового крахмального хлеба в результате добавления конопляной муки и концентрата конопляного белка. Исследования показали, что наличие обоих компонентов в составе хлеба значительно улучшило его пищевую ценность и органолептические показатели, одновременно ограничив черствение мякиша и перекристаллизацию амилопектина при хранении [54].

В Донском государственном аграрном университете рассмотрены перспективы использования продуктов переработки гречихи и риса на основе грецкого молока с добавлением конопляного семени, в производстве хлебобулочных изделий [31]. В ходе проведенных исследований был обнаружен достаточно широкий диапазон биологической активности этих веществ.

Также разрабатывают новые рецептуры напитков с применением продуктов переработки семян конопли, проведенные исследования доказывают, что данное сырье является ценным и позволяет повысить пищевую ценность готовых изделий.

Было установлено положительное влияние продуктов переработки семян конопли на улучшение пищевой ценности, качества и наделения профилактическими свойствами напитков на растительном сырье [34].

Кроме того, в статье Е.Ю. Егоровой [21] произведен обзор сектора молочной отрасли – «растительного молока», на примере международного и отечественного продовольственного рынка. В статье отмечается, что были

проанализированы преимущества и недостатки пищевой ценности растительного молока разных видов, перечислены основные стадии технологии его производства, а также вклад различных технологических факторов в формирование качества растительного молока.

В научно-исследовательской работе Н.Е. Посокиной, Н.М. Алабиной, А.Ю. Давыдовой была разработана рецептура функционального напитка на основе растительного сырья – семян конопли. Полученное в результате проведенных исследований «молоко» на основе конопляного сырья, по пищевой ценности и биохимическому составу не уступает коровьему молоку, превосходя его по некоторым позициям. Авторы, установили, что получаемый напиток не содержит в составе антипитательные компоненты, – холестерин и транс-изомеры жирных кислот. Жирнокислотный состав конопляного молока характеризуется пониженным содержанием насыщенных жирных, и более высоким количеством ненасыщенных (МНЖК и ПНЖК) кислот [37].

С.В. Егорова, М.М. Ахматзиаева разработали функциональный напиток-смузи, на основе конопляной муки с добавлением тыквенной муки. Мука, произведенная из мякоти тыквы, обладает иммуностимулирующими, бактерицидными, противоаллергическими, желчегонными и противоопухолевыми свойствами. Авторы утверждают, что данный функциональный напиток-смузи может быть включен в рацион детского питания, и людям преклонного возраста [22].

Таким образом, разработанные изделия расширяют возможность научно-обоснованного формирования ассортимента диетических и профилактических, мучных кондитерских изделий, предназначенных для широких слоев населения. Включение этих изделий в рацион обеспечит эффективную профилактику от различных заболеваний и укрепления защитных функций организма, способствующих снижению риска воздействия вредных веществ, в том числе для населения зон экологически неблагоприятных по различным видам загрязнений.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Материалы и методы исследований

2.1.1 Характеристика объектов исследований

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры «Пищевые и биотехнологии» Южно-Уральского государственного университета, где были проведены исследования сырья, пробные лабораторные выпечки и анализ готовой продукции.

Объектами для исследования выступили образцы муки, полученные из семян конопли сорта Надежда (ООО «Коноплектика») и из семян конопли сорта Вера (ТОО «Азимут», Республика Казахстан).

Конопляная мука является продуктом переработки конопляного семени соответствующего ГОСТ 91-58 [14].

Конопляная мука ТОО «Азимут» была получена из конопляного семени, выращенного АФ «Южная» Курской области. Данная мука характеризуется следующим химическим составом: массовая доля белка – 30 %, жира – 7,9 %, углеводов – 18,9 %, влаги – 8 %.

Химический состав конопляной муки ООО «Коноплектика» имеет следующие характеристики: массовая доля белка – 26,2 %, жира – 10 %, влаги – 10 %.

Также объектом исследования являлись образцы кекса «Столичный» из пшеничной муки высшего сорта (контроль) и экспериментальные образцы с введением в рецептуру конопляной муки (за счет пшеничной) в разных соотношениях, представленных в таблице 5.

Таблица 5 – Соотношение разных видов муки в экспериментальных образцах

№ образца	Мука пшеничная	Мука конопляная	
		ТОО «Азимут»	ООО «Коноплектика»
Образец № 1 (контроль)	100 %	0	0
Образец № 2	90 %	10 %	0
Образец № 3	80 %	20 %	0
Образец № 4	70 %	30 %	0
Образец № 5	90 %	0	10 %
Образец № 6	80 %	0	20 %
Образец № 7	70 %	0	30 %

Были разработаны производственные рецептуры опытных образцов, на основе унифицированной рецептуры кекса «Столичный», представленной в таблице 6 [42].

Эксперимент проводили в 2 этапа, включающий предварительный и основной этап.

На предварительном этапе в изготовленных опытных образцах устанавливали органолептические свойства и формоустойчивость. На основном этапе в опытных образцах определяли органолептические и физико-химические свойства, показатели пищевой ценности.

Таблица 6 – Унифицированная рецептура на кекс «Столичный»

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 100 кг готовой продукции, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,50	2888,0	2469,2
Сахар-песок	99,85	2166,0	2162,8
Масло сливочное	84,00	2166,0	1819,4
Меланж	27,00	1732,0	267,6
Соль	96,50	8,6	8,3
Изюм	80,00	2166,0	1732,8
Пудра рафинадная	99,85	101,0	100,8
Эссенция	0,00	8,6	0,0
Аммоний углекислый	0,00	8,6	0,0
Итого	-	11244,8	8760,9
Выход	82,00	10000,0	8200,0

Сырье по показателям качества должно соответствовать нормативным документам: мука пшеничная – ГОСТ 26574 [10]; соль поваренная пищевая – ГОСТ 51574 [15]; сахар-песок – ГОСТ 21 [9]; масло сливочное – ГОСТ 32261 [12]; меланж – ГОСТ 30363 [11].

По физико-химическим показателям кекс должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 7 [8].

Таблица 7 – Физико-химические показатели кекса

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %	12,0–24,0
Массовая доля общего сахара (по сахарозе), %	13,0–25,0
Массовая доля жира, %	9,0–22,0
Плотность, г/см ³ , не более	0,55
Щелочность, град, не более	2,0
Общая кислотность, град, не более	2,5
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10 %, не более	0,1

2.1.2 Методы исследования

Исследования структурно-механических показателей проводили на структуромере «СТ-2», путем сжатия его индентором «Цилиндр Ø36», определяя общую, пластическую и упругую деформацию образцов.

Осуществляли анализ механических напряжений, возникающих на цилиндрическом инденторе при его внедрении в продукт при следующем режиме нагружения: усилие касания ($F_k = 7$ г); скорость деформации ($V_d = 0,5$ мм/с); внедрение индентора в пробу продукта проводили до усилия $F_{max} = 500$ г.

Органолептическое исследование мучных кондитерских изделий проводили по показателям: внешний вид (поверхность, форма и цвет); структура; вид в изломе; вкус и аромат. При этом максимальная оценка за каждый показатель составляла 5 баллов. Экспертами в дегустационной комиссии выступили преподаватели кафедры и студенты старших курсов.

Формоустойчивость готовых кондитерских изделий определялась по ГОСТ 27669-88[18]. Формоустойчивость образцов кексов определяли, как средние значения отношения максимальной высоты к ширине образца кекса. Проводили трехкратные параллельные измерения каждого образца.

Водопоглотительная способность муки характеризуется количеством воды, которое поглощает мука при образовании теста нормальной консистенции, замешенного из 100 г муки. Она зависит от свойств белков и крупности помола.

При определении водопоглотительной способности муки взвешивают 50 г муки, всыпают в фарфоровую чашку, постепенно приливают в нее из бюретки воду комнатной температуры и замешивают тесто нормальной консистенции. Тесто должно быть равномерно перемешанным, без комочков муки, сухим на ощупь, не прилипающим к пальцам.

Для расчета водопоглотительной способности количество кубических сантиметров воды, потребовавшейся на замешивание теста, необходимо умножить на два.

Определение массовой доли влаги по ГОСТ 5900 [13] и ГОСТ 9404 [19].

Метод основан на высушивании навески продукта до постоянной массы.

Метод определения белка в изделиях согласно ГОСТ 10846 [7].

Определение содержания белка в образцах изделий производилось количественным методом, известным также как микрометод Кьельдаля-Голуба. Данный метод основан на колориметрии, при этом измеряется оптическая плотность окрашенных растворов, полученных при взаимодействии с реактивом Несслера.

2.2 Разработка рецептуры и технологии мучных кондитерских изделий с применением продуктов переработки семян конопли

Для изучения влияния добавки в виде продуктов переработки семян конопли, (конопляной муки) на структурно-механические свойства теста и обогащения готового изделия эссенциальными компонентами использовали дозировку добавки от 10 до 30 % к массе муки. Контрольный и опытные образцы кекса «Столичный» выпекали согласно рецептуре № 425 сборника рецептур на торты, пирожные, кексы и рулеты (таблица 8) [42].

Таблица 8 – Рецептúra кекса «Столичный» с конопляной мукой

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ %	Расход сырья на 700 г готовой продукции, г			
		Контроль	Конопляная мука 10 %	Конопляная мука 20 %	Конопляная мука 30 %
Мука пшеничная в/с	85,50	233,9	210,6	187,2	163,8
Мука конопляная	95,00	-	23,4	46,8	70,2
Сахар-песок	99,85	175,5	175,5	175,5	175,5
Масло сливочное	84,00	175,4	175,4	175,4	175,4
Меланж	27,00	140,4	140,4	140,4	140,4
Соль	96,50	0,71	0,71	0,71	0,71
Разрыхлитель	0,00	0,71	0,71	0,71	0,71
Итого	–	726,62	726,72	726,72	726,72
Выход	82,00	700	700	700	700

Тесто для кексов замешивают в месильной машине на высокой скорости лопастей, охлажденное масло взбивают в течение 10 минут, затем добавляют сахар-песок, и сбивают еще 7 минут, после чего постепенно добавляют меланж. Общая продолжительность сбивания составляет 20–30 минут, в зависимости от времени года и качества масла. К сбитой массе добавляют эссенцию, разрыхлитель, и остальные компоненты по рецептуре, всю массу тщательно перемешивают, после чего добавляют муку. Замешивание с мукой длится еще 15–20 минут.

Готовое тесто раскладывают вручную в силиконовые формы, смазанные маслом или выстланные бумагой. Затем кексовое тесто выравнивают и прорезают посередине по всей длине лопаткой. Лопатка должна быть смоченной водой или растительным маслом. Вес теста устанавливается для данного размера форм в зависимости от требуемого веса готового кекса.

Продолжительность выпечки для кекса «Столичный» составляет 40–50 минут, температура от 180–220 °С. После выпечки готовые изделия охлаждают, верхнюю поверхность посыпают сахарной пудрой, расфасовывают, упаковывают и отправляют на хранение.

Технологическая схема производства кекса «Столичный» представлена на рисунке 3.

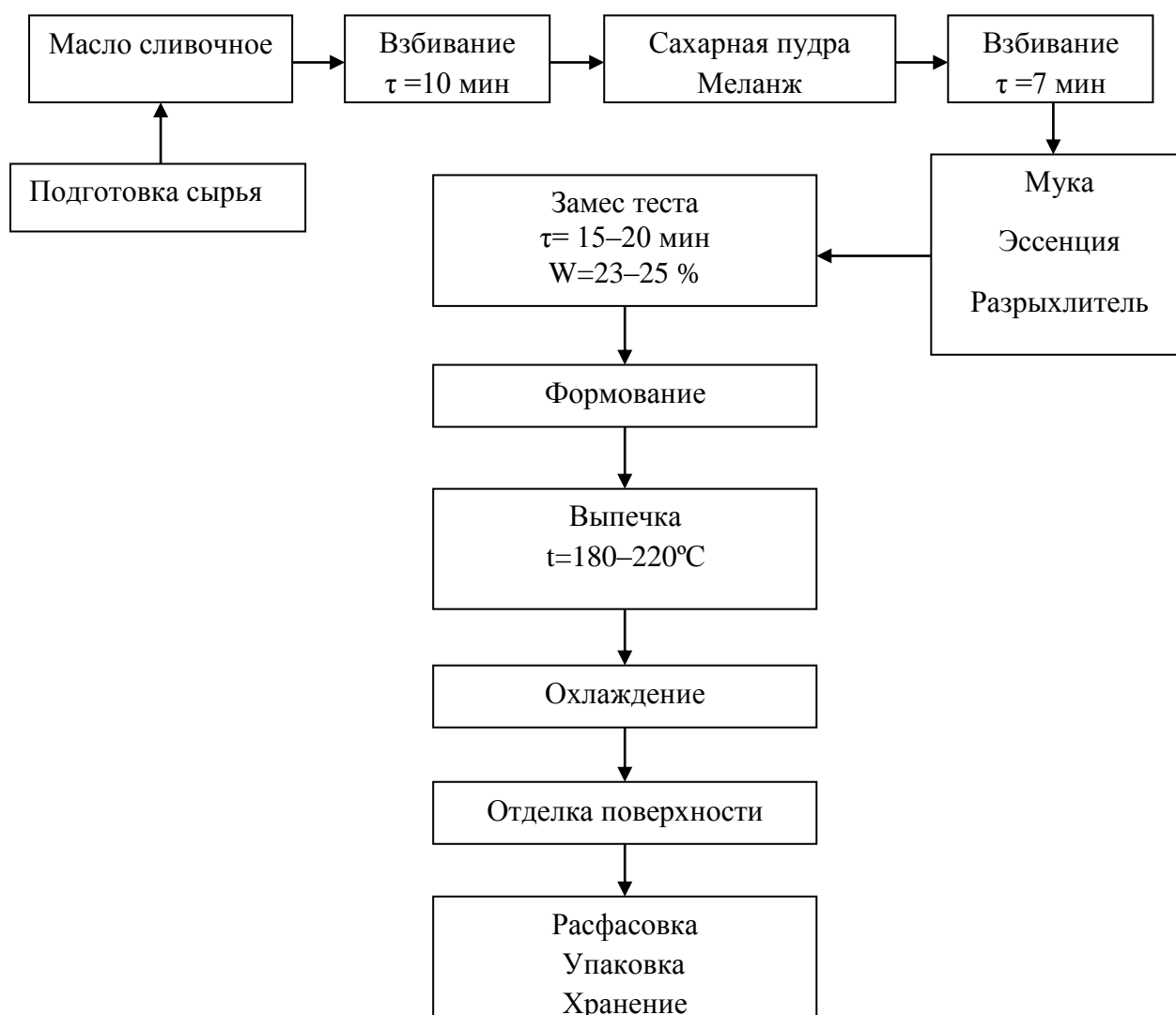


Рисунок 3 – Технологическая схема производства кекса «Столичного»

2.3 Влияние конопляной муки на структурно-механические свойства теста

Внесение такого нетрадиционного вида муки, как конопляная, может повлиять как положительно, так и отрицательно на реологические

характеристики при приготовлении теста, а также на качество готового продукта, следовательно, необходимо осуществлять контроль над данными показателями.

При анализе качества теста устанавливалась вязкость растворов муки с водой (1:2) с использованием вибрационного вискозиметра, измерение проводилось в течение 120 с. Экспозиция теста после замеса составила 20 минут. Результаты измерения вязкости образцов теста из мучных смесей представлены на рисунках 4 и 5.

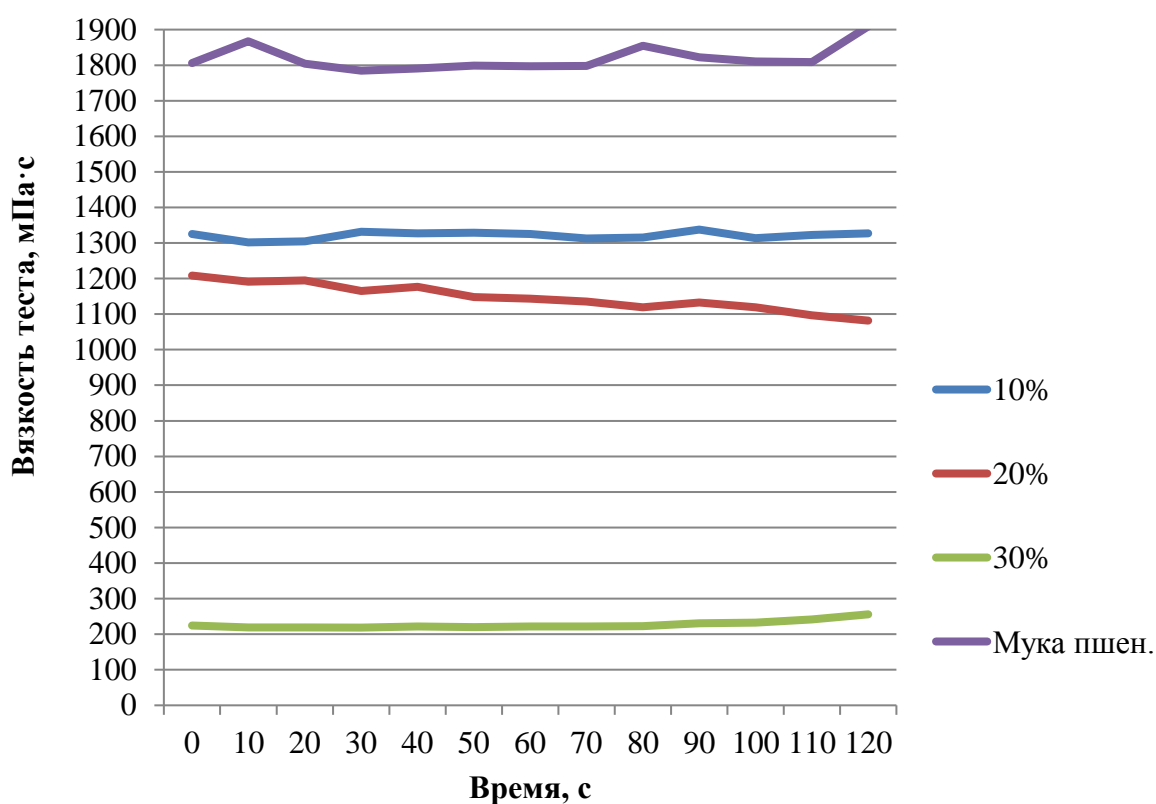


Рисунок 4 – Влияние количества вносимой конопляной муки (ООО «Коноплектика») на вязкость теста

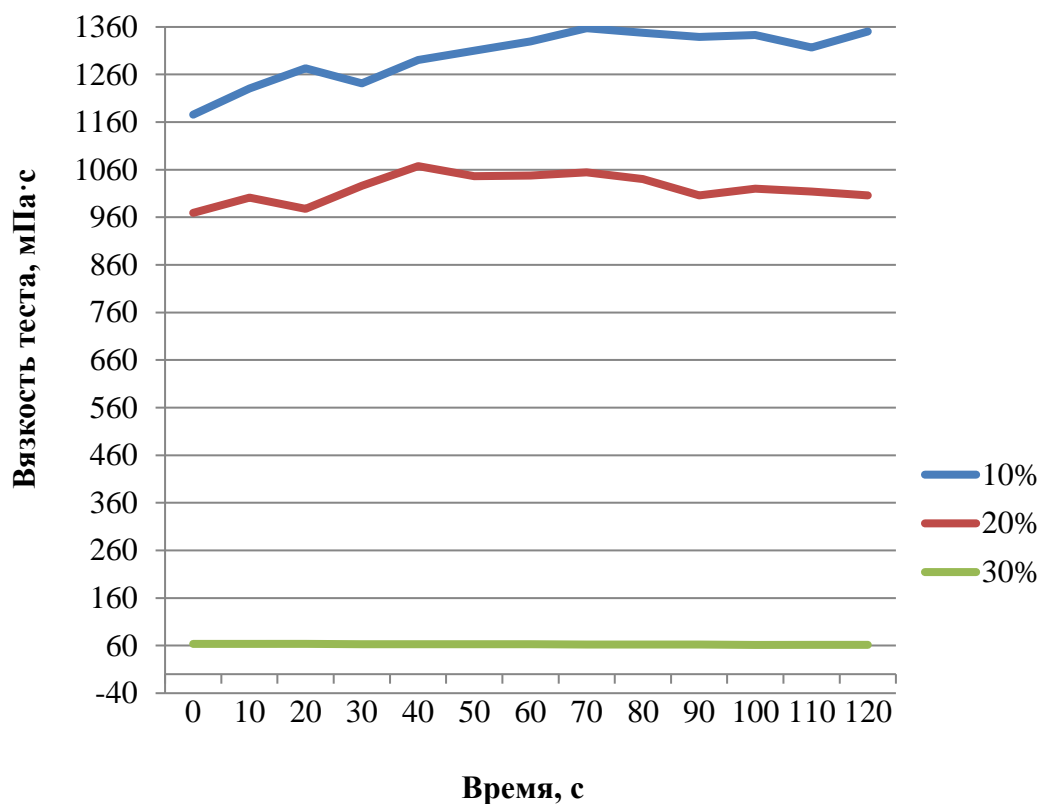


Рисунок 5 – Влияние количества вносимой конопляной муки (ТОО «Азимут») на вязкость теста

Из рисунков 4 и 5 видно, что вязкость теста уменьшается пропорционально количеству вносимой конопляной муки. При внесении конопляной муки, производимой ООО «Коноплектика» в концентрации 30 % – вязкость теста снижается в 6,7 раз по сравнению с тестом из пшеничной муки; в 4,4–4,8 раз по сравнению с тестом, содержащим 10 и 20 % конопляной муки. В образцах теста, содержащих конопляную муку, изготовленную ТОО «Азимут», вязкость несколько ниже, по сравнению с конопляной мукой ООО «Коноплектика» и достигает значений 62,6 мПа·с – для мучной смеси содержащей 30 % добавки.

Наблюдаемая закономерность связана с отсутствием в конопляной муке структурообразующих беков глютенной фракции, а также наличием значительного количества протеолитических ферментов, расслабляющих при взаимодействии белки клейковины пшеничной муки.

При анализе водопоглощающей способности мучных смесей наши предположения подтвердились, – способность белков удерживать воду снижается пропорционально увеличению концентрации в смеси конопляной муки от 3,2 % до 22,6 % (рисунок 6).

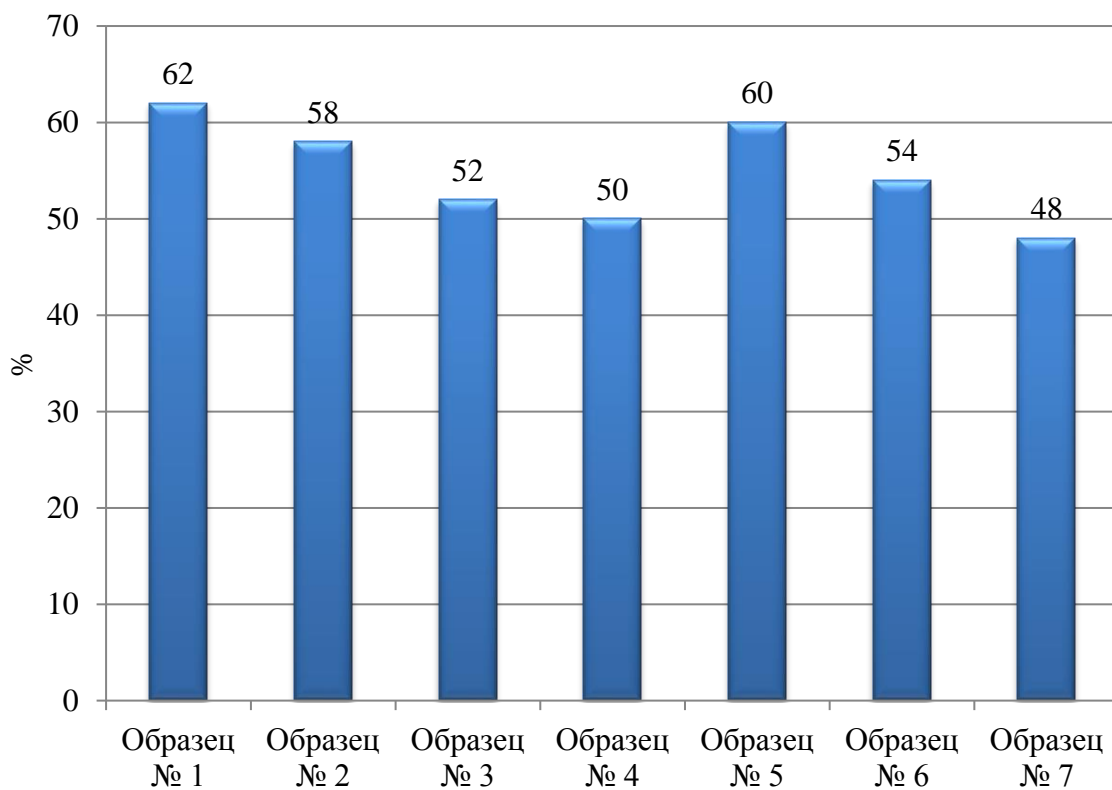


Рисунок 6 – Влияние количества вносимой конопляной муки на водопоглощающую способность мучных смесей (где образец № 1 – контрольный; образцы № 2, 3, 4 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки ТОО «Азимут»; образцы № 5, 6, 7 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки ООО «Коноплектика»)

2.4 Исследование органолептических показателей мучных кондитерских изделий

Органолептическое исследование мучных кондитерских изделий проводили по показателям: внешний вид (поверхность, форма и цвет); структура; вид в изломе; вкус и аромат. При этом максимальная оценка за каждый показатель составляла 5 баллов (таблица 9, 10).

Таблица 9 – Результаты органолептической оценки образцов кекса «Столичный» с введением конопляной муки ТОО «Азимут»

Показатель	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Вкус и запах	Сдобный, характерный вкус, сладковатый сливочный аромат без посторонних привкусов и запахов	Свойственные данному виду изделия со слабо выраженным ореховым ароматом без посторонних привкусов	Свойственные данному виду изделия со слабо выраженным травянистым вкусом и ароматом	Свойственные данному виду изделия с выраженным травянистым вкусом и ароматом
Поверхность	Поверхность выпуклая с характерными трещинами, боковая поверхность ровная.	Поверхность менее выпуклая, характерные трещины отсутствуют, боковая поверхность ровная.	Поверхность слегка выпуклая, характерные трещины отсутствуют, боковая поверхность ровная.	Поверхность ровная со слабо выраженными характерными трещинами, боковая поверхность ровная.

Окончание таблицы 9

Показатель	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Структура	Мякиш пропеченный, без комочков, с равномерной пористостью.	Мякиш пропеченный, без комочков, с равномерной пористостью	Мякиш пропеченный, без комочков, мелкопористый	Мякиш пропеченный, без комочков, влажный, слегка уплотненный и слегка заминающийся
Вид и цвет в изломе	Ярко-желтый однородный цвет.	Светло-желтый однородный цвет.	Цвет желтая охра, с легкими вкраплениями.	Зелено-коричневый однородный цвет.
Форма	Правильная, с выпуклой верхней и ровной боковой поверхностью, без пустот и раковин	Правильная, с менее выпуклой верхней и ровной боковой поверхностью, без пустот и раковин	Правильная, со слегка выпуклой верхней и ровной боковой поверхностью, без пустот и раковин	Правильная, с ровной верхней и боковой поверхностью, без пустот и раковин

Таблица 10 – Результаты органолептической оценки образцов кекса «Столичный» с введением конопляной муки ООО «Коноплектика»

Показатель	Образец № 1	Образец № 5	Образец № 6	Образец № 7
Вкус и запах	Сдобный, характерный вкус, сладковатый сливочный аромат без посторонних привкусов и запахов	Свойственные данному виду изделия со слабо выраженным ореховым вкусом и ароматом	Свойственные данному виду изделия со слабо выраженным ореховым вкусом и ароматом	Свойственные данному виду изделия с выраженным травянистым вкусом и ароматом
Поверхность	Выпуклая с характерными трещинами, боковая поверхность ровная.	Выпуклая с характерными трещинами, боковая поверхность ровная.	Выпуклая с характерными трещинами, боковая поверхность ровная.	Выпуклая с характерными трещинами, боковая поверхность ровная.
Вид и цвет в изломе	Ярко-желтый однородный цвет.	Светло-желтый однородный цвет.	Цвет желтая охра, с легкими вкраплениями.	Бежево-коричневый однородный цвет.

Окончание таблицы 10

Показатель	Образец № 1	Образец № 5	Образец № 6	Образец № 7
Структура	Мякиш пропеченный, без комочков, с равномерной пористостью	Мякиш пропеченный, без комочков, с равномерной пористостью	Мякиш пропеченный, без комочков, мелкопористый	Мякиш пропеченный, без комочков, влажный, слегка уплотненный и заминающийся
Форма	Правильная, с выпуклой верхней и ровной боковой поверхностью, без пустот и раковин	Правильная, с выпуклой верхней и ровной боковой поверхностью, без пустот и раковин	Правильная, с выпуклой верхней и ровной боковой поверхностью, без пустот и раковин	Правильная, с выпуклой верхней и ровной боковой поверхностью, без пустот и раковин

Органолептические показатели являются одним из основных критериев, на который опираются потребители при выборе мучных кондитерских изделий. При разработке специализированных продуктов, путем внесения нетрадиционного сырья, можно существенно повлиять на данные показатели, как положительно, так и отрицательно, соответственно необходимо подобрать правильную дозировку используемой добавки.

Таблица 11 – Бальная оценка органолептических показателей кексов с введением конопляной муки ТОО «Азимут»

Показатель	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Вкус и запах	5	5	5	4
Поверхность	5	4,5	5	4
Структура	5	5	5	4
Вид и цвет в изломе	5	4,5	5	4
Форма	5	5	5	4
Итого	25 баллов	24 балла	25 баллов	20 баллов

Таблица 12 – Бальная оценка органолептических показателей кексов с введением конопляной муки ООО «Коноплектика»

Показатель	Образец № 1	Образец № 5	Образец № 6	Образец № 7
Вкус и запах	5	5	5	4,3
Поверхность	5	5	5	4
Структура	5	5	5	4
Вид и цвет в изломе	5	4,5	5	4,3
Форма	5	5	5	4
Итого	25 баллов	24,5 баллов	25 баллов	20,6 баллов

Из таблиц видно, что с увеличением количества конопляной муки в опытных образцах кексов становится сильным и выраженным орехово-травянистый привкус, появляется ощущение маслянистости при разжевывании печенья.

Цвет кексов при увеличении количества конопляной муки в рецептуре, изменяется от светло-желтого при 10 %-ной концентрации, до зелено-коричневого – при 30 %-ной концентрации. Существенных различий в органолептических характеристиках между опытными образцами кексов,

включающих 10 %, 20 % и 30 % конопляной муки разных производителей выявлено не было.

При проведении дегустационной оценки пришли к выводу, что образцы кексов с добавлением 20 % конопляной муки характеризуется наилучшими органолептическими свойствами, они получили максимальные оценки при дегустационном анализе, так как отличались правильной формой, хорошим подъемом, выпуклой поверхностью с характерными трещинами, желтоватым цветом, выраженным вкусом и ароматом (рисунок 7).

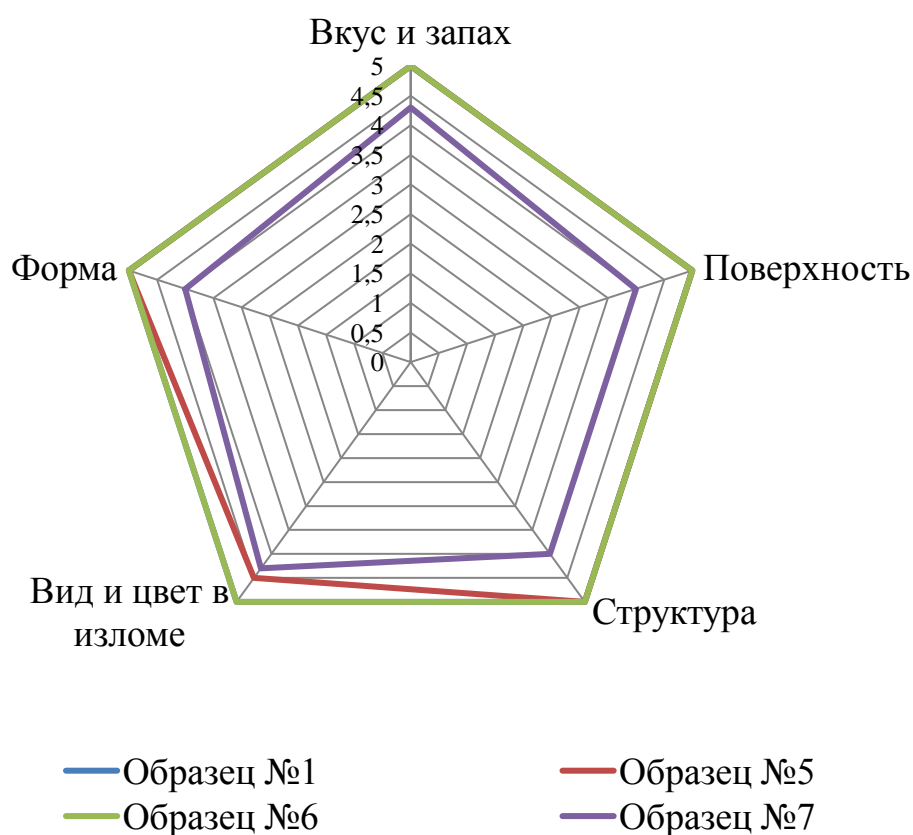


Рисунок 7 – Бальная оценка органолептических показателей образцов кекса (где образец № 1 – контрольный; образцы № 5, 6, 7 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки конопляной муки ООО «Коноплектика»)

Таким образом, проведенные органолептические исследования доказали целесообразность получения мучных кондитерских изделий с добавлением конопляной муки.

Установлено, что оптимальной дозировкой конопляной муки в рецептуре кекса «Столичного» является 10 и 20 % от массы муки, поскольку это обеспечивает формирование лучших органолептических свойств, высокой пищевой ценности, соответствие готовых изделий требованиям стандартов.

2.5 Влияние продуктов переработки семян конопли на физико-химические свойства мучных кондитерских изделий

При определении влияния добавки в виде конопляной муки на физико-химические показатели кекса «Столичный» и выбора оптимальных дозировок добавок провели ряд лабораторных исследований.

При этом были проанализированы структурно-механические свойства и формоустойчивость готовых изделий, массовая доля влаги и белка в образцах кексов.

Исследования структурно-механических показателей образцов проводили на структурометре «СТ-2», путем сжатия его индентором «Цилиндр Ø36», определяя общую, пластическую и упругую деформацию. Результаты исследований представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Динамика изменения упругости образцов с разной концентрацией конопляной муки

Наименование образца	Значение показателя		
	Общая деформация, мм	Пластическая деформация, мм	Упругая деформация, мм
Образец № 1	10,282 ± 0,8	5,974 ± 1,1	4,308 ± 0,4
Образец № 2	11,666 ± 0,2	6,991 ± 0,1	4,674 ± 0,2
Образец № 3	13,564 ± 0,2	8,476 ± 0,1	5,088 ± 0,1
Образец № 4	14,747 ± 0,7	9,505 ± 0,7	5,242 ± 0,1
Образец № 5	7,157 ± 0,5	3,025 ± 0,3	4,105 ± 0,2

Окончание таблицы 13

Наименование образца	Значение показателя		
	Общая деформация, мм	Пластическая деформация, мм	Упругая деформация, мм
Образец № 6	$7,189 \pm 0,2$	$3,336 \pm 0,3$	$3,853 \pm 0,1$
Образец № 7	$6,375 \pm 0,5$	$3,190 \pm 0,3$	$3,184 \pm 0,4$

Согласно данным таблицы видно, что с повышением дозировки промышленной конопляной муки, изготовленной ТОО «Азимут» происходит увеличение упругой, общей и пластической деформации, тем самым тесто становится упруго-пластичным, а готовые изделия имеют более рыхлую структуру.

Что касается внесения конопляной муки, производимой ООО «Коноплектика», то с повышением ее концентрации, происходит заметное снижение общей и пластической деформации, а также незначительное колебание упругой, как следствие, тесто становится менее пластичным, а готовые изделия имеют плотную структуру.

В результате анализа формоустойчивости кексов, установлена взаимосвязь между деформационными характеристиками кондитерских изделий и способностью сохранять форму. Наименьшая формоустойчивость наблюдается в изделиях, содержащих 20 и 30 % конопляной муки производства ТОО Азимут (рисунок 8).

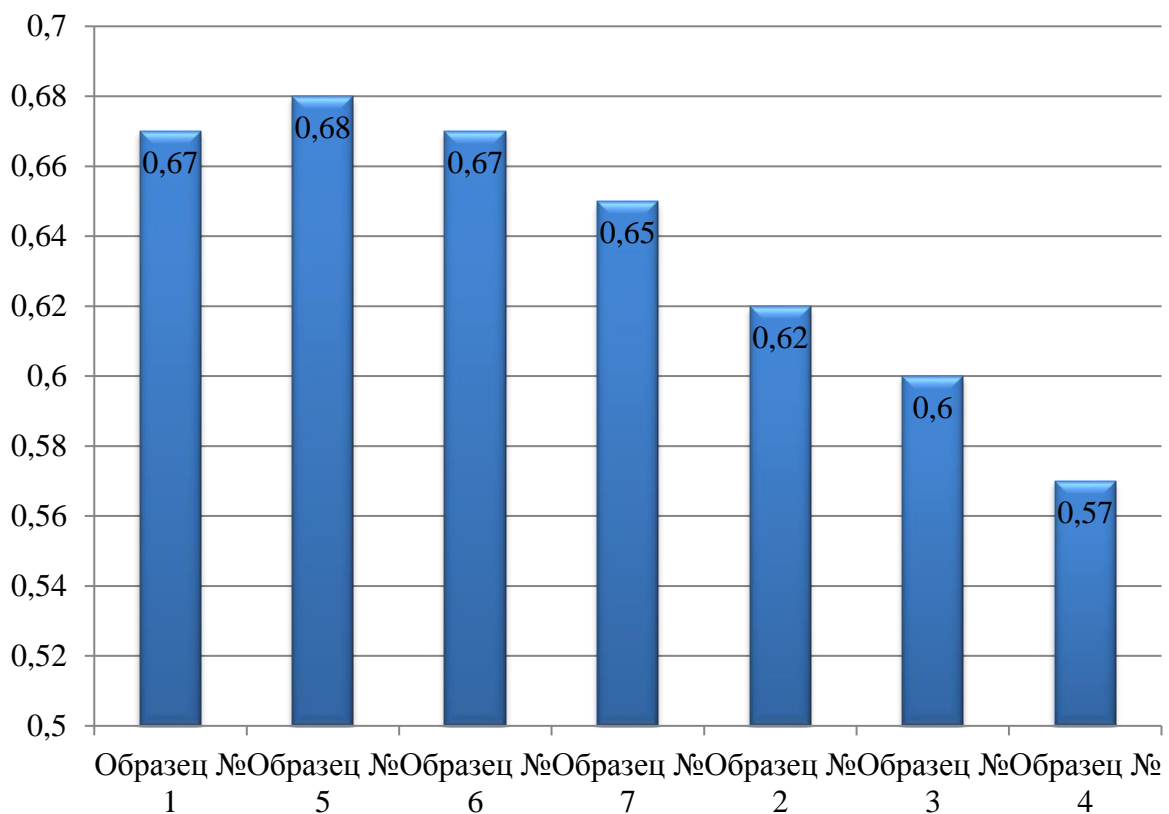


Рисунок 8 – Показатели формоустойчивости образцов кекса (где образец № 1 – контрольный; образцы № 2, 3, 4 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки ТОО «Азимут»; образцы № 5, 6, 7 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки ООО «Коноплектика»)

Для исследования влияния конопляной муки на физико-химические показатели кексов было исследовано содержание влаги и белка в контрольных и опытных образцах. Результаты исследования представлены на рисунках 9 и 10.

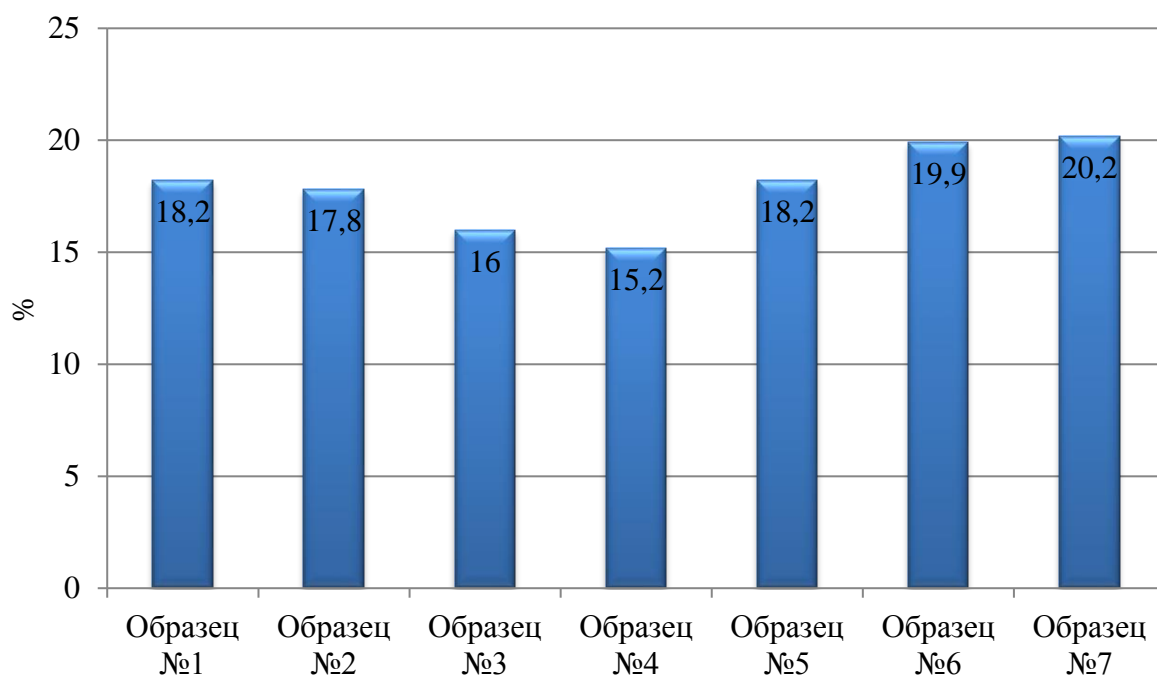


Рисунок 9 – Результаты анализа влажности образцов кекса (где образец № 1 – контрольный; образцы № 2, 3, 4 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки ТОО «Азимут»; образцы № 5, 6, 7 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки ООО «Коноплектика»)

Согласно полученным экспериментальным данным, содержание влаги в контрольных и опытных образцах, не имело существенных различий и колебалось от 15,2 до 20,2 %. Однако, изделия, содержащие конопляную муку, производимую ООО «Коноплектика» характеризовались наибольшей влажностью, по сравнению с остальными образцами кондитерских изделий.

Физико-химические показатели изделий зависят от соотношения компонентов рецептуры и соблюдения параметров технологического процесса. Результаты исследования содержания белка в кондитерских изделиях представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты исследования содержания белка в опытных образцах кексов

№ образца	Оптическая плотность рабочего раствора	Массовая доля белка, %
Образец № 1	0,247± 0,021	10,876± 0,42
Образец № 2	0,320 ± 0,026	14,372 ± 0,52
Образец № 3	0,347 ± 0,024	15,623 ± 0,44
Образец № 4	0,363 ± 0,025	16,222 ± 0,35
Образец № 5	0,312 ± 0,031	13,475 ± 0,42
Образец № 6	0,326 ± 0,028	14,285± 0,32
Образец № 7	0,342 ± 0,022	15,133 ± 0,52

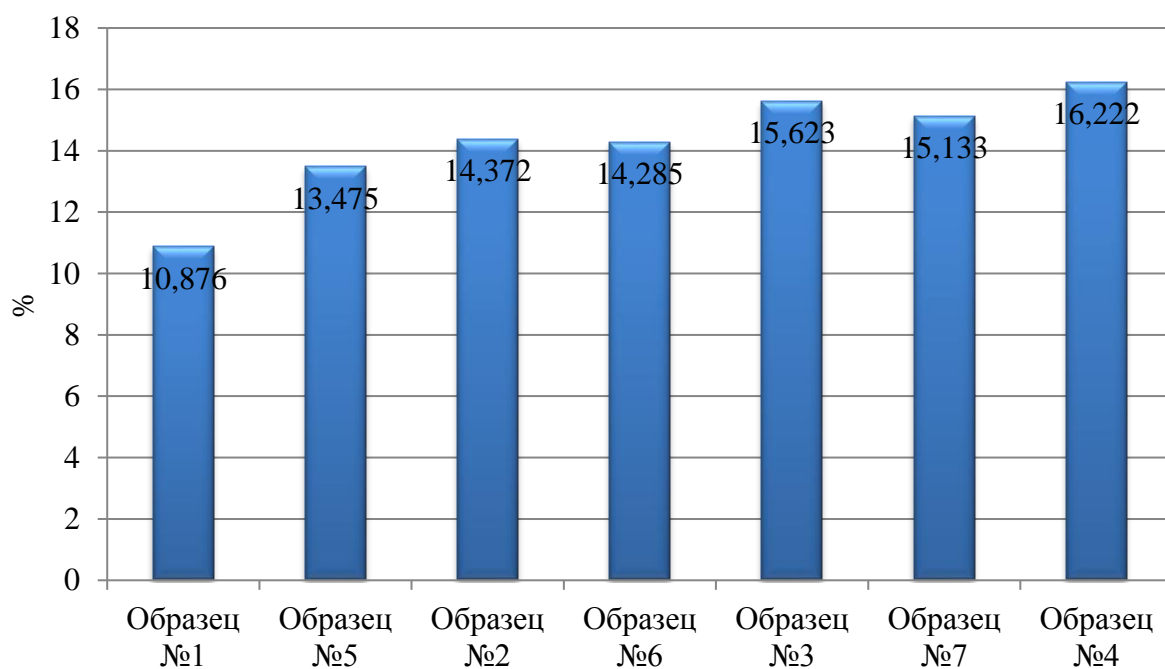


Рисунок 10 – Массовая доля белка в образцах кексов, % (где образец № 1 – контрольный; образцы № 2, 3, 4 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки ТОО «Азимут»; образцы № 5, 6, 7 – содержат 10, 20, 30 % конопляной муки ООО «Коноплектика»)

Установлено, что конопляная мука содержит значительные количества белка (30 %), что закономерно повлияло на возрастание белковых компонентов

в готовых изделиях, так в образцах кексов, содержащих 20–30 % конопляной муки, содержание белка возросло на 31,3–48,6 % по сравнению с контрольным образцом. Наиболее высокая концентрация белка установлена в образцах изделий, включающих конопляную муку производства ТОО «Азимут» в концентрации 20 и 30 %.

2.6 Обоснование диетических и профилактических свойств кондитерских изделий, выработанных с применением муки из семян конопли

Пищевая ценность определяется содержанием в пищевых продуктах, необходимых организму человека, пищевых веществ (белков, незаменимых аминокислот, углеводов, витаминов, минеральных веществ), отражает всю полноту полезных свойств продукта, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах, органолептические достоинства, а также способность усваиваться организмом человека.

Были проведены расчеты пищевой ценности образцов кексов, исходя из состава и количества сырьевых компонентов, входящих в рецептуру, при этом использовали таблицы химического состава пищевых продуктов [43].

Таблица 15 – Содержание НАК в сырье для производства кекса

Незаменимая аминокислота	Содержание НАК, мг/100 г продукта			
	меланж	масло сливочное	мука пшеничная	мука конопляная (белок 26,2 %)
Валин	772	26	471	1394
Изолейцин	597	25	430	1118
Лейцин	1081	47	806	2234
Лизин	903	28	250	1271
Метионин	424+293	11+6	153+200	1483

Окончание таблицы 15

Незаменимая аминокислота	Содержание НАК, мг/100 г продукта			
	меланж	масло сливочное	мука пшеничная	мука конопляная (белок 26,2 %)
Треонин	610	30	311	1544
Триптофан	204	27	100	511

Расчет аминокислотного состава каждого из исследуемых образцов кондитерских изделий приведен в таблицах 16 – 22 [43, 45].

Таблица 16 – Расчет биологической ценности контрольного образца кекса (содержание белка 10,9 %)

Наименование сырья	Масса, г	Аминокислота, мг							
		Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин	Фенилаланин	Треонин	Триптофан
Пшеничная мука	100	470	430	810	250	350	750	310	101
	33,4	4,7	4,3	8,1	2,5	3,5	7,5	3,1	1
Меланж	100	770	602	1080	902	722	1133	621	220
	20,1	7,7	6	10,8	9	7,2	11,3	6,1	2
Масло сливочное	100	27	33	55	33	18	55	27	33
	25,1	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3
Всего	-	319,3	271,8	500,2	271,4	266,7	490,12	233,7	81,2
Содержание в 100 г белка	-	2,93	2,49	4,59	2,49	2,45	4,50	2,14	0,74
Аминокислотный скор, %	-	58,58	62,33	65,55	45,36	69,89	112,43	35,73	74,43

Таблица 17 – Расчет биологической ценности образца кекса № 5
(содержание белка 13,5 %)

Наименование сырья	Масса, г	Аминокислота, мг							
		Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин	Фенилаланин	Треонин	Триптофан
Пшеничная мука	100	471	430	806	250	353	750	311	100
	30,1	4,7	4,3	8,1	2,5	3,5	7,5	3,1	1
Конопляная мука	100	1394	1118	2234	1271	1483	2482	1544	511
	3,3	25,1	20,4	40	22,9	26,7	44,7	27,8	9,2
Меланж	100	772	597	1081	903	717	1128	610	204
	20,1	7,7	6	10,8	9	7,2	11,3	6,1	2
Масло сливочное	100	26	25	47	28	17	52	30	27
	25,1	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3
Всего	-	386,6	324,8	605,4	339,3	343,2	612,9	315,2	108,2
Содержание в 100 г белка	-	2,86	2,41	4,48	2,51	2,54	4,54	2,33	0,80
Аминокислотный скор, %	-	57,27	60,16	64,07	45,69	72,63	113,51	38,91	80,14

Таблица 20 – Расчет биологической ценности образца кекса № 6
(содержание белка 14,3 %)

Наименование сырья	Масса, г	Аминокислота, мг							
		Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин	Фенилаланин	Треонин	Триптофан
Пшеничная мука	100	471	430	806	250	353	750	311	100
	26,7	4,7	4,3	8,1	2,5	3,5	7,5	3,1	1
Конопляная мука	100	1394	1118	2234	1271	1483	2482	1544	511
	6,7	25,1	20,4	40	22,9	26,7	44,7	27,8	9,2
Меланж	100	772	597	1081	903	717	1128	610	204
	20,1	7,7	6	10,8	9	7,2	11,3	6,1	2
Масло сливочное	100	26	25	47	28	17	52	30	27
	25,1	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3
Всего	-	455,9	379,6	713,9	408,6	422,1	739,4	399,2	136,1
Содержание в 100 г белка	-	3,19	2,65	4,99	2,86	2,95	5,17	2,79	0,95
Аминокислотный скор, %	-	63,77	66,37	71,32	51,95	84,33	129,27	46,52	95,15

Таблица 21– Расчет биологической ценности образца кекса № 7 (содержание белка 15,1 %).

Наименование Сырья	Масса, г	Аминокислота, мг							
		Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин	Фенилаланин	Треонин	Триптофан
Пшеничная мука	100	471	430	806	250	353	750	311	100
	23,4	4,7	4,3	8,1	2,5	3,5	7,5	3,1	1
Конопляная мука	100	1394	1118	2234	1271	1483	2482	1544	511
	10,1	25,1	20,4	40	22,9	26,7	44,7	27,8	9,2
Меланж	100	772	597	1081	903	717	1128	610	204
	20,1	7,7	6	10,8	9	7,2	11,3	6,1	2
Масло Сливочное	100	26	25	47	28	17	52	30	27
	25,1	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3
Всего	-	525,8	434,8	823,2	478,2	501,3	866,6	483,5	164,1
Содержание в 100 г белка	-	3,48	2,88	5,45	3,17	3,32	5,74	3,20	1,09
Аминокислотный скор, %	-	69,64	71,99	77,88	57,58	94,86	143,49	53,36	108,64

Для всех образцов кекса расчетный аминокислотный скор не превышал 53 %, а лимитирующими аминокислотами являлись, – треонин и лизин. Введение в состав кекса конопляной муки существенно повлияло на содержание незаменимых аминокислот. Об этом свидетельствует увеличение содержания НАК в образцах кексов с 20–30 % конопляной мукой по сравнению с контрольным образцом. Особенно значительно возросло содержание таких незаменимых аминокислот, как метеонин (в 1,6–1,8 раза); треонин и триптофан (в 1,7–2,0 раза) (рисунок 11).

Наименьший аминокислотный скор установлен в контрольных образцах кекса, он равен 35,7 % (лимитирующая аминокислота – треонин), наиболее высокий скор отмечен в образце, содержащем 30 % муки конопляной – 53,4 % (рисунок 12).

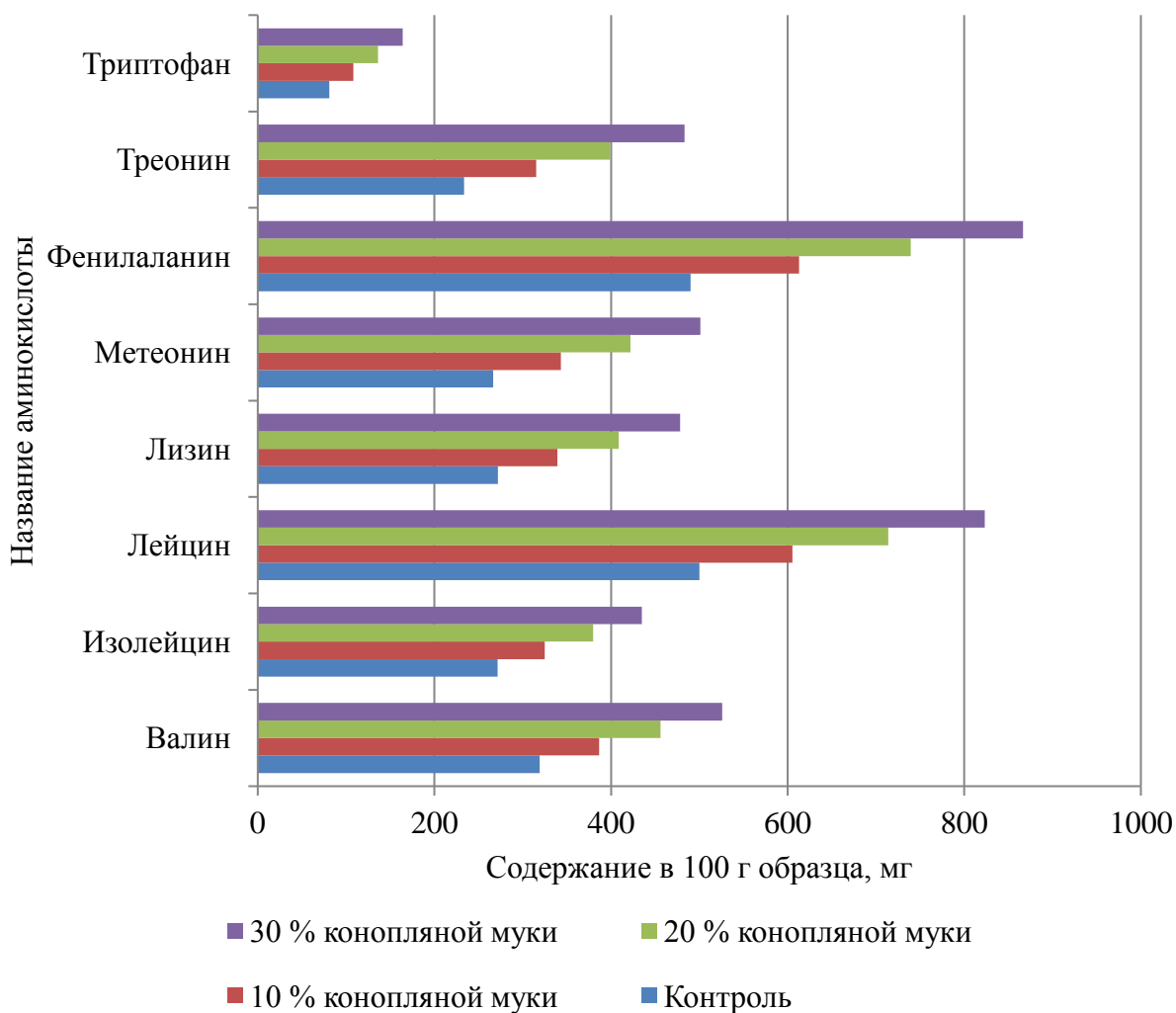


Рисунок 11 – Содержание НАК в образцах кексов

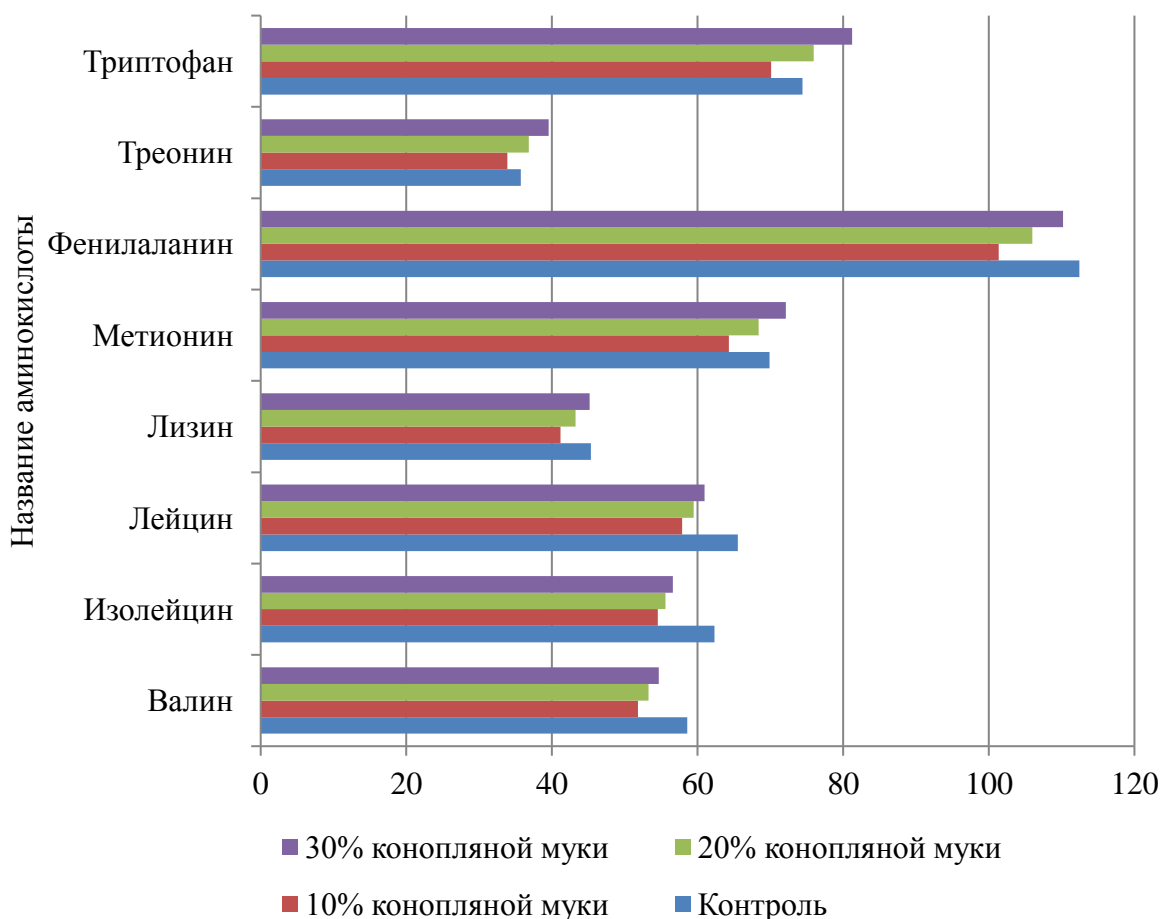


Рисунок 12 – Аминокислотный скор в образцах кексов, %

Для обоснования диетических и профилактических свойств было проанализировано содержание эссенциальных компонентов в контрольном и опытных образцах кекса (таблицы 23–27).

Таблица 23 – Содержание основных питательных элементов в кексе «Столичный» (контроль)

Наименование сырья и полуфабриката	Масса, г	Содержание пищевых веществ															
		Массовая доля, г						Минеральные вещества, мг					Витамины			Энергетическая ценность, ккал	
		Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Крахмал	ПВ	Цинк	Магний	Калий	Фосфор	Железо	В ₁ (тиамин)	В ₂ (рибофлавин)	В ₆ (пиридоксин)		Е (токоферол)
Мука пшеничная	100	14	10,6	1,3	71,8	64,5	2,4	3,1	44	176	115	2,1	0,25	0,08	0,22	3,05	331
	33,4	4,6	3,5	0,4	24	21,5	0,8	1,03	14,7	58,8	38,4	0,7	0,08	0,02	0,08	1,01	110,5
Масло сливочное	100	16	0,5	82,5	0,8	0	0	0,1	0,4	15	19	0,2	0	0,10	0	2,2	748
	25,1	4	0,1	20,7	0,2	0	0	0,02	0,1	3,7	4,7	0,05	0	0,02	0	0,5	187,7
Меланж	100	74	12,7	11,5	0,7	0,7	0	1,1	12	140	192	2,5	0,07	0,44	0,14	1,9	157
	20,1	14,8	2,5	2,3	0,1	0,1	0	0,22	2,4	28,1	38,6	0,5	0,01	0,08	0,02	0,4	31,5
Всего		23,4	6,2	23,4	24,3	21,6	0	1,28	17,2	90,7	81,7	1,25	0,09	0,14	0,11	1,9	329,8

Таблица 24 – Содержание основных питательных элементов в кексе «Столичный» (10 % конопляной муки)

Наименование сырья и полуфабриката	Масса, г	Содержание пищевых веществ															
		Массовая доля, г						Минеральные вещества, мг					Витамины			Энергетическая ценность, ккал	
		Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Крахмал	ПВ	Цинк	Магний	Калий	Фосфор	Железо	В ₁ (тиамин)	В ₂ (рибофлавин)	В ₆ (пиридоксин)		Е (токоферол)
Мука пшеничная	100	14	10,6	1,3	71,8	64,5	2,4	3,1	44	176	115	2,1	0,25	0,08	0,22	3,05	331
	30,1	4,2	3,5	0,4	24	19,4	0,7	1,03	14,7	58,8	38,4	0,7	0,08	0,02	0,06	1,01	99,6
Мука конопляная	100	6,9	26,2	10	24,7	15,7	9,2	9,9	700	1200	1650	8,0	3,8	2,3	1,6	38,4	290
	3,3	0,2	0,86	0,33	0,81	0,51	0,3	0,3	23,1	39,6	54,4	0,3	0,12	0,07	0,05	1,26	9,57
Масло сливочное	100	16	0,5	82,5	0,8	0,8	0	0,1	0,4	15	19	0,2	0	0	0	2,2	748
	25,1	4	0,1	20,7	0,2	0,2	0	0,02	0,1	3,7	4,7	0,05	0	0	0	0,5	187,7
Меланж	100	74	12,7	11,5	0,7	0,7	0	1,1	12	140	192	2,5	0,07	0,5	0,14	1,9	157
	20,1	14,8	2,5	2,3	0,1	0,1	0	0,22	2,4	28,1	38,6	0,5	0,01	0,1	0,02	0,4	31,5
Всего		23,2	6,7	23,7	22,7	20,2	1,0	1,5	38,8	124,5	132,4	1,44	0,22	0,20	0,14	3,1	328,5

Таблица 25 – Содержание основных питательных элементов в кексе «Столичный» (20 % конопляной муки)

Наименование сырья и полуфабриката	Масса, г	Содержание пищевых веществ																
		Массовая доля, г						Минеральные вещества, мг					Витамины				Энергетическая ценность, ккал	
		Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Крахмал	ПВ	Цинк	Магний	Калий	Фосфор	Железо	В ₁ (тиамин)	В ₂ (рибофлавин)	В ₆ (пиридоксин)	Е (токоферол)		
Мука пшеничная	100	14	10,6	1,3	71,8	64,5	2,4	3,1	44	176	115	2,1	0,25	0,08	0,22	3,05	331	
	26,7	3,7	2,8	0,3	19,2	17,2	0,6	0,82	11,7	47	30,7	0,6	0,06	0,02	0,06	0,81	88,4	
Мука конопляная	100	6,9	26,2	10	24,7	15,7	9,2	9,9	700	1200	1650	8,0	3,8	2,3	1,6	38,4	290	
	6,7	0,5	1,7	0,67	1,6	1,05	0,6	0,6	47	80,4	110,5	0,5	0,25	0,15	0,11	2,57	19,43	
Масло сливочное	100	16	0,5	82,5	0,8	0,8	0	0,1	0,4	15	19	0,2	0	0	0	2,2	748	
	25,1	4	0,1	20,7	0,2	0,2	0	0,02	0,1	3,7	4,7	0,05	0	0	0	0,5	187,7	
Меланж	100	74	12,7	11,5	0,7	0,7	0	1,1	12	140	192	2,5	0,07	0,5	0,14	1,9	157	
	20,1	14,8	2,5	2,3	0,1	0,1	0	0,22	2,4	28,1	38,6	0,5	0,01	0,1	0,02	0,4	31,5	
Всего		23	7,2	24	21,2	18,6	1,2	1,7	61,2	159,3	184,6	1,65	0,33	0,27	0,19	4,3	327,1	

Таблица 26 – Содержание основных питательных элементов в кексе «Столичный» (30 % конопляной муки)

Наименование сырья и полуфабриката	Масса, г	Содержание пищевых веществ															
		Массовая доля, г						Минеральные вещества, мг					Витамины				
		Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Крахмал	ПВ	Цинк	Магний	Калий	Фосфор	Железо	В ₁ (тиамин)	В ₂ (рибофлавин)	В ₆ (пиридоксин)	Е (токоферол)	Энергетическая ценность, ккал
Мука пшеничная	100	14	10,6	1,3	71,8	64,5	2,4	3,1	44	176	115	2,1	0,25	0,08	0,22	3,05	331
	23,4	3,2	2,5	0,3	16,8	15,1	0,5	0,72	10,3	41,2	26,9	0,5	0,06	0,01	0,06	0,71	77,4
Мука конопляная	100	6,9	26,2	10	24,7	15,7	9,2	9,9	700	1200	1650	8,0	3,8	2,3	1,6	38,4	290
	10,1	0,7	2,6	1,01	2,5	1,6	0,9	0,99	70,7	121,2	166,6	0,8	0,38	0,23	0,16	3,8	29,3
Масло сливочное	100	16	0,5	82,5	0,8	0,8	0	0,1	0,4	15	19	0,2	0	0	0	2,2	748
	25,1	4	0,1	20,7	0,2	0,2	0	0,02	0,1	3,7	4,7	0,05	0	0	0	0,5	187,7
Меланж	100	74	12,7	11,5	0,7	0,7	0	1,1	12	140	192	2,5	0,07	0,5	0,14	1,9	157
	20,1	14,8	2,5	2,3	0,1	0,1	0	0,22	2,4	28,1	38,6	0,5	0,01	0,1	0,02	0,4	31,5
Всего		22,7	7,8	24,3	19,6	17,0	1,5	1,9	83,5	194,2	236,9	1,85	0,45	0,35	0,24	5,5	326

Таблица 27 – Удовлетворение суточной потребности в основных питательных элементах

Образец	Степень удовлетворения суточной потребности, %												
	Белки	Жиры	Крахмал	ПВ	Минеральные вещества					Витамины			
					Zn	Mg	K	P	Fe	B ₁	B ₂	B ₆	E
Контроль	7	22,4	47,5	4	11,6	4	3,6	10	12,5	6,5	7	5	13
10 % коноплян ой муки	7,6	22,6	44	5,1	13	9,7	5	16,5	14,5	14,3	11	7,3	21
20 % коноплян ой муки	8,2	23	40,5	6,3	14,8	15,3	6,4	23	16,5	22,4	15	9,7	28,8
30 % коноплян ой муки	8,7	23,2	37	7,4	16,7	20,8	7,7	30	18,5	30,4	19,5	12	36,8

Было установлено, что введение конопляной муки в мучные кондитерские изделия оказало значительное влияние на содержание биологически ценных компонентов (таблица 23–27). Так, в образцах, содержащих 20 и 30 % конопляной муки, наблюдается значительное возрастание количества белка, тогда как содержание усваиваемых углеводов снизилось. Наблюдается увеличение количества макро- и микроэлементов: магния, калия, железа, цинка, витаминов группы В, однако энергетическая ценность изделий незначительно снизилась.

Согласно ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» пищевая продукция диетического профилактического питания – это специализированная пищевая продукция, предназначенная для коррекции углеводного, жирового, белкового,

витаминого и других видов обмена веществ, в которой изменено содержание и (или) соотношение отдельных веществ относительно естественного их содержания, и (или) в состав которой включены не присутствующие изначально вещества или компоненты, а также пищевая продукция, предназначенная для снижения риска развития заболеваний [49].

Установленные ГОСТ Р 55577–2013 уровни обогащения специализированных пищевых продуктов функциональными ингредиентами должны составлять в усредненной суточной порции продукта не менее 15 % от нормы физиологической потребности [17].

Таким образом, разработанные образцы мучных кондитерских изделий можно отнести к продуктам диетического и профилактического назначения, которые способны удовлетворить суточную потребность в магнии на 15,3–20,8 %, в железе на 16,5–18,5 %, в витамине В₁– на 22,4–30,4 %; в витамине Е на 28,8–36,8 %.

Согласно нормативным документам кекс «Столичный» с использованием конопляной муки, может быть отнесен к продуктам диетического и профилактического питания с высокими потребительскими свойствами и содержанием физиологически активных ингредиентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проанализированных литературных данных, было установлено, что разработка функциональных пищевых продуктов путем обогащения их с использованием нетрадиционных видов растительного сырья является весьма перспективным направлением. Большая часть работ была направлена на повышение пищевой ценности производимых продуктов за счет обогащения их минералами, витаминами и пищевыми волокнами.

В результате аналитического обзора научных данных была осуществлена оценка возможности обогащения мучных кондитерских изделий с использованием продуктов переработки семян конопли. Проведен сравнительный анализ пищевой ценности пшеничной и конопляной муки различных производителей. Кроме того, разработана рецептура кексов и предложены технологические решения по применению конопляной муки в кондитерской отрасли.

В результате проведенных исследований было установлено, что введение конопляной муки влияет на органолептические и физико-химические показатели качества мучных кондитерских изделий. Характер эффекта зависит от количества компонентов, добавляемых в рецептуру изделий. Добавление конопляной муки в количестве до 20 % от массы пшеничной муки значительно улучшает органолептические свойства, такие как приятный вкус, аромат, яркий, интенсивно окрашенный цвет, структурно-механические свойства кондитерских изделий.

Добавление конопляной муки также является эффективным способом улучшения химического состава кексов. Эти изделия характеризуются высоким содержанием белковых веществ и незаменимых аминокислот. Использование кондитерских изделий, приготовленных по рецептуре, с добавлением конопляной муки в количестве 20 и 30 %, удовлетворяет суточную потребность в следующих пищевых веществах: в белках на 8,2–8,7 % и жирах на 23–23,2 %. Установлена возможность в удовлетворении среднесуточной потребности в

эссенциальных компонентах: в минеральных веществах, – в магнии на 15,3–20,8 %; в железе на 16,5–18,5 %; в цинке – на 14,8–16,7 %; в витаминах: группы E – на 28,8–36,8 %; B₁ – 22,4–30,4 %. Установлено, что наилучшими суммарными потребительскими характеристиками обладают образцы кондитерских изделий, приготовленные с добавлением 20 % конопляной муки от массы пшеничной муки.

Результаты этой работы дают основание полагать, что разработанные технологии можно отнести к направлению производства продуктов диетического и профилактического назначения, предназначенных для групп населения, испытывающих недостаток витаминов и минеральных компонентов в рационе питания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ кондитерских изделий в России. – <https://ssnab.ru>
2. Апет, Т.К. Справочник технолога кондитерского производства. Технологии и рецептуры/ Т.К. Апет, З.Н. Пашук. – Санкт-Петербург: Издательство «ГИОРД», 2004. – Т.1. – 560 с.
3. Ауэрман, Л.Я. Технология кондитерского производства/ Л.Я. Ауэрман. – Санкт-Петербург: Издательство «Профессия», 2002. – 420 с.
4. База данных состава еды USDA. – <https://ndb.nal.usda.gov>
5. Боталова, В.В. Исследование потребительских предпочтений при выборе мучных кондитерских изделий// Актуальные проблемы и перспективы развития потребительского рынка: Материалы II Международной научно-практической конференции студентов и учащихся (Пермь, декабрь 2017 г.). – Пермь: Издательство «Пермский института (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2017. – С. 71 – 77.
6. Глинкина, И. М., Маслова, Г.М. Влияние социальных факторов на формирование рынка мучных кондитерских изделий// В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК. – 2015. – С. 9 – 14.
7. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка.
8. ГОСТ 15052-2014. Кексы. Общие технические условия.
9. ГОСТ 21-94. Сахар-песок. Технические условия.
10. ГОСТ 26574-2017. Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия.
11. ГОСТ 30363-2013. Продукты яичные жидкие и сухие пищевые. Технические условия.
12. ГОСТ 32261-2013. Масло сливочное. Технические условия.
13. ГОСТ 5900-2014. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ.

14. ГОСТ 9158-76. Семена конопли. Промышленное сырье. Технические условия.
15. ГОСТ Р 51574-2018. Соль пищевая. Общие технические условия.
16. ГОСТ Р 5304-2008. Изделия кондитерские и полуфабрикаты кондитерского производства. Термины и определения.
17. ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности (с изменением № 1).
18. ГОСТ 27669-88. Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба (с изменениями № 1, 2).
19. ГОСТ 9404-88. Мука и отруби. Метод определения влажности (с изменением № 1).
20. Гуринович, Г.В. Биотехнологические способы производства продуктов повышенной пищевой ценности: учебник/ Г.В. Гуринович. – Кемерово: ЛМТ КемТИПП, 2002. – 130 с.
21. Егорова, Е.Ю. «Немолочное молоко»: обзор сырья и технологий// Ползуновский вестник. – 2018. – №3. – С. 25 – 34.
22. Егорова, С.В., Ахматзиаева, М.М. Технологические основы производства смузи// ADVANCED SCIENCE: сборник статей X Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 20 – 23.
23. Журавлёва, Л.А., Журавлёв, А.П., Терехов, М.Б. Конопляное масло и его использование в хлебопечении// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т.90. – №.4. – С. 66 – 69.
24. Зенина, А.П., Ефимова, М.В., Ефимов, А.А. Направления развития потребительского спроса и ассортимента мучных кондитерских изделий// Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. – 2015. – С. 125–131.
25. Конопляное масло в ветеринарной практике. – <http://tku.org.ua>
26. Конопляное масло для здоровья домашних животных. – <http://tku.org.ua>

27. Конопляная мука. – <http://www.gabris.ru>
28. Корнилова, А.П., Щербакова, Е.В. Влияние введения льняной и конопляной муки на качественные характеристики хлебобулочных изделий// Сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2016 год. – 2017. – С. 344 – 346.
29. Кочеткова, А.А., Колеснова, В.И., Тужилкин, И.Н., Нестерова, И.Н. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты// Пищевая промышленность. – 1999. – №4. – С. 7 – 10.
30. Кузнецова, Л.С. Технология приготовления мучных кондитерских изделий/ Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова. – Москва: Издательство «Мастерство», 2002. – 320 с.
31. Куц, А.А., Широкова, Н.В. Разработка технологии безглютенового хлебобулочного изделия с использованием продуктов переработки гречихи, риса и семян конопли// Аспекты животноводства и производства продуктов питания. – 2018. – С. 309 – 313.
32. Лукин, А.А., Зинин, А.В. Перспективы применения конопляной муки в технологии производства хлеба// Вестник современных исследований. – 2017. – №9-1. – С. 120 – 124.
33. Магазин исследований. – <https://marketing.rbc.ru>
34. Меренкова, С.П., Андросова, Н.В. Актуальные аспекты производства напитков на растительном сырье// Пищевые и биотехнологии. – 2018. – Т.6. – №3. – С. 57 – 67.
35. Мысаков, Д.С. Исследование показателей качества мучного кондитерского изделия из смеси конопляной муки и муки из грецкого ореха// Исследования и разработки молодых ученых в решении актуальных проблем XXI века: сборник научных статей. – 2017. – С. 77 – 83.
36. Пискунов, С.В. Анализ потребления диетических хлебобулочных изделий// Хлебопечение России. – 2002. – №2. – С. 7 – 8.

37. Посокина, Н.Е., Алабина, Н.М., Давыдова, А.Ю. Разработка функционального напитка на основе растительного сырья// Актуальные вопросы индустрии напитков. – 2019. – №3. – С. 174 – 178.

38. Резниченко, И.Ю., Рензяева, Т.В., Табаторович, А.Н., Сурков, И.В., Чистяков, А.М. Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности// Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т.45. – №2. – С. 149 – 162.

39. Росляков, Ю.Ф., Вершинина, О.Л., Гончар, В.В. Новые технологии и ассортимент хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья// Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности. – 2012. – С. 283 – 288.

40. Российский рынок мучных кондитерских изделий. – <https://www.marketologi.ru>

41. Садыгова, М.К., Белова, М.В., Филонова, Н.Н. Разработка технологических решений использования нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий// Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса. – 2018. – С. 300 – 303.

42. Сборник рецептур на торты, пирожные, кексы и рулеты – Москва: Издательство «Пищевая промышленность», 1978. – 453 с.

43. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика/ И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – Москва: Издательство «Высшая школа», 1991. – 288 с.

44. Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов/ под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – Москва: Издательство «ДеЛипринт», 2002. – 236 с.

45. Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов/ под ред. И.М.

Скурихина, М.Н. Волгарева. – Москва: Издательство «Агропромиздат», 1987. – 360 с.

46. Спиричев, В.Б., Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология/ Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский; под ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2005. – 548 с.

47. Тимофеева, В.А. Товароведение продовольственных товаров. – Ростов-на-Дону: Издательство «Феникс», 2013. – 494 с.

48. Тихонова, М.Ю., Жаркова, И.М., Чусова, А.Е. Исследование растворимости белков муки из клубней чуфы с целью создания специализированной пищевой продукции// Вопросы питания. – 2018. – Т.87. – С. 244 – 245.

49. ТР ТС 027/2012. О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания.

50. Уникальность диетических свойств конопляного масла. – <http://tku.org.ua>

51. Фомичева, М.А., Тимошенкова, И.А., Москвичева, Е.В. Разработка рецептуры бисквитного полуфабриката на основе смеси рисовой и конопляной муки// Неделя науки СПбПУ. – 2018. – С. 229 – 232.

52. Шевченко, В.В. Товароведение и экспертиза потребительских товаров/ В.В. Шевченко, И.А. Ермилова, А.А. Вытовтов, В.А. Герасимова и др. – Москва: Издательство «ИНФРА-М», 2005. – 544 с.

53. Bartkiene, E. et al. Development and quality evaluation of lacto-fermented product based on hulled and not hulled hempseed (*Cannabis sativa* L.)// LWT–Food Science and Technology. – 2016. – Т.72. – P. 544–551.

54. Korus, J. Witczak, M., Ziobro, R., Juszczak, L. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten-free bread// LWT – Food Science and Technology. – 2017. – P. 143 – 150.

55. Lukin, A., Bitiutskikh, K. Investigation on the use of hemp flour in cookie production// Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2017. – T.23. – №4. – P. 664 – 667.

56. Mikulec, A. et al. Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread// LWT – Food Science and Technology. – 2019. – T.102. – P. 164 – 172.

57. Oseyko, M. et al. Chemical aspects of the composition of industrial hemp seed products// Ukrainian Food Journal. – 2019. – T.8. – №.3. – P. 544 – 559.

58. Pojić, M. et al. Characterization of byproducts originating from hemp oil processing// Journal of agricultural and food chemistry. – 2014. – T.62. – №.51. – P. 431 – 440.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Фотографии опытных образцов



Рисунок Б.1 – Образцы кексов с использованием 10 %, 20 %, 30 % конопляной муки ООО «Коноплектика». Внешний вид.



Рисунок Б.2 – Образцы кексов с использованием 10 % конопляной муки ТОО «Азимут». Внешний вид.



Рисунок Б.3 – Образцы кексов с использованием 20 % конопляной муки ТОО «Азимут». Внешний вид.



Рисунок Б.4 – Образцы кексов с использованием 30 % конопляной муки ТОО «Азимут» (сверху) и контрольные образцы (снизу). Внешний вид.



Рисунок Б.5 – Сравнение образцов кексов с использованием 20 % конопляной муки ООО «Коноплектика» (справа) и ТОО Азимут (слева). Вид в разрезе.



Рисунок Б.6 – Сравнение образцов кексов с использованием 30 % конопляной муки ООО «Коноплектика» (слева) и ТОО «Азимут» (справа). Вид в разрезе.

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Деформационные характеристики образцов кекса

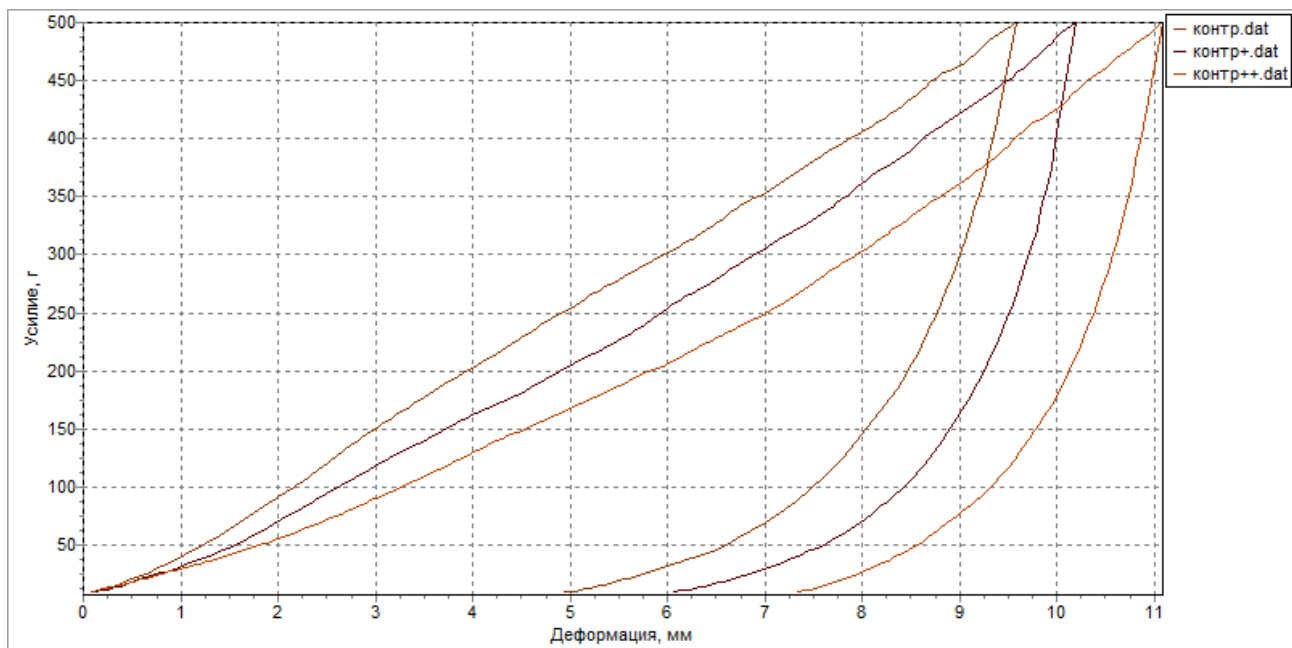


Рисунок В.1 – Результаты измерений деформационных характеристик контрольных образцов кекса

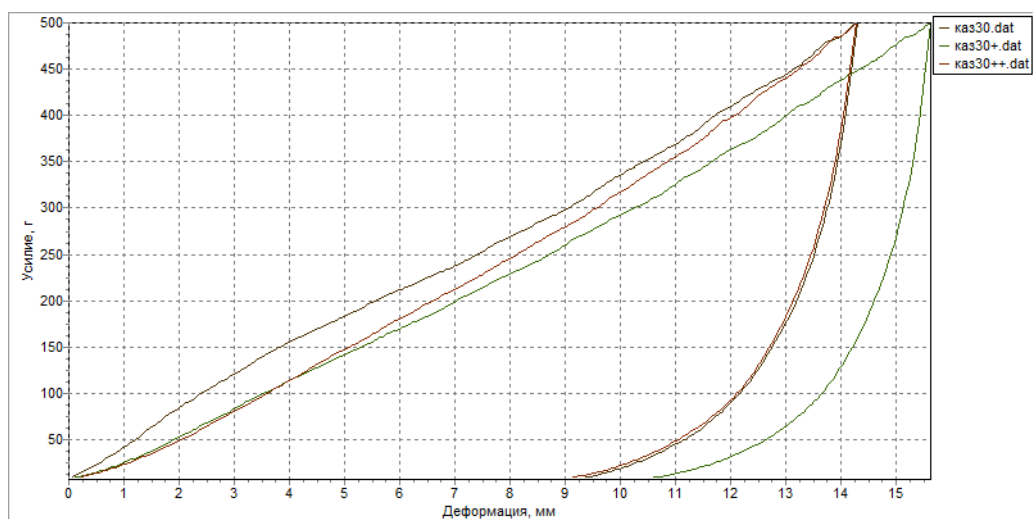
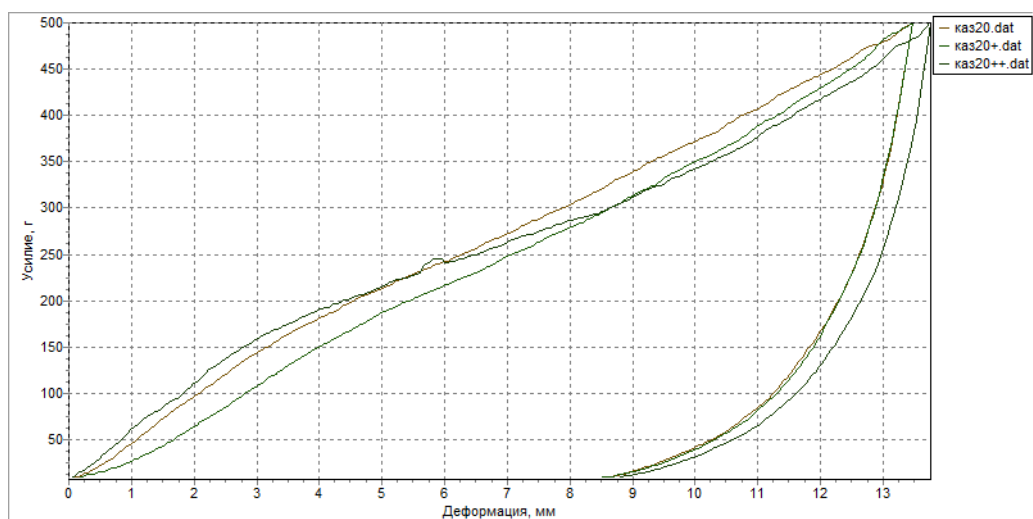
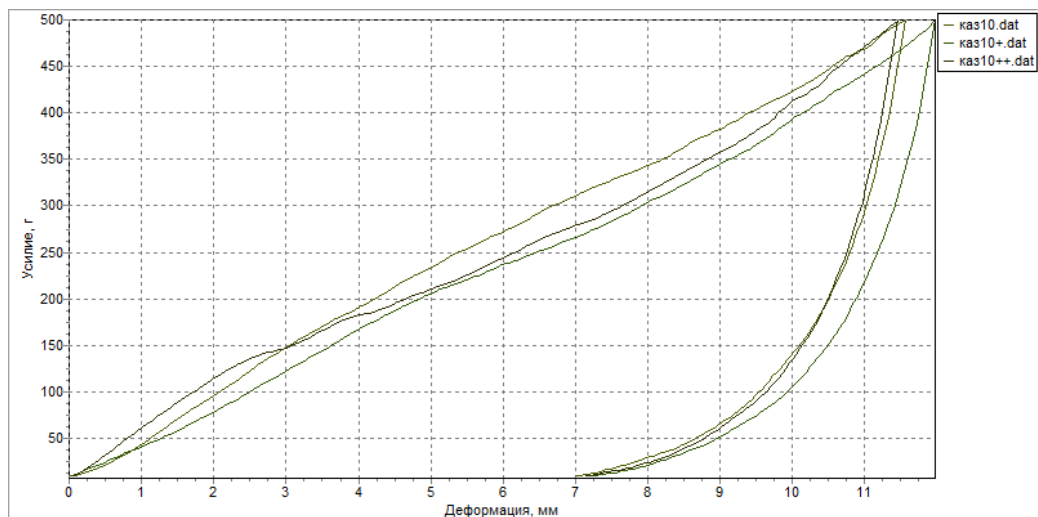


Рисунок В.2 – Результаты измерений деформационных характеристик образцов кексов с использованием 10 %, 20 %, 30 % конопляной муки ТОО «Азимут»

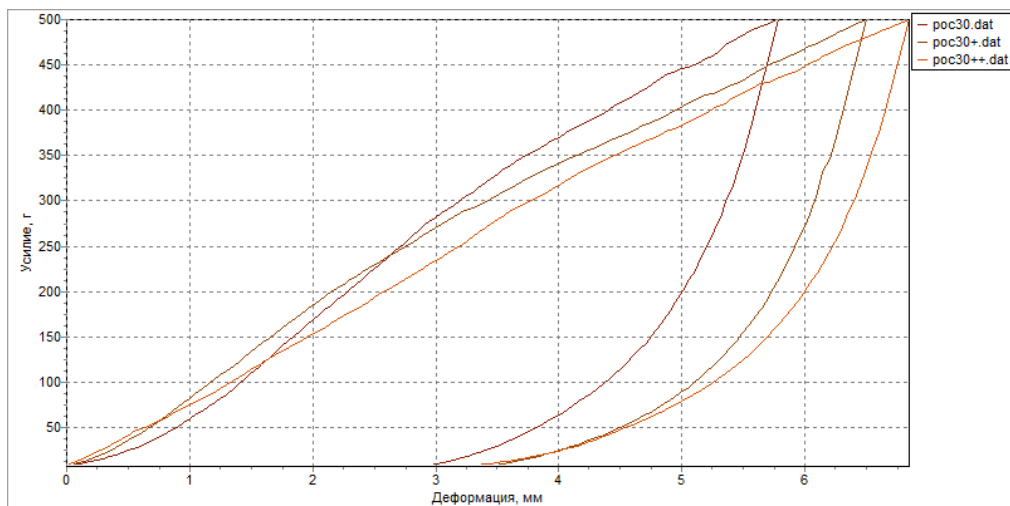
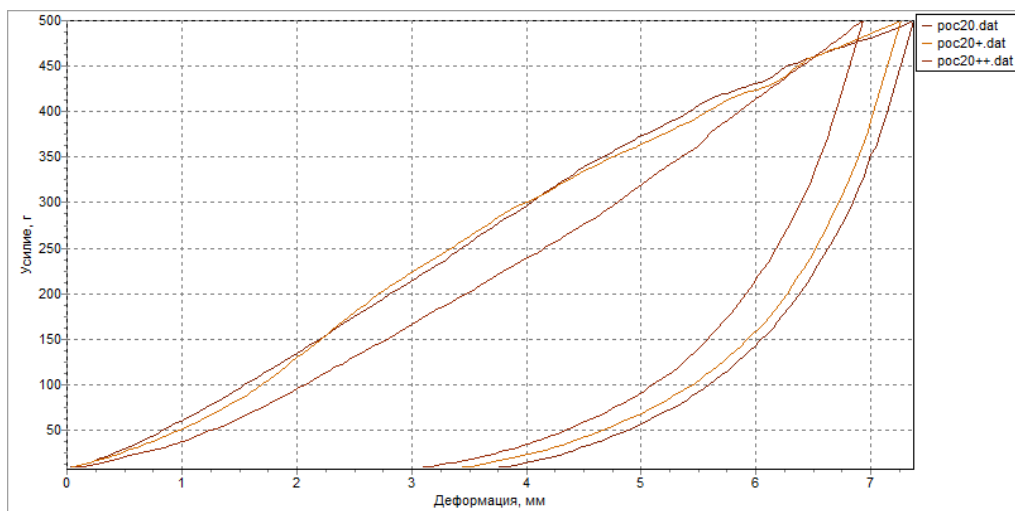
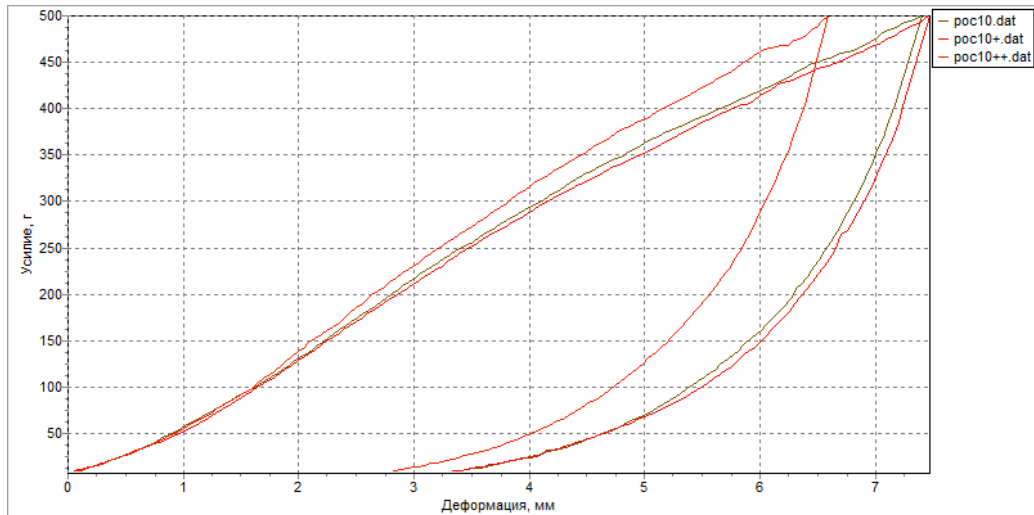


Рисунок В.3 – Результаты измерений деформационных характеристик образцов кексов с использованием 10 %, 20 %, 30 % конопляной муки ООО «Коноплектика»