

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТАДЖИКИСТАНА**

*УДК 637.345+664.667*

*На правах рукописи*

**САМАДОВ РАМАЗОН САИДОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛЮКОЗНО-  
ГАЛАКТОЗНОГО СИРОПА ИЗ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ И ПРОДУКТЫ НА  
ЕГО ОСНОВЕ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени доктора PhD, по  
специальности 6D072702 – «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и  
холодильных производств»

Душанбе – 2023

Работа выполнена на кафедре «Технология пищевых производств» Технологического университета Таджикистана.

- Научный руководитель:** **Икром Икром Хуршед Икром**  
кандидат технических наук, и.о. доцента  
кафедры технологии пищевых  
производств Технологического  
университета Таджикистана
- Официальные  
оппоненты:**
- Додаев Кучкор Одилович**  
доктор технических наук, профессор  
кафедры технологии мясных, молочных и  
консервных продуктов Ташкентского  
химико-технологического института  
Республики Узбекистан;
- Каримзода Мансур Тагой**  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
заместитель председателя г. Вахдат  
Республики Таджикистан.
- Ведущая организация:** кафедра «Безопасность и качество пищевых  
продуктов» Алматинского технологического  
университета Республики Казахстан.

Защита диссертации состоится «3» октября 2023 г. в 09:00 часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-050 при Технологическом университете Таджикистана, по адресу: 734061, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Н.Карабаева 63/3, Зал заседаний Диссертационного совета ТУТ. E-mail: [dissovet.koa050@mail.tj](mailto:dissovet.koa050@mail.tj)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте Технологического университета Таджикистана ([www.tut.tj](http://www.tut.tj)).

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Учёный секретарь**  
диссертационного совета 6D. KOA-050  
кандидат химических наук

**Икром М.Б.**

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Продукты, получаемые в результате переработки молока, составляют значительную часть рациона людей, обеспечивая их белком, молочным жиром, кальцием, витаминами и другими веществами, необходимыми для жизнедеятельности. Известно, что сыворотка, полученная из молока, является типичным отходом молочной промышленности. Благодаря современному процессу, холодной технологии переработки – ультрафильтрацией (УФ), из молочной сыворотки (МС) можно получить ценные продукты, такие как сывороточные белки и сахар – лактозу.

Поиском путей рационального использования МС занимались многие видные деятели молочного дела во всех странах мира. Большой вклад в решение проблем, связанных с получением и переработкой вторичного молочного сырья, внесли ведущие зарубежные ученые: P. L. H. McSweeney, M. C. Коваленко, T. P. Guinee, A. Г. Храпцов и его ученики, S. L. Taylor, H. H. Липатов, M. G. Gänzle, A. A. Остроумов, A. P. Roy, Г. Б. Гаврилов, G. Bylund, A. Ю. Просеков, J. W. Fuquay, M. B. Залашко, T. Sienkiewicz, C. L. Riedel, J. G. Zadow, J. N. deWit, U. Kulozik, P. F. Fox и др...

В странах Центральной Азии, в том числе и в Казахстане, производство сыра и творога в год составляет 30,7 тыс. тонн, в Кыргызстане – 3,4 тыс. тонн, в Таджикистане производится около 5,3 тыс. тонн этой продукции. Однако, побочный продукт этого производства (МС) фактически не перерабатывается.

Указанная выше проблема существует и в республике Таджикистан. Молочная промышленность является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей республики. На молочных комбинатах и фабриках республики вырабатывается расширенный ассортимент молочных продуктов, в том числе творога и различных видов сыров, при производстве которых образуется большое количество сыворотки. Так, в 2016-2017 годах на молочной фабрике «Саодат» каждый месяц вырабатывается от 5 до 22 тонн сыворотки, которая практически не используется, а сливается в канализацию, создавая экологическую проблему. Почти такая же ситуация складывается на молочном комбинате «Шири Душанбе», в котором не весь объем получаемой сыворотки перерабатывается в продукты питания.

Таким образом, утилизация сыворотки остается серьезной проблемой для молочной промышленности. Поскольку сыворотка содержит от 5 до 6% сухих веществ, в том числе лактозу и другие полезные компоненты, она может и должна быть переработана на пищевые цели.

Кроме того, в Таджикистане существует проблема, связанная с производством сахара, а его импорт является дорогим, поэтому целесообразно перерабатывать лактозу МС в сироп глюкозы и галактозы, который существенно поможет упростить задачу и применить новый продукт в качестве сахарозаменителя. Исследование вопросов получения глюкозно-галактозного сиропа (ГГС) из молочной сыворотки, существенно поможет сэкономить ценные ресурсы в пищевой промышленности.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является изучение процессов ферментативного гидролиза лактозы из пермеата творожной сыворотки, разработка технологии производства ГГС и пищевых продуктов на его основе.

Для достижения указанной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- выполнить анализ литературного обзора по технологии переработки МС и лактозы;
- изучить состав творожной сыворотки и УФ-пермеата, полученного после ультрафильтрации МС как сырья для производства ГГС;
- провести сравнительный анализ и определить эффективность применения различных нейтрализующих агентов для нейтрализации творожной сыворотки перед гидролизом лактозы с целью улучшения качества ГГС;
- исследовать процесс ферментативного гидролиза МС с применением промышленных ферментных препаратов и определить оптимальные значения технологических параметров, в процессе гидролиза и получения ГГС;
- определить физико-химические и реологические показатели, влияющие на хранение ГГС;
- разработать технологическую схему производства пищевого продукта с использованием ГГС в качестве сахарозаменителя;
- оценить промышленную апробацию технологии получения ГГС с применением холодной технологии – УФ, и продуктов на его основе, а также разработать модель обеспечения качества ГГС в Республике Таджикистан.

**Рабочая гипотеза** работы состоит в предположении о том, что эффективность ферментативной переработки пермеата творожной сыворотки повышается путём её нейтрализации и определения оптимального параметра ферментации, что влияет на органолептические свойства ГГС.

**Объекты исследования** – УФ-пермеат МС, коммерческие  $\beta$ -галактозидазы, нейтрализующие агенты и ГГС.

### **Научная новизна работы:**

- исследован способ гидролиза лактозы ферментативным способом из УФ-пермеата творожной сыворотки с получением ГГС в лабораторных условиях;
- использована 5%-ая пищевая сода для нейтрализации рН творожной сыворотки, в целях усовершенствования вкусовых качеств исходной продукции;
- установлены оптимальные значения параметров процесса гидролиза МС, содержание основных компонентов в её составе и получение ГГС;
- разработана модель, обеспечивающая качество ГГС в Республике Таджикистан.

### **Теоретическая значимость работы:**

- изучено влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС;
- найдены оптимальные значения параметров процесса гидролиза и получения ГГС после нейтрализации МС различными агентами;
- установлен состав продуктов гидролиза МС методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

**Практическая значимость работы:**

- разработана технологическая схема производства ГГС и апробирована технология его производства на базе молочного комбината ЗАО "Комбинати Шири Душанбе" Республики Таджикистан;
- апробирована технология производства пряников на основе ГГС на ЗАО «Лаззат»;
- получен патент ТД № 1248 “Способ получения ГГС” (Приложения А в дис.) и внедрен на комбинате ЗАО "Комбинати Шири Душанбе", акт № 14125 от 22.04.2021 (Приложения Б в дис.); разработано и утверждено ТУ №01/127 от 05.06.2022 – ШТ 9232 ЧТ 040003710.001-2022 “Сиропи глюкоза-галактоза. Шартҳои техникӣ” (Приложение В в дис.).
- внедрена модель обеспечения качества производства ГГС на базе молочного комбината ЗАО "Комбинати Шири Душанбе".

**На защиту выносятся следующие положения:**

- разработка способа гидролиза лактозы ферментативным способом из УФ-пермеата творожной сыворотки и способ получения ГГС в лабораторных условиях;
- влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС с использованием различных нейтрализующих агентов;
- технологическая схема производства ГГС;
- разработка модели, обеспечивающая качество ГГС в Республике Таджикистан.

**Апробация.** Основные положения работы доложены на:

- Республиканской научно-практической конференции «Вклад молодых ученых в инновационное развитие Республики Таджикистан» (Душанбе, 28-29 апреля 2017 года);
- Международном форуме студентов, магистрантов и молодых ученых Кыргызской Республики и Российской Федерации (Кыргызстан, Иссык-Куль, 2017);
- 14-ой Международной научной конференции «Студенты на пути в науку» (Латвия, Елгава, 2019);
- 13-ой Балтийской конференции по пищевым наукам и технологии (Латвия, Елгава, 2019);
- XII Национальной научно-практической конференции с международным участием «Технологии и продукты здорового питания» (Россия, Саратов, 2021).

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 7 научных статей, 2 из них в журналах, рецензируемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 5 – в материалах Международных и Республиканских научно-практических конференциях, в том числе 2 из них входят в базу данных Web of Science. Получен 1 малый патент РТ и разработана научно-техническая документация «Сиропи глюкоза-галактоза. Шартҳои техникӣ».

**Методы исследования.** Теоретической основой исследования послужили труды зарубежных ученых, посвящённых изучению технологии получения ГГС из пермеата МС, которые вытекают из анализа литературного обзора. Физико-химические, реологические и потребительские свойства продукта проведены методами ВЭЖХ, рН-метрии, рефрактометрии, а также микробиологическим, микроскопическим, реологическим и другими общепринятыми и оригинальными методами оценки характеристик пищевых продуктов.

**Соответствие диссертации паспорту специальности.** Основные содержание диссертации соответствует паспорту специальности 6D072702 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств по пунктам 1, 2 и 5.

**Достоверность результатов.** В работе использованы следующие современные приборы для анализа сырья и оценки качества конечных продуктов: ,высокоэффективный жидкостной хроматограф – ВЭЖХ, Shimadzu LC-20, RID-10A, рефрактометрический детектор RID-10A, США; цифровой рефрактометр – KR ÜSS GmbH, Германия; анализатор качества молока, основанный на инфракрасной технологии – MilkoScan TM Mars, Foss, Дания; реометр жидких продуктов – BROOKFIELD DV-111 model: LVDV -111, США; микроскоп – Leica ICC50 HD, Leica DM 3000LED, Германия.

Все данные выражены как среднее со стандартным отклонением более трех независимых экспериментов. Для определения статистически значимых данных использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Достоверными данными приняты при статистической значимости значение  $p < 0.05$ .

**Личное участие.** Личное участие автора состояло в формулировке целей и задач исследования, проведении экспериментов, участие в анализе и интерпретации полученных результатов и написании диссертационной работы.

**Структура работы и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из аннотации, введения, обзора литературы по теме исследования, методической и экспериментальной частей, заключения и приложения. Общий объем диссертации составляет 146 страниц, 31 рис., 22 табл., 168 библиографических источников и 8 приложений.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении обосновывается актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, научная новизна, ее теоретическая и практическая ценность, излагаются основные положения, выносимые на защиту.

### **Глава 1. Обзор научных работ по теме исследования**

Проведен анализ обзора научно-технической литературы и состояния молочной отрасли, где объем молочной продукции в мире составил 906 млн. тонн, что на 2,0% больше, чем в 2019 году. Рассмотрены данные по изучению состава и свойств МС и перспективы ее использования. МС является ценным источником компонентов, из которой производятся многочисленные пищевые продукты. В зависимости от вида вырабатываемого продукта различают сыворотку подсырную, творожную и казеиновую. Несмотря на ценный состав, ее используют и применяют в качестве добавок, при производстве хлебобулочных изделий, в качестве корма для сельскохозяйственных животных. Подробно описаны методы переработки лактозы, ее структуры и методы гидролиза. Рассмотрены ферментные препараты, используемые при гидролизе лактозы, где ферменты представляют собой особый тип белка, который действует в качестве биологических катализаторов химических реакций в живых организмах. Дается описание технологии производства ГГС, где в качестве сырья используются пермеат (фильтрат), полученный после концентрирования молочной сыворотки на УФ установке.

Следует отметить, что процесс нейтрализации творожной сыворотки, в настоящее время, изучен недостаточно глубоко. Отсутствуют четкие рекомендации по виду и природе используемых щелочных агентов, оптимальным значениям рН и очередности проведения операции в технологической цепочке. В известных способах нейтрализации в качестве конечного параметра степени нейтрализации принимается титруемая кислотность, что является не совсем корректной для концентрированной и сгущенной сыворотки. Также требуется деминерализация и концентрирование сыворотки при производстве ГГС, чтобы минимизировать затраты на последующую очистку. Следовательно, нужно создать такие условия, при которых бы активность подобранного фермента выдерживала не только кислотность и осмотический стресс, вызванный высокой концентрацией лактозы и солей, но и производился целевой продукт с высоким выходом и приятным вкусом.

## **Глава 2. Материалы и методы исследования**

В экспериментальной части, которая состоит из 5 разделов, описана организация работы и приведена схема проведения исследований; представлена структура исследования, где каждый этап способствует совершенствованию технологии производства ГГС, повышению сладости сиропа и использования сиропа как сырья для производства мучного кондитерского изделия – пряников. *В разделах 2.1-2.3.* описываются объекты исследования, также приведены характеристики сырья и реагентов, использованные в данном исследовании. *Раздел 2.4* посвящен описанию методов исследования, которые использовались для решения поставленных экспериментальных задач: физико-химические, микробиологические, биохимические и математические методы анализа, соответствующие поставленной цели исследования. *В разделе 2.5* выполняется статистический анализ для определения достоверности результатов

исследования с помощью t-критерия Стьюдента и с использованием двухфакторной программы ANOVA.

### Глава 3. Совершенствование процессов получения ГГС и продукты на его основе

В разделе 3.1 приведены результаты оптимизации процесса гидролиза пермеата творожной сыворотки при действии ферментных препаратов  $\beta$ -галактозидазы для производства ГГС. Основными параметрами для изучения были: влияние рН пермеата творожной сыворотки, температура ( $^{\circ}\text{C}$ ), ферментация, продолжительность процесса (час) гидролиза. Результаты представлены на рисунке 1.

При добавлении меньшего количества ферментного препарата соотношение глюкозы и галактозы увеличивалось в сторону глюкозы, тогда как при увеличении количества фермента различия в концентрации моносахаридов уменьшались. Следует отметить, что коэффициент пересчета, характеризующий превращение лактозы в глюкозу и галактозу, колеблется от 1,05 до 1,11. При продолжении ферментации концентрация глюкозы снижалась за счет образования новых олигосахаридов. Во время ферментации наблюдалось достоверное увеличение ( $p < 0,05$ ) рН субстрата с 6,23 до 6,37. Изменения рН могут быть связаны с активностью целлюлозы и глюкоамилазы, которые включаются в ферментный препарат и гидролиз белковых остатков пермеата. Повышение рН помогает поддерживать активность ферментов во время ферментации, а в конце ферментации изменения рН становятся медленнее.

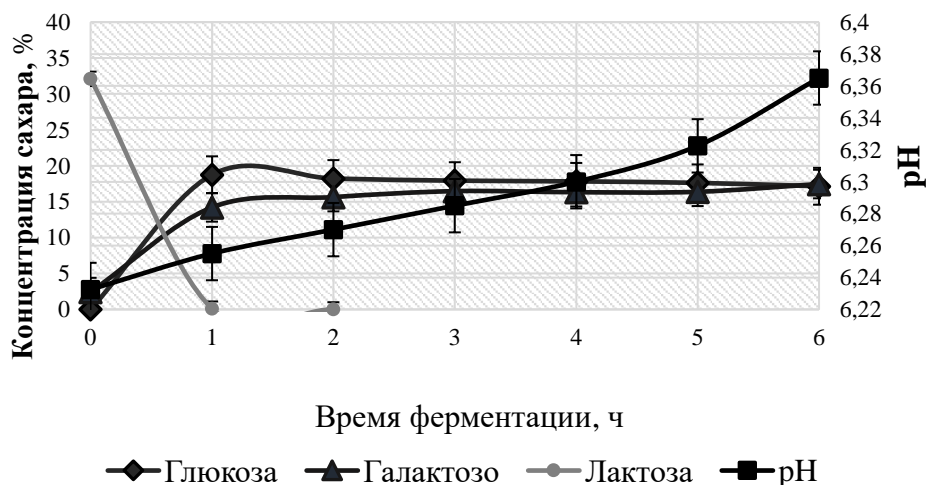


Рисунок 1. – Влияние процесса ферментации на концентрацию и состав моносахаридов, а также рН субстрата [А-3].

Анализ концентрации моносахаридов показал, что оптимальное время ферментации для гидролиза лактозы составляет 2 часа. Продолжительность



процесса ферментации влияет на концентрацию глюкозы и галактозы. Следует отметить, что конечная концентрация глюкозы и галактозы в субстрате в конце ферментации неодинакова, что противоречит теоретическому выходу этих моносахаридов.

Получен ГГС с содержанием сухих веществ  $65\pm 2\%$  и  $70\pm 2\%$ . По данным хроматографического анализа сиропа содержат 43-45 % глюкозы и 20-24 % галактозы (таблица 1). Высокая концентрация глюкозы по сравнению с галактозой может быть объяснена ее инверсией под действием  $\beta$ -галактозидазы в процессе испарения. С увеличением общего содержания сухих веществ в сиропе снижается концентрация глюкозы и увеличивается концентрация галактозы. Концентрация глюкозы и галактозы в опытных сиропах была выше, чем в коммерческом сиропе, полученном с использованием коммерческой Na-Lactase 5200. Анализ моносахаридов показал, что  $\beta$ -галактозидаза NOLA™ Fit 5500 способна полностью гидролизовать лактозу на глюкозу и галактозу в кислой сыворотке (таблица 1), а также обеспечивать более высокую степень сладости сиропа.

**Таблица 1** – Сравнительный анализ углеводного состава ГГС [А-3]

Углеводы	Экспериментальный сироп, %*		Коммерческий сироп* с 65% от общего содержания сухих веществ**
	65% от общего количества твердых веществ	70% от общего количества твердых веществ	
Глюкоза	45±2	43±3	25
Галактоза	20±3	24±2	22
Лактоза	–	–	12

\* Сиропы содержат не менее 1–2% белка.

\*\* Сомов и др. (2013).

Таким образом, результаты исследования показали, что оптимальное время гидролиза лактозы составляет 2 часа. Удлинение процесса брожения приводит к снижению концентрации глюкозы, поскольку степень сладости сиропа является ключевым фактором в отношении качества сиропа. Рекомендуются концентрировать сироп до 65% общего содержания сухих веществ.

*Раздел 3.1.1* посвящён влиянию термообработки пермеата МС на качество ГГС, в предыдущем исследовании [А-5], нами, после УФ концентрирования МС и ферментативного гидролиза термическая обработка не проводилась в целях инактивации  $\beta$ -галактозидазы. Результаты исследования показали разницу между концентрацией глюкозы и галактозы в сиропе из-за активного фермента,

что отразилось на конечной сладости сиропа. Далее гидролиз лактозы проводился при 40°C в течение 2 часов и использовали термическую обработку при 80±2°C с кратковременной выдержкой 3±2 мин. Гидролизированный пермеат концентрировали в вакуумном испарителе (Heidolph labourta 4000 эффективность, Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, Германия) до 65 и 70 % от общего количества твёрдых веществ. Общее содержание сухих веществ в сиропе измеряли с помощью рефрактометра KRUSS (DR301-95, Германия). Состав моносахаридов в сиропе определяли с помощью жидкостной хроматографией (Shimadzu, LC-20, Torrance, CA, USA). Сравнительный анализ состава моносахаридов сиропов представлен в таблице 2.

**Таблица 2** – Сравнительный анализ состава моносахаридов сиропов [А-4], [А-5]

Углеводы	65 % сухих веществ		70 % сухих веществ	
	Предыдущий эксперимент, %	Новый эксперимент, %	Предыдущий эксперимент, %	Новый эксперимент, %
<b>Глюкоза</b>	45.0±2.0	42.0±0.2	43.0 ± 3.0	45.2± 0.2
<b>Галактоза</b>	20.0 ± 3.0	15.0± 0.2	24.0 ± 2.0	17.3± 0.1
<b>Неидентифицированные сахара</b>	-	~ 8	-	~ 7,5

Данные таблицы 2 показывают, что термообработка приводит к снижению количества галактозы. Вероятно, во время термообработки происходит реакция Майяра между белками сыворотки и углеводов. Известно, что коммерческая β-галактозидаза, которая используется для гидролиза лактозы, приводит к превращению лактозы в глюкозу и галактозу, где галактоза очень реактивная. Снижение концентрации галактозы можно объяснить образованием продуктов реакции Майяра.

Таким образом, при производстве моносахаридов, после гидролиза пермеата сыворотки целесообразно проведение термической обработки с целью улучшения сладости ГГС.

В разделе 3.1.2 рассматривается исследование влияния типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС, где в качестве агента для проведения операции нейтрализации применяли растворы КОН, MgОН, NH<sub>4</sub>ОН, NaHCO<sub>3</sub> и др., разрешённые к применению в пищевой отрасли. Процесс нейтрализации кислой сыворотки проводили в присутствии щелочных агентов разной ионной силы и массовой концентрации 5 и 10%. Таблицы 3 и 4 показывают постепенное и значительное изменение рН пермеата сыворотки после нейтрализации щелочными агентами по мере

увеличения срока хранения ( $p < 0,05$ ). Значение рН пермеата сыворотки после нейтрализации 5%-ми растворами аммиака и соды (таблица 3) оставалось неизменным в течение 2 часов.

**Таблица 3** – Нейтрализация творожной сыворотки 5%-ми растворами щелочей. Исходное значение рН пермеата после ультрафильтрации  $4,24 \pm 0,006$  [А-2]

Щелочи	С, моль/л	рН пермеата после нейтрализации	Изменение значения рН		
			После 1 часа	После 2 часов	После 3 часов
NH <sub>4</sub> OH	1.43	$6,19 \pm 0,01$	$6,24 \pm 0,01$	$6,24 \pm 0,01$	$6,15 \pm 0,02$
NaHCO <sub>3</sub>	0.60	$6,19 \pm 0,01$	$6,22 \pm 0,02$	$6,21 \pm 0,01$	$6,21 \pm 0,01$
KOH	0.89	$6,18 \pm 0,01$	$6,15 \pm 0,01$	$6,13 \pm 0,01$	$6,04 \pm 0,02$

**Таблица 4** – Нейтрализация творожной сыворотки 10%-ми растворами щелочей. Исходное значение рН пермеата после ультрафильтрации  $4,24 \pm 0,06$  [А-2]

Щелочи	С, моль/л	рН пермеата			
		после нейтрализации	после 1 часа	после 2 часов	после 3 часов
NH <sub>4</sub> OH	2.86	$6,22 \pm 0,01$	$6,16 \pm 0,01$	$6,14 \pm 0,01$	$6,10 \pm 0,02$
NaHCO <sub>3</sub>	1.20	$6,19 \pm 0,01$	$6,14 \pm 0,01$	$6,17 \pm 0,01$	$6,18 \pm 0,01$
KOH	1.78	$6,19 \pm 0,02$	$6,16 \pm 0,01$	$6,10 \pm 0,01$	$6,05 \pm 0,01$

На третий день хранения наблюдалось снижение рН сыворотки, нейтрализованной аммиаком (с  $6,24 \pm 0,01$  до  $6,15 \pm 0,02$ ), в то же время значение рН сыворотки, нейтрализованной содой, оставалось неизменным ( $p < 0,01$ ). Однако, в случае с применением раствора KOH значение рН снизилось с  $6,16 \pm 0,01$  до  $6,10 \pm 0,01$  на второй день хранения и до  $6,04 \pm 0,02$  на третий день хранения. Характер изменения значения рН при нейтрализации сыворотки с 10% растворами щелочей был почти одинаков. Причем значение рН раствора сыворотки, нейтрализованной содой, вначале уменьшалось, а на второй день несколько выросло ( $6,19 \pm 0,01$ ;  $6,14 \pm 0,01$  и  $6,18 \pm 0,005$  при  $p < 0,05$ ).

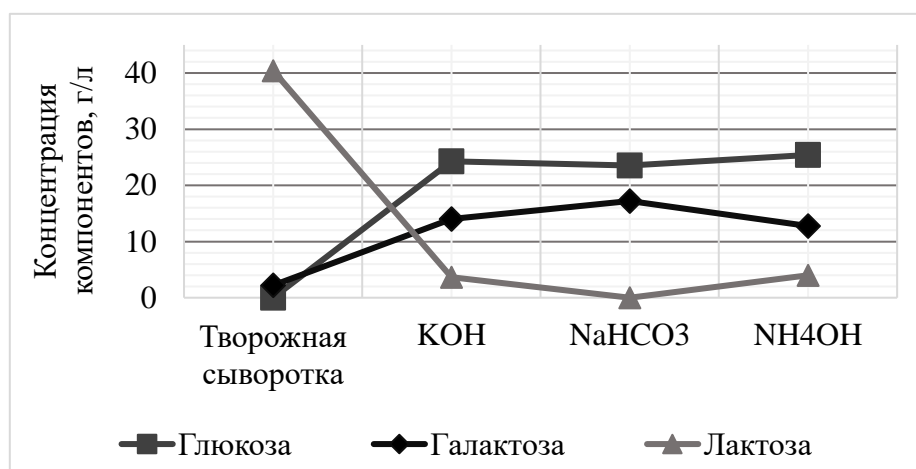
На наш взгляд стабилизация рН сыворотки после нейтрализации раствором (сода) происходила в результате образования слаборастворимых солей молочной и муравьиной кислот с бикарбонатом натрия, а также связана с буферной ёмкостью образовавшейся смеси. В то же время добавление аммиака и KOH с кислотами сыворотки образуют более растворимые соли, что приводит к гидролизу и нарушению буферных ёмкостей образующих солей.

В результате было подтверждено, что данный фермент с оптимальным рН 6.23 подходит для гидролиза лактозы до 100% инверсии, а оптимальное время гидролиза составляет 2-2,5 часа. Следует отметить, что в процессе гидролиза лактозы рН раствора значительно повышается до 6,37 ( $p < 0,05$ ), такое изменение

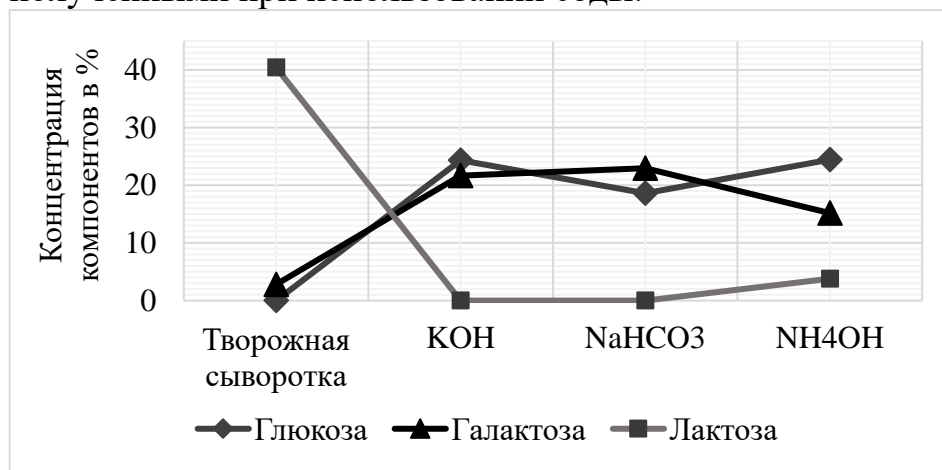
pH было объяснено активностью других ферментов, входящих в состав данного препарата.

Сравнительный анализ углеводного состава творожной сыворотки после нейтрализации 5%-ми растворами  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KOH}$  и ее гидролиза  $\beta$ -галактозидазой при pH  $6,18 \pm 0,02$ , температура  $38^\circ\text{C} \pm 1,0$  приводится на рисунке 2. Как видно из данных рисунки 2, углеводный состав раствора гидролизата кислой сыворотки после нейтрализации щелочными агентами значительно отличается ( $p < 0,01$ ). Если при гидролизе сыворотки, нейтрализованной 5%-ми растворами  $\text{KOH}$  и аммиака, формируются одинаковые продукты глюкозы и галактозы (около 24-25 г/л и 11-12 г/л, соответственно) и в растворе остается непрореагировавшая часть лактоза (3.4-3.9 г/л), то при гидролизе сыворотки, нейтрализованной 5%-ой содой, образуется смесь составом 23.5 г/л глюкозы и 15.0 г/л галактозы.

**Рисунок 2.** – Сравнительный анализ углеводного состава творожной сыворотки после нейтрализации 5%-ми растворами  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KOH}$  и ее гидролиза  $\beta$ -галактозидазой при pH  $6,18 \pm 0,02$ , температура  $38^\circ\text{C} \pm 1,0$  [А-2].



Как видно из данного анализа, содержание галактозы несколько выше (на  $2,0 \pm 0,3$  г/л) содержания этого моносахарида в составе гидролизата сыворотки, нейтрализованной содой. Кроме того, в растворе не обнаружено присутствие лактозы, что говорит о 100% превращении дисахаридов в моносахариды при таком режиме гидролиза. Однако, гидролиз кислой сыворотки, нейтрализованной 10%-ми растворами щелочей (рисунок 3), привел к иному составу углеводов: здесь полученные результаты при применении раствора  $\text{KOH}$  как щелочного агента наибольшие ( $p < 0,05$ ), по сравнению с результатами, полученными при использовании соды.



**Рисунок 3.** – Сравнительный анализ углеводного состава творожной сыворотки после нейтрализации 10%-ми растворами  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KOH}$  и ее гидролиза  $\beta$ -галактозидазой при pH  $6,18 \pm 0,02$ , температура  $38^\circ\text{C} \pm 1,0$  [А-2].

В обоих случаях степень превращения лактозы 100% и содержание галактозы в растворе гидролизата выше, чем при применении аммиака, как нейтрализующего агента.

В данных условиях, очевидно, что процесс формирования галактоолигосахаридов предпочтительнее при нейтрализации кислой сыворотки содой, а в других случаях формируются, в основном, глюкоолигосахариды. После определения влияния типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав и вкусовые качества ГГС было установлено, что оптимальное время ферментации для гидролиза лактозы составляет 2 часа. В окончательном варианте использовался пермеат творожной сыворотки, который нейтрализовали 5%-ми растворами  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KOH}$  и гидролизовали  $\beta$ -галактозидазой при  $\text{pH } 6,18 \pm 0,02$ , температуре  $38^\circ\text{C} \pm 1,0$ .

Таким образом, получен ГГС с содержанием сухих веществ  $65 \pm 2\%$  и  $70 \pm 2\%$ . По данным хроматографического анализа сиропы содержат 43-48 % глюкозы и 16-22 % галактозы. Высокая концентрация глюкозы по сравнению с галактозой может быть объяснена ее инверсией под действием ферментного препарата. В таблице 5 представлен сравнительный анализ углеводного состава ГГС. Исходя из полученных данных, можно сказать, что в новом эксперименте состав полученного ГГС был превосходным. Подтверждением тому служит хроматограмма смеси сахаров, с содержанием глюкозы и галактозы с концентрацией сухих веществ 65 и 70%, результаты которой представлены в таблице 5.

**Таблица 5** – Сравнительный анализ углеводного состава ГГС

Углеводы, %	Предыдущий эксперимент		Новый эксперимент			
	65% от общего количества твердых веществ	70% от общего количества твердых веществ	65% от общего количества твердых веществ		70% от общего количества твердых веществ	
			5% $\text{NaHCO}_3$	5% $\text{KOH}$	5% $\text{NaHCO}_3$	5% $\text{KOH}$
Глюкоза	45±2	43±3	44,9±0,4	44,9±0,1	49,1±0,12	47,7±0,14
Галактоза	20±3	24±2	18,5±0,3	20,4±0,1	18,8±0,1	21,06±0,1
Лактоза	—	—	—	—	—	—

В разделе 3.2 представлены физико-химические свойства ГГС и процесс его кристаллизации (таблица 6).

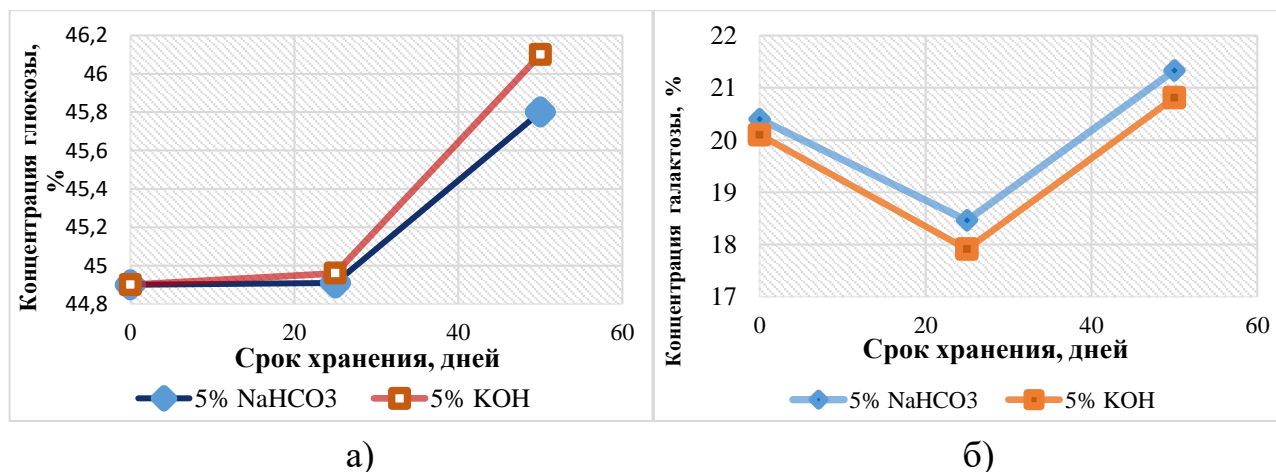
**Таблица 6** – Физико-химический состав ГГС (средние значения  $\pm$  стандартное отклонение)

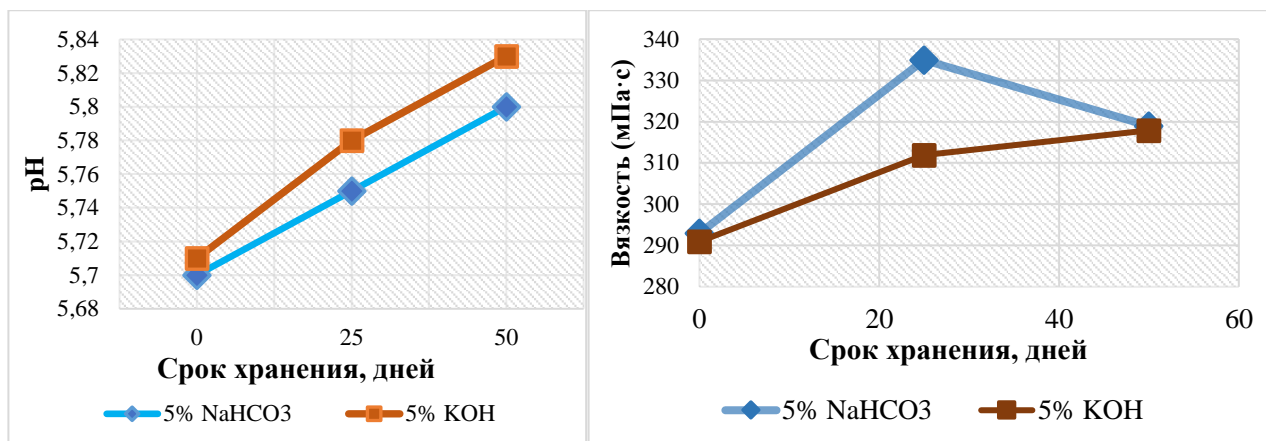
№ п/н	Значение параметров	65% от общего количества твердых веществ		70% от общего количества твердых веществ	
		5% NaHCO <sub>3</sub>	5% КОН	5% NaHCO <sub>3</sub>	5% КОН
1	рН	5,70 $\pm$ 0,01	5,71 $\pm$ 0,01	5,87 $\pm$ 0,01	5,85 $\pm$ 0,01
2	Лактоза, %	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Глюкоза, %	44,9 $\pm$ 0,4	44,9 $\pm$ 0,1	49,1 $\pm$ 0,12	47,7 $\pm$ 0,14
4	Галактоза, %	18,5 $\pm$ 0,3	20,4 $\pm$ 0,1	18,8 $\pm$ 0,1	21,06 $\pm$ 0,1
5	Белки, %	1,55 $\pm$ 0,02	1,53 $\pm$ 0,02	2,27 $\pm$ 0,03	2,310,03
6	Жиры, %	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Активность воды (A <sub>w</sub> )	0,67 $\pm$ 0,01	0,68 $\pm$ 0,01	0,728 $\pm$ 0,002	0,730 $\pm$ 0,002
8	Вязкость, мПа·с	292,94 $\pm$ 5	293,90 $\pm$ 5	655,86 $\pm$ 10	644,87 $\pm$ 10

Технология переработки молочной сыворотки с применением ферментных препаратов и УФ позволило получить ГГС без примеси жиров с минимальным содержанием белков и с высоким значением вязкости сиропа с содержанием сухих веществ 70%. Что касается активности воды (A<sub>w</sub>) и содержания жиров, данные таблицы 6 показывают, что уровень сухих веществ не оказывает существенного влияния (P > 0,05) на данные параметры. Такой результат можно было бы объяснить тем, что по активности A<sub>w</sub> продукт очень похож на сироп, полученный путем выпаривания.

Таким образом, в полученном ГГС по данной технологии не выявлено содержание жиров не только благодаря предшествующей щелочной обработке, при которой жировые шарики должны быть удалены, но и применению технологий УФ.

В настоящее время производятся различные типы ГГС, однако проблема хранения сиропов остается нерешаемой. На рисунках 4 и 5 представлены стабильность ГГС, т.е. изменение концентрации основных компонентов, рН и вязкость сиропа при концентрациях 65% и 70% от общего количества твердых веществ в течение 50 суток хранения, при температуре 20°C.

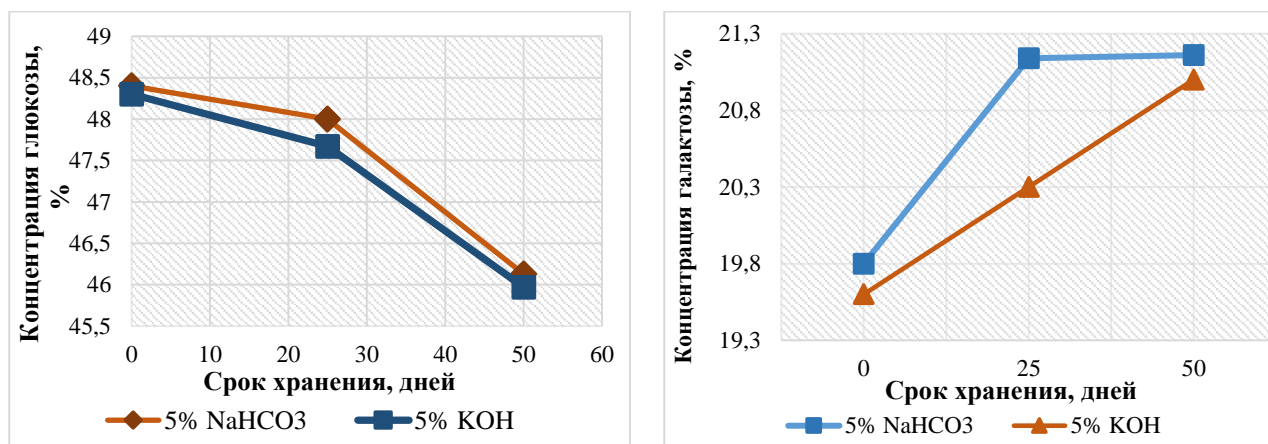




в)

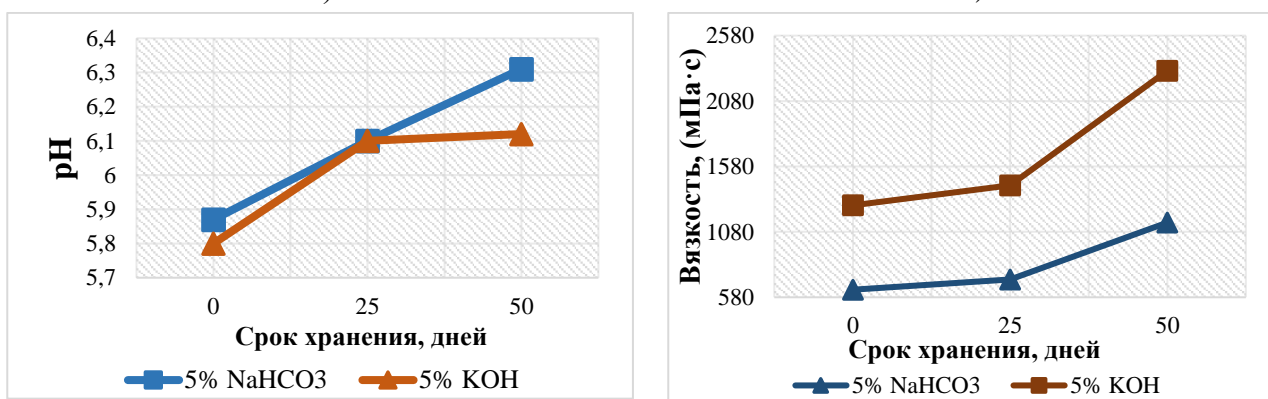
г)

**Рисунок 4.** – Стабильность ГГС, при концентрации 65% от общего количества твердых веществ в течение 50 суток хранения при температуре 20°C: а) Концентрация глюкозы, %; б) Концентрация галактозы, %; в) рН; г) Вязкость (мПа·с).



а)

б)



в)

г)

**Рисунок 5.** – Стабильность ГГС, при концентрации 70% от общего количества твердых веществ в течение 50 суток хранения при температуре 20°C: а) Концентрация глюкоза, %; б) Концентрация галактоза, %; в) рН; г) Вязкость (мПа·с).

Результаты показали незначительное увеличение ( $p < 0,05$ ) общего содержания сахаров ( $65 \pm 2,3$ ) и вязкости ( $300 \pm 20$ ) и незначительное изменение рН сиропа  $5,7 \pm 0,1$ , ( $p < 0,01$ ) при его концентрации 65%. В случае с повышенным

содержанием сухих веществ при концентрации 70% наблюдалось изменение снижения концентрации глюкозы с повышением концентрации галактозы и увеличением вязкости от 580 до 1080 мПа·с, вероятно за счет формирования олигосахаридов. Следовательно, эти данные показали стабильность в течение 50 дней срока хранения. При этом, уменьшение содержания глюкозы при концентрации 70% ГГС несколько повлияло на органолептические показатели сиропа: анализ показал значительное восприятие сладости. Таким образом, рекомендуется использование сиропа с содержанием сухих веществ, полученного по данной технологии в течение 40 дней.

В разделе 3.3 демонстрируется технологический процесс производства ГГС на основе результатов приведённых исследований. На технологию получен патент Республики Таджикистан и разработаны технические условия ГГС (приложение 1). Данное изобретение может быть использовано для получения ГГС на основе пермеата МС с применением ферментативного гидролиза лактозы по разработанной схеме.

Раздел 3.4 посвящен разработке и обоснованию принципиальной технологической схемы производства мучного кондитерского изделия в виде пряников с использованием ГГС взамен импортного сахара и процедуре проведения сенсорного анализа продукта. Рецепт для производства пряничных изделий приведена в таблице 7.

**Таблица 7 – Рецепт производства пряничных изделий на основе ГГС**

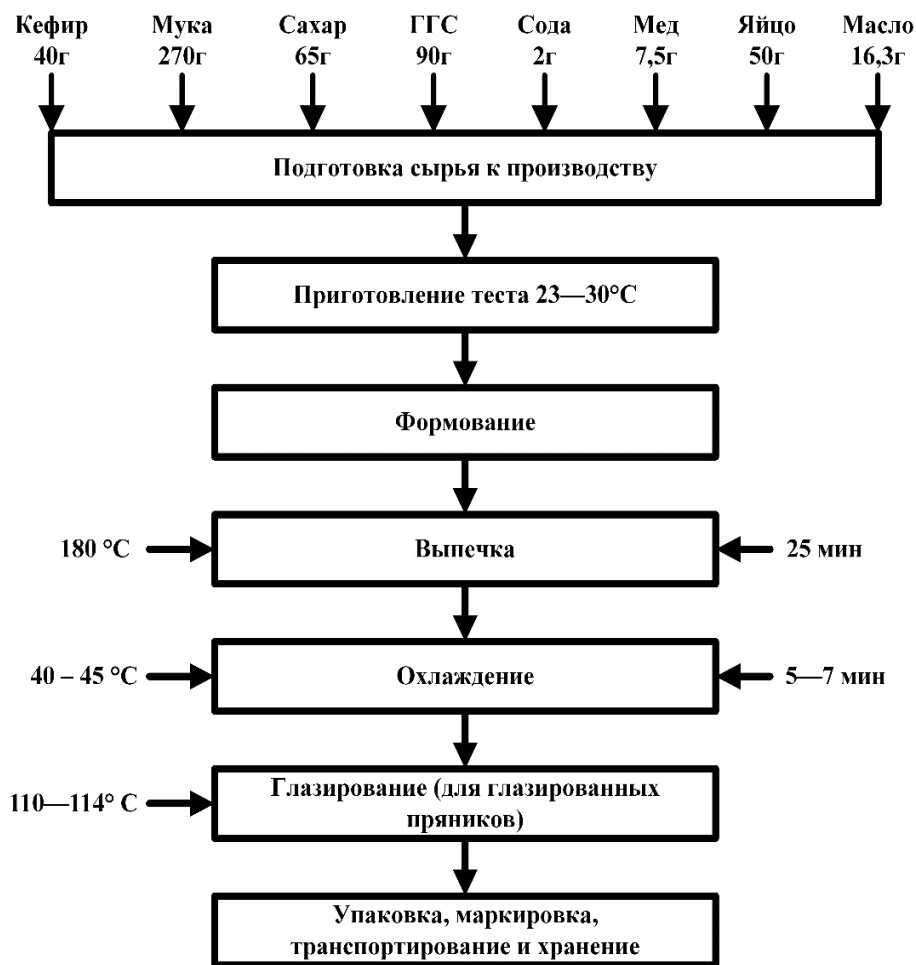
№ н/п	Сырье, гр	Расход на 1000г готовой продукции, гр		
		Норма по ГОСТ 15810-2014*	ГГС с 5% NaHCO <sub>3</sub>	ГГС с 5% КОН
1	Кефир	70	40,15	40,2
2	Мука	270	270,26	270,5
3	Сахар	130	65,06	65,23
4	Сироп ГГС	-	86,33	86,5
5	Сода	2	2,1	2,1
6	Мёд	7,4	7,4	7,4
7	Яйцо, шт	1	1	1
8	Масло	16,3	16,3	16,3
9	Вода			
	<b>Выход, гр</b>	1000	1000	1000

\*ГОСТ 15810-2014. Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия

Технологический процесс производства пряников с использованием ГГС представлен на рисунке 6. На основании технологического процесса



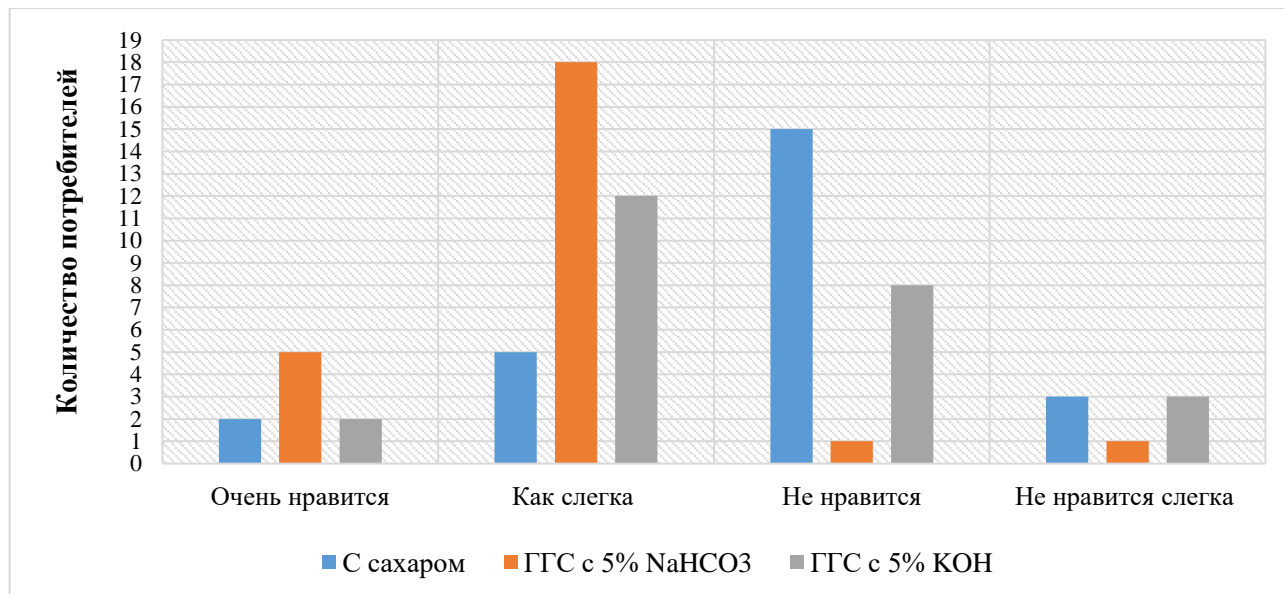
производства пряников с использованием ГГС ниже приведено описание основных этапов технологического процесса.



**Рисунок 6.** – Технологический процесс производства пряников на основе ГГС

Результаты данного испытания показали, что полученный продукт с использованным ГГС с массовой долей сухих веществ 70%, нейтрализованного 5% пищевой содой по сравнению с образцом нейтрализованным 5% едким натрием обладает ярко выраженным сладким вкусом и ароматом, свойственными данному наименованию пряничного изделия, соответствующими вносимым вкусоароматическим добавкам, без посторонних привкуса и запаха, что соответствует требованиям ГОСТ 15810-2014. Следует отметить, что по остальным органолептическим характеристикам исследуемые образцы полностью соответствовали требованиям нормативного документа. Сенсорную оценку проводили согласно гедонистической шкале, учитывая такие характеристики, как текстура, цвет, аромат, твердость, сладкий тест и после теста по структурированной шкале из 5 баллов. Сенсорную оценку на приемлемость проводили с участием и опросом 25 потребителей из различных областей пищевой промышленности, через 24 часа после их приготовления. Восприятие

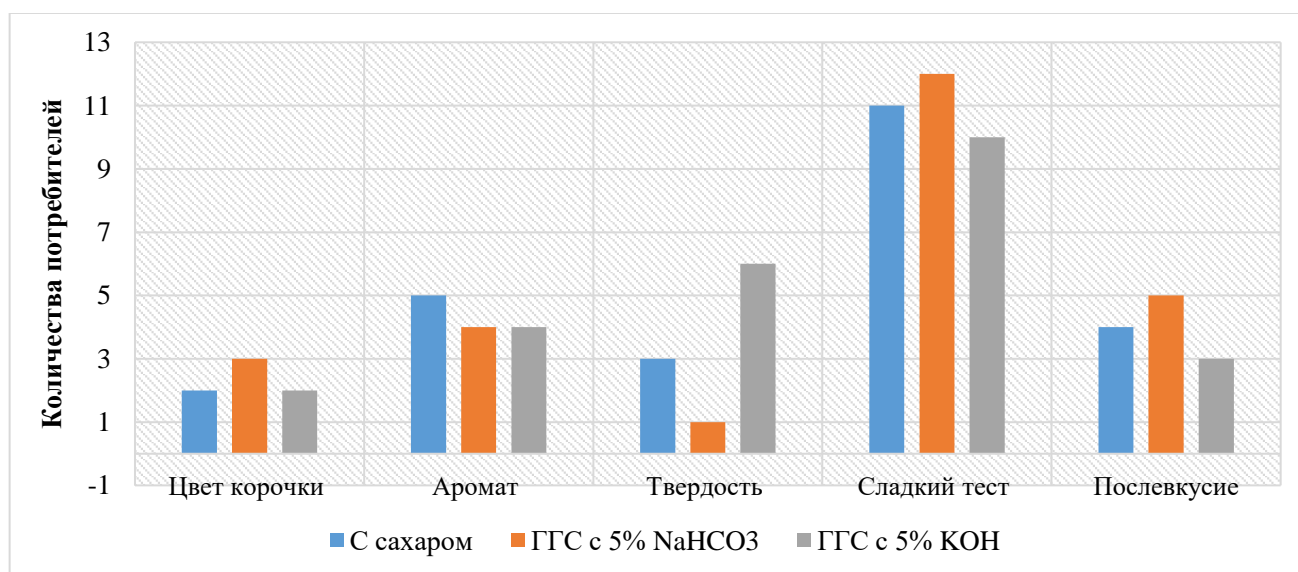
потребителей относительно общей приемлемости оценивалось по структурированной гедонистической шкале в 9 баллов, представленной на рисунке 7.



**Рисунок 7.** – Результаты сенсорной оценки на приемлемость 25 потребителей

Как видно из рисунка 7 все включения имели очень хорошее признание: более 70% потребителей описывали полученный продукт как «мне это слегка нравится».

При сенсорной оценке оценивались различные факторы: цвет корочки, аромат, твердость, сладкий тест и послевкусие (рисунок 8). ГГС с 5% NaHCO<sub>3</sub> имел наилучшую оценку на сладкий тест, аромат и послевкусие. По восприятию ароматов оценщики оценили их как «очень приятные».



**Рисунок 8.** – Результаты сенсорной оценки на вкусовые качества ГГС с участием 25 потребителей

## **Глава 4. Разработка элементов системы НАССР при производстве ГГС с использованием инструментов управления качеством**

В *разделе 4.1* изучен анализ состояния безопасности пищевых продуктов и его важность при производстве ГГС, определены основные трудности, с которыми сталкиваются производители в процессе внедрения данного стандарта, а также полученные выгоды и наиболее важные преимущества. В *разделах 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4* приводятся принципы, предварительные шаги внедрения НАССР при производстве ГГС. Далее определены критические контрольные точки (ККТ) производства ГГС.

Таким образом, разработана блок-схема производства ГГС с включением системы НАССР, где были определены ККТ на этапе производства, с целью устранения рисков возникновения опасностей. В целом, документация помогает убедиться в том, что средства контроля НАССР существуют и поддерживаются надлежащим образом [А-10]. Осуществление контроля указанным способом позволит обеспечить эффективную проверку блок-схемы производства, оперативно устанавливать и устранять несоответствие продукта, согласно требованиям технологической и нормативно-правовой документации.

В *разделе 4.3* даются предложения по совершенствованию процесса улучшения качества продукта на основе метода непрерывного улучшения процессов и продуктов, где использован метод «мозгового штурма» с применением причинно-следственной диаграммы Исикавы (5М) позволяет выполнить расслоение факторов и выявить причины для управления процессом производства, с целью обеспечения безопасности продукции в момент употребления человеком в пищу.

Таким образом, причинно-следственная диаграмма Исикавы позволяет представить причины возникновения несоответствующих показателей, которые влияют на качество продукции. Из расслоения фактора при построении причинно-следственной диаграммы Исикавы наиболее значимой причиной является низкая квалификация и ответственность работников, а также не соблюдение технологических и гигиенических норм в производстве. Далее представлен алгоритм модели «Модель обеспечения качества ГГС» (рисунок 9), которая даст возможность осуществлять действия по циклу P-D-C-A с разработкой сквозного контролируемого процесса производства продукции, включающего: оценку рисков и планирование продукции с заданными показателями качества; производство, с указанием видов контроля входного, операционного, приемочного; контроль в виде подтверждения соответствия в форме сертификации (декларирования) соответствия требованиям нормативно-правовых документов Республики Таджикистан; разработку корректирующих действий, в зависимости от природы их возникновения и действиями по устранению несоответствий. Достоинством предложенной модели «Обеспечение качества ГГС» является возможность осуществлять сквозной контроль процесса производства.

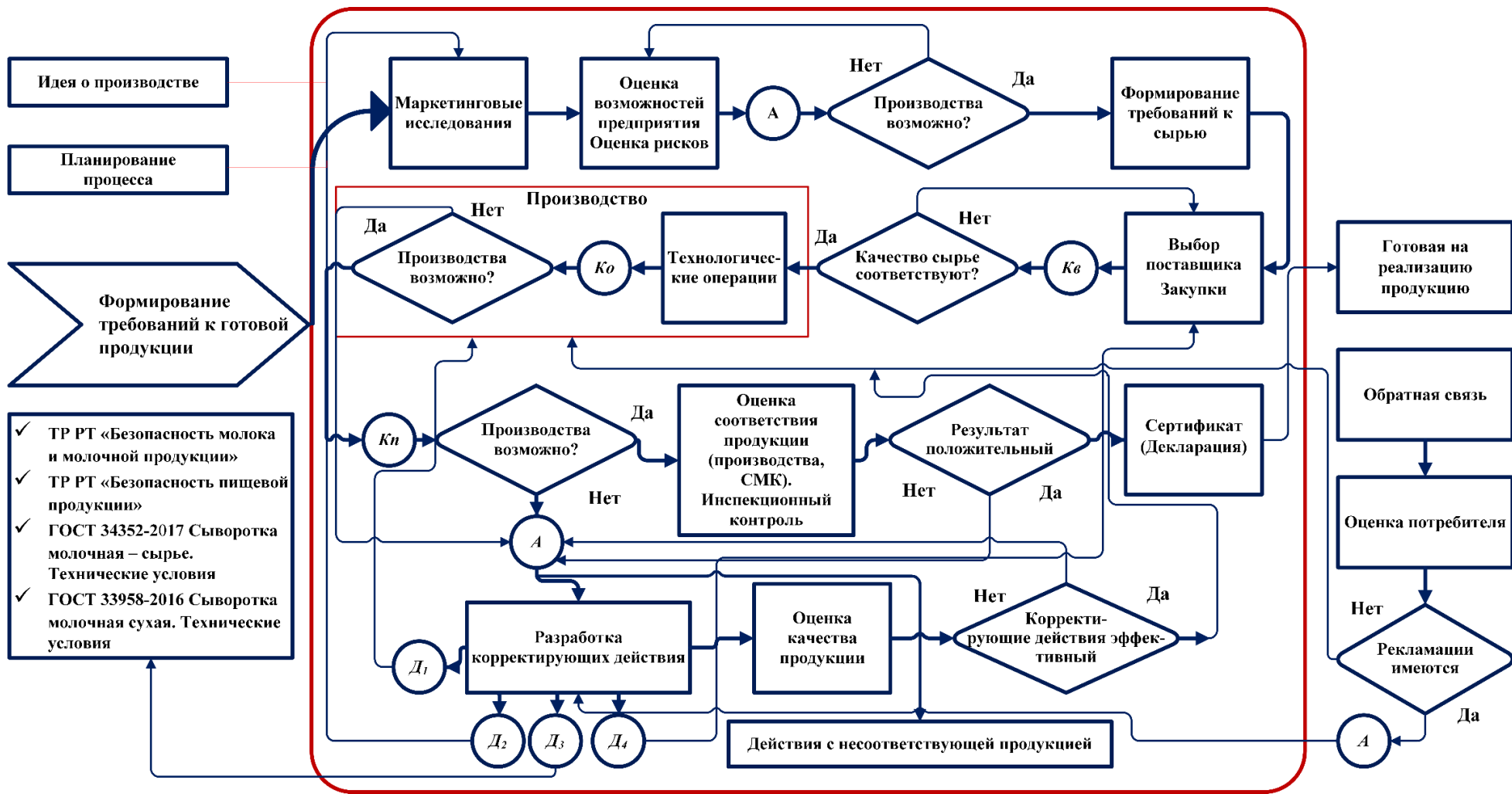


Рисунок 9. – Модель обеспечения качества ГГС

## ВЫВОДЫ

1. Обосновано и экспериментально подтверждены способы гидролиза лактозы, предварительно нейтрализованной МС, ферментативным способом из пермеата творожной сыворотки с получением ГГС, что позволило сократить время гидролиза лактозы до 2 часов [А-1], [А-3], [А-4].
2. Впервые, применён нейтрализующий агент, 5%-ая пищевая сода для нейтрализации МС, в целях совершенствования процесса гидролиза и вкусовых качеств исходного сырья. Получен ГГС с концентрацией 70% от общего количества сухих веществ и установлен срок его годности в течение 40 суток при температуре 20°C [А-2], [А-5].
3. Изучены физико-химические свойства ГГС и процесс его кристаллизации. Установлено, что ГГС полученный по данной технологии не содержит жиров благодаря подбору нейтрализующего агента и применению технологий УФ [А-2].
4. Произведена опытная партия пряничных изделий с использованием ГГС, как заменителя сахара, который обладает ярко выраженным сладким вкусом и ароматом, что соответствует требованиям ГОСТ 15810-2014.
5. Проведена сенсорная оценка пряничных изделий на основе ГГС согласно гедонистической шкале и внедрена в производственном цикле ЗАО «Лаззат», г. Душанбе.
6. Доказана целесообразность и экономическая эффективность использования ГГС из пермеата творожной сыворотки в производстве пряников, разработана техническая документация на производство ГГС [А-10].
7. Определены риски и контрольные критические точки с использованием принципов НАССР при производстве ГГС.
8. Разработана модель обеспечения качества ГГС в Республике Таджикистан и предложено использование ее на базе молочного комбината ЗАО "Комбинати Шири Душанбе"[А-7], [А-8], [А-9].

### ***Рекомендации по практическому использованию результатов***

*По результатам, полученным в данной работе, рекомендуется:*

- с целью создания безотходной технологии, выделения ценных компонентов МС использовать предложенную технологию получения ГГС ферментативным способом на предприятиях молочной отрасли;
- использовать ГГС в качестве сахарозаменителя и вкусоароматической добавки для производства мучных и кондитерских изделий;
- внедрять разработанную и обоснованную принципиальную технологическую схему производства пряников на перерабатывающих

предприятиях нашей республики, при этом использовать ГГС с массовой долей сухих веществ 70 % (нейтрализованный 5 % пищевой содой);

- широко применять разработанную модель обеспечения качества ГГС в соответствующих предприятиях отрасли.

Разработанные нами технология и модель обеспечения качества ГГС способствует созданию безотходной технологии, формированию новой продукции, внедрению новой технологии и обеспечивает долгосрочный импортозамещающий потенциал экономики нашей республики.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ИЗЛОЖЕНО В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:**

**Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте РТ:**

[А-1] Самадов Р. С. Перспектива производства функциональных продуктов питания на основе молочной сыворотки / Самадов Р. С. // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. – № 4(47). – С. 99-105.

[А-2] Самадов Р. С. Влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав глюкозо-галактозного сиропа / Самадов Р. С., Икромии Х.И., Ципровича И., Мухидинов З. К. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. – № 2-3. – С. 16-20.

*Статьи в других изданиях*

[А-3] Samadov R. The optimization of acid whey permeate hydrolysis for glucose-galactose syrup production / Samadov R., Ciprova I., Majore K., Cinkmanis I. // Proceedings of the 13<sup>th</sup> Baltic Conference on Food Science and Technology, FOODBALT 2019 Joined with 5th North and East European Congress on Food, NEEFood. – 2019. – Т 13. - С. 254–257.

[А-4] Samadov R. The influence of whey permeate treatment on glucose-galactose syrup production / Samadov R., Ciprova I. // 14th International Scientific Conference students on their way to science (undergraduate, graduate, post-graduate students) Collection of Abstracts April 26, 2019. – 2019. – С. 60.

[А-5] Самадов Р. С. Влияние термообработки пермеата молочной сыворотки на качество глюкозо-галактозного сиропа / Самадов Р. С., Икромии Х. И., Ципровича И., Мухидинов З. К. // Сборник статей XI Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания» Саратов, 28-29 ноября 2019 г. / Под ред. Симаковой И.В., Неповинных Н.В. – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – С.130-134.

[А-6] Самадов Р. Функциональные продукты на основе биополимеров / Самадов Р., Икромии Х., Бобокалонов Дж. Т., Мухидинов З. К. // Наука и техника для устойчивого развития. Материалы республиканской научно-практической конференции. 28 апреля 2018 г. Душанбе. С. 30-33.

[А-7] Самадов Р. С. Совершенствование обеспечения качества кисломолочных продуктов в Республике Таджикистан / Самадов Р. С., Икромии Х. И. // Вклад молодых ученых в инновационное развитие Республики Таджикистан. Материалы Республиканской научно-практической конференции. 28-29 апреля 2017 г. С. 28-29.

[А-8] Самадов Р. С. Совершенствование системы обеспечения качества колбасных изделий / Р. С. Самадов, О. Г. Тарасова // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2016. – №. 2. – С. 37-38.

[А-9] Самадов Р.С. Совершенствование системы обеспечения качества молочных продуктов / Самадов Р.С. // «Стандарт и качество» №2 март-апрель -2017 г. – С. 37-38.

#### *Патенты*

[А-10] Самадов Р.С. «Способ производства глюкозо-галактозного сиропа» / Самадов Р.С., Икромии Х., Мухидинов З. К./// Малый патент №ТJ 1248. 2021г.

# ДОНИШГОҶИ ТЕХНОЛОГИИ ТОҶИКИСТОН

УДК 637+664.667  
Бо ҳуқуқи дастнавис

**САМАДОВ РАМАЗОН САИДОВИЧ**

МУКАММАЛГАРДОНИИ ТЕХНОЛОГИЯИ ҲОСИЛ КАРДАНИ СИРОПИ  
ГЛЮКОЗА-ГАЛАКТОЗА АЗ ЗАРДОБИ ШИР ВА ИСТЕҲСОЛИ МАҲСУЛОТ  
ДАР АСОСИ ОН

## **АВТОРЕФЕРАТ**

барои дарёфти дараҷаи илмии доктор PhD, аз рӯи ихтисоси  
6D072702 – “Технологияи маҳсулоти гӯштӣ, ширӣ, моҳӣ ва истеҳсолоти  
хунуккунӣ”

Душанбе – 2023



Рисола дар кафедраи “Технологияи маҳсулоти хӯрокворӣ”-и Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон анҷом дода шуд.

**Роҳбари илмӣ:** **Икромӣ Хуршед Икром** – номзади илмҳои техникӣ, и.в. дотсенти кафедраи Технологияи маҳсулоти хӯрокворӣ дар ДТТ.

**Муқарризони расмӣ:** **Додаев Кучкор Одилович** – доктори илмҳои техникӣ, профессори кафедраи технологияи маҳсулоти гӯштӣ, ширӣ ва консервашудаи Донишкадаи химикӣ-технолии Ҷумҳурии Узбекистон.

**Каримзода Мансур Тағой**- номзади илмҳои кишоварзӣ, муовини раиси шаҳри Ваҳдат

**Муассисаи пешбар:** кафедраи – Бехатарӣ ва сифати маҳсулоти хӯрокаи Донишгоҳи технологияи Алмаатои Ҷумҳурии Қазоқистон

Ҷимояи рисола санаи «3» октябри соли 2023 соати 09:00 дар ҷаласаи шӯрои диссертатсионии БД.КOA-050 дар Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон, суроғаи: 734061, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, кӯчаи Н.Қарабоева 63/3, дар Маҷлисои шӯрои диссертатсионии ДТТ баргузор мегардад. E-mail: dissovet.koa050@mail.tj

Бо рисола дар китобхонаи илмӣ ва вебсайти Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон ([www.tut.tj](http://www.tut.tj)) шинос шудан мумкин аст.

Автореферат санаи «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 с фиристода шуд.

Котиби илмӣ  
шӯрои диссертатсионии БД. КOA-050  
номзади илмҳои химия

Икромӣ М.Б.

## МУҚАДДИМА

**Мубрамияти мавзӯ:** Маҳсулоте, ки дар натиҷаи коркарди шир ба даст оварда мешавад, як қисми асосии вояи ғизоии одамонро ташкил дода, бунияти инсонро бо моддаҳои сафеда, рағани шир, калтсий, витаминҳо ва дигар моддаҳои барои ҳаёту саломатии инсон зарурӣ таъмин менамоянд. Маълум аст, ки зардоби аз шир ҳосилгардида маҳсулоти партови маъмулии саноати ширӣ доништа мешавад. Ба тӯфайли равандҳои технологияи муосир, дар натиҷаи коркарди технологӣ ба тариқи ултрафилтратсия (УФ), аз зардоби шир (ЗШ) маҳсулоти пурманфиату арзишманд ба монанди сафедаҳои зардоб ва шакар - лактоза ҳосил намудан имконпазир аст.

Бисёр ходимони намоёни илмии кишварҳои ҷаҳон барои дарёфти тариқи истифодаи мақсадноки зардоби шир роҳҳои самараноки илмию таҷрибавиро ҷустуҷӯ намуда, дар ин росто саҳми худро гузоштаанд. Аз ҷумла, олимони варзидаи хориҷӣ аз қабилӣ Р. Л. Н. McSweeney, М. С. Коваленко, Т. Р. Guinee, А. Г. Храмов ва шогирдони ӯ, S. L. Taylor, Н. Н. Липатов, М. G. Gänzle, А. А. Остроумов, А. Р. Roy, Г. Б. Гаврилов, G. Bylund, А. Ю. Просеков, J. W. Fuquay, М. В. Залашко, Т. Sienkiewicz, С. L. Riedel, J. G. Zadow, J. N. deWit, U. Kulozik, Р. F. Fox ва дигарон дар ҳалли масъалаҳои истеҳсол ва коркарди маводи дараҷаи дуҷуми мавриди истифода қарордоштаи аз шир ҳосилшаванда корҳои илмӣ-таҳқиқотиро ба анҷом расонидаанд.

Дар кишварҳои Осиёи Марказӣ, аз ҷумла дар Қазоқистон истеҳсоли панир ва творог дар як сол 30,7 ҳазор тонна, дар Қирғизистон 3,4 ҳазор тонна, дар Тоҷикистон ҳудуди 5,3 ҳазор тоннаро ташкил медиҳад. Аммо, маҳсулоти иловагӣ ва дуҷумдараҷаи истеҳсолоти маҳсулоти ширӣ (ЗШ) амалан дубора коркард намешавад.

Масалан, аз рӯи ҳисобот, дар давоми солҳои 2016-2017, дар корхонаи калони ширии “Саодат” ҳар моҳ дар натиҷаи коркарди шир аз 5 то 22 тонна зардоби шир истеҳсол гардида, амалан аз доираи истифода берун мондааст ва ба шабакаҳои партовпартоӣ (канализатсия) ҳамроҳ шуда, мушкилоти экологиро ба вучуд овардааст.

Ҳамин тариқ, партови зардоб барои саноати шир як мушкилии асосӣ боқӣ мемонад. Азбаски таркиби зардоб аз 5 то 6% моддаҳои сахт, аз ҷумла лактозаро фаро мегирад, он бояд дубора коркард карда шавад. Дар комбинати «Шири Душанбе», низ партовҳои зардоби шир пурра коркард намешавад.

Илова бар ин, дар Тоҷикистон мушкилии истеҳсоли шакар вучуд дорад ва он аз ҷумлаи маҳсулоти воридотӣ доништа мешавад. Аз ин рӯ, коркарди зардоби шир барои ба даст овардани лактоза ва сиропи дорой глюкоза ва галактоза муҳим мебошад. Бо ин назардошт, дар раванди омӯзиши масъалаҳои аз зардоби шир ҳосил намудани сиропи глюкоза ва галактоза ва бо ин роҳ ҳадди ақал ҳал намудани таъминоти ашъи хоми воридотивазкунанда — сахароза дар доираи саноати хурукворӣ имконпазир аст.

### ТАВСИФОТИ УМУМИИ КОРИ ИЛМӢ

**Мақсад ва вазифаҳои таҳқиқот.** Ҳадафи асосии мавзӯи рисола омӯзиши равандҳои гидролизи ферментативии лактоза аз пермеати зардоби творогӣ

(ширӣ) (ЗШ), коркарди технологияи истеҳсоли сиропи глюкоза-галактоза (СГГ) ва истеҳсоли маҳсулоти хӯрокворӣ дар асоси он мебошад.

Барои ноил шудан ба ин ҳадаф, иҷрои вазифаҳои зерин зарур аст:

- таҳлили муқоисавӣ ва баррасии адабиёти илмӣ оид ба технологияи коркарди ЗШ ва лактоза;

- омӯзиши таркиби зардоби творогӣ (ширӣ) ва пермеати ультрафилтратсионӣ (УФ), ки пас аз ультрафилтратсияи ЗШ ҳамчун ашёи хом барои истеҳсоли СГГ ба даст оварда мешавад;

- гузаронидани таҳлили муқоисавӣ ва муайян кардани самаранокии истифодаи воситаҳои гуногуни бетаъсирсозӣ барои безарар гардонидани зардоби творогӣ (ширӣ) пеш аз гидролизи лактоза, бо мақсади беҳтар намудани сифати СГГ;

- таҳқиқи раванди гидролизи ферментативии ЗШ бо истифода аз таркибҳои ферментии саноатӣ ва муайян намудани қимматҳои оптималии нишондиҳандаҳои технологӣ дар раванди гидролиз ва истеҳсоли СГГ;

- муайян намудани нишондиҳандаҳои физикӣ-химиявӣ ва реологӣ, ки ба нигоҳдории СГГ таъсир мерасонанд;

- таҳияи сохтори технологияи истеҳсоли маҳсулоти хӯрокворӣ бо истифода аз СГГ ба сифати ивазкунандаи сахароза;

- баҳодиҳии санчиши саноатии технологияи ба даст овардани СГГ, бо истифода аз технологияи УФ ва маҳсулоти дар асоси он асосёфта, инчунин таҳияи модели таъмини сифати СГГ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон.

**Фарзияи илмӣ рисола** аз муайянсозии самаранокии коркарди ферментативии пермеатаи зардоби творогӣ (ширӣ) тавассути безараргардонии он ва муайян кардани нишондиҳандаи оптималии ферментатсия, ки ба хосиятҳои органолептикии СГГ таъсир мерасонад, иборат мебошад.

**Объектҳои таҳқиқ** пермеати УФ ЗШ, β-галактозидаҳои тичорӣ, омилҳои безараркунанда ва СГГ маҳсуб меёбанд.

**Навоварии илмӣ рисола иборат аст аз:**

- таҳқиқ шудани усули гидролизи ферментативии лактоза аз пермеатаи УФ зардоби творогӣ (ширӣ) бо ба даст овардани СГГ дар шароити озмоишгоҳӣ;

- истифода гардидани содаи ғизоии 5% барои безараргардонии рН-и зардоби творогӣ (ширӣ) бо мақсади мукамалгардонии таъми маҳсулоти аслӣ;

- муқаррарсозии арзишҳои оптималии нишондиҳандаҳои раванди гидролизи ЗШ, чузъҳои асосии таркиби он ва ба даст овардани СГГ;

- таҳияи модели таъминсозандаи сифати СГГ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон.

**Моҳияти назариявии рисола иборат аст аз:**

- омӯзиши таъсири шакл ва ғилзати (концентратсия) омилҳои ишқороб ба таркиби карбогидратҳо ва сифатҳои таъми СГГ;

- ифшо намудани арзишҳои оптималии нишондиҳандаҳои раванди гидролиз ва ба даст овардани СГГ пас аз безараргардонии ЗШ ба тӯфайли омилҳои мухталиф;

- муқаррарсозии таркиби маҳсулоти гидролизи ЗШ тавассути хроматографияи моеъи баландсифат (ХМБС).

**Аҳамияти амалии рисола:**

- коркард ва таҳияи сохтори технологии истеҳсоли СГГ ва санчиши технологияи истеҳсоли он дар заминаи корхонаи шири ҚСП «Комбинати шири Душанбе»-и Ҷумҳурии Тоҷикистон;

- аз санчиш гузаштани технологияи истеҳсоли кулчаҳои қандин дар асоси СГГ дар ҚСП «Лаззат»;

- ба даст овардани патенти ТҶ № 1248 «Тарзи истеҳсоли СГГ» (Замимаи А дар рисола) ва татбиқи он дар корхонаи ҚСП «Комбинати шири Душанбе»-и Ҷумҳурии Тоҷикистон, санади № 14125 аз 22.04.2021 (Замимаи Б дар рисола); таҳия ва тасдиқи ШТ № 01/127 аз 05.06.2022 - ШТ 9232 ҚТ 040003710.001-2022 «Шарбати глюкоза - галактоза. Шартҳои техникӣ» (Замимаи Б дар рисола);

- ҷорӣ намудани модели таъмини сифати истеҳсоли СГГ дар базаи корхонаи шири ҚСП «Комбинати шири Душанбе»-и Ҷумҳурии Тоҷикистон.

#### **Нуқтаҳои зерин барои дифоъ пешниҳод карда мешаванд:**

- кор карда баромадани усули гидролизи ферментативии лактоза аз пермеати УФ зардоби творогӣ (ширӣ) ва тариқи ба даст овардани СГГ дар шароити озмоишгоҳӣ аз ашёи хоми маҳаллӣ;

- таъсири шакл ва ғилзати (концентратсия) омилҳои ишқороб ба таркиби карбогидратҳо ва таъми СГГ бо истифода аз омилҳои гуногуни безараргардонӣ;

- сохтори технологии истеҳсоли СГГ;

- таҳияи модели таъминкунандаи сифати СГГ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон.

**Апробатсия.** Нуқтаҳои асосии таҳқиқи рисола дар ҷумҳуриявии илмию амалии «Саҳми олимони ҷавон дар рушди инноватсионии Ҷумҳурии Тоҷикистон» (Душанбе, 28-29 апрели 2017) маъруза карда шуд. Ҳамчунин, мавзӯи мазкур дар Форуми байналмилалӣ донишҷӯён, магистрантҳо ва олимони ҷавони Ҷумҳурии Қирғизистон ва Федератсияи Россия (Қирғизистон, Иссиқ-Кӯл, 2017), 14-умин Конфронси байналмилалӣ илмӣ "Донишҷӯён дар роҳи илм" (Латвия, Елгава, 2019), Конфронси 13-уми Балтика оид ба илм ва технологияи хӯрокворӣ (Латвия, Елгава, 2019), Конфронси XII Миллии илмӣ-амалӣ бо иштироки намоёндагони байналмилалӣ дар мавзӯи «Технологияҳои ғизои солим ва маҳсулоти ғизоӣ» (Россия, Саратов, 2021) мавриди баррасӣ қарор гирифт.

**Интишорот.** Доир ба мавзӯи рисола 7 мақолаи илмӣ, аз ҷумла 2 мақола дар маҷаллаҳои аз ҷониби Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тасдиқгардида, 5 мақола дар маводҳои дастҷамъонаи конференсияҳои илмию амалии байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ, ки аз ҷумла 2-тои он ба пойгоҳи маълумоти Web of Science дохил карда шудаанд нашр гардидаанд. Илова бар ин, 1 патенти хурди Ҷумҳурии Тотористон ба даст оварда шуда, ҳуҷҷатҳои илмӣ-техникии «Сиропи глюкоза-галактоза. Шартҳои техникӣ» таҳия гардиданд.

**Усулҳои тадқиқот.** Асоси назариявии тадқиқотро корҳои илмӣ олимони хориҷӣ, ки ба омӯзиши технологияи ба даст овардани СГГ аз ЗШ бахшида шудаанд, ташкил медиҳанд ва ин омил дар доираи таҳлили назариди адабиёти соҳавии илмӣ ба амал бароварда шудааст. Хусусиятҳои физикӣ-кимиёвӣ, реологӣ ва истеъмолии маҳсулот тавассути усулҳои хроматографияи моеъи баландсифат (ХМБС), рН-метрия, рефрактометрия, инчунин усулҳои

микробиологӣ, микроскопӣ, реологӣ ва дигар тариқати аз ҷониби умум қабулшуда ва аслии баҳодиҳии хусусиятҳои маҳсулоти хӯрокворӣ гузаронида шуданд.

**Эътимоднокии натиҷаҳои таҳқиқот.** Дар доираи таҳқиқоти озмоишгоҳӣ таҷҳизоту асбобҳои зерини пешрафтаю муосир барои таҳлил ва баҳодиҳии сифати ниҳии маҳсулот истифода шуданд: хроматографи моеъи баландсифат (ХМБС, Shimadzu LC-20, RID-10A, RID-10A), детектори рефрактометрӣ (тамғаи RID-10A, ИМА; рефрактометри рақамӣ (KR ÜSS GmbH, истеҳсоли Олмон); таҳлилкунандаи сифати шир дар асоси технологияи инфрасурх (MilkoScan TM Mars, Foss, истеҳсоли Дания), реометри маҳсулоти ғизойии моеъ (BROOKFIELD DV-111, модели LVDV -111, истеҳсоли ИМА), микроскоп (тамғаи Leica ICC50 HD, Leica DM 3000LED, истеҳсоли Олмон).

Ҳамаи маълумот ба ҳисоби миёна бо тамоюли стандартӣ зиёда аз се таҷрибаи мустақил ифода карда мешаванд. Барои муайянсозии омори муҳими маълумот таҳлили яктарафаи (якомилаи) дисперсионӣ (ANOVA) истифода карда шудааст. Маълумоти боэътимод бо назардошти моҳияти омории қимати  $p < 0,05$  қабул гардидааст.

**Иштироки шахсӣ.** Иштироки шахсии муаллиф аз мураттабсозии мақсаду вазифаҳои таҳқиқот, гузаронидани таҷрибаҳо, иштирок дар таҳлил ва тафсири натиҷаҳои бадастомада, таҳияи рисолаи илмӣ ва хулосаҳои он иборат аст.

**Сохтори кори илмӣ ва ҳаҷми рисола.** Раванди рисолаи илмӣ аз шарҳнома, муқаддима, шарҳи адабиёти илмӣ оид ба мавзӯи тадқиқот, қисмҳои методӣ ва таҷрибавӣ, хулоса ва татбиқ иборат аст. Ҳаҷми умумии рисоларо 146 саҳифа, 31 расм, 22 ҷадвал, 168 китоб. манбаъҳо ва 8 замимаҳо ташкил медиҳанд.

## МУНДАРИҶАИ АСОСИИ КОР

Дар муқаддима моҳияти мавзӯъ асоснок гардида, ҳадаф ва вазифаҳои таҳқиқи мавзӯи рисола, навгонии илмӣ, баҳододи назариявӣ ва амалии он ифода ёфтааст ва ҳамчунин нуктаҳои асосии ба ҳимоя пешниҳодшуда нишон дода шудааст.

### **Боби 1. Баррасии корҳои илмӣ оид ба мавзӯи тадқиқот**

Дар боби 1 бо назардошти адабиёти илмию техникӣ ҳолати соҳаҳои саноати ширӣ мавриди таҳлил қарор гирифта, дар ин васила нишон медиҳад, ки дар соли 2022 ҳаҷми истеҳсоли маҳсулоти ширӣ дар ҷаҳон ба 906 миллион тонна баробар гардидааст ва ин нишондиҳанда нисбат ба соли 2019 2,0 фоиз зиёд мебошад. Маълумот оид ба омӯзиши таркиб ва хосиятҳои ЗШ ва истифодаи он дар нақшаи пешбинишуда ба назар гирифта шудаанд. ЗШ манбаи пураарзиши таркибҳои доништа мешавад, ки аз он маҳсулоти зиёди хӯрокворӣ тайёр кардан имкон дорад. Вобаста ба намуди маҳсулоти коркардшаванда зардобҳои панирӣ, творогӣ ва казеинӣ аз ҳам фарқ мекунанд. Сарфи назар аз таркиби бой, ин навъи зардобхоро ҳамчун иловаҳои ғизойӣ, дар истеҳсоли маҳсулоти нонпазӣ ва ҳамчун хӯроки чорвои хоҷагӣ истифода мебаранд.

Дар боби мазкур ҳамчунин усулҳои коркарди лактоза, сохторҳо ва усулҳои гидролизи он ба таври муфассал тавсиф карда шудаанд. Таркибҳои ферментие, ки дар гидролизи лактоза истифода мешаванд ва он ферментҳо як намуди хосаи

сафедаро ҳамчун катализатори биологӣ барои реаксияҳои химиявӣ дар буниаҳои (организмҳои) зинда ба вучуд меоранд, нишон дода шудаанд. Илова бар ин, дар ин боб тавсифи технологияи истеҳсоли СГГ оварда шудааст, ки дар он пермеат (полуда) пас аз ғилзатноксозии зардоб дар дастгоҳи УФ ҳамчун ашёи хоми бадастомада мавриди истифода қарор мегирад.

Бояд қайд кард, ки раванди безараргардонии зардоби творогӣ (ширӣ) дар шароити ҳозира ба таври амиқ омӯхта нашудааст. Оид ба намуд ва хосияти табиии омилҳои ишқороби истифодашаванда, моҳияти оптималии рН ва пайдарпаии гузаронидани амалиёт дар занҷири технологӣ тавсияҳои дақиқ вучуд надоранд. Дар усулҳои маълуми безараргардонӣ кислотаи титршаванда ҳамчун нишондоди ниҳии дараҷаи безарарсозӣ қабул карда мешавад, ки барои зардоби ғилзатнок ва конденсатсионӣ он қадар дуруст нест. Ҳамчунин, ҳангоми истеҳсоли СГГ барои кам кардани хароҷоти полудасозии минбаъда низ деминерализатсия ва дараҷаи ғилзатноксозии (концентратсия) зардоб лозим аст. Аз ин рӯ, шароит муҳайё кардан лозим аст, ки дар он фаъолияти ферменти интихобшуда на танҳо ба кислотнокӣ ва стресси таровишҳои аз дараҷаи ғилзатнокии баланди лактоза ва намакҳо баамаломеда, тоб оварад, балки истеҳсоли маҳсулоти ҳадафмандро бо ҳосили баланд ва таъми гуворо таъмин намояд.

## **Боби 2. Маводҳо ва усулҳои таҳқиқот**

Дар қисми таҷрибавии рисола, ки аз 5 фасл иборат аст, тарзи ташкили кори илмӣ тасвир ёфта, сохтори гузаронидани таҳқиқот пешниҳод карда шудааст; дар сохтори пешниҳодгардидаи тадқиқот, ки ҳар кадом марҳилаи он ба тақмили технологияи истеҳсоли СГГ нигаронида мешавад, болоравии таъми ширинии сироп ва истифодаи сироп ба сифати ашёи хоми истеҳсоли маҳсулоти қаннодии орд – кулчақандҳо оварда шудааст. Дар фаслҳои 2.1-2.3. объектҳои таҳқиқот тавсиф карда гардида, ҳамзамон хусусиятҳои ашёи хом ва реактивҳои дар доираи таҳқиқот истифодашаванда баррасӣ гардидаанд.

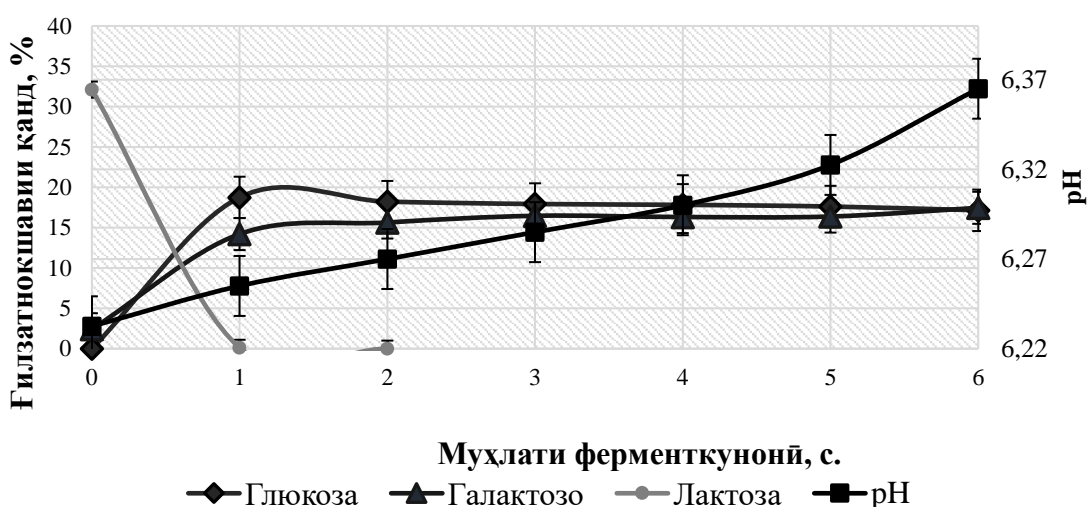
Фасли 2.4 ба тавсифи усулҳои таҳқиқоте бахшида шудааст, ки барои ҳалли масъалаҳои гузошташудаи таҷрибавӣ истифода шудаанд: аз ҷумла дар ин фасл усулҳои физикӣ-кимиёвӣ, микробиологӣ, биокимиёвӣ ва математикии таҳлил, ки ба ҳадафи таҳқиқот мувофиқатдоранд, инъикоси худро ёфтаанд. Фасли 2.5 бошад, таҳлили омӯри барои муайян кардани моҳияти натиҷаҳои тадқиқот бо истифода аз t-testи Student ва истифодаи барномаи дучонибаи ANOVA-ро дар бар мегирад.

## **Боби 3. Мукамалсозии равандҳои технологияи ба даст овардани сиропи глюкоза-галактоза аз зардоби шир ва маҳсулот дар асоси он**

Дар фасли 3.1 натиҷаҳои муносибсозии гидролизи пермеатаи зардоби творогӣ (ширӣ) дар зери таъсири таркибҳои ферментии β-галактозидазӣ барои истеҳсоли СГГ оварда шудааст. Дар ин росто, нишондиҳандаҳои асосии барои омӯзишу таҳқиқот аз инҳо иборатанд: таъсири рН-и пермеатаи зардоби творогӣ (ширӣ), ҳарорат (°C), ферментатсия, давомнокии раванди гидролиз (соат). Натиҷаҳои ин таҳқиқ дар расми 1 нишон дода шудаанд.

Бо илова кардани миқдори камтари таркиби ферментӣ таносуби глюкоза ва галактоза нисбат ба глюкоза зиёдтар гардидааст ва ин раванд дар ҳолате ба

мушоҳида мерасад, ки бо зиёд шудани миқдори фермент фарқияти ғилзатнокии (концентратсия) моносахаридҳо коҳиш меёбад. Бояд қайд кард, ки коэффисиенти табдилдиҳӣ, ки табдилёбии лактозаро ба глюкоза ва галактоза тавсиф мекунад, аз 1,05 то 1,11 баробар аст. Дар сурати давомёбии ферментатсия, ғилзатнокии (концентратсия) глюкоза аз ҳисоби ташаккули олигосахаридҳои нав кам мешавад. Дар раванди ферментатсиякунонӣ афзуншавии боэътимоди рН-и субстрат аз 6,23 то 6,37 ( $p < 0,05$ ) ба мушоҳида расид. Ҳамчунин, маълум гардид, ки тағйироти рН метавонад бо фаъолшавии селлюлоза ва глюкоамилазаи таркиби фермент ва гидролизи боқимондаҳои сафедаи пермеат алоқаманд бошад. Баланс бардоштани сатҳи рН ба фаъол нигоҳ доштани ферментҳо дар вақти ферментатсия кӯмак мекунад ва дар охири ферментатсия тағйироти рН сусттар ба мушоҳида мерасад.



**Тасвири 1** - Таъсири раванди ферментатсия ба ғилзатнокӣ ва таркиби моносахаридҳо, инчунин рН-и субстрат [А-3].

Таҳлили концентратсияи моносахаридҳо нишон медиҳад, ки муҳлати мувофиқи ферментатсиякунонӣ барои гидролизи лактоза 2 соат аст. Давомнокии раванди ферментатсиякунонӣ ба ғализшавии глюкоза ва галактоза таъсир расонида метавонад. Бояд гуфт, ки ғилзатнокии ниҳоии глюкоза ва галактоза дар субстрат дар охири ферментатсия яқсон нест ва ин омил ба ҳосили назариявии моносахаридҳо муҳолиф мебошад.

СГГ бо миқдори моддаҳои хушк  $65 \pm 2\%$  ва  $70 \pm 2\%$  гирифта мешавад. Тибқи таҳлили хроматографӣ, шарбатҳо дорои 43-45% глюкоза ва 20-24% галактоза мебошанд (ҷадвали 1). Ғилзатнокшавии баланди глюкозаро дар муқоиса бо галактоза ва инверсияи он дар зерӣ таъсири  $\beta$ -галактозидаза ҳангоми бухоршавӣ шарҳ додан мумкин аст. Бо зиёд шудани миқдори умумии моддаҳои сахт дар шарбат, ғализшавии глюкоза кам мешавад ва ғализшавии галактоза меафзояд. Ғализшавии глюкоза ва галактоза дар сиропҳои таҷрибавӣ нисбат ба сиропи тичорӣ, ки бо истифода аз Na-Lactase 5200-и тичоратӣ омода карда мешавад, нисбатан баландтар ба мушоҳида мерасад. Таҳлили моносахаридҳо нишон медиҳад, ки NOLA™ Fit 5500  $\beta$ -галактозидаза қодир аст, то лактозаро ба глюкоза ва галактоза дар зардоби туршгардида пурра гидролиз кунад. (Ҷадвали 1) ва дараҷаи баланди ширинии сиропро таъмин наояд.

**Чадвали 1 - Таҳлили муқоисавии таркиби карбогидратҳои СГГ [А-3]**

Карбогидратҳо	Сирои таҷрибавӣ, %*		Сирои тичоратшаванда* бо 65% аз таркиби умумии маводҳои хушк**
	65% аз шумораи умумии маводҳои хушк	70% аз шумораи умумии маводҳои хушк	
Глюкоза	45±2	43±3	25
Галактоза	20±3	24±2	22
Лактоза	–	–	12

\* Дар таркиби сиропҳо на кам аз 1–2% сафеда мавҷуд аст.

\*\* Сомов ва дигарон (2013)

Ҳамин тариқ, натиҷаҳои таҳқиқот нишон дод, ки муҳлати мувофиқи гидролизи лактоза 2 соат аст. Давомнокии раванди ферменткунонӣ ба паст шудани ғилзатнокии глюкоза оварда мерасонад, зеро дараҷаи ширинии сироп омили асосии сифати он доништа мешавад. Дар ин росто, тавсия дода мешавад, ки сироп ба 65% миқдори умумии моддаҳои сахт тамаркуз гардад.

Фасли 3.1.1 таъсири коркарди ҳароратии пермеати ЗШ ба сифати СГГ-ро дар бар гирифта, дар тадқиқоти қаблӣ [А-5], коркарди ҳароратӣ пас аз ғилзатнокшавии УФ ЗШ ва гидролизи ферментативӣ бо мақсади ғайрифабол кардани β – галактозидазаҳо ба анҷом нарасидааст. Натиҷаҳои тадқиқот фарқияти байни ғилзатнокшавии глюкоза ва галактозаро дар сироп аз ҳисоби ферментҳои фабол нишон доданд, ки дар ширинии ниҳоии сироп инъикос ёфтааст. Баъдан, гидролизи лактоза дар 40° С муддати 2 соат гузаронида шуда, коркарди ҳароратӣ дар 80 ± 2°С давоми 3 ± 2 дақиқа бо мақсади ғайрифабол намудани таъсирнокии фермент истифода гардидааст. Пермеати гидролизшуда дар бухоркунандаи вакуумӣ (Heidolph laborta 4000 самаранокӣ, Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, истеҳсоли Олмон) то 65 ва 70% миқдори умумии моддаҳои хушкро мутамарказ мегардонад. Таркиби умумии моддаҳои хушк дар сироп бо истифода аз рефрактометри KRUSS (DR301-95, Олмон) чен карда шудааст. Таркиби моносахаридҳо дар сироп бо ёрии хроматографияи моеъ муайян гардид (Shimadzu, LC-20, Torgance, СА, истеҳсоли ИМА). Таҳлили муқоисавии таркиби моносахаридҳои сироп дар чадвали 2 оварда шудааст.

**Чадвали 2 - Таҳлили муқоисавии таркиби моносахаридҳои сироп [А-4], [А-5]**

Карбогидратҳо	65 % маводи хушк		70 % маводи хушк	
	Дар таҷрибаи гузашташуда, %	Дар таҷрибаи нав, %	Дар таҷрибаи гузашташуда, %	Дар таҷрибаи нав, %
Глюкоза	45.0±2.0	42.0±0.2	43.0 ± 3.0	45.2± 0.2
Галактоза	20.0 ± 3.0	15.0± 0.2	24.0 ± 2.0	17.3± 0.1
Қанди аз ҳаммонандӣ нагузашта	-	~ 8	-	~ 7,5

Маълумотҳои чадвали 2 нишон медиҳанд, ки коркард бо ҳарорати гармӣ боиси кам шудани миқдори галактоза мегардад. Эҳтимол ҳангоми коркард бо



харорати гармӣ, табодули Майяр дар байни сафедаҳои зардобӣ ва карбогидратҳо рух медиҳад. Маълум аст, ки  $\beta$ -галактозидазаи тичоратӣ, ки барои гидролизи лактоза истифода мешавад, боиси табдили лактоза ба глюкоза ва галактоза мегардад, ки дар он галактоза хеле фаъол ва боиси табодул аст. Паст шудани ғилзатнокии галактозаро бо пайдоиши маҳсулоти реаксияи Майяр шарҳ додан мумкин аст.

Ҳамин тавр, ҳангоми истехсоли моносахаридҳо баъди гидролизи пермеати зардоб бо мақсади беҳтар намудани ширинии СГГ бо ҳарорати гармӣ гузарондани коркард ба мақсад мувофиқ аст.

Дар фасли 3.1.2 таҳқиқи таъсири намуд ва дараҷаи ғилзатнокшаии омили ишқороб ба таркиби карбогидратҳо ва таъми СГГ, ки дар он маҳлулҳои КОН, MgOH, NH<sub>4</sub>OH, NaHCO<sub>3</sub> ва ин амсол барои истифода дар саноати хӯрокворӣ иҷозат дода шудаанд, ҳамчун омили асосии истифодашавандаи амалиёти безараргардонӣ нишон дода мешавад. Раванди безараргардонии зардоби туршшуда дар бо истифода аз омилҳои ишқороби дорои қувваи гуногуни ионӣ ва ғализшавии вазни ҳолиси 5 ва 10% гузаронида мешавад. Дар ҷадвали 3 ва 4 тағйирёбии тадриҷӣ ва назарраси рН-и пермеати зардоб пас аз безараргардонӣ бо омилҳои ишқорӣ бо зиёд шудани мӯҳлати нигоҳдории онҳо ( $p < 0,05$ ) нишон дода шудааст. Қимати рН пермеати зардоби ширӣ пас аз безараргардонӣ бо маҳлулҳои 5%-и аммиак ва сода (ҷадвали 3) 2 соат бетағйир мемонад.

**Ҷадвали 3** - Безараргардонии зардоби творогӣ (ширӣ) бо маҳлулҳои 5%-и ишқорӣ. Арзиши ибтидоии рН-и пермеат пас аз ультрафилтратсия 4,24±0,006 [А-2]

Ишқороб	С, мол/л	рН пермеат баъд аз бетаъсиргардонӣ	Тағйирёбии қимати рН		
			Баъд аз 1 соат	Баъд аз 2 соат	Баъд аз 3 соат
NH <sub>4</sub> OH	1.43	6,19±0,01	6,24±0,01	6,24±0,01	6,15±0,02
NaHCO <sub>3</sub>	0.60	6,19±0,01	6,22±0,02	6,21±0,01	6,21±0,01
КОН	0.89	6,18±0,01	6,15±0,01	6,13±0,01	6,04±0,02

**Ҷадвали 4** - Безараргардонии зардоби творогӣ (ширӣ) бо маҳлулҳои 10%-и ишқорӣ. Арзиши ибтидоии рН-и пермеат пас аз ультрафилтратсия 4,24±0,06 [А-2]

Ишқороб	С, мол/л	рН-и пермеат			
		Баъд аз бетаъсиргардонӣ	Баъд аз 1 соат	Баъд аз 2 соат	Баъд аз 3 соат
NH <sub>4</sub> OH	2.86	6,22±0,01	6,16±0,01	6,14±0,01	6,10±0,02
NaHCO <sub>3</sub>	1.20	6,19±0,01	6,14±0,01	6,17±0,01	6,18±0,01
КОН	1.78	6,19±0,02	6,16±0,01	6,10±0,01	6,05±0,01

Дар рӯзи сеюми нигоҳдорӣ пастшавии рН зардоби бо аммиак безараргардонидашуда (аз 6,24±0,01 то 6,15±0,02) ба мушоҳида расид ва ин амал дар ҳоле ба миён омад, ки моҳияти рН зардоби бо сода безараргардонидашуда ( $p < 0,01$ ) бетағйир монд. Аммо дар сурати истифода бурдани маҳлули КОН рН дар рӯзи дуоми нигоҳдорӣ аз 6,16±0,01 то 6,10±0,01 ва дар рӯзи сеюми нигоҳдорӣ то 6,04±0,02 поин омад. Хусусияти тағйирёбии рН ҳангоми

беззаргардонии зардоб бо маҳлулҳои 10-фоизаи ишқороб қариб як хел ба мушоҳида расид. Ғайр аз ин, рН-и маҳлули зардоби бо сода безаргардонидашуда дар аввал паст шуда, дар рӯзи дуюм каме баланд гардид ( $6,19 \pm 0,01$ ;  $6,14 \pm 0,01$  ва  $6,18 \pm 0,005$  ҳангоми  $p < 0,05$ ).

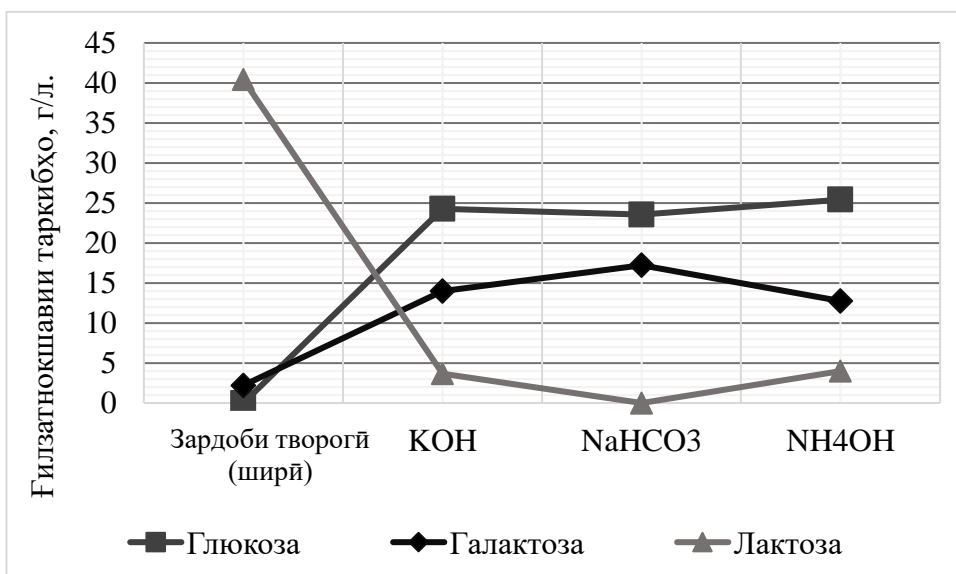
Ба андешаи мо, мӯътадилшавии рН-и зардоби шир пас аз безаргардонӣ бо маҳлул (сода) дар натиҷаи ба вуҷуд омадани намакҳои сустҳалшавандаи ширӣ ва кислотаи лактикийо формиқӣ бо бикарбонати натрий ба амал омада, инчунин бо зарфияти буферии омехтаи ҳосилшуда алоқаманд мебошад. Дар баробари ин, илова кардани аммиак ва КОН бо кислотаҳои зардобӣ намакҳои ҳалшавандаро ба вуҷуд меоранд, ки ба гидролиз ва вайрон шудани иқтидори буферии намакҳои ҳосилкунанда оварда мерасонад.

Дар натиҷаи ин таҳқиқ тасдиқ карда шуд, ки ферменти мазкур бо мувофиқати рН 6,23 барои гидролизи лактоза то 100% инверсия муносиб аст ва муҳлати мувофиқати гидролиз 2-2,5 соатро ташкил медиҳад. Бояд қайд кард, ки дар ҷараёни гидролизи лактоза рН маҳлул ба таври назаррас то 6,37 ( $p < 0,05$ ) меафзояд ва чунин тағйирёбии рН бо фаъолияти дигар ферментҳои ин таркиб баён карда мешавад.

Таҳлили муқоисавии таркиби карбогидратҳои зардоби творогӣ (ширӣ) баъд аз безаргардонӣ бо маҳлулҳои 5%-и  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , КОН ва гидролизи он бо  $\beta$ -галактозидаза дар сурати рН  $6,18 \pm 0,02$ , бо ҳарорати  $38^\circ\text{C} \pm 1,0$  дар тасвири 2 нишон дода шудааст. Чунон ки аз тасвири 2 бармеояд, таркиби карбогидратҳои маҳлули гидролизати зардоби туршшуда баъди безаргардонӣ бо омилҳои ишқорӣ ( $p < 0,01$ ) хеле тафриқа дорад. Агар ҳангоми гидролизи зардоби бо маҳлулҳои 5%-и КОН ва аммиак безаргардонидашуда, маҳсулоти якгунаи глюкоза ва галактоза (мутаносибан 24-25 г/л ва 11-12 г/л) ҳосил карда шавад ва қисми дигаргуннашудаи лактоза дар маҳлул (3,4-3,9 г/л) боқӣ монад, он вақт ҳангоми гидролизи зардоби бо содаи 5% безаргардонидашуда омехта бо таркиби 23,5 г/л глюкоза ва 15,0 г/л галактоза ба амал меояд.

## Тасвири 2 -

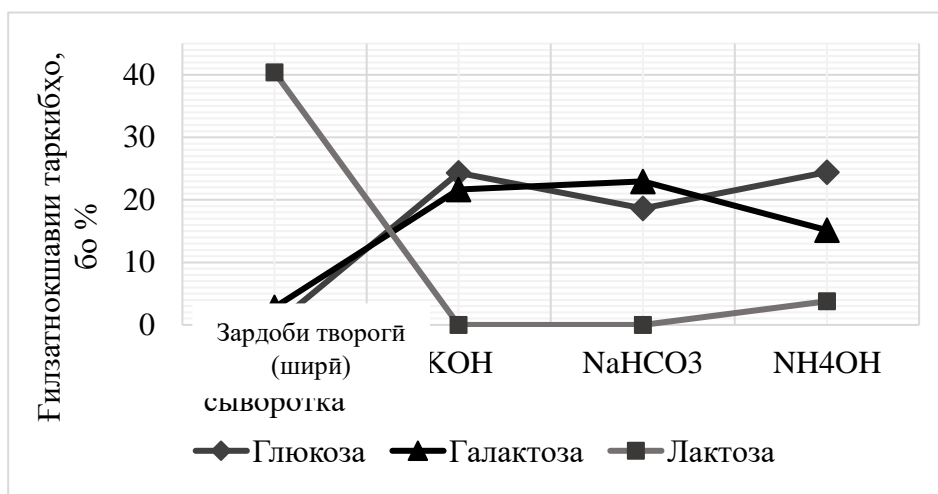
Таҳлили муқоисавии таркиби карбогидратҳои зардоби творогӣ (ширӣ) пас аз безаргардонӣ бо маҳлулҳои 5%-и  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , КОН ва гидролизи он бо  $\beta$ -галактозидаза дар рН  $6,18 \pm 0,02$ , бо ҳарорати  $38^\circ\text{C} \pm 1,0$  [А-2]



Тавре аз таҳлили мазкур бармеояд, миқдори галактоза нисбат ба таркиби моносахариди мазкур дар гидролизати зардоби бо сода безаргардонидашуда

каме зиёдтар аст ( $2,0 \pm 0,3$  г/л). Илова бар ин, мавҷудияти лактоза дар маҳлул ошкор карда нашудааст, ки ин 100% табилёбии дисахаридҳо ба моносахаридҳоро дар ин қоидаи гидролиз нишон медиҳад. Аммо гидролизи зардоби туршии бо маҳлулҳои 10%-и ишқорӣ безаргардонидашуда (тасвири 3) боиси дигар шудани таркиби карбогидратҳо гардида метавонад: дар ин ҷо натиҷаҳо, ки бо истифодаи маҳлули КОН ҳамчун омили ишқорӣ ба даст оварда шудаанд, ( $p < 0,05$ ), нисбат ба бо натиҷаҳои бо истифодаи сода бадастомада калонтар доништа мешаванд.

**Тасвири 3** - Таҳлили муқоисавии таркиби карбогидратҳои зардоби творогӣ (ширӣ) баъд аз безаргардонӣ бо маҳлулҳои 10%-и  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , КОН ва гидролизи он бо  $\beta$ -галактозидаза дар  $\text{pH } 6,18 \pm 0,02$ , бо ҳарорати  $38^\circ\text{C} \pm 1,0$  [А-2]



Дар ҳарду ҳолат, дараҷаи табдили лактоза 100%-ро ташкил медиҳад ва миқдори галактоза дар маҳлули ғализшаванда нисбат ба истифодаи аммиак ҳамчун омили безараркунанда баландтар аст.

Дар ин шароит маълум аст, ки раванди пайдоиши галактоолигосахаридҳо ҳангоми безаргардонии зардоби турши бо сода ва дар дигар мавридҳо асосан бо мавҷудияти глюкоолигосахаридҳо афзалтар аст. Пас аз муайян кардани таъсири намуд ва ғилзатнокии омили ишқорӣ ба таркиби карбогидрат ва таъми СГГ, маълум карда шуд, ки муҳлати мувофиқи ферментатсия барои гидролизи лактоза 2 соатро ташкил медиҳад. Дар давраи ниҳоии муайянсозӣ пермеати зардоби творогӣ (ширӣ) мавриди истифода қарор ёфт, ки бо маҳлулҳои 5%-и  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , КОН безаргардонидашуда, бо  $\beta$ -галактозидаза дар  $\text{pH } 6,18 \pm 0,02$ , бо ҳарорати  $38^\circ\text{C} \pm 1,0$  гидролиз карда шудааст.

Ҳамин тариқ, СГГ бо миқдори моддаҳои хушк  $65 \pm 2\%$  ва  $70 \pm 2\%$  ба даст оварда шуд. Тибқи таҳлили хроматографӣ, дар таркиби сиропҳои мавҷудияти 43-48% глюкоза ва 16-22% галактоза маълум гардид. Ғилзатнокшавии баланди глюкозаро дар муқоиса бо галактоза бо инверсияи он дар зерин таъсири як таркиби ферментӣ шарҳ додан мумкин аст. Дар ҷадвали 5 таҳлили муқоисавии таркиби карбогидратҳои СГГ оварда шудааст. Дар асоси маълумоти бадастомада метавон гуфт, ки дар таҷрибаи нав таркиби СГГ-и ҳосилшуда бартарият дорад. Тасдиқи ин далел дар хроматограммаи омехтаи қанди дорои глюкоза ва галактоза бо ғилзатнокии моддаҳои хушк 65 ва 70%, ки натиҷаҳои он дар ҷадвали 5 оварда шудааст, собит мегардад.

**Чадвали 5 - Таҳлили муқоисавии таркиби карбогидратҳои СГГ**

Карбогидратҳо, %	Таҷрибагузаронӣ дар гузашта		Таҷрибагузаронии нав			
	65% аз шумораи умумии маводҳои хушк	70% аз шумораи умумии маводҳои хушк	65% аз шумораи умумии маводҳои хушк		70% аз шумораи умумии маводҳои хушк	
			5% NaHCO <sub>3</sub>	5% KOH	5% NaHCO <sub>3</sub>	5% KOH
Глюкоза	45±2	43±3	44,9±0,4	44,9±0,1	49,1±0,12	47,7±0,14
Галактоза	20±3	24±2	18,5±0,3	20,4±0,1	18,8±0,1	21,06±0,1
Лактоза	—	—	—	—	—	—

Дар фасли 3.2 хосиятҳои физикӣ-кимиёвии СГГ ва раванди кристалкунонии он оварда шудааст (Чадвали 6).

**Чадвали 6 - Таркиби физикӣ ва химиявии СГГ (арзишҳои миёна ± тамоюлҳои стандартӣ)**

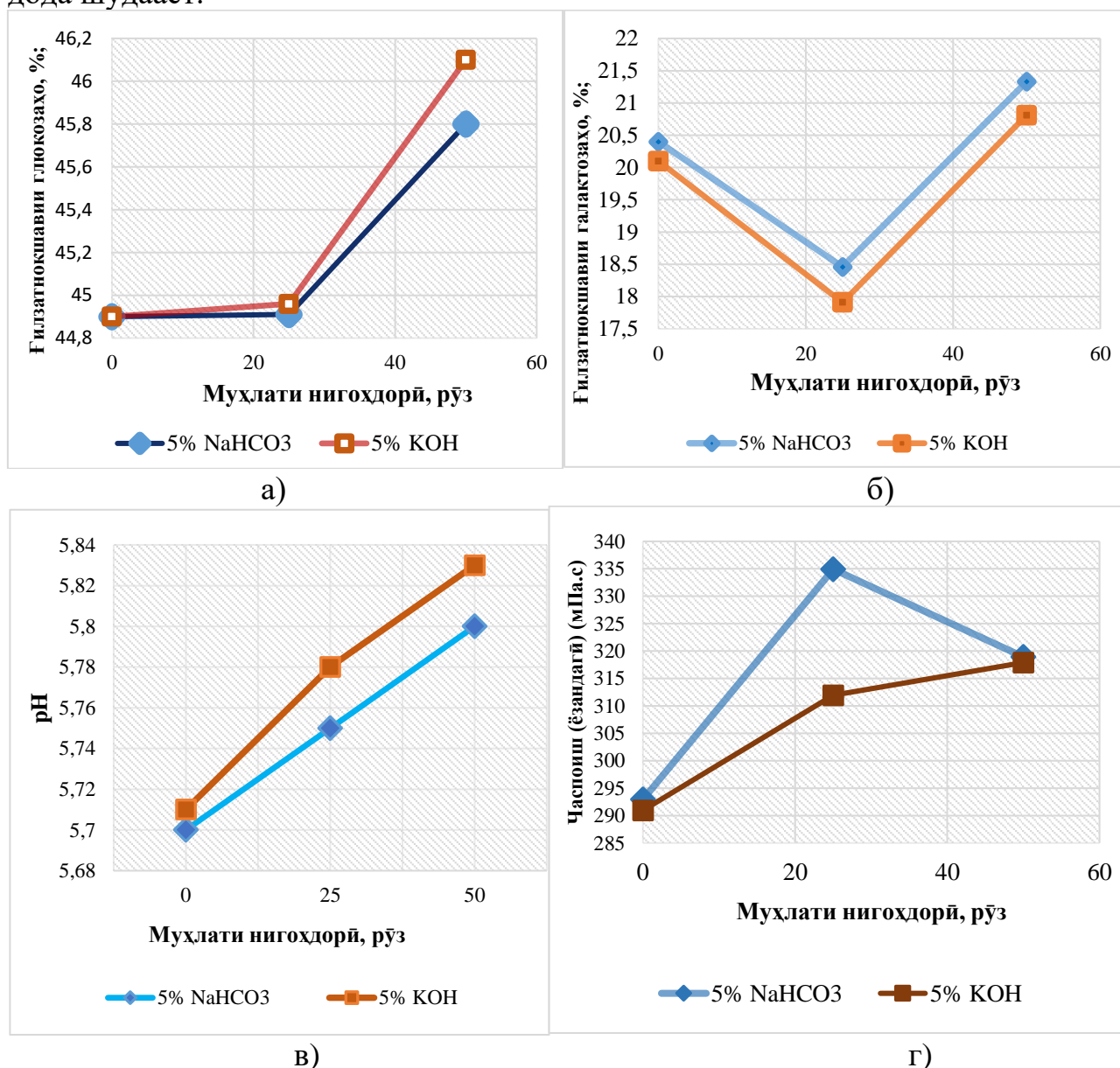
№ б/т	Мафҳуми нишондиҳандаҳо	65% аз шумораи умумии маводҳои хушк		70% аз шумораи умумии маводҳои хушк	
		5% NaHCO <sub>3</sub>	5% KOH	5% NaHCO <sub>3</sub>	5% KOH
1	pH	5,70±0,01	5,71±0,01	5,87±0,01	5,85±0,01
2	Лактоза, %	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Глюкоза, %	44,9±0,4	44,9±0,1	49,1±0,12	47,7±0,14
4	Галактоза, %	18,5±0,3	20,4±0,1	18,8±0,1	21,06±0,1
5	Сафедаҳо, %	1,55±0,02	1,53±0,02	2,27±0,03	2,310,03
6	Чарбҳо, %	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Оби фаъол (A <sub>w</sub> )	0,67±0,01	0,68±0,01	0,728±0,002	0,730±0,002
8	Часпандагӣ, мПа·с	292,94±5	293,90±5	655,86±10	644,87±10

Технологияи коркарди зардоби ширӣ бо истифода аз таркибҳои ферментӣ ва УФ имкон дод, ки СГГ бе омехтаи равшанҳои дорои миқдори ками сафеда ва бо дараҷаи баланди часпандагии сироп бо дороии таркиби моддаҳои хушк 70% ба даст оварда шавад. Дар робита бо оби фаъол (A<sub>w</sub>) ва таркиби равшани ширӣ маълумотҳои чадвали 6 нишон медиҳанд, ки сатҳи маводҳои хушк ба нишондиҳандаҳои мазкур (P>0,05) таъсири чиддӣ дошта наметавонанд. Ин

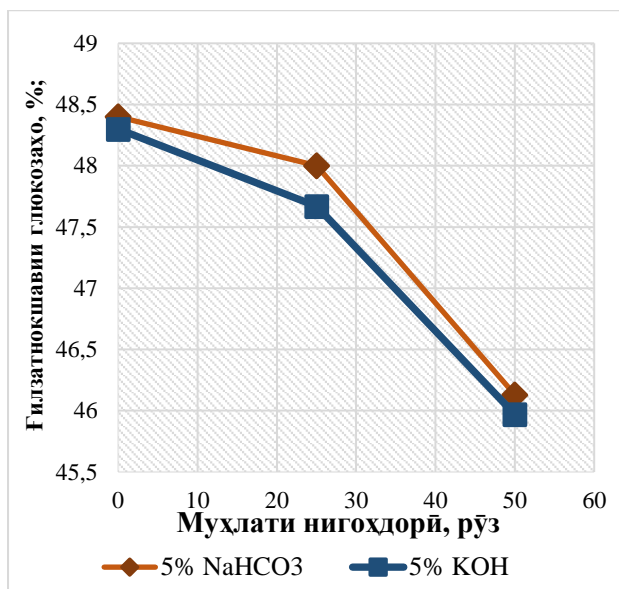
натичаро бо он шарҳ додан мумкин аст, ки фаъолияти Aw маҳсулот ба сиропе, ки дар натиҷаи бухоршавӣ ба даст омадааст, хеле монанд аст.

Ҳамин тариқ, ҳангоми ба даст овардани СГГ тариқи технологияи мазкур, на танҳо мавҷудияти чарбуҳо аз ҳисоби коркарди қаблии ишқоре, ки дар он саққочаҳои чарбу бояд хориҷ карда шаванд, ошкор нагардид, балки аз ҳисоби истифодаи технологияҳои УФ низ миқдори равшан ошкор карда нашуд.

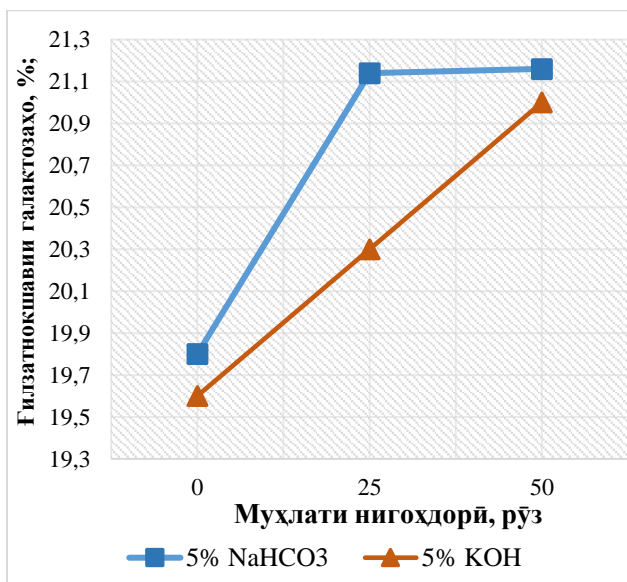
Дар шароити кунунӣ навъҳои гуногуни СГГ истехсол карда карда шаванд ҳам, вале масъалаи тариқи нигоҳ доштани шираҳои зардобӣ ҳалнашуда боқӣ мемонад. Дар тасвирҳои 4 ва 5 устувориҳои СГГ, яъне тағйирёбии ғилзатнокии чӯзҳои асосӣ, рН ва часпандагии сироп дар дараҷаи ғилзатнокии 65% ва 70%-и тамоми моддаҳои саҳт дар давоми 50 рӯзи нигоҳдорӣ дар ҳарорати 20°C нишон дода шудааст.



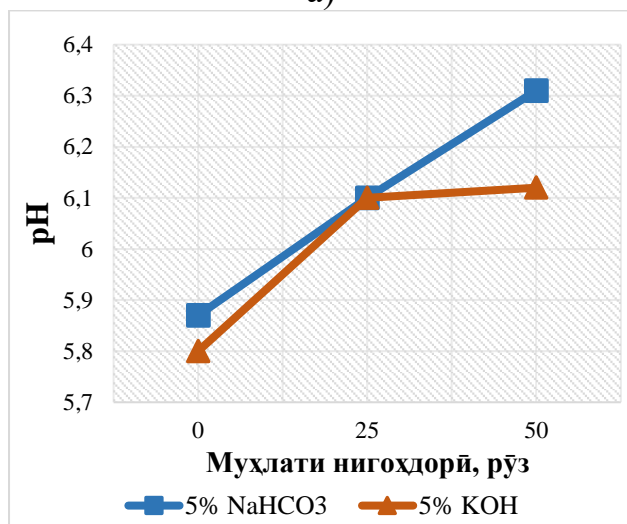
**Тасвири 4** - Устувориҳои СГГ дар дараҷаи ғилзатнокии 65%-и тамоми моддаҳои саҳт дар давоми 50 рӯзи нигоҳдорӣ дар ҳарорати 20°C: а) Дараҷаи ғилзатнокии глюкоза, %; б) Дараҷаи ғилзатнокии галактоза, %; в) рН; г) Часпандагӣ (мПа·с)



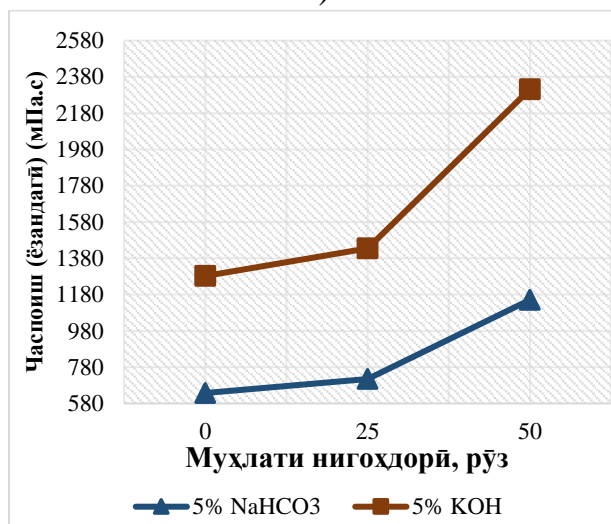
а)



б)



в)



г)

**Тасвири 5** - Устувории ШГ дар дараҷаи ғилзатнокии 70%-и тамоми моддаҳои саҳт дар давоми 50 рӯзи нигоҳдорӣ, дар ҳарорати 20°C: а) Дараҷаи ғилзатнокии глюкоза, %; б) Дараҷаи ғилзатнокии галактоза, %; в) рН; г) Часпандагӣ (мПа·с)

Натиҷаҳо афзоиши нисбатан пасти ( $p < 0,05$ ) таркиби умумии қанд ( $65 \pm 2,3$ ), часпоиш ( $300 \pm 20$ ) ва каме тағйирёбии рН-шарбатро  $5,7 \pm 0,1$ , ( $p < 0,01$ ) ҳангоми ғилзатнокии 65% нишон доданд. Дар сурати зиёд шудани моддаҳои хушк ҳангоми ғализшавии 70%, тағйирёбии ғализшавии глюкоза бо зиёд шудани ғилзатнокшавии галактоза ва зиёдшавии часпоиш аз 580 то 1080 мПа·с, эҳтимолан аз ҳисоби ташаккули олигосахаридҳо ба амал омад. Аз ин рӯ, маълумоти мазкур устуворииро дар давоми зиёда аз 50 рӯз нишон медиҳанд. Дар ин ҳолат, кам шудани миқдори глюкоза дар дараҷаи ғилзатнокии 70% СГГ ба хусусиятҳои органолептикии сироп то андозае таъсир расонида метавонанд, яъне таҳлил дарки назарраси шириниро тавассути ин шакли таҷрибагузаронӣ нишон медиҳад. Ҳамин тариқ, тавсия дода мешавад, ки сиропи дорои моддаҳои хушк, ки тариқи технологияи мазкур ба даст оварда мешавад, дар давоми 40 рӯз мавриди истифода қарор гирифта метавонад.

Дар фасли 3.3 раванди технологии истеҳсоли СГГ дар асоси натиҷаҳои тадқиқоти дар боло зикргардида нишон дода шудааст. Барои ба роҳ мондани технологияи мазкур патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба даст оварда шуда, шартҳои техникии СГГ таҳия гардидаанд (Замимаи 1). Иختирооти мазкурро барои ба даст овардани СГГ дар асоси пермеати ЗШ бо истифода аз гидролизи ферментативии лактоза аз рӯи сохтори таҳияшуда истифода намудан имконпазир аст.

Фасли 3.4 таҳия ва асосноккунии сохтори муҳими технологии истеҳсоли маҳсулоти қаннодии ордиро дар шакли кулчақанд бо истифодаи СГГ ба ҷои шакари воридотӣ ва тартиби гузаронидани таҳлили сенсории маҳсулотро дар бар мегирад. Дастурамали истеҳсоли маҳсулоти кулчақанд дар ҷадвали 7 нишон дода шудааст.

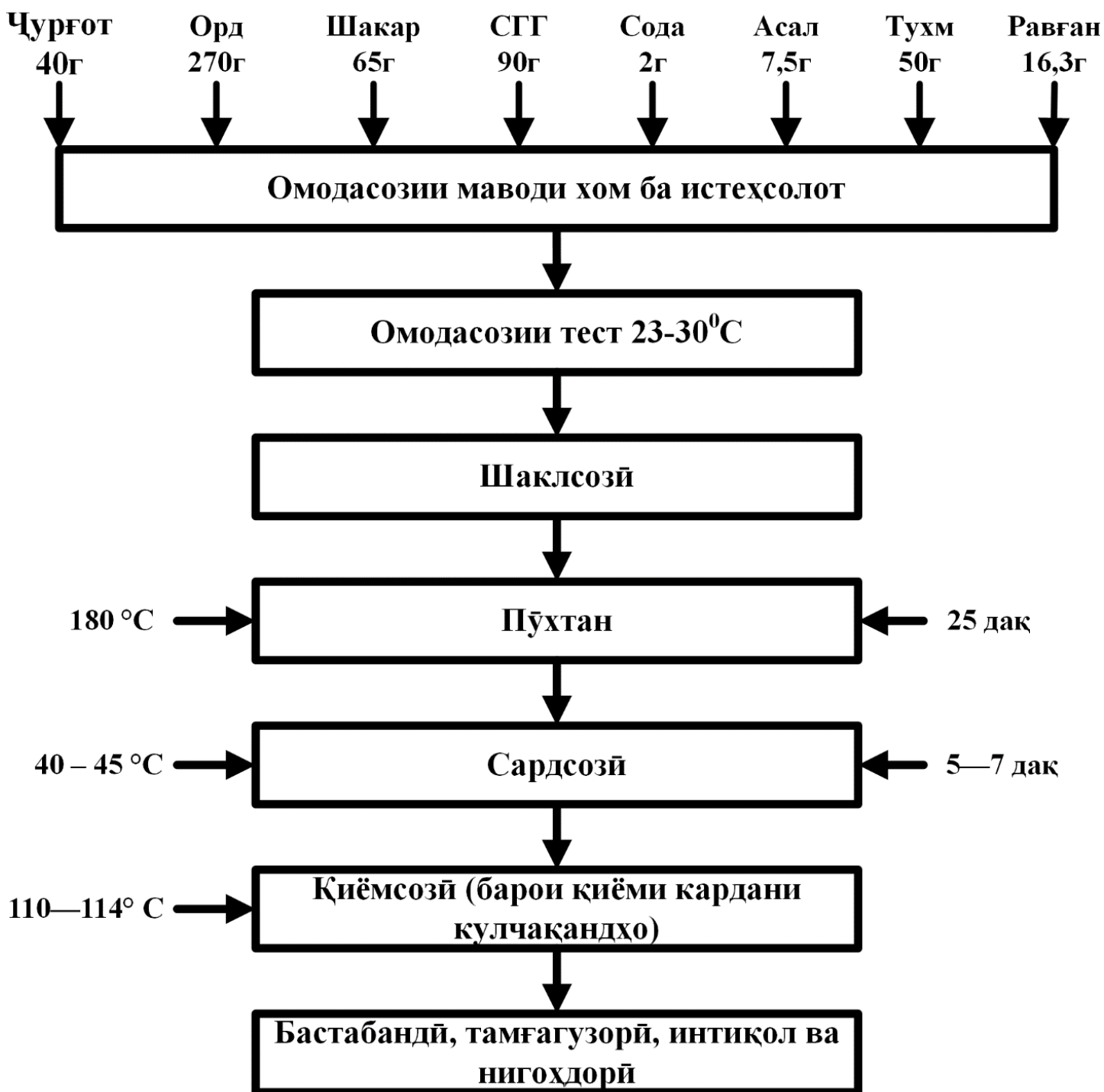
**Ҷадвали 7 - Дастурамали истеҳсоли маҳсулоти кулчақанд дар асоси СГГ**

№ б/т	Маводи хом, гр	Масраф дар 1000г маҳсулоти тайёр, г		
		Меъёр аз рӯи ГОСТ 15810-2014*	ГГС бо 5% NaHCO <sub>3</sub>	ГГС бо 5% КОН
1	Чурғот	70	40,15	40,2
2	Орд	270	270,26	270,5
3	Шакар	130	65,06	65,23
4	Шираи СГГ	-	86,33	86,5
5	Сода	2	2,1	2,1
6	Асал	7,4	7,4	7,4
7	Тухм, дона	1	1	1
8	Равған	16,3	16,3	16,3
9	Об			
	<b>Умумӣ, г</b>	1000	1000	1000

\*ГОСТ 15810-2014. Маҳсулоти қаннодӣ. Маҳсулоти кулчақанд. Шартҳои умумии техникии

Натиҷаҳои озмоиши мазкур нишон доданд, ки маҳсулоти дар натиҷаи истифодаи СГГ бадастомада бо вазни ҳолиси моддаҳои хушки 70%, ки бо содаи ғизоӣ 5% безарар карда шудааст, дар муқоиса бо намунаи тавассути гидроксидаи натрийи ғизоӣ 5% безараргардонидашуда, дорои таъми ширин ва бӯи хуш мебошанд. Хусусиятҳои хоси ин номгӯи маҳсулоти кулчақандӣ, ки ба иловаҳои хушбӯйкунанда истеҳсол карда мешаванд, бе мазза ва бӯи бегона, дар асоси талаботи ГОСТ 15810-2014 ба роҳ монда мешаванд. Бояд гуфт, ки дигар хусусиятҳои органолептикии намунаҳои таҳқиқшуда ба талаботи хуччати меъёри пурра ҷавобгӯ мебошанд.

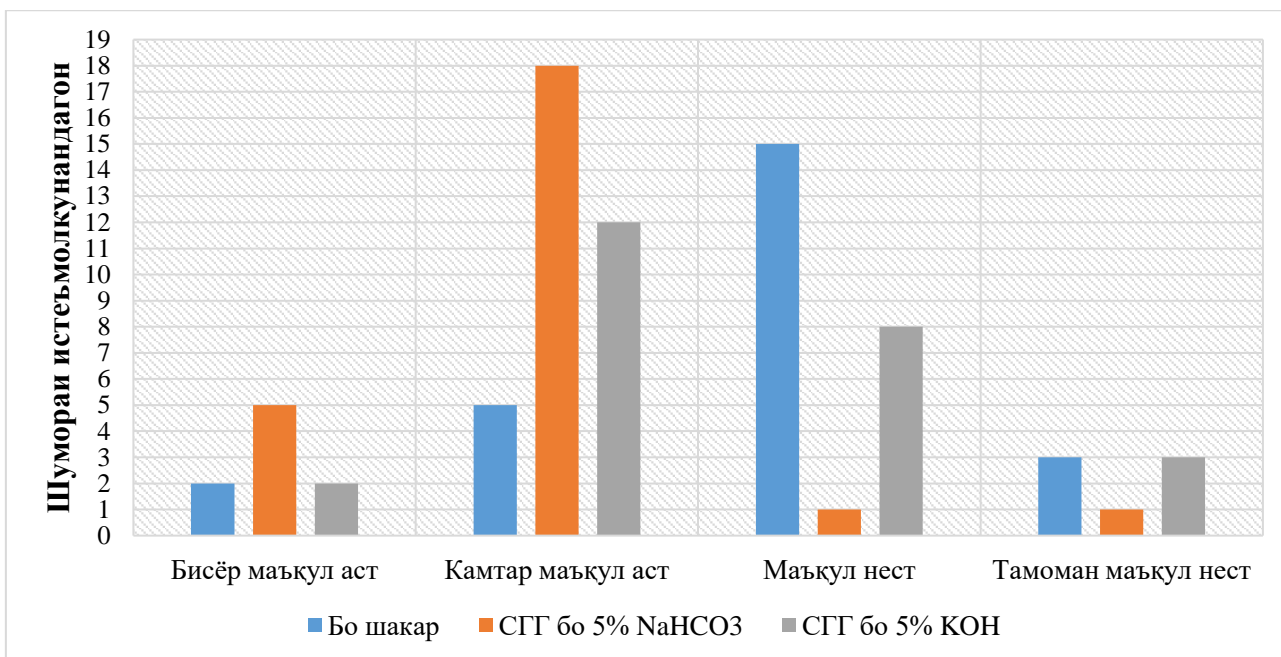
Раванди технологии тайёр кардани кулчақанд бо истифодаи СГГ дар тасвири 6 нишон дода шудааст. Дар асоси раванди технологии истеҳсоли кулчақанд бо истифодаи СГГ тавсифи марҳилаҳои асосии раванди технологӣ дар зер оварда мешавад:



Тасвири 6 – Раванди технологии истехсоли кулчақанд дар асоси СГГ

Баҳодиҳии сенсорӣ аз рӯи чадвали гедонистикӣ бо назардошти хусусиятҳо аз қабилӣ таркиббандӣ, ранг, бӯй, устуворӣ, озмоиши ширинӣ ва пас аз санчиш дар чадвали сохтории бо нишондоди 5 балла гузаронида шуд. Баҳодиҳии сенсорӣ барои қобили қабул будан, бо иштирок ва саволу ҷавоби 25 истеъмолкунанда аз соҳаҳои гуногуни саноати хӯрокворӣ, пас аз 24 соати омодашавии он гузаронида шуд. Дарку қабули истеъмолкунандагон оид ба қобили қабули умумӣ будан аз рӯи чадвали сохтории гедонистикӣ 9 балла, ки дар тасвири 7 оварда шудааст, баҳогузорӣ гардид.

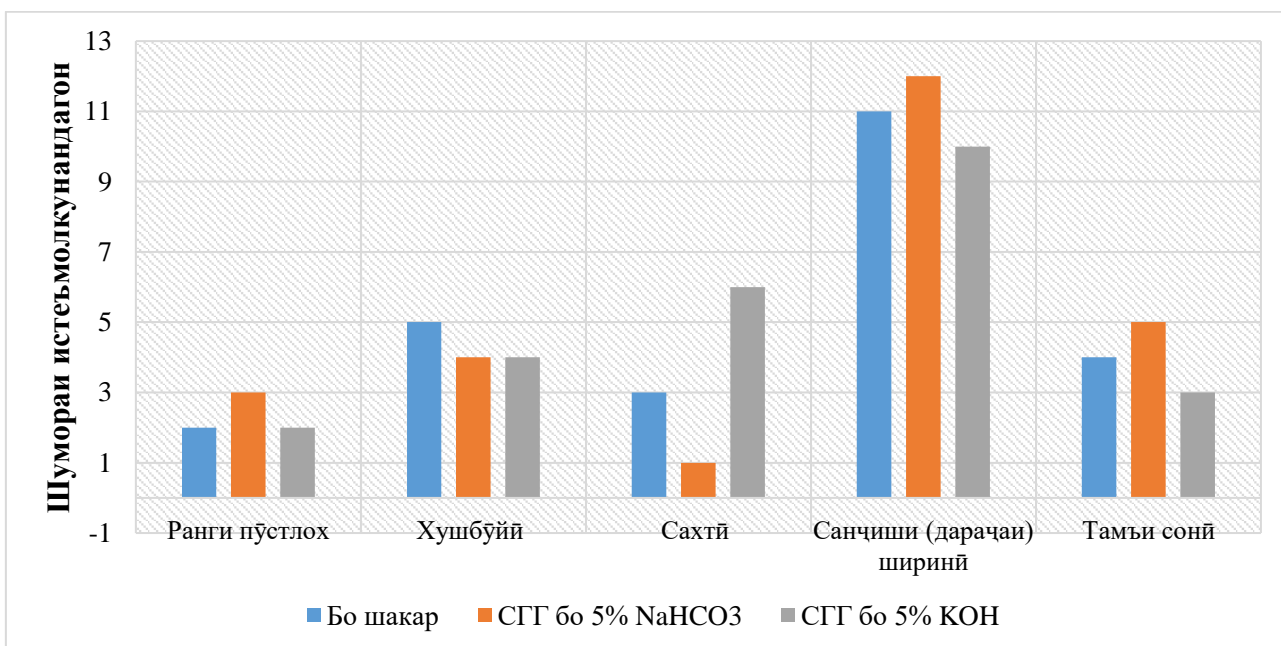




**Тасвири 7** – Натиҷаҳои баҳодиҳии сенсорӣ оид ба дарку қабули 25 истеъмолкунанда

Тавре аз тасвири 7 ба мушоҳида мерасад, ҳамаи маводи дар тасвир дохилгардида аз тарафи истеъмолкунандагон хеле хуб қабул гардидааст, яъне зиёда аз 70% истеъмолкунандагон маҳсулоти ҳосилшударо бо ризоияти "ба ман маъқул аст" шарҳ додаанд.

Дар натиҷаи баҳодиҳии сенсорӣ чандин омилҳои гуногун баҳогузори карда шуданд, ки ранги пӯстлоқ, бӯй, сахтӣ, ширинӣ ва таъми баъдӣ (Тасвири 8), СГГ бо 5% NaHCO<sub>3</sub> ширинӣ, хушбӯйӣ ва таъми баъдӣ аз ҷумлаи онҳо буда, соҳиби баҳои баландтарин гардиданд. Аз рӯи қабулу дарки хӯшбӯйӣ баҳодиҳандагон маҳсулотро "хеле дилкашу гуворо" баҳогузори намуданд.



**Тасвири 8** – Натиҷаҳои баҳогузориҳои сенсорӣ ба сифати таъми СГГ бо иштироки 25 истеъмолкунанда

#### **Боби 4. Таҳияи унсурҳои сохтори НАССР ҳангоми истеҳсоли СГГ бо истифода аз воситаҳои идоракунии сифат**

Дар фасли 4.1 таҳлили ҳолати бехатарии маҳсулоти хӯрокворӣ ва муҳимияти он дар сурати истеҳсоли СГГ мавриди омӯзиш қарор гирифта, мушкилоти асосие, ки истеҳсолкунандагон дар раванди татбиқи стандарти мазкур ба он рӯ ба рӯ мешаванд, ҳамчунин манфиатҳои бадастомада ва дигар афзалиятҳои нисбатан муҳимтар муайян карда шудаанд. Дар фаслҳои 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 шарту қоидаҳо, қадамҳои пешакии татбиқи НАССР дар раванди истеҳсоли СГГ пешбинӣ гардидаанд. Минбаъд, нуқтаҳои назорати қатъии (ННҚ) истеҳсоли СГГ бо ин тариқ муайян карда мешавад.

Ҳамин тариқ, блок-сохтори истеҳсоли СГГ бо ворид намудани сохтори НАССР таҳия карда шуд, ки дар он нуқтаҳои назорати қатъӣ (ННҚ) дар марҳилаи истеҳсолот бо мақсади бартараф кардани пайдоиши хавфҳои эҳтимолӣ коркард гардиданд. Умуман, ҳуҷҷатгузорӣ барои таъмини назорати НАССР ба таври воқеӣ ва нигоҳдории он кумаки калон расонида метавонад [А-10]. Татбиқи назорат бо ин роҳи нишондодашуда тафтиши самарабахши блок-сохторҳои ҷараёни истеҳсолотро таъмин намуда, мувофиқи талаботи ҳуҷҷатгузориҳои технологӣ ва меъёрӣ номутобиқати маҳсулотро саривақт муқаррар ва бартараф менамояд.

Дар фасли 4.3 пешниҳодҳо оид ба мукамалгардони раванди беҳтарсозии сифати маҳсулот дар асоси усулҳои такмили пайвасти равандҳо ва маҳсулот, ки дар он усули “саъйи мағзӣ” бо истифодаи диаграммаи сабабӣ-тафтишотии Исиква (5М) ба амал бароварда шудааст, имкон медиҳад, то қабатбандии омилҳо ба иҷро расида, сабабҳо барои идоракунии равандҳои истеҳсолот, бо мақсади таъмини бехатарии маҳсулот ҳангоми истеъмоли ғизо аз тарафи одамон ошкор карда шаванд.

Ҳамин тариқ, диаграммаи сабабӣ-тафтишотии Исикава имкон фароҳам меоварад, ки сабабҳои пайдоиши нишондиҳандаҳои номуносиби ба сифати маҳсулот таъсиргузор, пешниҳод карда шаванд. Аз табақабандии омилҳо ҳангоми тартиб додани диаграммаи сабабӣ-тафтишотии Исиква бармеояд, ки сабабҳои ҳосатан муҳим, сатҳи пасти ихтисоснокии мутахассисон, бемаъсулияти кормандон ва риоя накардани меъёрҳои технологӣ - беҳдошти дар истеҳсолот, ба ҳисоб мераванд. Дар зер алгоритми модели кафолати сифати СГГ (Тасвири 9) оварда шудааст, ки он имкон медиҳад, то амалҳо дар силсилаи гардиши Р-Д-С-А бо таҳияи раванди ҳаматарафаи истеҳсолоти назоратшаванда, аз ҷумла: баҳодиҳии хавфҳои эҳтимолӣ ва банақшагирии маҳсулот бо нишондодҳои муқарраргардидаи сифатӣ; истеҳсолот бо нишондоди намудҳои назорати воридотӣ, амалиётӣ, қабулшаванда; назорат дар намуди тасдиқи мутобиқат дар шакли сертификати (декларатсияи) мутобиқат ба талаботи санадҳои меъёрӣ- ҳуқуқии Ҷумҳурии Тоҷикистон; таҳияи чораҳои ислоҳӣ вобаста ба хусусияти пайдоишу таъсир ва тарқи бартараф намудани номутобиқати онҳо ба амал бароварда шаванд. Бартарияти модели пешниҳодгардидаи “Таъмини сифати СГГ” имконоти амалисозии назорати ҳамачонибаи равандҳои истеҳсолотро таъмин намуда метавонад.



## ХУЛОСА

1. Усулҳои асоснокшуда ва таҷрибавии тасдиқгардидаи гидролизкунии лактоза, ки тавассути онҳо пешакӣ ЗШ безарар гардида буд, бо роҳи ферментативӣ аз пермеати зардоби творогӣ (ширӣ) бо ба даст овардани СГГ имкон фароҳам оварданд, то муҳлати гидролизшавии лактоза 2 соат кам карда шавад [М-1], [М-3], [М-4].

2. Бори аввал барои безараргардонии ЗШ омили безараргардонандаи 5% содаи ғизоӣ истифода гардид, то раванди гидролизкунонӣ ва таъми маҳсулоти аслий беҳтар карда шавад. СГГ-ро бо роҳи ғилзатнокшавии 70% аз миқдори умумии моддаҳои саҳт ба даст оварда, муҳлати нигоҳдории он дар давоми 40 рӯз дар ҳарорати 20°C муқаррар гардид [М-2], [М-5].

3. Хусусиятҳои физикию химиявии СГГ ва раванди кристалкунонии он мавриди таҳқиқ қарор гирифта, муқаррар гардид, ки СГГ-и тавассути технологияи мазкур бадастомада, бо сабаби интиҳоби омили безарарсозанда ва истифодаи технологияи ултрабунафш дар таркибаш чарбу надорад [М-2].

4. Бо истифода аз СГГ ба ҳайси ивазкунандаи шакар, ки дорои таъми ширин ва маззаву бӯи олій буда, ба талаботи ГОСТ 15810-2014 мувофиқат мекунад, истеҳсоли қисмати таҷрибавии кулчақандҳо ба роҳ монда шуд.

5. Баҳодиҳии сенсории маҳсулоти кулчақанд дар асоси СГГ ҳамчун ивазкунандаи шакари воридотӣ мутобиқи чадвали гедонистикӣ баргузор гардида, дар як даври гардиши истеҳсолии ҚСП “Лаззат”, ш. Душанбе ба амал бароварда шуд.

6. Ҳадафмандӣ ва самаранокии иқтисодии истифодаи СГГ аз пермеати зардоби творогӣ (ширӣ) дар доираи истеҳсоли кулчақандҳо собит гардида, ҳуҷҷатҳои техникий истеҳсоли СГГ таҳия карда шуданд [М-10].

7. Хатарҳо ва нуқтаҳои назорати қатъӣ бо истифода аз шарту қоидаҳои НАССР дар раванди истеҳсоли СГГ муайян гардиданд.

8. Дар пойгоҳи истеҳсолии комбинати шири ҚШС “Комбинати шири Душанбе” модели таъмини сифати СГГ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳия гардида, тарзи истифодаи он пешниҳод шуд [М-7], [М-8], [М-9].

### ***Тавсияҳо барои истифодаи натиҷаҳои таҳқиқ дар амал***

*Вобаста ба натиҷаҳои дар доираи таҳқиқ бадастомада тавсияҳои зерин пешниҳод карда мешаванд:*

*- бо мақсади дар амал татбиқ намудани технологияи бепартови коркарди маҳсулоти ширӣ, ҷудо кардани таркибҳои арзишманди ЗШ (зардоби шир) бо истифодаи усули ферментативӣ барои ба даст овардани шарбати глюкоза-галактоза (ШГГ) дар корхонаҳои саноатии коркарди маҳсулоти ширӣ мавриди истифодаи васеъ қарор мегирад;*

*- истифодаи ШГГ ба ҳайси ивазкунандаи қанд ва иловаи маводи хушбӯӣ барои истеҳсоли маҳсулоти ордӣ ва қаннодӣ;*

*- ҷорӣ намудани сохтори коркардишуда ва асосёфтаи технологияи муҳими истеҳсоли кулчақандҳо дар корхонаҳои азнавкоркардкунандаи маҳсулоти шири*

қаламрави кишвар ва дар ин раванд истифодаи ШГГ бо вазни холиси маводҳои хушк то 70 % (безаргардонидашуда бо содаи гизойии 5 фоиза);

- таъбиқи васеъ ва ҷорӣ намудани модели коркардгардидаи таъмини сифати ШГГ дар корхонаҳои мутобиқгардонидашудаи соҳавӣ.

Технология ва модели таъмини сифат, ки дар доираи таққиқи рисола таҳия гардидааст, ба раванди ҷорӣ намудани технологияи бепартови коркарди маҳсулоти ширӣ, истеҳсоли бонизоми маҳсулоти нави ширӣ ва ҷорӣ намудани технологияи муосир мусоидат намуда, дар ин самт иқтисодӣ дарозмуддати воридотивазкунии иқтисодиёти кишварро метавонад таъмин намояд.

**Мазмуну муҳтавои асосии рисолаи илмӣ дар нашрияҳои зерин ба таъб расидааст:**

***Мақолаҳое, ки дар нашрияҳои тавсиянамудаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба таъб расидаанд:***

[М-1] Самадов Р. С. Перспектива производства функциональных продуктов питания на основе молочной сыворотки / Самадов Р. С. // Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. – № 4(47). – С. 99-105.

[М-2] Самадов Р. С. Влияние типа и концентрации щелочного агента на углеводный состав глюкозо-галактозного сиропа / Самадов Р. С., Икромии Х.И., Ципровича И., Мухидинов З. К. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. – № 2-3. – С. 16-20.

***Мақолаҳо дар нашрияҳои дигар***

[М-3] Samadov R. The optimization of acid whey permeate hydrolysis for glucose-galactose syrup production / Samadov R., Ciprova I., Majore K., Cinkmanis I. // Proceedings of the 13<sup>th</sup> Baltic Conference on Food Science and Technology, FOODBALT 2019 Joined with 5th North and East European Congress on Food, NEEFood. – 2019. – Т 13. - С. 254–257.

[М-4] Samadov R. The influence of whey permeate treatment on glucose-galactose syrup production / Samadov R., Ciprova I. // 14th International Scientific Conference students on their way to science (undergraduate, graduate, post-graduate students) Collection of Abstracts April 26, 2019. – 2019. – С. 60.

[М-5] Самадов Р. С. Влияние термообработки пермеата молочной сыворотки на качество глюкозо-галактозного сиропа / Самадов Р. С., Икромии Х. И., Ципровича И., Мухидинов З. К. // Сборник статей XI Международной научно-практической конференции «Технологии и продукты здорового питания» Саратов, 28-29 ноября 2019 г. / Под ред. Симаковой И.В., Неповинных Н.В. – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – С.130-134.

[М-6] Самадов Р. Функциональные продукты на основе биополимеров / Самадов Р., Икромии Х., Бобокалонов Дж. Т., Мухидинов З. К. // Наука и техника для устойчивого развития. Материалы республиканской научно-практической конференции. 28 апреля 2018 г. Душанбе. С. 30-33.

[М-7] Самадов Р. С. Совершенствование обеспечения качества кисломолочных продуктов в Республике Таджикистан / Самадов Р. С., Икромии

Х. И. // Вклад молодых ученых в инновационное развитие Республики Таджикистан. Материалы Республиканской научно-практической конференции. 28-29 апреля 2017 г. С. 28-29.

[М-8] Самадов Р. С. Совершенствование системы обеспечения качества колбасных изделий / Р. С. Самадов, О. Г. Тарасова // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2016. – №. 2. – С. 37-38.

[М-9] Самадов Р.С. Совершенствование системы обеспечения качества молочных продуктов / Самадов Р.С. // «Стандарт и качество» №2 март-апрель - 2017 г. – С. 37-38.

### ***Патент***

[М-10] Самадов Р.С. «Способ производства глюкозо-галактозного сиропа» / Самадов Р.С., Икромии Х., Мухидинов З. К./// Малый патент №ТJ 1248. 2021г.

## АННОТАЦИЯ

автореферата диссертации Самадова Рамазона Саидовича на тему «Совершенствование технологии получения глюкозо-галактозного сиропа из молочной сыворотки и продукты на его основе», представленную на соискание ученой степени доктора PhD, доктор по специальности 6D072702 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств

**Ключевые слова:** пермеат, молочная сыворотка (МС), нейтрализация, ферментация, влияние рН, глюкозо-галактозный сироп (ГГС),  $\beta$ -галактозидаза, гидролиз лактозы, функциональный продукт, молочная сыворотка, кристаллизация, контрольно- критическая точка (ККТ), НАССР, обеспечения качество.

**Цель исследования.** Целью диссертационной работы является изучение процессов ферментативного гидролиза лактозы из пермеата творожной сыворотки, разработка технологии производства ГГС и пищевых продуктов на его основе.

**Методы исследования:** Теоретической основой исследования послужили труды зарубежных ученых, посвящённых изучению технологии получения ГГС из пермеата МС, которые вытекают из анализа литературного обзора. Физико-химические, реологические и потребительские свойства продукта проведены методами ВЭЖХ, рН-метрии, рефрактометрии, а также микробиологическим, микроскопическим, реологическим и другими общепринятыми и оригинальными методами оценки характеристик пищевых продуктов.

### **Научная новизна работы:**

- исследован способ гидролиза лактозы ферментативным способом из УФ-пермеата творожной сыворотки с получением ГГС в лабораторных условиях;
- использована 5%-ая пищевая сода для нейтрализации рН творожной сыворотки, в целях усовершенствования вкусовых качеств исходной продукции;
- установлены оптимальные значения параметров процесса гидролиза МС, содержание основных компонентов в её составе и получение ГГС;
- разработана модель, обеспечивающая качество ГГС в Республике Таджикистан.

**Достоверность результатов.** В работе использованы следующие современные приборы для анализа сырья и оценки качества конечных продуктов: ,высокоэффективный жидкостной хроматограф – ВЭЖХ, Shimadzu LC-20, RID-10A, рефрактометрический детектор RID-10A, США; цифровой рефрактометр – KR ÜSS GmbH, Германия; анализатор качества молока, основанный на инфракрасной технологии – MilkoScan TM Mars, Foss, Дания; реометр жидких продуктов – BROOKFIELD DV-111 model: LVDV -111, США; микроскоп – Leica ICC50 HD, Leica DM 3000LED, Германия.

Все данные выражены как среднее со стандартным отклонением более трех независимых экспериментов. Для определения статистически значимых данных использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Достоверными данными приняты при статистической значимости значение  $p < 0.05$ .

**Рекомендации к использованию:** Разработанные нами технология и модель обеспечения качество ГГС способствует созданию безотходной технологии, формированию новой продукции, внедрению новой технологии и обеспечивает долгосрочный импортозамещающий потенциал экономики нашей республики.

**Область применения:** пищевая промышленность.

## АННОТАТСИЯ

ба автореферати Самадов Рамазон Саидович дар мавзӯи  
«Мукамалгардонии технологияи ҳосил кардани сиропи глюкоза-галактоза аз зардоби шир ва истеҳсоли маҳсулот дар асоси он» барои дарёфти унвони илмии доктор PhD, аз рӯи ихтисоси 6D072702 – Технологияи маҳсулоти гӯштӣ, ширӣ, моҳӣ ва истеҳсолоти хунуккунӣ

**Калимаҳои калидӣ:** пермеат, зардоби шир (ЗШ), безараргардонӣ, ферментатсия, таъсири рН, сиропи глюкоза-галактоза (СГГ), β-галактозидаза, гидролизи лактоза, хӯроки функционалӣ, нуқтаи назоратии қатъӣ (ННК), НАССР, таъминоти сифат.

**Мақсади таҳқиқот.** Ҳадафи асосии мавзӯи рисола омӯзиши равандҳои гидролизи ферментативии лактоза аз пермеати ЗШ, коркарди технологияи истеҳсоли СГГ ва истеҳсоли маҳсулоти хӯрокворӣ дар асоси он мебошад.

**Усулҳои тадқиқот.** Асоси назариявии тадқиқотро корҳои илмии олимони хориҷӣ, ки ба омӯзиши технологияи ба даст овардани СГГ аз ЗШ бахшида шудаанд, ташкил медиҳанд ва ин омил дар доираи таҳлили назариди адабиёти соҳавии илмӣ ба амал бароварда шудааст. Хусусиятҳои физикӣ-кимиёвӣ, реологӣ ва истеъмолии маҳсулот тавассути усулҳои хроматографияи моеъи баландсифат (ХМБС), рН-метрия, рефрактометрия, инчунин усулҳои микробиологӣ, микроскопӣ, реологӣ ва дигар тариқати аз ҷониби умум қабулшуда ва аслии баҳодиҳии хусусиятҳои маҳсулоти хӯрокворӣ гузаронида шуданд.

**Навоварии илмии рисола иборат аст аз:**

- таҳқиқ шудани усули гидролизи ферментативии лактоза аз УФ-пермиатаи ЗШ бо ба даст овардани СГГ дар шароити озмоишгоҳӣ;
- истифода гардидани содаи ғизоӣ 5% барои безараргардонии рН-и ЗШ бо мақсади мукамалгардонии таъми маҳсулоти аслий;
- муқаррарсозии арзишҳои оптималии нишондиҳандаҳои раванди гидролизи ЗШ, ҷузъҳои асосии таркиби он ва ба даст овардани СГГ;
- таҳияи модели таъминсозандаи сифати СГГ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон.

**Эътимоднокии натиҷаҳои таҳқиқот.** Дар доираи таҳқиқоти озмоишгоҳӣ таҷҳизоту асбобҳои зерини пешрафтаю муосир барои таҳлил ва баҳодиҳии сифати ниҳии маҳсулот истифода шуданд: хроматографи моеъи баландсифат (ХМБС, Shimadzu LC-20, RID-10A, RID-10A), детектори рефрактометрӣ (тамғаи RID-10A, ИМА; рефрактометри рақамӣ (KR ÜSS GmbH, истеҳсоли Олмон); таҳлилкунандаи сифати шир дар асоси технологияи инфрасурх (MilkoScan TM Mars, Foss, истеҳсоли Дания), реометри маҳсулоти ғизоӣ моеъ (BROOKFIELD DV-111, модели LVDV -111, истеҳсоли ИМА), микроскоп (тамғаи Leica ICC50 HD, Leica DM 3000LED, истеҳсоли Олмон).

**Тавсияҳо оид ба истифода:** Технология ва модели таъмини сифат, ки дар доираи таҳқиқи рисола таҳия гардидааст, ба раванди ҷорӣ намудани технологияи бепартови коркарди маҳсулоти ширӣ, истеҳсоли бонизомии маҳсулоти нави ширӣ ва ҷорӣ намудани технологияи муосир мусоидат намуда, дар ин самт иқтисодӣ дарозмуддати воридотивазкунии иқтисодиёти кишварро метавонад таъмин намояд.

**Соҳаи истифода:** маҳсулоти хӯрокворӣ.



## ANNOTATION

of the dissertation of Samadov Ramazon Saidovich on the topic  
"Improvement of the technology for obtaining glucose-galactose syrup from whey  
and products based on it", submitted for the degree of PhD doctor, doctor in  
specialty 6D072702 - Technology of meat, dairy and fish products and refrigeration  
industries

**Keywords:** permeate, acid whey, neutralization, fermentation, pH effect, glucose-galactose syrup (GGS),  $\beta$ -galactosidase, lactose hydrolysis, functional foods, whey, crystallizations, control critical points (CCP), HACCP, quality assurance, gingerbread.

**Purpose of the study.** The purpose of the dissertation work is to study the processes of enzymatic hydrolysis of lactose from curd whey permeate, the development of a technology for the production of GGS and food products based on it.

**Research methods:** The theoretical basis of the research was the work of foreign scientists devoted to the study of the technology for obtaining GGS from MW permeate, which follow from the analysis of the literature review. Physico-chemical, rheological and consumer properties of the product were carried out by HPLC, pH-metry, refractometry, as well as microbiological, microscopic, rheological and other generally accepted and original methods for assessing the characteristics of food products.

Scientific novelty of the work:

- the method of enzymatic hydrolysis of lactose from curd whey UF-permeate with the production of GGS in laboratory conditions was studied;
- 5% baking soda was used to neutralize the pH of curd whey in order to improve the taste qualities of the original product;
- the optimal values of the parameters of the hydrolysis process of MW, the content of the main components in its composition and the production of GGS were established;
- A model has been developed to ensure the quality of the GGS in the Republic of Tajikistan.

**Reliability of results.** The following modern instruments for product analysis and end product quality assessment were used in the work (high-performance liquid chromatography (HPLC, Shimadzu LC-20, RID-10A, RID-10A refractometric detector, USA); digital refractometer (KR ÜSS GmbH, Germany); analyzer milk quality, based on infrared technology (MilkoScan TM Mars, Foss, Denmark), liquid products rheometer (BROOKFIELD DV-111 model: LVDV -111, USA), microscope (Leica ICC50 HD, Leica DM 3000LED, Germany).

**Recommendations for use:** The technology and quality assurance model developed by us contributes to the creation of waste-free technology, the formation of new products, the introduction of new technology and ensures the long-term import-substituting potential of the economy of our republic.

**Scope of application:** food industry