

Исследования показали, что внесение в молочно-белковую смесь цитрата натрия, который относится к солям-плавителям и предотвращает расслоение смеси, позволяет производить пастеризацию при температуре 85...90 °С. Продолжительность пастеризации в этом случае может быть сокращена до  $(1...3) \cdot 60c$ .

Выбор режима пастеризации обусловлен микроструктурными изменениями, которые происходят в рецептурной смеси [3], а также санитарными требованиями [6]. Температура термообработки ниже 85 °С при продолжительности  $(1...3) \cdot 60c$  не обеспечивает полной бактериологической безвредности конечного продукта. Термообработка при температуре выше 90 °С приводит к плавлению массы, что является дефектом конечного продукта, изготавливаемого по разрабатываемой технологии.

Процесс структурообразования, следующий после пастеризации и формования, проводился нами при охлаждении смеси до  $(6...8) \text{ } ^\circ\text{C}$  в течение  $(150 \cdot 60)c$ .

Все пищевые добавки, используемые в рецептурах новых изделий, по качественным показателям и чистоте отвечают нормативно-техническим документам и разрешены в питании.

Микробиологические исследования позволили установить возможность использования предлагаемых добавок для изготовления изделий на основе молочного белка.

**Выводы:** Получен унаби-шалфейный порошок в лабораторных условиях в опытной пневмоцентробежной распылительной сушилке. Определены параметры процесса сушки. Исследованы его органолептические и физико - химические свойства, которые позволили установить, что полученный продукт может использоваться для повышения пищевой ценности и улучшения вкусовых качеств кулинарных изделий на основе молочного белка. Кроме того, унаби-шалфейный порошок может быть использован, как натуральный краситель в пищевой промышленности и общественном питании. Проблемой является то, что в республике в настоящее время порошкообразные пищевые продукты в промышленных масштабах не производятся. Поэтому дальнейшие исследования в данном направлении являются актуальными.

#### Список литературы

1. Неумывакин Н.П. Шалфей на страже здоровья / Н.П. Неумывакин. – М.: С. Петербург: «Диля», 2006.- 95 с.
2. Перцевой Ф.В. Влияние модификаторов на функциональные свойства желатина / Ф.В. Перцевой, И.Н. Фомина, Ю.Р. Князев. - Днепропетровск: Пороги, 1992. –208 с.
3. Тиняков Г.Г. Микроструктура молока и молочных продуктов / Г.Г. Тиняков, В.Г. Тиняков. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 256 с.
4. Леончик Б.И. Измерения в дисперсных потоках / Б.И. Леончик, М.Д. Маякин. – М.: Энергия, 1971.– 248 с.
5. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов/ К.К. Горбатова. – М.: Лег. и пищ.пром-сть, 1984. – 344 с.
6. Жвирблянская А.Ю., Бакушинская О.А. Микробиология в пищевой промышленности/ А.Ю. Жвирблянская, О.А. Бакушинская –М.: Пищ. пром-сть, 1975.

УДК 577.151:637.1:664.292:546.72

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОТЕКАНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ МОЛОЧНО-ПЕКТИНОВОЙ СМЕСИ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА

*Ким Мария Николаевна, аспирант кафедры «Технология производства продуктов питания» КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [Mariya.Kim@pepsico.com](mailto:Mariya.Kim@pepsico.com)*

*Есенова Анар Канатовна, студент кафедры «Технология производства продуктов питания» КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: elizabeth\_1533@mail.ru*

*Мусульманова Мукарама Мухамедовна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Научно-исследовательского химико-технологического института КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [kantaria06@mail.ru](mailto:kantaria06@mail.ru)*

*Баткибекова Мира Баткибековна, доктор химических наук, профессор, директор Научно-исследовательского химико-технологического института КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [M.B.@yandex.ru](mailto:M.B.@yandex.ru)*

С целью разработки научно-практических основ создания молочных продуктов специального назначения (для профилактики и лечения железодефицитных состояний) установлены закономерности формирования кислотного и кислотно-сычужного сгустка в присутствии полиуронидов и ионов железа (II). Показано, что железо является биодоступным, с пролонгированным высвобождением из образовавшегося белок-Fe-полисахаридного комплекса.

**Ключевые слова:** железодефицитные состояния, функциональные продукты питания, молоко, казеин, пектин, железо, ферментация, лактобактерии, кислотообразование, структурообразование.

#### **RESEARCH ON REGULARITIES OF BIOCHEMICAL AND STRUCTURAL-MECHANICAL PROCESSES DURING FERMENTATION OF MILK-PECTIN MIXTURE IN THE PRESENCE OF IRON IONS**

*Kim Mariya N., postgraduate student of I. Razzakov Kyrgyz State Technical University, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Mir av., 66, e-mail: [Mariya.Kim@pepsico.com](mailto:Mariya.Kim@pepsico.com)*

*Esenova Anna K. student of I. Razzakov Kyrgyz State Technical University, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Mir av., 66, e-mail:*

*Musulmanova Mukarama M. Dr. Prof., Research Institute on Chemistry and Technology of I. Razzakov Kyrgyz State Technical University, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Mir av., 66, e-mail: [kantaria06@mail.ru](mailto:kantaria06@mail.ru)*

*Batkibekova MiraB., Dr. Prof., Research Institute on Chemistry and Technology of I. Razzakov Kyrgyz State Technical University, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Mir av., 66, e-mail: [M.B.@yandex.ru](mailto:M.B.@yandex.ru)*

In order to develop scientific and practical bases for the creation of dairy products for special purposes (for prevention and treatment of iron deficiency states) regularities of formation of acid and acid-rennet clot in the presence of polyuronides and iron ions (II) were investigated. It is shown that iron is bioavailable with sustained release from the resulting protein-Fe-polysaccharide complex.

**Keywords:** iron deficiency, functional foods, milk, casein, pectin, iron, fermentation, lactic acid bacteria, acid formation, structure formation.

Одной из глобальных проблем современности является недостаток важнейшего микронутриента – железа в питании 1,5-3 млрд. человек практически всех возрастных категорий. Крайним проявлением дефицита этого биоэлемента является железодефицитная анемия, представляющая угрозу генофонду человечества, т.к. она затрагивает все ткани, органы и системы организма: сердечно-сосудистую, нервную, эндокринную, с

существенным ухудшением качества жизни, снижением иммунитета, увеличением смертности.

Особую актуальность указанная проблема приобретает в Кыргызской Республике, где диагностируется высокий уровень железодефицитных состояний, в особенности среди детей и беременных женщин /2/.

Нарушение структуры питания в большинстве развивающихся, бедных и беднейших стран со значительным снижением потребления основных продуктов питания, содержащих биодоступную форму железа, является главной причиной железодефицитных состояний и железодефицитной анемии. Несмотря на многолетние усилия медиков, фармакологов, нутрициологов, рассматриваемая проблема далека от решения. Наиболее эффективным и рациональным немедикаментозным способом регулирования микроэлементного статуса человека является регулярное употребление в пищу так называемых функциональных продуктов питания, полученных путем введения заданного количества микронутриента, в частности железа, в их рецептуру. Подобные продукты специального назначения, как правило, являются научно обоснованной комбинацией нескольких ингредиентов, сочетание которых и дает необходимый эффект. В качестве таких ингредиентов нами предложено использовать молоко (основной компонент), пектин, сульфат железа.

Все компоненты молока обладают уникальными свойствами, оказывающими положительное влияние на здоровье человека. Белки молока (казеин и сывороточные белки) содержат все незаменимые аминокислоты, обладают липотропными свойствами, регулируя жировой обмен, повышают сбалансированность пищи и усвоение других белков. Важным в рассматриваемом аспекте свойством казеина является его способность усиливать всасывание железа через стенки кишечника в 2-4 раза /1/, а также снижать токсичность этого биометалла. Выбор пектиновых веществ в качестве действующего ингредиента обусловлен их комплексообразующими и пролонгирующими свойствами. В сравнительных исследованиях использованы свекловичный и яблочный пектины, отличающиеся степенью этерификации (метоксилирования). Первый из них является низкометоксилированным ( $СЭ < 50 \%$ ), второй – высокометоксилированным ( $СЭ > 50 \%$ ). Степень метоксилирования имеет решающее значение в процессе комплексообразования – чем больше карбоксильных групп в пектиновой молекуле, тем больше возможностей соединения Fe с пектином и, следовательно, больше металла может связаться с биоматрицей. Технологические свойства этих двух представителей дефицитных в питании современного человека пищевых волокон, так же различны.

Дополнительную физиологическую функциональность молочным продуктам придает заквасочная микрофлора. На сегодняшний день практически все лактобактерии, используемые для производства кисломолочных продуктов, отнесены к категории пробиотиков, оказывающих мощный оздоравливающий организм человека эффект. В связи с этим нами исследовано влияние вводимых в пищевую композицию ингредиентов (пектина и железа) на процессы кислото- и структурообразования при ферментации молока лактобактериями (кислотное свертывание молока), а также лактобактериями в сочетании с молокосвертывающим ферментом (сычужное свертывание молока). Полученная информация явится основой для разработки продуктов питания с потенциальными антианемическими свойствами.

## **1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БРОЖЕНИЯ МОЛОЧНОГО САХАРА В ПРИСУТСТВИИ ПЕКТИНА И ИОНОВ ЖЕЛЕЗА**

Брожение лактозы под действием лактобактерий является основным биохимическим процессом, протекающим при выработке кисломолочных продуктов. Присутствие в молоке дополнительно вводимых ингредиентов (железа и пектина) не может не сказаться на активности заквасочной микрофлоры, в связи с чем нами изучен в динамике процесс нарастания кислотности в заквашенной смеси обезжиренного молока и пектина (свекловичного и цитрусового) в присутствии сульфата железа.

Для исследования готовят смесь обезжиренного молока с приготовленным заранее 5 %-ым раствором пектина (свекловичного и цитрусового) из расчета 5 г пектина на 1 л молока. Полученную смесь пастеризуют при температуре 78 °С с выдержкой 20 с и затем охлаждают до температуры сквашивания 32 °С, благоприятной для заквасочной микрофлоры. В остывшую смесь вносят следующие компоненты: 10%-ый раствор сульфата железа (II) из расчета 1 мл на 1 л смеси; закваску прямого внесения, состоящую из *Str. thermophilus* и *Lbm. delbrueckii*ssp. *bulgaricum*. Заквашенную смесь оставляют при указанной температуре для сквашивания (ферментации). В качестве объекта сравнения использовано молоко обезжиренное без добавок (контрольный образец), в качестве опытных образцов – молоко обезжиренное с цитрусовым пектином (образец 1), то же, но с добавлением сульфата железа (образец 3), молоко обезжиренное со свекловичным пектином (образец 2), то же, но с добавлением сульфата железа (образец 4). Титруемая кислотность в °Т- параметр, определяемый через каждые 0,5 часа (рис. 1).

Из приведенного рисунка видно, что введение добавок влияет на процесс кислотообразования при ферментации молочно-пектиновых смесей, а также при добавлении к таким смесям источника железа. При этом кислотность на протяжении всего процесса заметно ниже контрольного значения и конце процесса разница составляет 2,8-31,2 °Т. Такое снижение кислотности в опытных образцах в сравнении с контрольным, видимо, связано с некоторым бактерицидным действием пектина на заквасочную микрофлору. Однако, низкая конечная кислотность кисломолочного сгустка может придать продукту дополнительные диетические свойства, привлекательные для соответствующих категорий потребителя.

С помощью компьютерной программы проведена аппроксимация полученных кривых с получением уравнений регрессии, адекватно описывающих эти закономерности ( $R^2$  близок единице).

Для каждого случая расчетным путем определены также параметры, характеризующие процесс кислотообразования: интенсивность сквашивания (рис. 2 – для контрольного образца и 4 – для образца 1 в качестве примера) и коэффициент сквашивания (рис. 3 – для контрольного образца и 5 – для образца 1 в качестве примера).

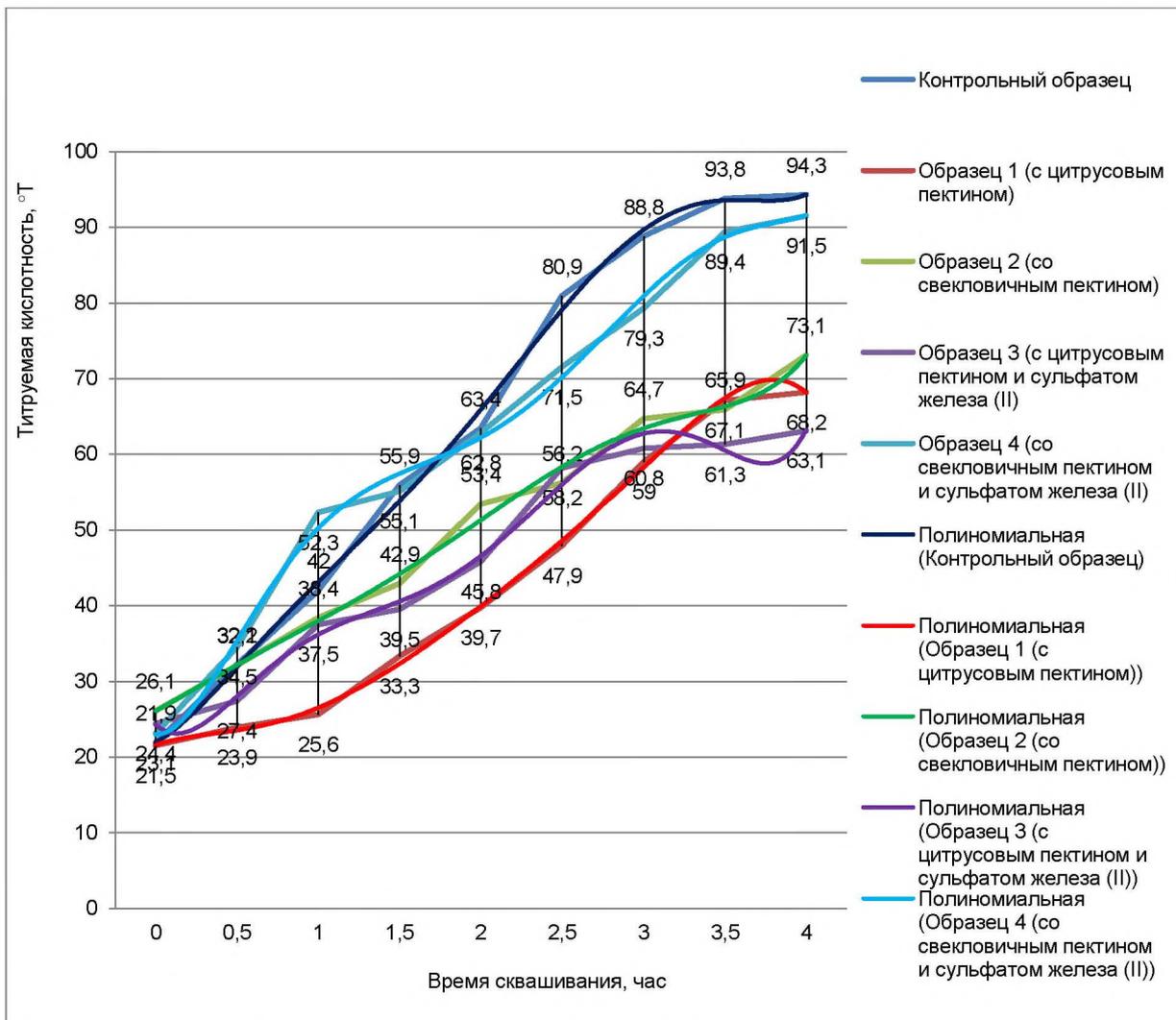


Рисунок 1. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе ферментации исследуемых смесей

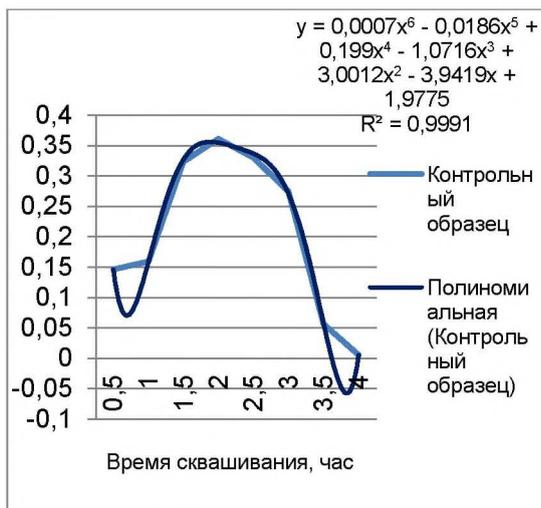


Рисунок 2. Изменение интенсивности сквашивания во времени в процессе ферментации контрольного образца



Рисунок 3. Динамика изменения коэффициента сквашивания в процессе ферментации контрольного образца

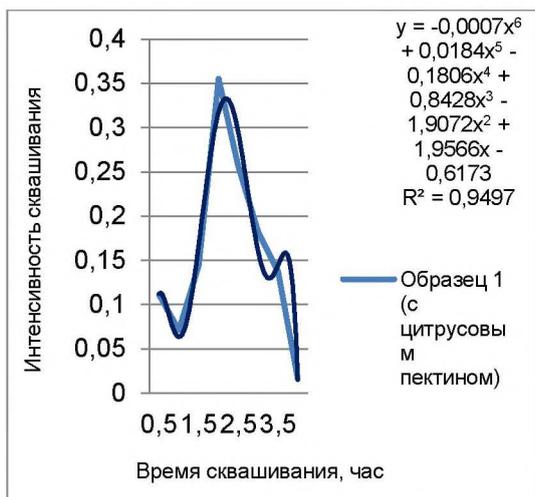


Рисунок 4. Изменение интенсивности сквашивания во времени в процессе ферментации образца 1

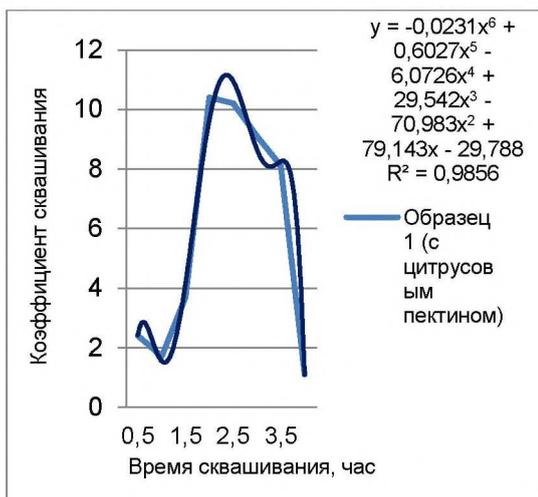


Рисунок 5. Динамика изменения коэффициента сквашивания в процессе ферментации образца 1

Изменение интенсивности и коэффициента сквашивания во времени для контрольного и опытного образцов (рис. 2-5) свидетельствует о том, что максимальное нарастание кислотности во всех случаях происходит практически в одно и то же время – примерно через 2,5 часа после начала процесса ферментации. То есть вводимые в молоко ингредиенты оказывают незначительное влияние на природу биохимических процессов, протекающих при ферментации молока.

Результаты исследований обработаны с использованием пакета программ «Excel 97» и получением уравнений регрессии, адекватно описывающих изучаемый биохимический процесс.

## 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ КИСЛОТНОГО И СЫЧУЖНОГО СГУСТКА В ПРИСУТСТВИИ ПЕКТИНА И ИОНОВ ЖЕЛЕЗА

Важнейшей органолептической характеристикой кисломолочных продуктов является консистенция, зависящая от целого ряда факторов, в том числе состава заквашиваемого субстрата. Введение в состав молока полисахаридов (пектина) и источников железа (сульфат железа) должно внести изменения на ход формирования структуры и, в конечном счете, на консистенцию готового продукта. За ходом формирования структуры в контрольном (без добавок) и опытных (с добавлением пектина и сульфата железа) образцах наблюдали по изменению вязкости во времени с помощью вискозиметра Гепплера.

**Кислотное осаждение белков молока.** Кислотное сквашивание (ферментация) молока осуществлялось в соответствии с приведенной выше методикой. Образцы для определения вязкости отбирались через каждые 0,5 часа. Полученные данные приведены на рис. 6.

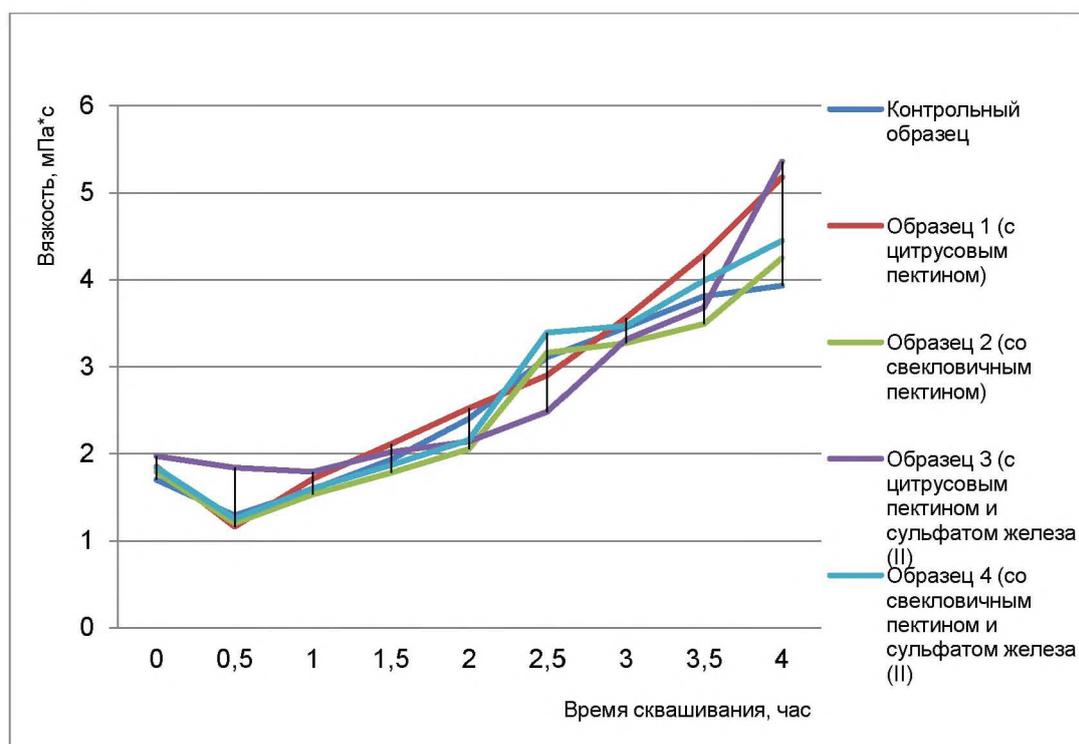


Рисунок 6. Динамика изменения вязкости в процессе ферментации различных образцов

Приведенные на рис. 6 данные демонстрируют аналогию в формировании структуры кисломолочного сгустка во времени для контрольного и всех исследованных образцов практически на всем протяжении ферментации. Однако конечная вязкость последних закономерно выше контрольного из-за присутствия полисахарида с высокой вязкостью. Данный факт положительно сказывается на консистенции кисломолочных продуктов. Следует также отметить заметное снижение вязкости всех образцов (кроме образца 3) через 0,5 ч после внесения закваски. Видимо, в этот момент начинают формироваться связи между компонентами и при перемешивании, которое необходимо проводить для измерения вязкости, эти пока ещё слабые связи разрушаются. Этот факт необходимо учитывать при отработке технологических параметров производства кисломолочных напитков, фортифицированных пектинами и железом. Для установления причин иного поведения образца 3 необходимы дополнительные исследования.

## 2.2. Сычужное осаждение белков молока

Сычужное свертывание молока протекает под действием молокосвертывающего фермента в присутствии хлористого кальция и заквасочной микрофлоры, состав которой зависит от вида сыра. Длится этот процесс 30-60 мин. и больше, что также зависит от вида сыра. Характер получаемого при этом сгустка не позволяет оценить его с помощью вискозиметра Гепплера, в связи с чем нами процесс свертывания изучен с помощью простого, но информативного способа – по площади пятна, которое образуется при свободном вытекании сгустка из трубки определенного диаметра. Исследованию подвергались образцы молока, состав которых аналогичен приведенным выше, но основным осаждающим фактором служил молокосвертывающий фермент (сычужный, который вводился дозой 1 г на 100 кг смеси при активности фермента 100 000 единиц). Отбор образцов осуществлялся через каждые 5 мин. Обработанные данные приведены на рис. 7.

Приведенные зависимости демонстрируют заметное влияние вводимых в молоко компонентов на ход формирования сычужного сгустка. На всем протяжении процесса свертывания в опытных образцах рассчитанный коэффициент растекаемости превышает значения для контрольного образца, что свидетельствует об ускорении свертывания. В

частности, значение коэффициента, равное примерно 0,35 для контрольного образца через 35 мин., для опытных образцов достигается примерно на 25-ой минуте свертывания, т.е. ускорение составило 10 мин., что важно для сычужного свертывания молока.

Из приведенного рис. 7 также видно, что коэффициент растекаемости минимален на 10-й минуте процесса. Видимо, в этот момент образующиеся связи настолько слабы, что разрушаются при механическом воздействии на формирующийся сгусток.

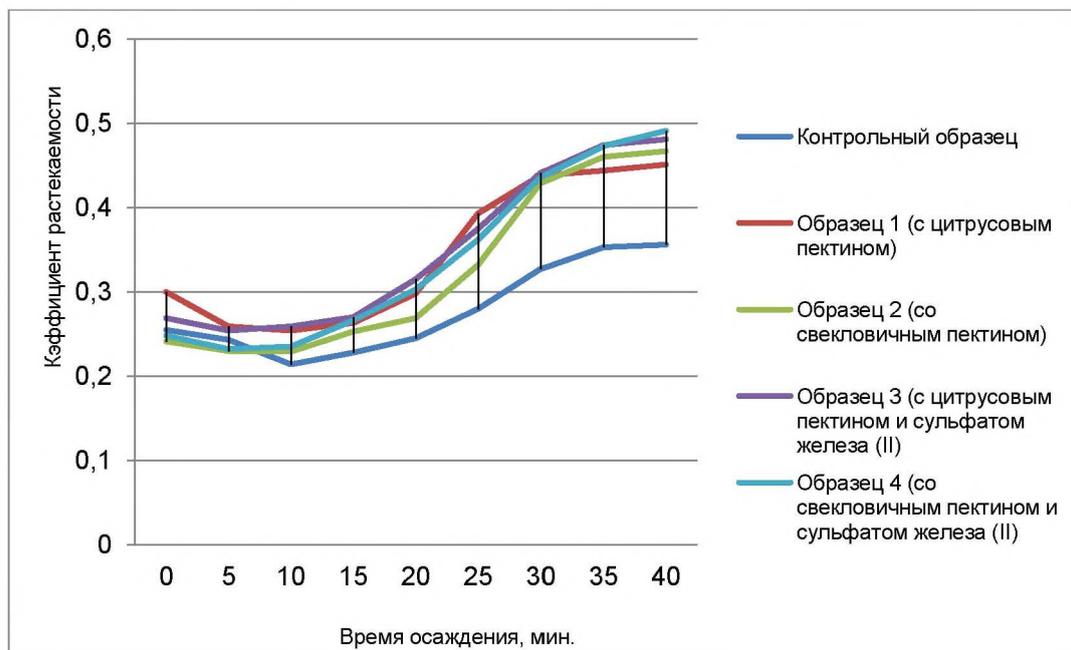


Рисунок 7. Динамика изменения коэффициента растекаемости в процессе сычужного свертывания белков молока в исследуемых смесях (обозначения те же, что и на предыдущих рисунках)

Образующийся в результате кислотного, кислотно-сычужного и сычужного свертывания сгусток можно выделить известными способами с целью оценки возможности использования полученного казеин-Fe-пектинового комплекса в качестве основы для серии пастообразных молочных продуктов или в качестве полифункциональной пищевой добавки.

Для установления биодоступности железа был смоделирован физиологический процесс *in vitro* (искусственный желудок) и изучена динамика десорбции металла из его соединения с казеином и пектином при pH 1,5. При этом исследуемый образец помещали в раствор соляной кислоты и через каждые полчаса в супернатанте спектрофотометрически определяли концентрацию железа (рис. 8 и 9).

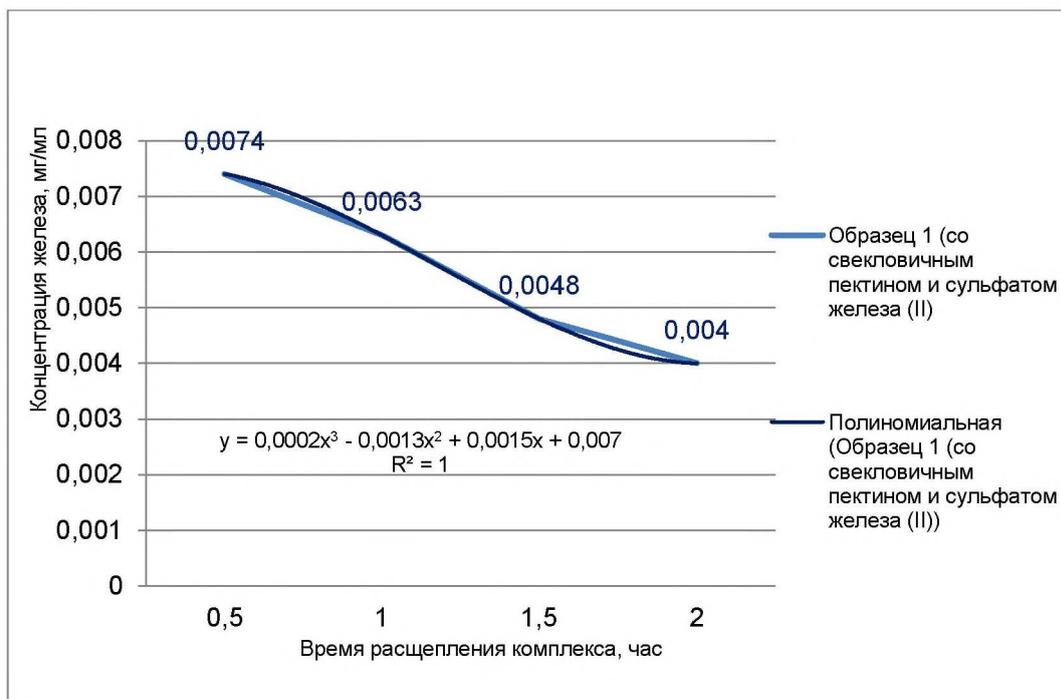


Рисунок 8. Динамика высвобождения железа из белок-Fe-полисахаридного комплекса (образец 1) в условиях искусственного желудка

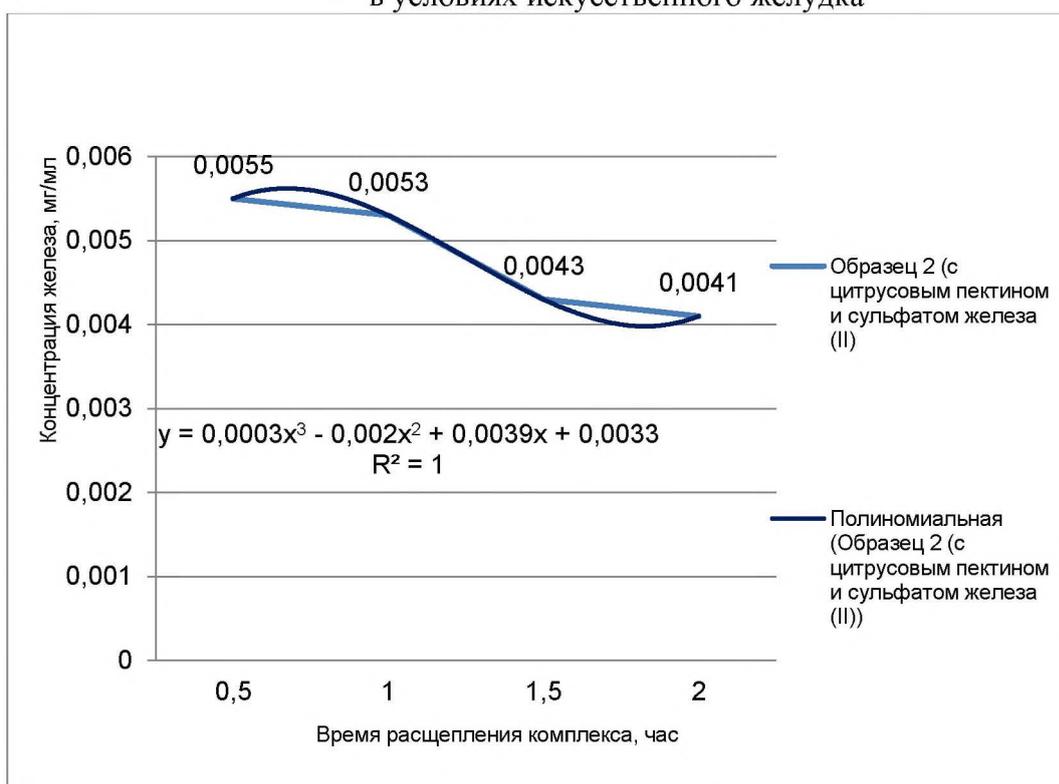


Рисунок 9. Динамика высвобождения железа из белок-Fe-полисахаридного комплекса (образец 2) в условиях искусственного желудка

Как видно из приведенных рисунков, за 2 часа (среднее время нахождения пищевых масс в желудке) высвобождается примерно 75 % железа, связанного с казеином и свекловичным пектином, и около 58 % железа, связанного с казеином и цитрусовым пектином, что является косвенным свидетельством биодоступности металла.

Полученные данные могут быть положены в основу разработки рецептур и технологии ряда инновационных молочных продуктов (пасты, десерты, свежие сыры) с заданным содержанием физиологически функциональных ингредиентов, в частности эссенциального железа. Выделенный белок-Fe-пектиновый комплекс может быть использован в качестве полифункциональной добавки в любые пищевые продукты специального назначения.

**Выводы:** Установлены закономерности изменения биохимических и структурно-механических характеристик молока в процессе его ферментации биокатализаторами в присутствии полиуронидов и ионов железа. Показано, что введенные ингредиенты незначительно влияют на технологические свойства молока. Таким образом, теоретически обоснована и практически доказана возможность введения железа в структуру казеин-пектинового комплекса.

Моделированием физиологического процесса пищеварения показана доступность железа из его соединений с биоматрицей.

### Список литературы

1. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К.Горбатова, П.И. Гунькова. Под общ. ред. К.К. Горбатовой. — 4-е изд., перераб. и доп. — СПб.: ГИОРД, 2010. — 336 с.
2. Мусульманова М.М. Состояние структуры питания современного человека и пути ее совершенствования (краткий обзор) / М.М. Мусульманова // Наука и новые технологии. - 2006. - № 2. - С. 134-137.

УДК 636. 085. 549.67

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИНОГРАДНОЙ ВЫЖИМКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ

*Жиенбаева Сауле Тургановна, д.т.н., доцент, Алматинский технологический университет, Республика Казахстан, г. Алматы, микрорайон «Айгерим -1», ул. Байтурсынова 5, e-mail: sauleturegan@mail.ru*

*Батырбаева Нургуль Базилловна, магистр, Алматинский технологический университет, Республика Казахстан г. Алматы, микрорайон Калкаман-2, ул. Достык, 134, e-mail: alua\_01.02.03@mail.ru*

*Бекен Максат Муратович, студент, Республика Казахстан г. Алматы, микрорайон «Айгерим -1», ул. Байтурсынова 5, e-mail: maks@mail.ru*

*Колева Желева Анна, доцент, доктор, инженер, Пловдивский университет пищевых технологий, Республика Болгария. a\_koleva@abv.bg*

Данная статья рассматривает использование виноградных выжимок в производстве комбикормов.

Исследованы физико-технологические свойства, химический, аминокислотный состав виноградной выжимки.

Проведены исследования по сырьевой базе кормов, в том числе лечебно-профилактического действия для сельскохозяйственных животных в Казахстане.

Для обогащения кормовой добавки минеральными элементами, биологически активными веществами в состав кормовой добавки включен мука из топинамбура, которая широко используется в Болгарии. Топинамбур содержит достаточно большое количество сухих веществ - до 20%, среди которых содержится до 80% полимерного гомолога фруктозы-инулина, поэтому используется как лекарственное средство против диабета.