

Лыгин Сергей Александрович,

*канд. хим. наук, доцент кафедры биологии, экологии и химии,
Бирский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»;*

Пурина Елена Сергеевна,

*канд. биол. наук, зам. директора по УВР,
МАУДО ДООЦТЭиО «Вояж»;*

Мухаметова Лена Наилевна,

*студентка факультета биологии и химии,
Бирский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,
г. Бирск, Республика Башкортостан, Россия*

КАЗЕИН: ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ

В статье изложены теоретические основы происхождения естественного и натурального казеина; довольно точно приведена «технология» получения натурального казеина, который является основой молока и содержится в нем в виде солей кальция (казеинат кальция).

Приведены результаты практической работы, при проведении которой опытным путем был получен казеин. Основных способов получения казеина из обезжиренного молока два: осаждение кислотой или коагуляция сычужным ферментом.

Ключевые слова: казеин, натуральный казеин, казеинат, молоко, сычужный и кислотный казеин, сыворотка, белок.

«Организму нужен белок», – слышим мы едва ли не с раннего детства. Зачем, почему и для чего – мало кто задаётся этим вопросом. Но для тех, кто интересуется, уже готов и ответ: для роста и восстановления клеток. В процессе переваривания любой белок, поступающий в организм человека, «раскладывается» на аминокислоты, и затем синтезируется именно тот белок, из которого строятся клетки человека.

Казеин – это сложный белок, который является основой молока, и содержится в нем в виде солей кальция (казеинат кальция) – рис. 1. Именно поэтому казеиновый протеин считается лучшим источником кальция среди всех существующих протеиновых коктейлей.

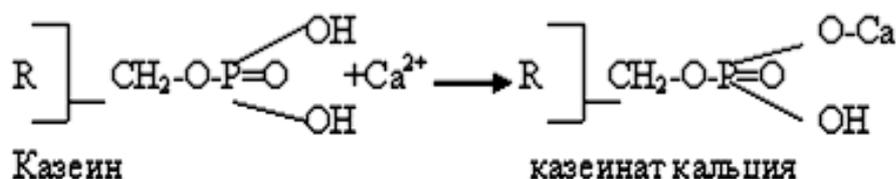


Рисунок 1 – Составы казеина и казеината кальция

Название «казеин» произошло от латинского слова «caseus», что означает «сыр». Именно благодаря молочному белку казеину из молока получают сыр и творог (рис. 2).

Актуальность рассматриваемой в статье работы заключается в том, что получение естественного и натурального казеина и производство казеинатов, а также казеинового клея на их основе развивается, и потребность в них увеличивается с каждым днем, и именно поэтому получение натурального казеина является важной задачей в современном мире.



а) сыр



б) творог

Рисунок 2 – Продукты казеина молока

В белке молока содержится 80% казеина, тогда как на сывороточный протеин приходится лишь 20%. Вещество в желудке человека имеет свойство перевариваться не так быстро, как сыворотка. Поэтому этот вид протеина называют «медленным». Он обладает большой биологической ценностью, потому что содержит в себе много незаменимых аминокислот.

Согласно результатам исследований французских ученых, опубликованных в интернациональном журнале «Sport Nutrition», элемент

способен поддержать большое количество аминокислот в организме человека продолжительное время в сравнении с сывороточным протеином.

Результаты исследований также показали, что белок сыворотки усваивается в организмах намного быстрее, чем казеиновый протеин. Концентрация полезных аминокислот достигала пика через 1,5 часа после приёма сыворотки, и их объем быстро уменьшался. Казеин же держал уровень аминокислот на протяжении 5 часов [2].

Казеин как сыворотка (и другие белковые продукты) состоит из различных «строительных блоков», называемых незаменимыми и заменимыми аминокислотами. Человеческий организм способен вырабатывать определенные аминокислоты сам по себе (называются *несущественными*), а некоторые (называемые *незаменимыми*) – не вырабатывает, что делает эти виды аминокислот жизненно важными и необходимыми для усвоения съедаемой человеком пищи. Поскольку растительная пища не всегда обеспечивает полный набор необходимых нам аминокислот, продукты животного происхождения (а иногда и удобные протеиновые порошки) – это один из способов, благодаря которым люди покрывают свои потребности в белке [3].

Казеин относится к белкам с наибольшей биологической ценностью, которая определяется его быстрой ферментативной гидролизу ёмкостью, наличием и оптимальным соотношением незаменимых аминокислот. Поэтому во всем мире казеин и его производные находят все большее применение в пищевой промышленности. Он используется для обогащения хлебобулочных, мясных изделий и присутствует в следующих продуктах питания: восстановленное молоко, забеливатель для кофе, взбитые сливки, различные напитки, бульоны, бисквиты, кондитерские изделия. Известны и многочисленные новые пути применения казеина, например, превращения его в искусственное мясо и искусственную икру. Как правило, казеин вводится в смеси для детского питания, что по современным представлениям считается биологически оправданным.

Пищевая промышленность многих стран мира наряду с применением сухого обезжиренного молока проявляет все больший интерес к новым видам молочно-белковых концентратов: казеину, казеинатам (рис. 3).

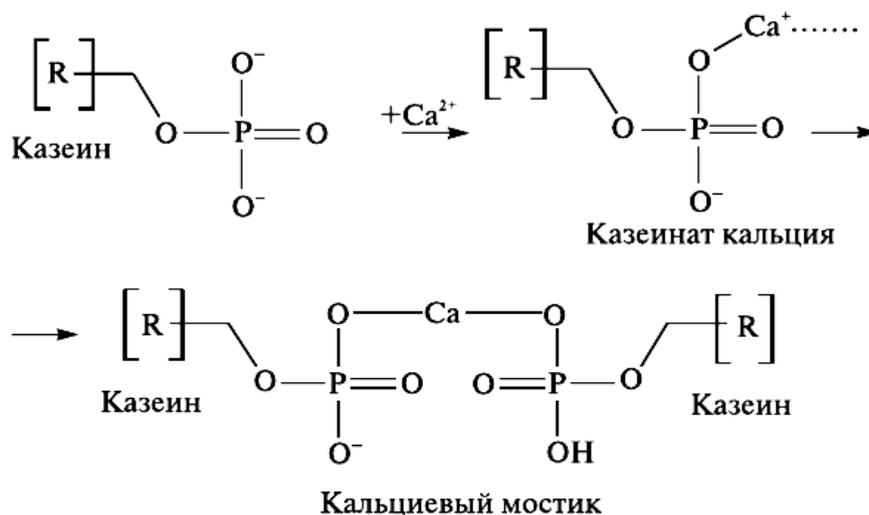


Рисунок 3 – Молочно-белковые концентраты

Преимуществом этих видов концентратов является, в первую очередь, высокое содержание в них белка. Казеин находит разнообразное применение в промышленности. Его используют как водостойкое вещество, обеспечивающее адгезию клея на склеиваемых поверхностях, как связующее вещество в производстве клеевых красок и при проклеивании бумаги, а также в качестве стабилизатора в различных эмульсиях [4].

Технологии производства сухого казеина.

Исходя из способа получения, различают 2 типа белковых продуктов: сычужный (рис. 4) и кислотный (рис. 5). Оба варианта предполагают использование пастеризованного обезжиренного молока.

Чтобы получить сычужный белок, используется метод ферментативного осаждения. В качестве действующих препаратов выступают пепсин, химозин и, конечно же, сычужный фермент.

Изготовление кислотного технического казеина подразумевает процесс коагуляции обраты с воздействием соляной/молочной кислоты.

Непременная составляющая обеих технологий – очистка, которая позволяет удалить лактозу, сывороточный белок и соли. Происходит это благодаря периодической или непрерывной промывке водой. После того, как количество сывороточного протеина и других примесей в сычужном казеине минимизировано, наступает черед просушивания. Последний этап производства – перемалывание однородного сухого порошка.

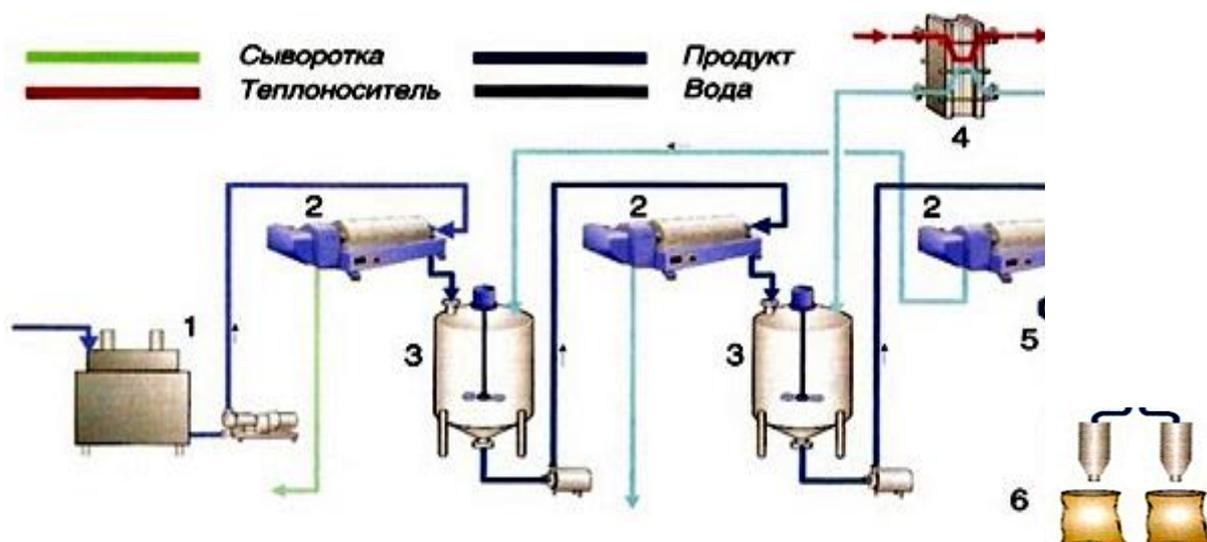


Рисунок 2 – Технологическая линия получения *сычужного казеина*:

1 – ванна для производства казеина; 2 – декантаторы; 3 – промывочные резервуары;
4 – нагреватель; 5 – сушилка; 6 – размоление, просеивание и упаковка

Свойства сычужного казеина определяют его востребованность в самых разных отраслях производства: в пищевой промышленности – для восполнения нехватки белка в молоке в процессе изготовления сыра/творога; в животноводстве – в качестве добавки в кормах; а также известно применение в спортивном питании.

Порошок казеина не растворим в воде, что дает возможность для его использования в процессе производства клея и клеевых красок. Получаемый продукт – водостойкий, обеспечивает отличную адгезию.

Казеин технический состоит из пористых, плотных зёрен любой формы. Размеры зерна не превышают в разрезе 5 мм. Технический казеин – однородный по массе, однородного цвета (от светло-жёлтого до жёлтого);

упаковывается в бумажные мешки. Казеин разделяют на две группы, в зависимости от того, как он был получен:

- сычужный технический казеин (получают путем коагуляции белков под воздействием пепсина, фермента);
- кислотный технический казеин (получают путем коагуляции белков обезжиренного коровьего молока при действии соляной, молочной кислоты).

Кислотный технический казеин делится на два типа:

- соляно-кислотный;
- молочно-кислотный.

Казеин технический по степени измельчения разделяют на:

- молотый казеин;
- казеин в серне.

По показателям качества разделяют на:

- кислотный казеин молочный 1-го и высшего сортов;
- сычужный казеин в зерне высшего, 1-го, 2-го сортов;
- кислотный казеин в зерне высшего, 1-го, 2-го сортов.

Технический казеин широко применяется в промышленности, а пищевой казеин используется в пищевой промышленности. Применяют как водостойкое вещество, обеспечивающее адгезию клея на поверхностях. Если обрабатывать казеин технический формальдегидом, то можно получить пластик, из которого изготавливали щётки и пуговицы [5].

Казеин широко применяется в различных промышленных отраслях. При этом при различных целях применения возникают и различные требования к форме и свойствам получаемого казеина. В связи с этим используют различные методы производства, самыми распространёнными из которых являются ферментативная и кислотная коагуляция. Казеин технический является однородной структурой, которая состоит из зёрен различной формы и размера. При этом зёрна отличаются пористостью и сухой консистенцией. В зависимости от метода получения различают сычужный и кислотный

технические казеины. Сычужный технический казеин получают путем ферментативной коагуляции обрат с использованием пепсина. Производство кислотного технического казеина выполняется из обезжиренного коровьего молока в результате коагуляции, выполненной с помощью соляной либо молочной кислоты (рис. 5).

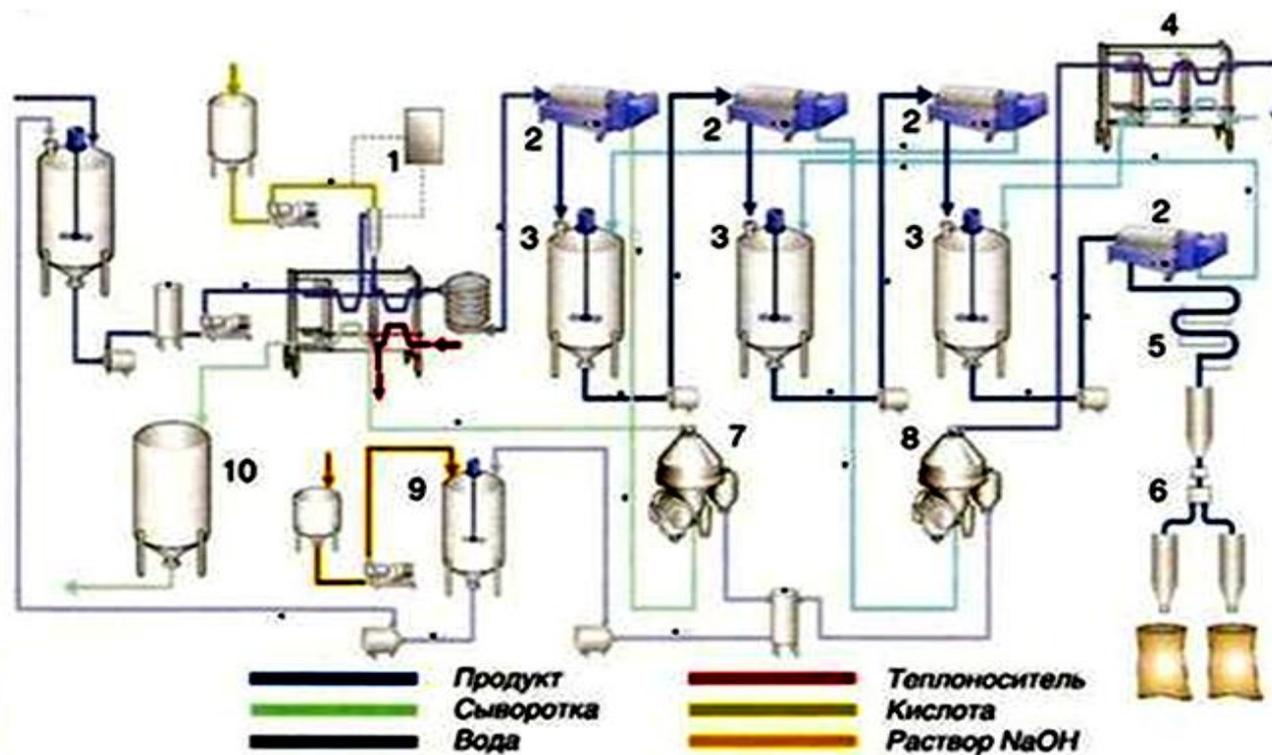


Рисунок 3 – Технологическая линия получения **кислотного казеина**:

1 – регулятор уровня pH; 2 – декантирующие центрифуги; 3 – промывочный резервуар;
4 – пластинчатые теплообменники; 5 – сушка; 6 – размол, просеивание, упаковка.

Дополнительное оборудование: 7 – извлечение частиц из сыворожки;

8 – извлечение частиц из промывочной воды; 9 – растворение частиц;

10 – танк для хранения сыворожки.

Вследствие этого выделяют соляно-кислотный и молочно-кислотный казеины. Полученный любым из перечисленных способов коагулированный сгусток казеина неоднократно промывают дистиллированной водой с целью удаления остатков любых примесей. Полученное сырье подвергают прессованию и центрифугированию, после чего дробят и сушат в специальных сушилках. В зависимости от степени измельчения выделяют молотый и серновой казеин различных сортов качества. Следует отметить, что казеин

технический предназначен не для употребления в пищу человеком, а для использования в качестве технического сырья во многих отраслях. Наиболее частыми потребителями являются химическая, лёгкая, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, парфюмерная, фармацевтическая, лакокрасочная и даже авиационная отрасли промышленности [1].

Экспериментальная часть работы.

Казеин является основным белком коровьего молока и составляет около 80% от общего содержания белков, остальные 20% приходятся на сывороточные белки. Технический казеин изготавливается из обезжиренного молока с использованием одного из двух основных способов: осаждение кислотой или коагуляция сычужным ферментом. Максимально возможное количество жира, сывороточных белков, лактозы и минеральных солей должно быть удалено в процессе многостадийной промывки водой, поскольку они снижают качество казеина, а также ухудшают его сохраняемость. Высушенный и изготовленный казеин обладает высокой сохраняемостью и используется в пищевой и химической промышленности.

Получение казеина из молока (исследование проводили в лаборатории Бирского филиала БашГУ).

Цель работы:

- получить сгусток молока;
- пищевой казеин перевести в растворимую форму;
- получить казеинат натрия.

Оборудование и реактивы: пробирки, колбы, водяная баня, весы технические, стеклянные палочки, центрифуга, механическая тёрка, сушильная установка, молоко свежее, соли кальция, серная кислота, вода.

Ход работы:

Пищевой казеин получен действием на молоко свёртывающим его ферментом (сычужный фермент, пепсин). Обезжиренное молоко с содержанием жира 0,05% пастеризовалось, затем было охлаждено до 35°C. Далее

добавляется соль кальция (из расчета 20-30 г сухой соли на 100 кг молока) и происходит свёртывание. Можно до свёртывания молока внести и бактериальную закваску. Сычужный казеин содержит больше минеральных солей, чем кислотный. Полученный сгусток (рис. 6) был разрезан, измельчён до частиц размером 4-6 мм, затем нагрет до 57-60°C и вымешан в течение 15-25 мин. до максимального обезвоживания.



Рисунок 6 – Сгусток молока

После этого казеиновой массе (рис. 7) необходимо осесть на дно, затем вся сыворотка сцеживается, а масса, промытая трижды водой, при постоянном помешивании отделяется.

Температура первой промывной воды должна быть 30-35°C, второй – 20-25°C и третьей – 8-10°C.



Рисунок 7 – Казеиновая масса

Для промывки казеина использовали чистую воду в количестве 20-25% от объема перерабатываемого молока, массу каждый раз выдерживали при постоянном помешивании 10-15 мин. Затем вода удаляется, а массу либо

прессуют 2-3 часа, либо центрифугируют 8-10 мин. для лучшего освобождения механически захваченной воды. Отцентрифугированный казеин был раздроблен на механической терке до размера 3-5 мм и высушен. Температура сушки должна быть не выше 56-60°C, иначе казеин будет плавиться. Готовый казеин должен содержать не более 12% воды.

Пищевой казеин (рис. 8) соответствует следующим требованиям:

- кислотность 50°Т;
- массовая доля влаги примерно 12%;
- массовая доля жира около 2,5% (для I сорта).

Общее количество бактерий для I сорта – до 100 тыс., коли-титр – 0,1 г.

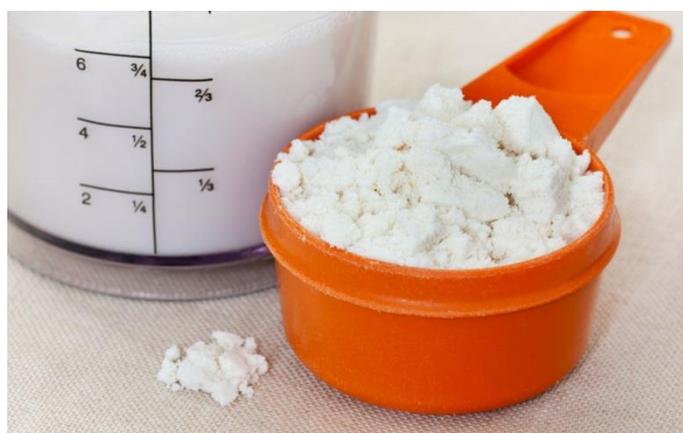


Рисунок 8 – Пищевой казеин

Вывод: казеин присутствует в молоке в связанном виде как соль кальция. При добавлении кислоты в молоке происходит свёртывание казеина – выпадение его в осадок.

Пищевой казеин в промышленности

Цель работы: пищевой казеин перевести в растворимую форму для того, чтобы использовать в пищевой промышленности.

Оборудование и реактивы: пробирки обыкновенные, колбы, сушильная установка, водяная баня, пищевой казеин, двууглекислая сода (NaHCO_3).

Ход работы. Для того чтобы пищевой казеин можно было бы использовать в пищевой промышленности, его необходимо перевести в растворимую форму. С этой целью после промывки к нему добавляется

двууглекислая сода до полной нейтрализации и доведения рН до 7,0, затем он высушивается. Сушку лучше проводить распылительным способом, предварительно нагрев смесь до 70°C, а иногда и выше – до 90-95°C. Нагревание нужно для понижения вязкости смеси.

Принцип действия.

С точки зрения возможности управления размером частиц и консистенцией сушка распылением – самый эффективный метод производства сухих порошков из любого жидкостного раствора или пульпы.

В типичной распылительной сушилке подаваемый материал разбрызгивается с помощью центробежного распылителя или форсунки, образуя туман из мелких капель. Распылённый туман поступает в цилиндрическую сушильную камеру вместе с потоком горячего газа и высыхает за считанные секунды.

Некоторое время порошок остается в камере для уменьшения остаточной влаги. Полученный сыпучий материал отделяется от потока газа непосредственно в точке крепления камеры или в нисходящем циклоне-сепараторе с рукавными фильтрами (рис. 9).



Рисунок 9 – Промышленная сушильная установка

Вывод: для того чтобы пищевой казеин можно было применять в пищевой промышленности, в качестве реактива использована двууглекислая сода.

Получение казеината натрия

Цель работы: получить казеинат натрия из пищевого казеина.

Оборудование и реактивы: пробирки, колба, коллоидная мельница, сушильная установка, казеин, 1%-ный раствор едкого натра, вода.

Ход работы. Для получения казеината натрия используем едкий натр. В этом случае к казеину с влажностью 55-60% добавляется сначала равное по массе количество воды, а потом – 1%-ный раствор едкого натра. После этого смесь казеина и щелочи обрабатывается на коллоидной мельнице и высушивается.

Массовая доля влаги в пищевом казеине, обработанном щёлочью и высушенном, должна быть не выше 6% для первого сорта. Цвет его – белый, со слегка кремоватым оттенком (рис. 10).



Рисунок 8 – Пищевой казеин, обработанный щёлочью

Вывод: Казеинат натрия представляет собой соединение, полученное из казеина – белка, присутствующего в молоке млекопитающих. Полученный порошок казеината натрия можно также использовать в различных продуктах, включая:

- протеиновый порошок;
- сыр;
- мороженое;
- маргарин, хлеб;

- сливки для кофе;
- шоколад и мясные полуфабрикаты.

Заключение

Казеин – это сложный белок, который является основой молока и содержится в нем в виде солей кальция (казеинат кальция). Именно поэтому казеиновый протеин считается лучшим источником кальция среди всех существующих протеиновых коктейлей. Исследования говорят о том, что казеин в значительно большей степени подавляет аппетит по сравнению с другими видами протеина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дымар О. В. Производство казеина: основы теории и практики : монография / О. В. Дымар, С. И. Чаевский. – Минск: РУП «Институт мясомолочной промышленности», 2007. – 70 с. – Текст : электронный. – URL: <https://my.b-ok.as/book/3084229/4a850e> (дата обращения 04.12.2020.)
2. Казеин // Химическая энциклопедия. – Текст : электронный. – URL: https://gufo.me/dict/chemistry_encyclopedia/казеин (дата обращения 24.11.2020.)
3. Биохимия молока и молочных продуктов : учебник / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова, под общ. ред. К. К. Горбатовой. – 4-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2010. – 336 с. – Текст : электронный. – URL: <https://docplayer.ru/27383049-Biohimiya-moloka-i-molochnyh-produktov-izdatelstvo-giord.html> (дата обращения 20.11.2020.)
4. Охрименко О. В. Исследование свойств молока и молочных продуктов. Практикум по «Химии и физике молока» : учебное пособие / О. В. Охрименко, А. В. Охрименко. – Вологда-Молочное : ИЦ Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Верещагина, 2000. – 162 с. – Текст : электронный. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24600982> (дата обращения 02.12.2020.)
5. Богосян М. В. Пищевой и технический казеин: способы использования / М. В. Богосян. – Текст : электронный. – URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/93969/17-Bogolian.pdf?sequence=1> (дата обращения 02.12.2020.)