

УДК 622

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕТСКИХ МОЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ

Астудин Иван Сергеевич, Ученик 10 «Г» класса

Руководитель: Демчук Ольга Владимировна, учитель химии

МАОУ «Средняя общеобразовательная школа №36»

Введение.

Питание— это совокупность процессов, включающих поступление в организм, переваривание, всасывание и усвоение пищевых веществ. Очень важно, чтобы в организм человека поступала качественная и правильная пища. Особенно это необходимо для новорожденных детей. Самым питательным и легко усваемым продуктом для младенцев является грудное молоко. Но к сожалению, происходят моменты, когда мама не способна кормить своего малыша. Это происходит по разным причинам:

- лекарственная терапия
- наличие тяжелых инфекционных заболеваний
- осложнение родов
- лактазная недостаточность

Альтернативным продуктом питания являются детские молочные смеси.

Целью проекта является осуществление биохимического анализа популярных марок детских смесей в соответствии с ГОСТом.

Задачи:

1. Изучить научную литературу и нормативную базу, регламентирующую состав детских смесей.
2. Провести биохимический анализ.
3. Определить степень соответствия фактического состава смесей с информацией, указанной на упаковке.
4. Сравнить результаты анализа с нормами ГОСТа.
5. Сделать выводы о том, какая смесь более оптимальна для детского питания.

Объекты исследования: различные марки смесей.

Предмет: физико-химические характеристики.

Актуальность. Альтернативой грудному вскармливанию являются детские молочные смеси. От их качественного и количественного состава напрямую зависит благополучие миллионов детей во всем мире. В связи с ростом рынка детского питания и многообразием представленных торговых марок, независимый биохимический анализ их состава приобретает особую значимость для оценки соответствия заявленных показателей реальным, а также требованиям национальных и международных стандартов.

Методы исследования:

- Изучение источников информации

- Анализ полученных данных
- Эксперимент
- Наблюдение
- Анализ

Гипотеза: соответствуют ли образцы выбранных детских смесей заявленному составу.

Теоретическая часть.

Детская молочная смесь представляет собой специализированный пищевой продукт, изготавливаемый промышленным способом в качестве альтернативы материнскому молоку. Ее состав разрабатывается для максимального соответствия эталонным показателям грудного молока, чтобы полноценно удовлетворять энергетические и нутритивные потребности младенцев первого года жизни в ситуациях частичного или полного отсутствия естественного вскармливания.

Исторический обзор создания. Зарождение индустрии заменителей грудного питания (ЗГП) датируется 1867 годом, когда немецкий ученый-химик Юстус фон Либих представил первую коммерчески доступную смесь. Продукт, известный как «Порошок Либиха», состоял из комбинации пшеничной муки, сухого цельного молока, солодового порошка и бикарбоната калия. Для приготовления питания сухую субстанцию смешивали с подогретым молоком в заданной пропорции, что обеспечило ее широкое распространение в европейских странах.

Решающий шаг в становлении системного производства сухого детского питания связан с деятельностью Генри Нестле (Анри Нестле). Его работа была мотивирована личной семейной ситуацией, отражавшей общую для той эпохи проблему высокой смертности младенцев из-за неадекватного питания. Обладая научным подходом, Нестле в том же 1867 году в швейцарском городе Веве синтезировал накопленные знания и создал инновационный продукт под названием «Молочная мука Анри Нестле» (*Farine Lactée*). Технологическая новизна заключалась в следующем:

1. Применение высушенного коровьего молока, что повышало срок годности и снижало аллергенный потенциал.
2. Добавление пшеничной муки в качестве источника углеводов.
3. Введение сахара для коррекции энергетической плотности и вкусового профиля.

Ключевым преимуществом стала полная готовность смеси к употреблению после разведения водой, что минимизировало зависимость от свежего, часто небезопасного в санитарном отношении молока в условиях городской среды XIX века. Данная разработка положила начало эпохе стандартизированных, транспортабельных и удобных в применении продуктов для искусственного вскармливания.

Помимо Либиха и Нестле, существенный вклад в развитие ранних ЗГП внесли и другие изобретатели, такие как Г. Бордин, Г. Миллин, Д. Хорлик. Их рецептуры были схожими и часто базировались на цельном коровьем молоке или

сливках с добавлением мелассы, известковой воды и кипяченой воды. Уже в начальный период создания смесей использовались технологии обработки, выгодно отличавшие их от нативного молока сельскохозяйственных животных, — акцент делался на сбалансированности состава и микробиологической чистоте.

В первой половине XX столетия были определены базовые принципы формуляции, включая оптимальное соотношение белков, жиров и углеводов. На протяжении века состав заменителей грудного молока (ЗГМ) подвергался значительной оптимизации. Энергетическая ценность готовых к употреблению смесей варьировалась от менее 50 до свыше 80 ккал на 100 мл, а содержание белка — от 3,3 до 4,0 г на 100 ккал, хотя в отдельных продуктах этот показатель мог достигать 6,7 г/100 ккал.

Производство в СССР. Развитие отечественного производства смесей для младенцев было неразрывно связано с формированием сети молочных кухонь. Эти учреждения представляли собой структуры общественного питания, основной функцией которых являлось изготовление и бесплатная выдача пищевых продуктов (кефира, молочных смесей, творога) для здоровых детей грудного возраста на смешанном или искусственном вскармливании, для малышей, получающих прикорм, а также для больных детей в возрасте до трех лет. К 1970-1980 годам такая сеть стала повсеместной в городах Советского Союза, превратившись в важный социальный институт, который гарантировал миллионам семей доступ к безопасному и качественному детскому питанию в условиях товарного дефицита.

Технологические подходы к созданию сухих смесей, актуальные на раннем этапе, включали стандартные операции: пастеризацию, сгущение обезжиренного молока, добавление сливок и обогащенных витаминами растительных жиров, гомогенизацию, сушку и последующее введение углеводов, витаминов и минеральных солей. Однако полученный таким образом продукт имел существенные ограничения: он не подходил для питания детей с желудочно-кишечными нарушениями (диспепсия, дизентерия) или синдромом мальабсорбции, поскольку не обладал антибактериальными свойствами, а его белок образовывал в желудке плотный, трудноперевариваемый сгусток.

Принципиальная технологическая схема усовершенствованного производства включала следующие этапы:

Подготовка и концентрирование основы: Обезжиренное коровье молоко с кислотностью не выше 19 °Т пастеризовали, после чего сгущали в вакуум-аппарате при температуре не более 60°C до содержания сухих веществ 30–32%. Такой уровень концентрации был важен для обеспечения условий следующего ключевого этапа.

1. **Биотехнологическая ферментация:** Охлажденный до 40–42°C сгущенный субстрат заквашивали культурой *Lactobacillus acidophilus* (5% от массы). Скваживание при постоянной температуре продолжалось до достижения кислотности 70–80 °Т. Этот процесс решал несколько задач: накопление бактериостатической молочной кислоты, частичный гидролиз белков для

формирования более нежного сгустка в желудке, а также повышение биодоступности кальция за счет его перехода в лактатную форму.

2. **Добавление липидной фазы:** В ферментированную массу при интенсивном перемешивании вводили предварительно подогретые сливки (жирностью $\geq 40\%$) и рафинированное дезодорированное растительное масло, обогащенное жирорастворимыми витаминами А, D, Е. Дозировка сливок рассчитывалась так, чтобы доля молочного жира в конечном сухом продукте составляла около 31%.

3. **Гомогенизация и охлаждение:** Сформированную эмульсию гомогенизировали при давлении 150 атм для стабилизации жировых глобул, после чего немедленно охлаждали до 3–5°C, останавливая дальнейшее брожение.

4. **Обезвоживание:** Для сушки подготовленной пастообразной смеси применяли метод лиофилизации (сублимационной сушки). Этот щадящий способ позволял максимально сохранить структуру белков, активность полезных микроорганизмов и термочувствительные витамины.

5. **Финальная формулировка:** В полученную сухую кисломолочную основу вносили углеводный компонент и микронутриенты. Выбор углеводов зависел от возраста: для детей до 2-3 месяцев использовали легкоусвояемые олигосахариды (декстрин-мальтозную патоку или лакто-лактозу), а для малышей старше 3 месяцев – специальную детскую муку (рисовую, гречневую). Обязательно добавлялись водорастворимые витамины (С, РР, В₁) и препарат железа (глицерофосфат железа).

Современные нормативы и требования. Качество и безопасность детских молочных смесей (ДМС) в настоящее время регламентируются строгими нормативными документами: СанПиНами, Федеральным законом № 88-ФЗ и Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 033/2013. Производители обязаны соблюдать высокие стандарты на всех этапах – от отбора сырья (используется только высококачественное молоко) до применения бережных технологий, которые минимизируют тепловую нагрузку и сохраняют питательную ценность. Конечный продукт проходит тщательный контроль по множеству параметров: химический и микробиологический состав, сбалансированность нутриентов, органолептические свойства (вкус, запах, растворимость). Для кисломолочных смесей дополнительно нормируется уровень кислотности. Такая скрупулезность обусловлена пониманием, что питание в раннем возрасте является определяющим фактором для формирования метаболических, иммунных и физиологических процессов на протяжении всей последующей жизни.

Классификация и состав. Согласно общепринятой классификации, современные детские смеси (сухие или жидкие) делятся на пресные и кисломолочные. Среди адаптированных продуктов выделяют:

- Высокоадаптированные (с максимально приближенным к грудному молоку составом, обогащенные таурином, карнитином, нуклеотидами).
- Адаптированные (содержат сывороточные белки и базовый комплекс микронутриентов).

- «Казеиновые» формулы (с преобладанием казеина над сывороточными белками).

Продукты маркируются по возрастным ступеням: «1» (0-6 мес.), «2» (6-12 мес.), «3» (1-3 года) и «4» (старше 18 мес.). В их состав, помимо витаминно-минерального комплекса, активно включаются функциональные компоненты: олигосахариды (пребиотики), длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты (ARA, DHA), нуклеотиды, таурин и L-карнитин. Белковая составляющая представляет собой комбинацию сывороточных белков и казеина, а жировая основа – это смесь (бленд) из нескольких растительных масел (пальмового, рапсового, кокосового, подсолнечного и др.), подобранных для воспроизведения жирнокислотного профиля грудного молока.

Для потребителей при выборе смеси ключевое значение часто имеет репутация производителя: его специализация на детском питании, продолжительность работы на рынке и отсутствие в истории серьезных инцидентов, связанных с безопасностью продукции.

Практическая часть.

Для выполнения эксперимента взяты несколько популярных марок детских смесей: Малютка-образец 1, Bellact-образец 2, Nestogen-образец 3, Mamelle-образец 4, Nan-образец 5 (Приложение 1).

Определение качества пресных молочных смесей.

Критерии качества продукции в данном исследовании были установлены на основании требований межгосударственного стандарта (ГОСТ). Для комплексной оценки были выбраны следующие ключевые параметры:

1. **Органолептические показатели:** Включают субъективную сенсорную оценку внешнего вида, консистенции, цвета, запаха и вкуса продукта, являющуюся первичным индикатором его свежести и соответствия потребительским ожиданиям.

2. **Физико-химические показатели:**

- **Кислотность:** Количественно выражается в pH, характеризует степень биохимической зрелости и микробиологическую стабильность продукта.

- **Наличие крахмала:** Определяется качественной реакцией с йодом. Отсутствие окрашивания (синего или фиолетового цвета) свидетельствует о соответствии технологическим регламентам, исключающим применение немолочных загустителей.

3. **Микробиологические показатели:**

Наличие мезофильных молочнокислых микроорганизмов (лактабактерий): Оценивается наличием брожения в веществе, что является прямым доказательством проведения полноценной молочнокислой ферментации и гарантией пробиотических свойств и биологической безопасности продукта.

4. **Биохимические (нутритивные) показатели:**

Наличие незаменимых аминокислот: Контролируется присутствие фенилаланина, тирозина и триптофана. Эти ароматические аминокислоты, не синтезируемые в организме человека, служат маркерами сохранности

полноценного белкового компонента в процессе обработки и являются ключевыми для оценки биологической ценности продукта.

Опыт №1. Органолептический анализ. (Приложение 2)

Органолептический показатель включает в себя цвет, вкус и запах смеси в жидком и сухом состоянии. Согласно требованиям ГОСТ, продукт должен обладать чистым, характерным для молочной основы и введенных ингредиентов ароматом и вкусом, полностью исключающим наличие посторонних, несвойственных запахов и привкусов.

Цветовая характеристика сухого продукта варьируется в диапазоне от белого до кремового. Допустимо присутствие оттенков, обусловленных введенными пищевыми компонентами.

Консистенция сухого продукта должны соответствовать однородному мелкодисперсному порошку. Нормируется допустимость наличия незначительного количества легко разрушаемых при механическом воздействии агломератов (комочков), образованных ингредиентами рецептуры. В восстановленном виде должна быть однородная жидкость.

Таблица 1

Органолептические показатели

Название смеси	Сухое состояние (внешний вид и вкус)	Жидкое состояние (цвет и вкус)
Малютка	Порошок белого цвета без комков. Запах нейтральный.	Бледный молочный цвет. Очень яркий и неприятный вкус железа.
Bellact	Желтоватая масса с небольшими комочками.	Бежево-молочный цвет. На вкус приятный сливочный раствор.
Nestogen	Смесь кремового цвета, рассыпчатая. Вкус сливочный с небольшим привкусом железа.	Молочного цвета. Нейтральный вкус со слабым оттенком железа.
Mamelle	Порошок белого цвета с небольшими комочками. Вкус сливочный с ореховым оттенком.	Белый молочный цвет. Вкус сливочный, близок к нейтральному.

Nan	Сыпучая, белого цвета. В сухом виде имеет грубый железистый вкус.	Насыщенный белый цвет. Вкус неприятно железистый, молочный оттенок не чувствуется.
------------	---	--

Вывод: образец компании Малютка и Nan не соответствует ГОСТУ.

Опыт №2. Измерение водородного показателя (Приложение 3). Показатель кислотности среды (pH) для реконструированного продукта варьируется в интервале от 6,67 до 7,00. Данный диапазон соответствует слабокислой и нейтральной среде, что является допустимым и технологически обусловленным параметром, обеспечивающим стабильность продукта и соответствие его функциональному назначению.

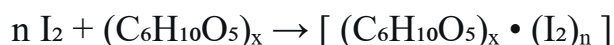
Таблица 2

Водородный показатель

№ образца	pH
1	7
2	7
3	7
4	6-6.5
5	7

Вывод: Большинство протестированных образцов (1, 2, 3, 5) имеют нейтральную реакцию, в то время как один образец (4) (Приложение 4) демонстрирует слабокислую среду.

Опыт №3. Определение наличия крахмала. (Приложение 5) Содержание крахмала по ГОСТу допускается, но не является обязательным. Крахмал используют в детских смесях для профилактики срыгиваний. Это компонент антирефлюксных смесей, которые делают смесь более густой и вязкой, что затрудняет обратный заброс пищи из желудка в ротовую полость и ускоряет её прохождение в кишечник. Наличие крахмала в детских смесях определяют реакцией с раствором йода. Молекулы йода (I₂) образуют окрашенный адсорбционный комплекс с полисахаридной матрицей крахмала по схеме:



Критерии оценки:

- Положительный результат: появление синего или сине-фиолетового окрашивания.

- Отрицательный результат: сохранение желто-коричневой окраски реактива.

Таблица 3

Показатели наличия крахмала

Марка смеси	Цвет в растворе	Цвет в сухом виде	Наличие крахмала
Малютка	Темно-синий	Синий	+
Bellact	Коричневый	Коричневый	-
Nestogen	Темно-синий	Темно-синий	+
Mamelle	Синий	Синий	+
Nan	Коричневый	Светло-коричневый	-

Вывод: тест на крахмал проводится с помощью реактива Люголя (раствор йода). При взаимодействии с крахмалом он дает синее или фиолетово-синее окрашивание. Коричневый цвет означает отсутствие реакции, то есть крахмала в пробе нет.

- **Пробы 1, 3, 4** — дали положительную реакцию (синее окрашивание), значит, крахмал присутствует.
- **Пробы 2 и 5** — дали отрицательную реакцию (коричневое окрашивание), значит, крахмал отсутствует.

Опыт №4. Обнаружение бактериальных заквасок. (Приложение 6). В соответствии с ГОСТ для выявления бактериальных заквасок в смеси применен метод, основанный на регистрации молочнокислого брожения. Этот биохимический процесс, катализируемый специализированными бактериями, заключается в анаэробном восстановлении пирувата до лактата с использованием NADH: $\text{CH}_3\text{-CO-COOH} + \text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH} + \text{NAD}^+$.

Эксперимент проведен в асептических условиях: пробирки стерилизованы, в них разлиты образцы и помещены в термостат на инкубацию при стандартных условиях ($30 \pm 1^\circ\text{C}$). Активность брожения оценивалась наблюдением за веществами.

Таблица 4

Показания образцов во время брожения

День/Образец	Малютка	Bellact	Nestogen	Mamelle	Nan
1	изменений нет	изменений нет	изменений нет	изменений нет	изменений нет

2	изменений нет	изменений нет	изменений нет	изменений нет	изменений нет
3	изменений нет	наличие запаха	изменений нет	изменений нет	наличие запаха
4	изменений нет	наличие запаха	наличие запаха	изменений нет	наличие запаха
5	наличие запаха	расслоение	образование яркого бражного запаха	изменений нет	расслоение
6	наличие яркого запаха	расслоение запах усилился	яркий запах	расслоение наличие запаха	полное расслоение жидкости яркий запах
7	полное расслоение жидкости	наличие мутного осадка, яркий запах	мутный осадок	мутный осадок	прозрачная жидкость с белым осадком

Вывод: качественные бактериальные закваски содержатся в образцах «Bellact» и «Nan».

Опыт №5. Качественная реакция на незаменимые аминокислоты (Приложение 7). Ксантопротеиновая реакция (реакция Мульдера) — качественная цветная реакция на наличие ароматических или гетероароматических аминокислот в белках и пептидах, основанная на их нитровании концентрированной азотной кислотой.

Условия и механизм реакции:

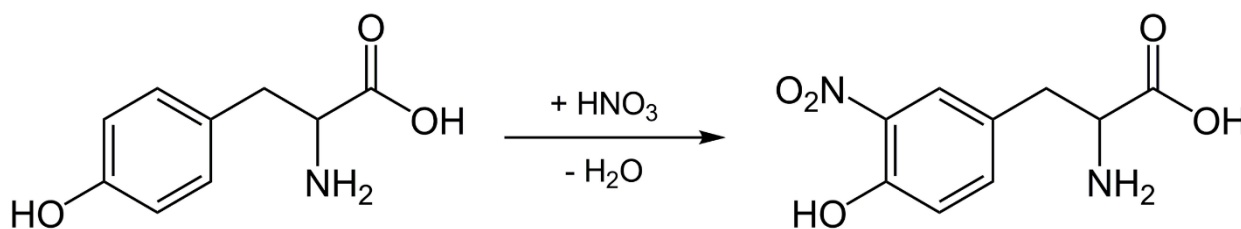
1. **Нитрование.** Концентрированная азотная кислота (HNO_3) действует одновременно как сильная кислота и нитрующий агент. Она протонирует карбоксильные группы и проводит электрофильное замещение в ароматическом ядре аминокислот (фенилаланина, тирозина, триптофана), приводя к образованию нитропроизводных.

2. **Образование желтого окрашивания.** Продукты нитрования, преимущественно орто-нитропроизводные (например, 3-нитротирозин, 2,4,6-тринитрофенилаланин, нитропроизводные индольного кольца триптофана), имеют желтый цвет.

3. **Щелочная стадия.** При последующем подщелачивании среды (добавлении раствора гидроксида натрия или аммиака) нейтрализуются протонированные карбоксильные группы, а нитропроизводные, являясь слабыми кислотами, могут образовывать соли. Переход в анионную форму (например, в хиноидную форму для нитротирозина) вызывает сдвиг электронного спектра поглощения, что визуально наблюдается как изменение окраски на более интенсивную оранжевую или оранжево-желтую. Формула реакции следующая:

Таблица 5

Показания при ксантопротеиновой реакции



Номер образцов/Стадии реакции	Кислотная стадия	Щелочная стадия
1	Бледно-желтый цвет	Бледно-желтый цвет
2	Ярко-желтый цвет	Оранжевый цвет
3	Цвет образца не изменился	Цвет образца не изменился
4	Оранжевый цвет	Бледно-оранжевый цвет
5	Бледно-оранжевый цвет	Ярко-оранжевый цвет

Вывод: смесь «Bellact» дала самую бурную реакцию, (Приложение 7) смесь «Nestogen» (Приложение 8) от компании Nestle не содержит незаменимые аминокислоты тирозин, фенилаланин, триптофан.

Заключение. В ходе работы над проектом, гипотеза исследования подтвердилась лишь частично. Не все исследуемые образцы в полной мере соответствуют заявленным характеристикам и нормативным требованиям.

Наиболее комплексным нарушениям подверглись смеси «Малютка» (неудовлетворительные органолептические свойства, наличие крахмала) и «Nestogen» (наличие крахмала, отрицательная ксантопротеиновая реакция, указывающая на потенциальные проблемы с белковым составом).

Наилучшие результаты в рамках проведенных тестов показала смесь «Mmamelles»: она соответствует требованиям по вкусу, содержит крахмал, содержит молочнокислую закваску и демонстрирует наличие незаменимых аминокислот. Смеси «Nan» и «Bellact» демонстрируют высокие результаты, но они

не содержат крахмал. Однако, в соотношении с ГОСТом, данный показатель допустим, но не обязателен, поэтому смеси данных марок являются качественными.

Таким образом, проведенный анализ подчеркивает важность независимого контроля качества детского питания. Для обеспечения безопасности и здоровья детей при выборе смеси необходимо тщательно изучать состав и отдавать предпочтение продукции проверенных производителей, чьи заявления подтверждаются лабораторными испытаниями. Данная работа может служить основой для рекомендаций потребителям и дальнейших, более углубленных исследований в области качества детских молочных смесей.

Список литературы.

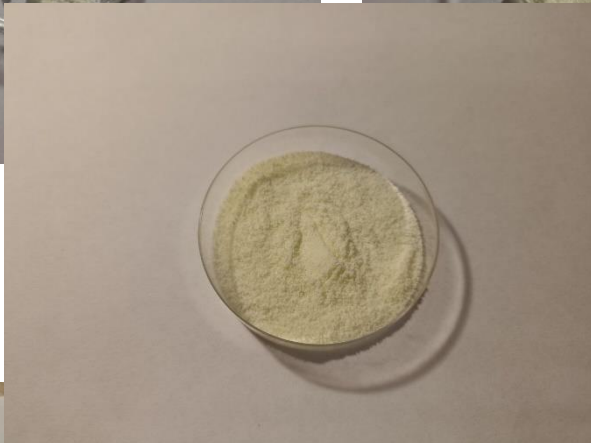
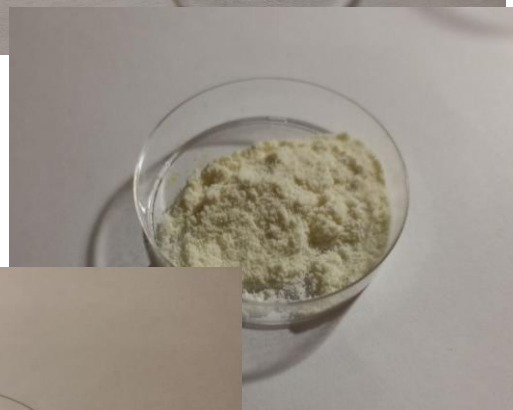
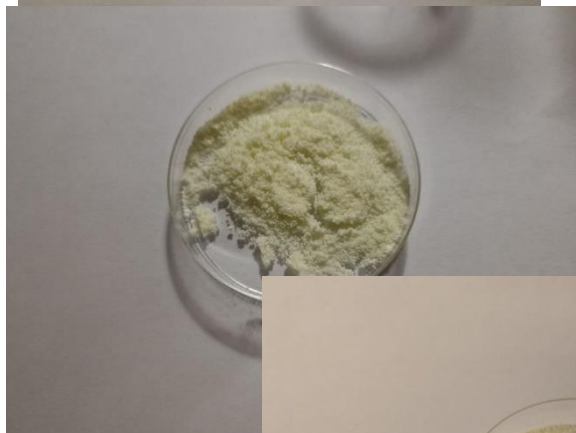
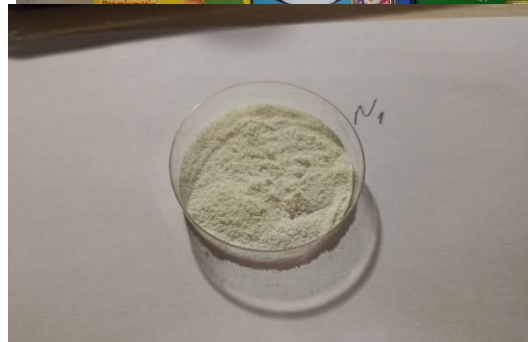
1. В. Г. Геймберг Гигиенические условия изготовления детских молочных смесей // Гигиена и санитария. 1948.
2. ИНСТИТУТ ПИТАНИЯ АКАДЕМИИ МЕДИЦИНСКИХ НАУК СССР
ПОКРОВСКИЙ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, КОРОБКИНА ГАЛИНА
СЕРГЕЕВНА, БРЕНЦ МЕЛИТА ЯНОВНА, КАЛИНИНА НИНА
НИКОЛАЕВНА
3. Григорьев К. И., Рахметуллова Г. Р., Немтырева Л. Ф., Тихомирова Н. Б.,
Тишина М. А., Богомаз Л. В. СМЕСИ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО И
СМЕШАННОГО ВСКАРМЛИВАНИЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА
4. Альбицкий В.Ю., Баранов А.А., Шер С.А. Дом охраны младенца. — М.:
Изд-во «ПедиатрЪ»; 2012. — С. 10. — (История Научного центра здоровья
детей РАМН; вып. 3).
5. Альбицкий В.Ю., Баранов А.А., Шер С.А. Государственный научный
институт охраны материнства и младенчества (1922-1940). — М.: Изд-во
«ПедиатрЪ»; 2013. — С. 35. — (История Научного центра здоровья детей
РАМН; вып. 4).
6. Харгиттаи И. Откровенная наука: беседы с корифеями биохимии и
медицинской химии. — М.: УРСС, 2006.
7. <https://www.nestlebaby.ru/medical/istoriya-detskogo-pitaniya>
Сайт содержит информацию об истории создания детского питания

Приложения

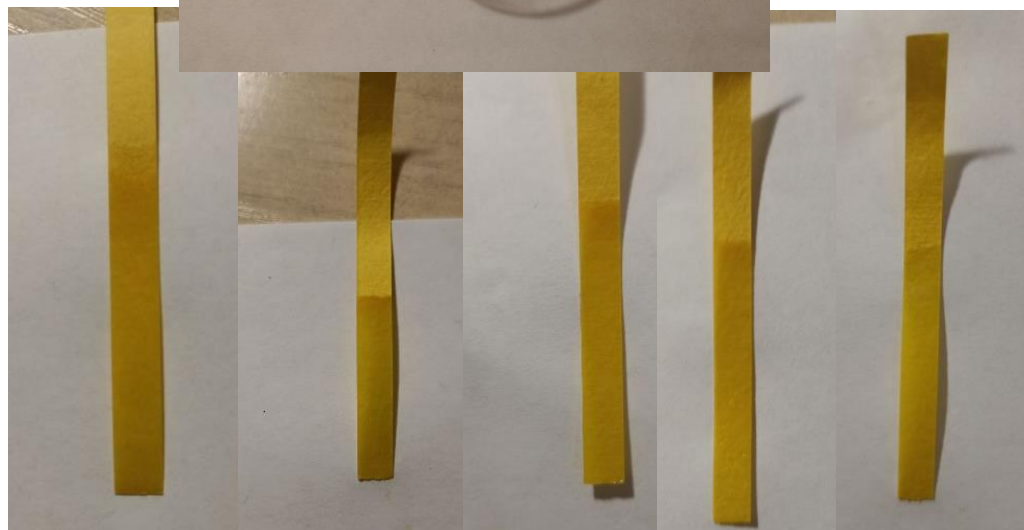
Приложение 1



Приложение 2



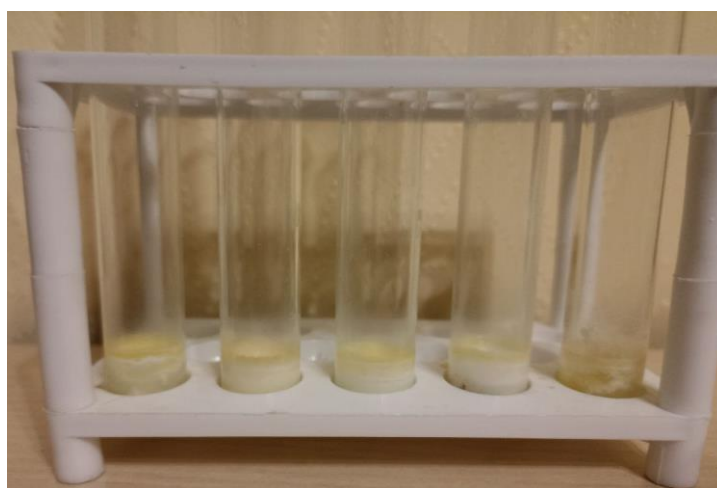
Приложение 3



Приложение



Приложение 6



Приложение 7

