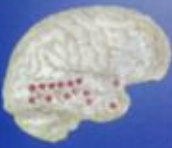


БИОХИМИЯ МОЛОКА

КАФЕДРА
БИОХИМИИ
им.проф.Г.Я.Городисской



МАМА,
ПЕРВЫЕ ПОЛГОДА-
ТОЛЬКО ТЫ
И ТВОЕ
МОЛОКО!

Лекция профессора кафедры
биохимии им. Г.Я. Городисской
Обуховой Ларисы Михайловны

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВАРИВАНИЯ ПИЩИ У ДЕТЕЙ СОБСТВЕННОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ



ВНУТРИКЛЕТОЧНОЕ

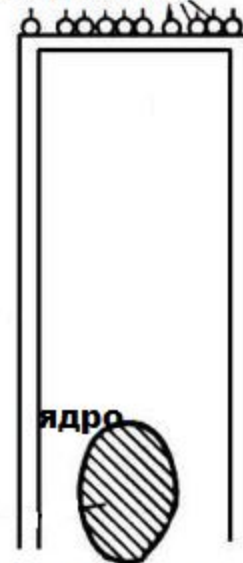
ПРИСТЕНОЧНОЕ

ПОЛОСТНОЕ



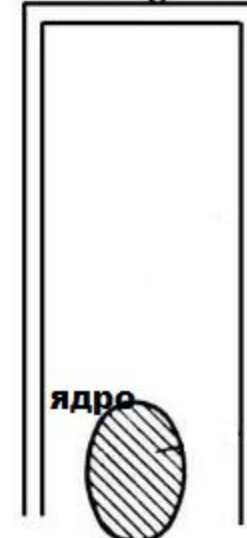
гидролиз частиц, поступивших в клетку путем эндоцитоза, при действии на них лизосомальных ферментов

ферменты



(МЕМБРАННОЕ) осуществляется гидролитическими ферментами, адсорбированными на гликокаликсе кишечных клеток

ферменты



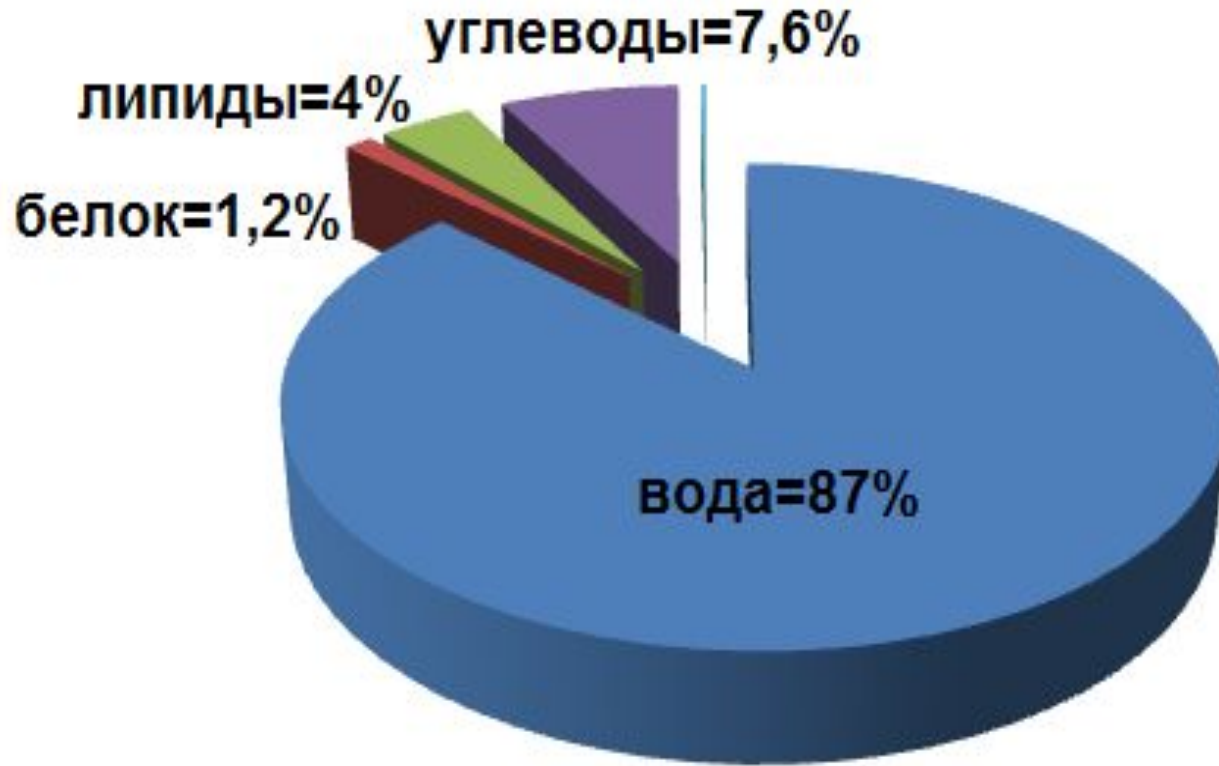
обеспечивает гидролиз пищевых веществ ферментами в полостях пищеварительного тракта: ротовой полости, желудке и тонкой кишке

← ЗА СЧЕТ ФЕРМЕНТОВ ГРУДНОГО МОЛОКА

ДЕТИ РАННЕГО ВОЗРАСТА

ВЗРОСЛЫЕ

СОСТАВ ГРУДНОГО МОЛОКА



Грудное молоко содержит в оптимальных количествах все вещества, необходимые для жизни и роста ребенка. Грудное молоко содержит ферменты, осуществляющие гидролиз белков, жиров, углеводов. Грудное молоко является источником гормонов и различных факторов роста, которые играют важнейшую роль в регуляции аппетита, метаболизма, роста и дифференцировки тканей и органов ребёнка.

БЕЛКОВЫЕ ФРАКЦИИ ГРУДНОГО МОЛОКА

В грудном молоке суммарное содержание белков ниже, чем в коровьем: **11,5-15** г/л в отличие от коровьего- **34** г/л.

БЕЛКОВЫЕ ФРАКЦИИ ЖЕНСКОГО МОЛОКА



**МЕТАБОЛИЗИРУЕМЫЕ
(ПИЩЕВЫЕ) БЕЛКИ**

70-75%

**α-лактоальбумин,
казеин**



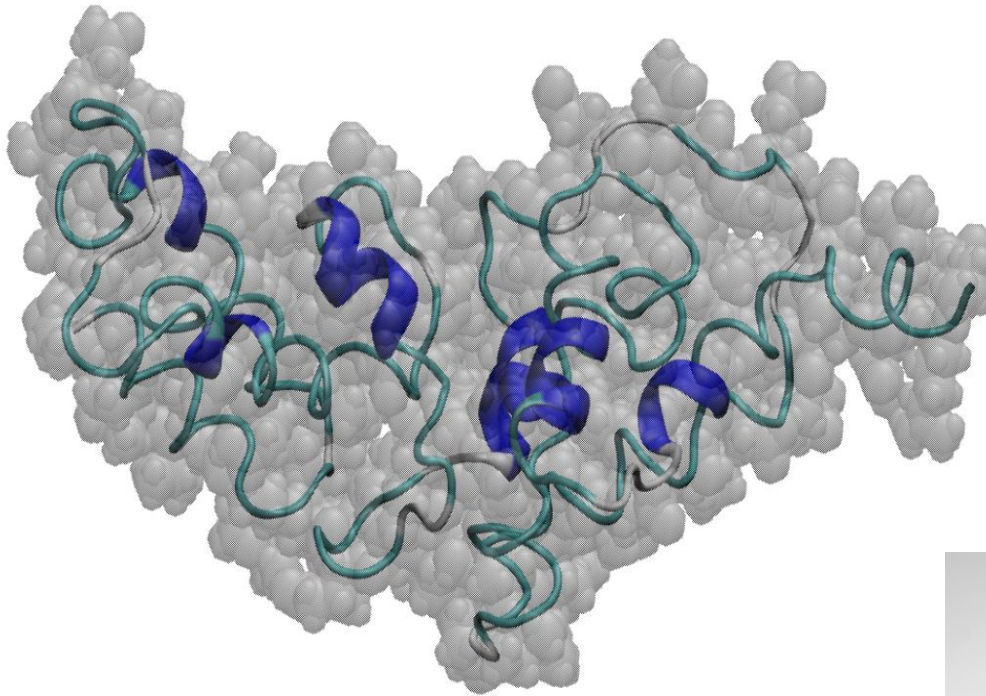
**НЕМЕТАБОЛИЗИРУЕМЫЕ
БЕЛКИ**

25-30%

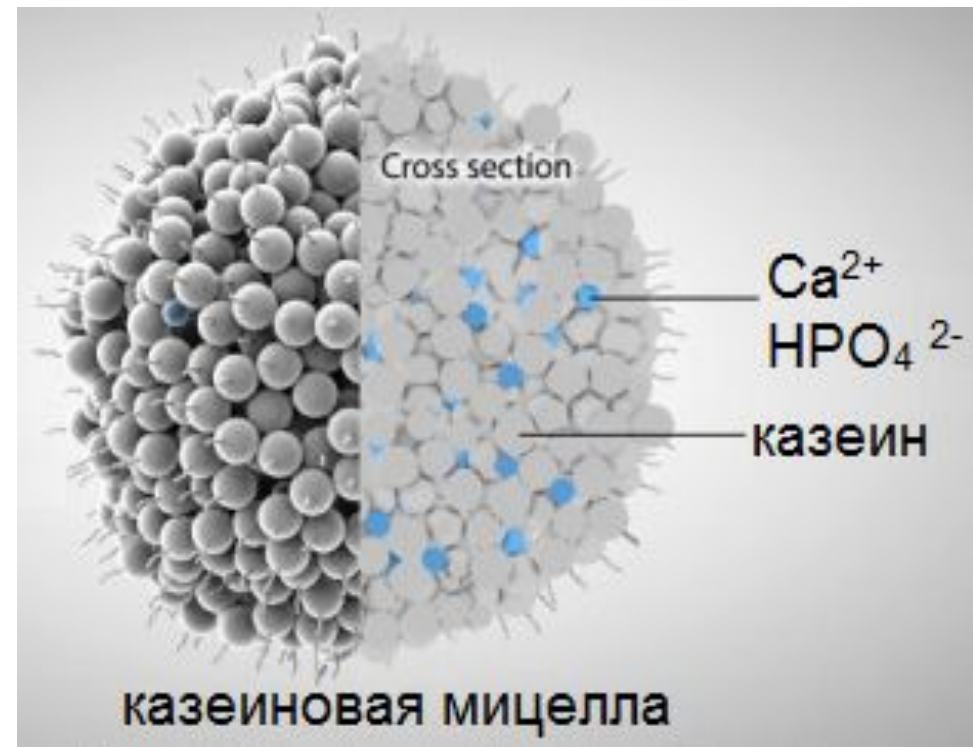
**Ig A, Ig M, Ig G,
лактоферрин,
лизоцим, ферменты**

МЕТАБОЛИЗИРУЕМЫЕ БЕЛКИ ЖЕНСКОГО МОЛОКА

КАЗЕИН

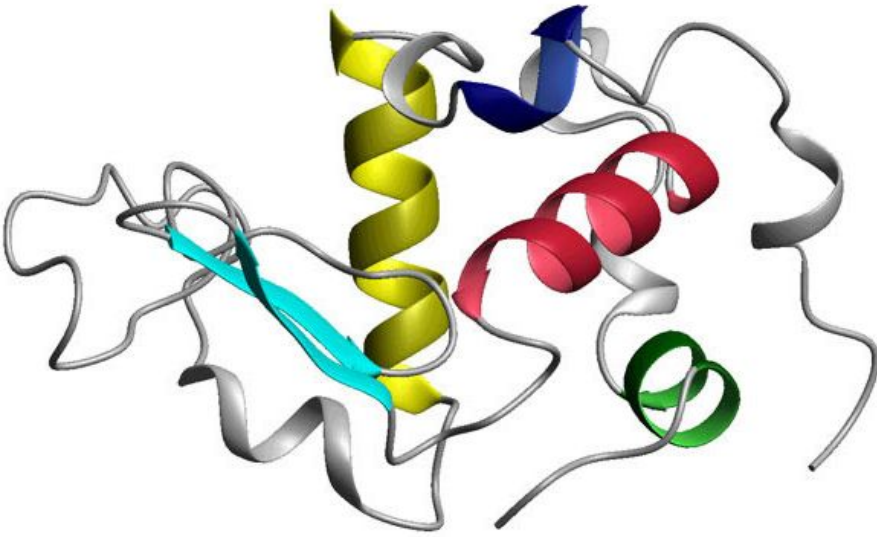


Фосфогликопротеин. Содержит все незаменимые аминокислоты
Связывает ионы кальция и фосфора.
20-40% от всех белков молока.
Из него образуются пептиды, участвующие в психомоторном развитии (казаморфины)



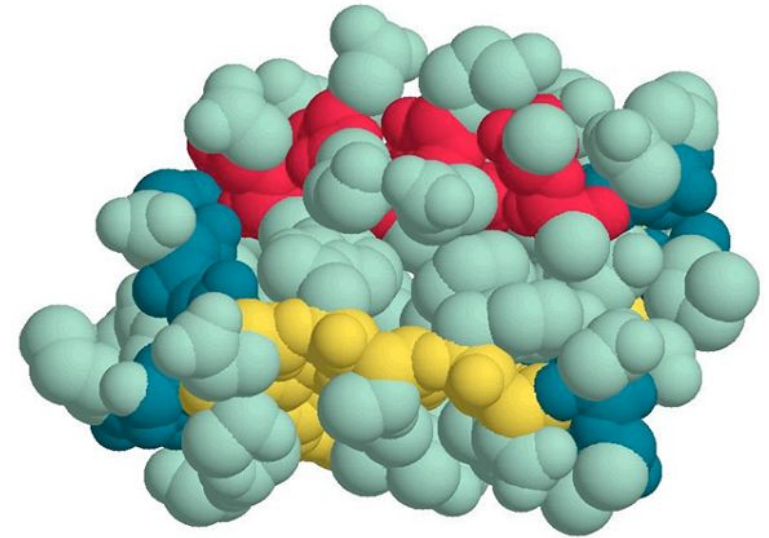
МЕТАБОЛИЗИРУЕМЫЕ БЕЛКИ ЖЕНСКОГО МОЛОКА

α -ЛАКТОАЛЬБУМИН



α -лактальбумин (25-35% общего белка молока)-простой белок, богат эссенциальными аминокислотами (триптофан, цистеин, лизин). Способствует росту бифидобактерий, усвоению кальция и цинка из желудочно-кишечного тракта ребёнка.

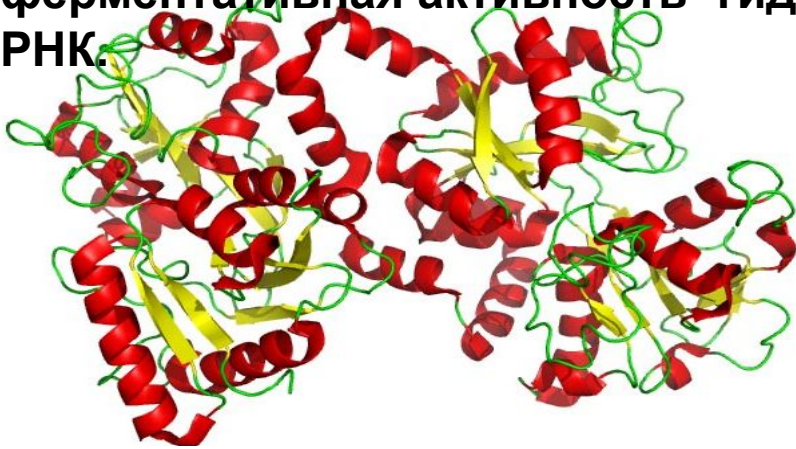
СЫВОРОТОЧНЫЙ АЛЬБУМИН



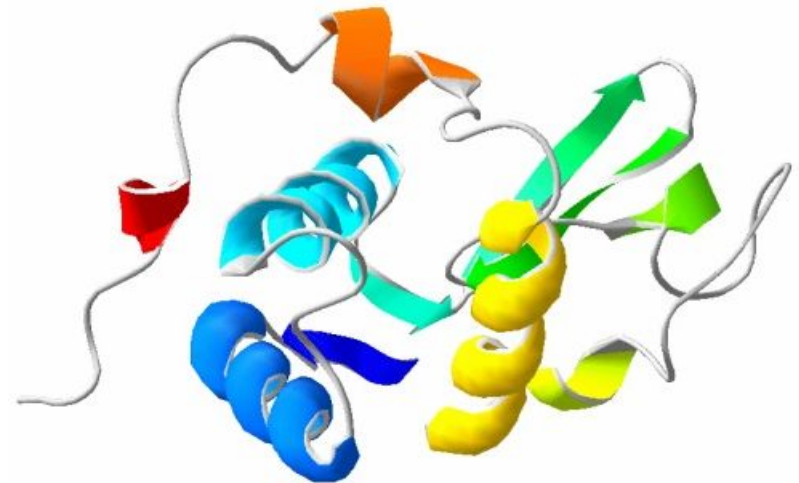
Сывороточный альбумин (5% от общего белка молока)-простой белок, небольшой гидрофильный, по аминокислотному составу максимально близок к белкам организма, содержит много лейцина, изолейцина и валина.

НЕМЕТАБОЛИЗИРУЕМЫЕ БЕЛКИ ЖЕНСКОГО МОЛОКА

Лактоферрин- глобулярный гликопротеин сем. трансферринов. Компонент иммунной системы, транспорт железа, ферментативная активность- гидролиз РНК.

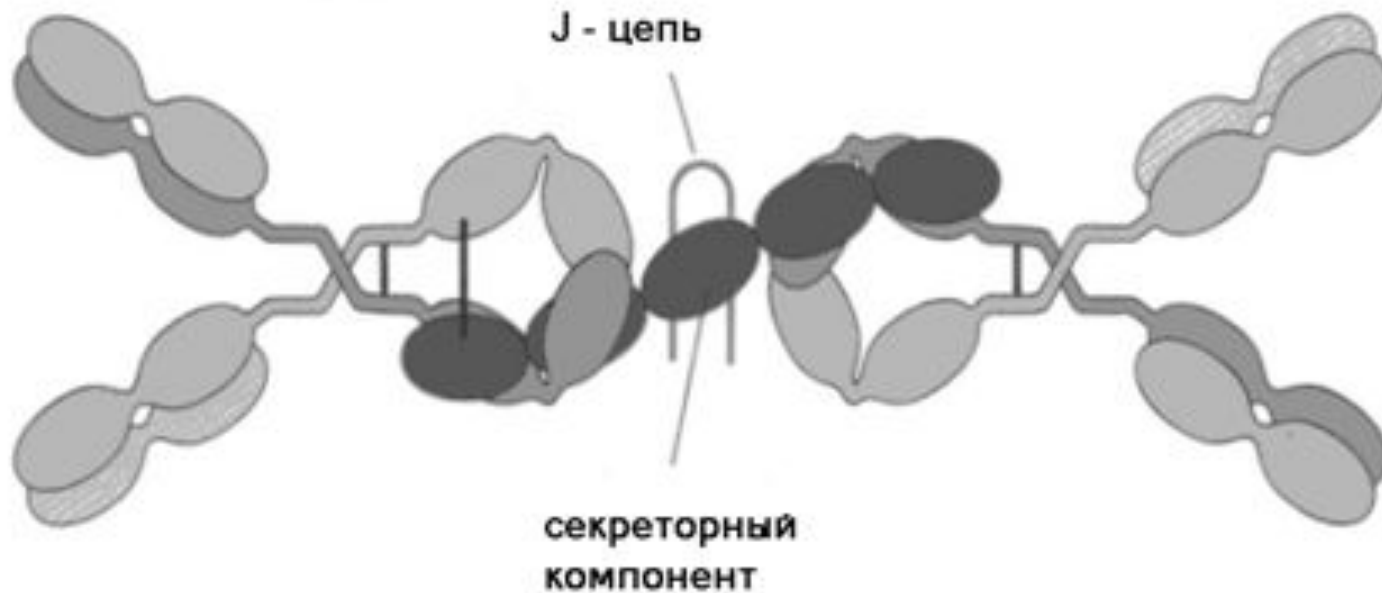


Лизоцим- антибактериальный агент, фермент класса гидролаз, разрушающий клеточные стенки бактерий путём гидролиза пептидогликана клеточной стенки. В грудном молоке- около 400 мг/л.



НЕМЕТАБОЛИЗИРУЕМЫЕ БЕЛКИ ЖЕНСКОГО МОЛОКА

Среди иммуноглобулинов грудного молока доминирует **Ig A**, обеспечивающий защиту младенцев от кишечных инфекций



IgG (функция - образование комплекса «антиген-антитело») имеют небольшой молекулярный вес и могут проникать через плаценту от матери к плоду, обеспечивая пассивный иммунитет новорожденного ребенка к инфекционным заболеваниям.

БЕЛКИ ГРУДНОГО И КОРОВЬЕГО МОЛОКА

Грудное молоко	Коровье молоко
Самое низкое содержание белка среди молока млекопитающих. В среднем: 1,2 г/100 мл (12 г/л)	Среднее содержание белка: 3,2 г/100 мл (32 г/л). В сравнении: козье молоко – 3,0 г/100 мл (30 г/л)
Преобладают мелкодисперсные белки (альбумины), которые при створаживании образуют мелкие хлопья, более доступные для воздействия желудочного сока	Преобладают крупнодисперсные белки (казеиноген). Казеиноген под воздействием соляной кислоты и лактофермента превращается в казеин, то есть створаживается
Молекула казеина женского молока мельче, чем коровьего. Сокращается время опорожнения желудка и облегчается пищеварение	Молекула казеина коровьего молока крупнее, чем женского. Для переваривания требуется в 3 раза больше времени, соляной кислоты и ферментов
Сывороточно-казеиновый коэффициент = 3 : 2	Сывороточно-казеиновый коэффициент = 1 : 4
Содержатся белки, выполняющие ферментативные функции	Ферментативная активность белков низкая
Преобладает белок α -лактоальбумин – 26 % (компонент энзимной системы в синтезе лактазы). Отсутствует β -лактоглобулин	Основной белок β -лактоглобулин – 43 %. Ни один из белков коровьего молока не идентичен ни одному из белков женского молока
Белки молока сходны по составу с белками плазмы	Белки молока обладают антигенными свойствами, обуславливая аллергизацию организма
Аминокислотный состав представлен более оптимальным и более высоким содержанием незаменимых аминокислот, например цистина, особенно необходимого из-за отсутствия у новорожденных детей фермента цистиназы	Относительно более высокая концентрация тирозина и фенилаланина, что при низкой скорости их метаболизации несет потенциальную опасность повреждения растущего головного мозга
Серосодержащая аминокислота таурин стимулирует рост и дифференцировку нервной ткани, сетчатки глаза, эпифиза и гипофиза	Таурин содержится в следовых количествах
Белки содержат большое количество секреторного IgA (142 мг/100мл), выполняющего защитную роль	Не выполняют защитную роль
Лактоферрин, связывая ионы железа, подавляет рост микробов, который связан с захватом железа	Лактоферрин в коровьем молоке отсутствует
Лизоцим грудного молока обладает бактериостатическим и противовоспалительным действием	Лизоцим в коровьем молоке отсутствует

ЗАЩИТНЫЕ ФАКТОРЫ ГРУДНОГО МОЛОКА

Защитные компоненты грудного молока

Пассивный иммунитет

Гуморальное звено

- sIgA
- другие иммуноглобулины

Клеточное звено

- нейтрофилы
- лимфоциты
- макрофаги
- стволовые клетки

Другие защитные компоненты

- олигосахариды
- лактоферрин
- α – лактальбумин
- нуклеиновые кислоты
- цитокины
- антиоксиданты
- живые бактерии
- бифидо- и лактобактерии

В грудном молоке присутствуют лимфоидные клеточные элементы, нейтрофилы, макрофаги, обладающие фагоцитарной активностью, Т- и В- лимфоциты, способные к синтезу иммуноглобулинов и антител, продукции интерферонов и комплемента

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ГРУДНОГО МОЛОКА



ГОРМОНЫ

тироксин

эндорфины

простагландины

лептин- подавляет аппетит.

грелин- стимулирует аппетит,

способствует улучшению набора массы, моторику желудочно-кишечного тракта, секрецию инсулина, регуляцию иммунной системы, улучшению сна.

адипонектин- регулирует метаболизм липидов и глюкозы, повышает чувствительность к инсулину, окисление жирных кислот, снижает синтез глюкозы, противовоспалительные свойства.

резистин- увеличивает количество жира в организме, регулятор углеводного обмена, антагонист инсулина, защищает новорожденных от гипогликемии.

обестатин- подавляет аппетит, регулирует метаболизм глюкозы, моторику желудочно-кишечного тракта, подавляет жажду, улучшает память, сон.



ФАКТОРЫ РОСТА

эпидермальный фактор роста

(регулирует созревание и восстановление слизистой оболочки кишечника)

гепарин- связывающий фактор

роста (регулирует восстановление повреждений после гипоксии, геморрагий и некрозов)

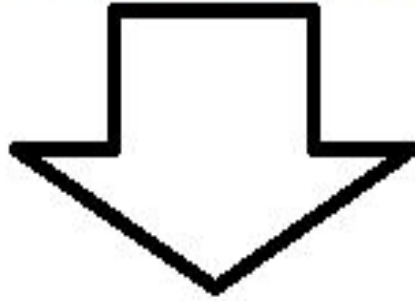
- **фактор роста нервов** (увеличивает выживаемость и рост нейронов)

- **инсулиноподобные факторы роста** (активируют рост ткани, предупреждают атрофию кишечника)

- **фактор роста эндотелия сосудов** (активатор ангиогенеза, предупреждает ретинопатию недоношенных)

-**эритропоэтин** (активатор эритропоэза, предотвращает анемию)

ФЕРМЕНТЫ ГРУДНОГО МОЛОКА



ГИДРОЛАЗЫ

(осуществляют аутолитическое пищеварение, т.е. расщепление пищевых веществ, содержащихся в самом молоке)

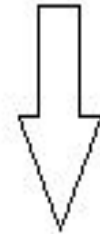
пепсиноген

трипсин

липаза

β -лактаза

ПРОТЕАЗЫ



ферменты других классов

Расщепление жира липазой молока способствует появлению активной кислотности желудочного сока и улучшению процессов пищеварения. Процессы аутолитического пищеварения, особенно расщепление жира липазой молока, имеют большое значение для детей первых месяцев жизни, так как секреция ферментов пищеварительных желез у детей на ранних этапах онтогенеза значительно снижена.

НЕБЕЛКОВЫЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ВЕЩЕСТВА



женское грудное молоко

(25% всех азотсодержащих веществ)

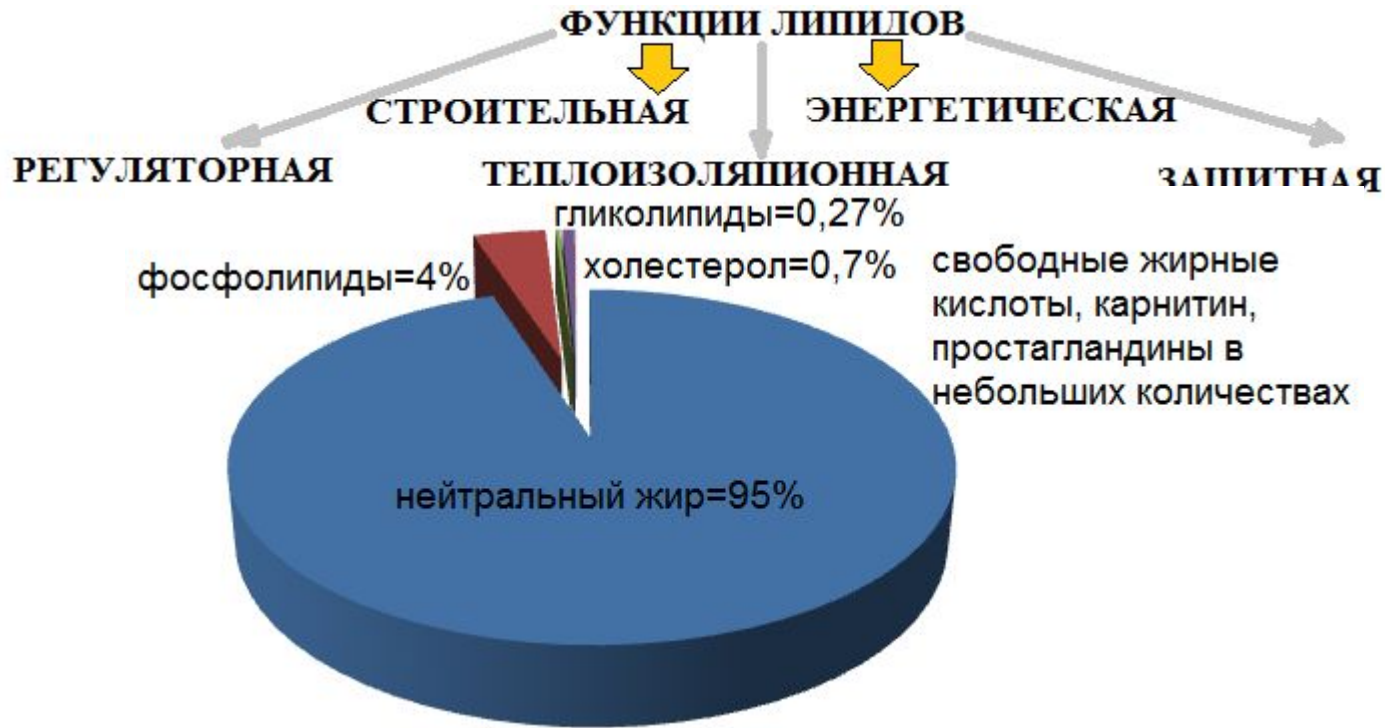
КОРОВЬЕ МОЛОКО

(5% всех азотсодержащих веществ)

В молоке обнаружен бифидогенный фактор, который способствует быстрому заселению кишечника новорожденных детей бифидобактериями. Бифидус- фактор является азотсодержащим олигосахаридом, его концентрация в женском молоке значительно выше, чем в коровьем.

ЛИПИДЫ ГРУДНОГО МОЛОКА

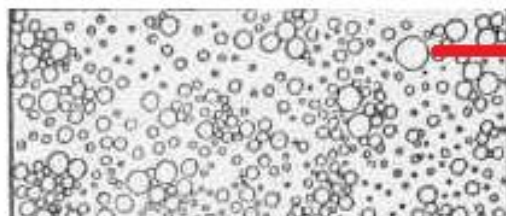
47% энергетической ценности женского молока складывается за счет липидов



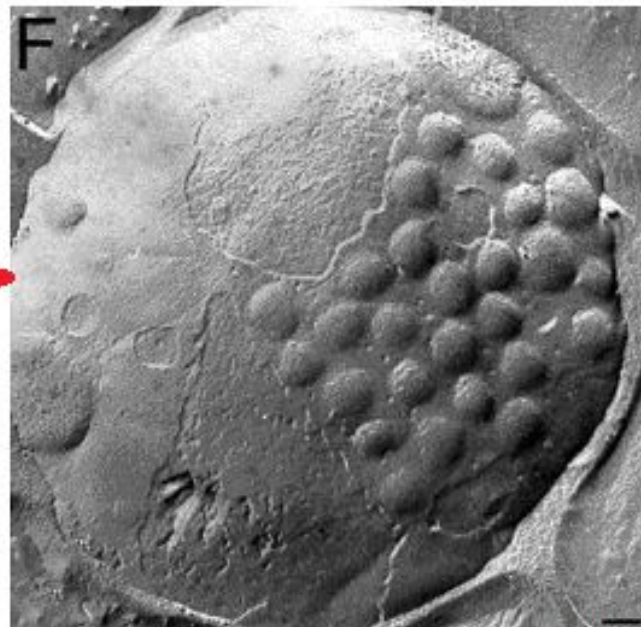
Среднее содержание липидов в женском молоке колеблется от **31** до **52** г/л. Жир женского молока по количественному содержанию не отличается от жира коровьего молока, однако значительно отличается по составу. В женском молоке выше, чем в коровьем содержании фосфолипидов, полиненасыщенных высших жирных кислот (в 4-7 раз), витамина Е (в 4-10 раз). В большом количестве в молоке содержится холестерин, который участвует в выработке гормонов и витамина Д, необходимого для нормального развития костной ткани. В отличие от жиров человеческого молока, активно питающих мозг младенца, жиры молока коровьего или козьего в первую очередь способствуют росту скелета и мышечной ткани животного.

ЛИПИДЫ ГРУДНОГО МОЛОКА

В грудном молоке жиры находятся в эмульгированной форме – в виде глобул. В ядре глобулы содержатся нейтральные жиры. Оболочка состоит из белков, фосфолипидов, гликолипидов, холестерина. В ее состав входят ферменты и нуклеиновые кислоты.



**Жировые шарики молока
(x200)**



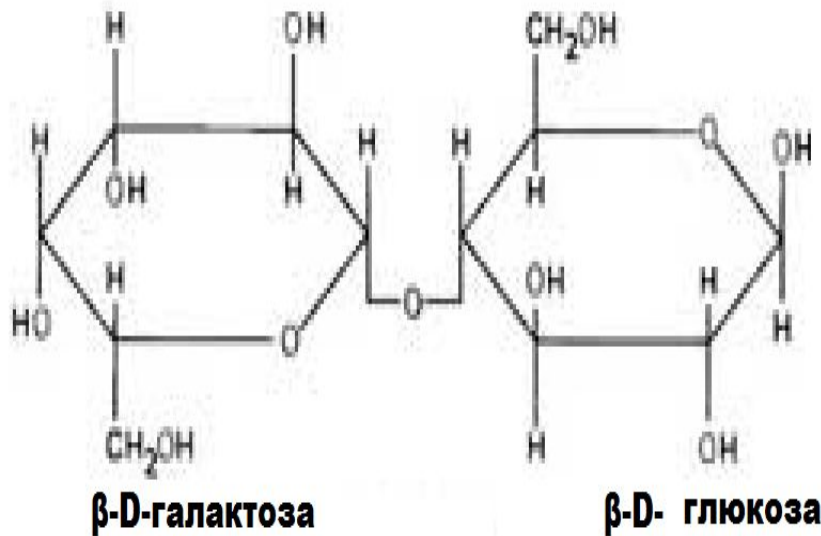
0.1 μm

В женском молоке содержится липаза, превышающая активность липазы коровьего молока в 15-25.

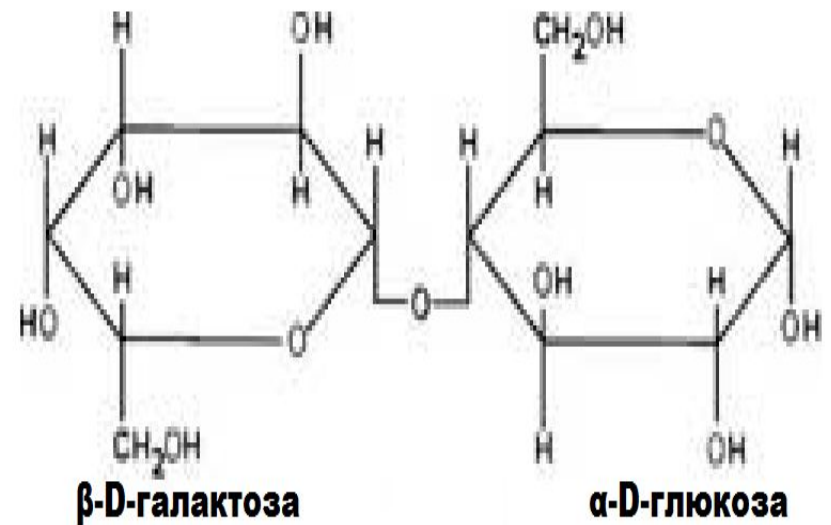
Женское молоко содержит 57% ненасыщенных жирных кислот (на 25% выше, чем в коровьем) и около 43% насыщенных жирных кислот. Отмечается высокое содержание пальмитиновой и олеиновой кислот. Количество полиненасыщенных (имеющих 2 и более двойных связей) жирных кислот в грудном молоке в 4-7 раз выше, чем в коровьем.

УГЛЕВОДЫ ГРУДНОГО МОЛОКА

β -лактоза (женское молоко)



α -лактоза (коровье молоко)



МОНОСАХАРИДЫ- глюкоза, галактоза, фукоза

ДИСАХАРИДЫ- сахароза

БИФИДУС-ФАКТОР- олигоаминосахар

Содержание углеводов в женском молоке составляет **68-74** г/л. 85-90% всех углеводов приходится на дисахарид β -лактозу

ВИТАМИНЫ ГРУДНОГО МОЛОКА

водорастворимые	Витамины	Грудное молоко	Молозиво
	В1 (тиамин), мкг/л	44,73±8,58	440
	В2 (рибофлавин), мкг/л	360	1750
	В3 (никотинамид), мкг/л	1470	940
	В5 (пантотеновая кислота), мг/л	2	3
	В6 (пиридоксин), мкг/л	233,15±5,75	640
	С (аскорбиновая кислота), мг/л	43-62	70-72
жирорастворимые	А (ретинол), мкг/л	206,06 ±5,57	2380,97 ±130,50
	Д (кальциферол), МЕ/л	22	14
	Е (токоферол), мг/л	3,87±0,18	24,11±5,58
	К (нафтохинон), мкг/л	15	60

В женском молоке присутствуют все водо- и жирорастворимые витамины. В женском молоке содержится в несколько раз больше жирорастворимых витаминов (А, Д, Е, К), чем в коровьем. Содержание витамина С также превышает его концентрацию в коровьем. Витамин Д грудного молока обладает большей биодоступностью по сравнению с коровьим. Содержание витамина К в грудном молоке мало.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ГРУДНОГО МОЛОКА

Общее количество минеральных солей в женском молоке меньше, чем в коровьем.

Это позволяет избегать задержки осмотически активных ионов в организме ребенка первых месяцев жизни, имеющего низкую экскреторную функцию почек.

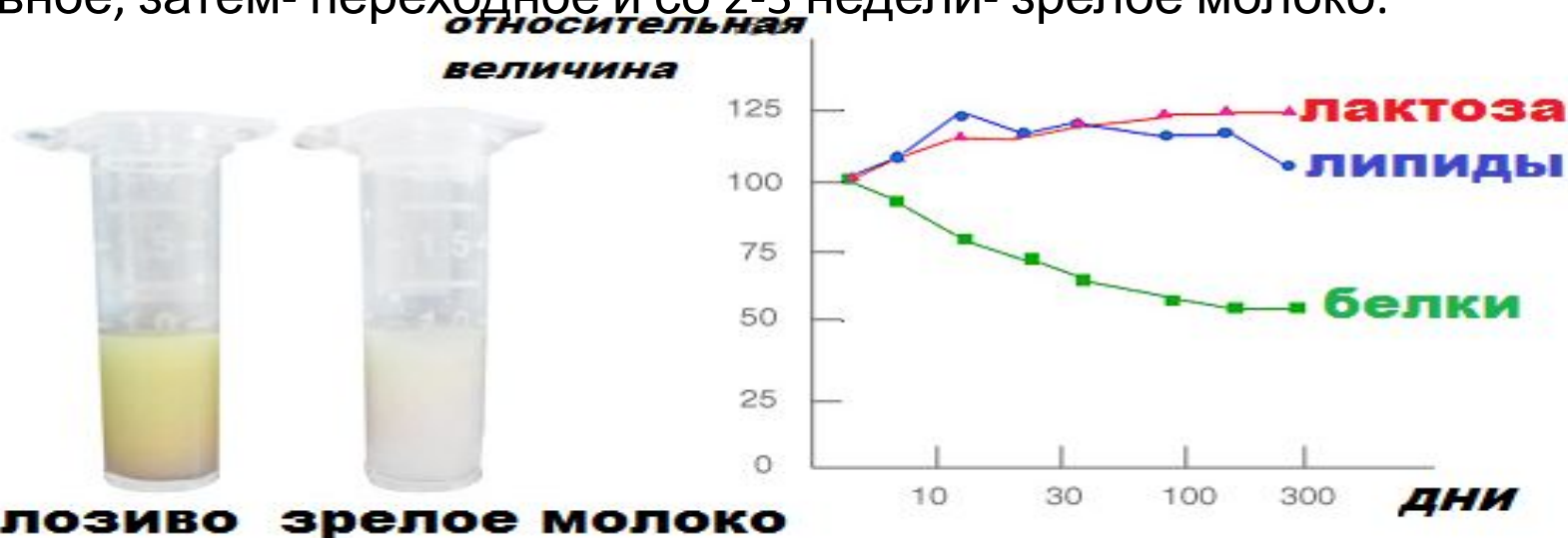
Отмечается значительная разница в соотношении различных элементов в грудном и коровьем молоке. Так, содержание кальция и фосфора в женском молоке составляет **2:1**, а в коровьем **1:1**. Это имеет отношение к всасыванию этих элементов в желудочно-кишечном тракте.

Коэффициент усвоения кальция женского молока составляет более **60%**, а коровьего- всего **20%**, что сказывается на процессе минерализации костной ткани.

Женское молоко значительно богаче коровьего цинком, медью, железом.

МОЛОЗИВО КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПИЩА НОВОРОЖДЕННЫХ

До 2-3 дня после родов грудные железы выделяют молозиво; со 2-3 дня- молозивное, затем- переходное и со 2-3 недели- зрелое молоко.



Количественный состав грудного молока женщины в г/л

Вид молока	Белки	Жиры	Углеводы	Минеральные вещества
Молозиво	80-110	28-41	41-76	4,8-8,1
Переходное молоко (с 4-5-го дня)	14-23	29-44	57-78	2,4-3,4
Зрелое молоко (с 3-й недели)	12-14	33-36	73-75	1,8-2,1

По составу молозиво значительно отличается от зрелого молока- в нем содержится больше белка, меньше углеводов, больше витаминов, в частности А, В12, Е, аскорбиновой кислоты.

БЕЛКИ МОЛОЗИВА

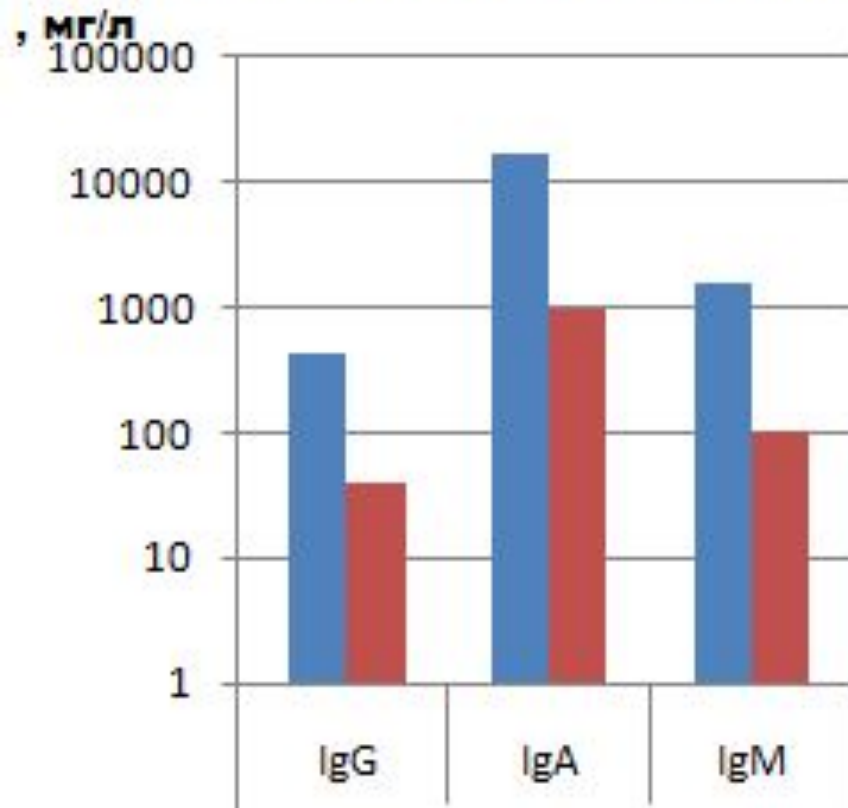
МОЛОЗИВО МОЛОКО



Содержание белка в молозиве в 1-ый день после родов составляет 5-6 %, со 2-3 дня снижается до 2,1- 2,8 %, а к 7-10 дню до 1,2-1,6%. Белковый состав молозива близок к белкам крови новорожденного: альбуминовые и глобулиновые фракции. Белки молозива представлены преимущественно альбуминовой фракцией (64%), более богатой незаменимыми аминокислотами, чем фракция казеина (36%). Молозиво отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот: в нем много триптофана, тирозина, цистеина.

РОЛЬ БЕЛКОВ МОЛОЗИВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИММУНИТЕТА

концентрация ■ МОЛОЗИВО ■ МОЛОКО



Молозиво является источником иммунных тел, защищающих организм ребенка от инфекции. В нем присутствуют иммуноглобулины кл. А, М, G, лимфоциты, макрофаги, лизоцим. Поэтому молозивный период лактации рассматривают как продолжение иммунобиологического контакта матери и ребенка и как дополнительное обеспечение пассивного иммунитета. В наибольшем количестве в молозиве содержится IgA, концентрация которого к моменту родов достигает 9,5 г/л. Повышение количества иммуноглобулинов этого класса имеет большое значение для защиты кишечника новорожденного от инфекции в первые дни жизни, когда собственный IgA в его организме еще не вырабатывается.

Содержание жира в молозиве- около **3,2 %**.

Жир молозива состоит в основном из олеиновой кислоты (**50%**), которая легче по сравнению с другими жирными кислотами усваивается в первые дни жизни.

Молозиво богато биологически активными полиненасыщенными жирными кислотами. Содержание линолевой кислоты в молозиве- **7-15%**, линоленовой-**0,1-0,7%**.

Молозиво богато минеральными элементами: натрием, фосфором, цинком.

Основные пищевые вещества молозива, несмотря на низкую активность пищеварительных ферментов новорожденного, как правило, гидролизуются в желудочно-кишечном тракте и хорошо усваиваются. Это связано с высоким содержанием в молозиве таких гидролитических ферментов как трипсин, триацилглицероллипаза, α -амилаза.