

Биохимия молока и мяса

**Саковцева
Татьяна Владимировна**

наука

Биохимия

О чем?

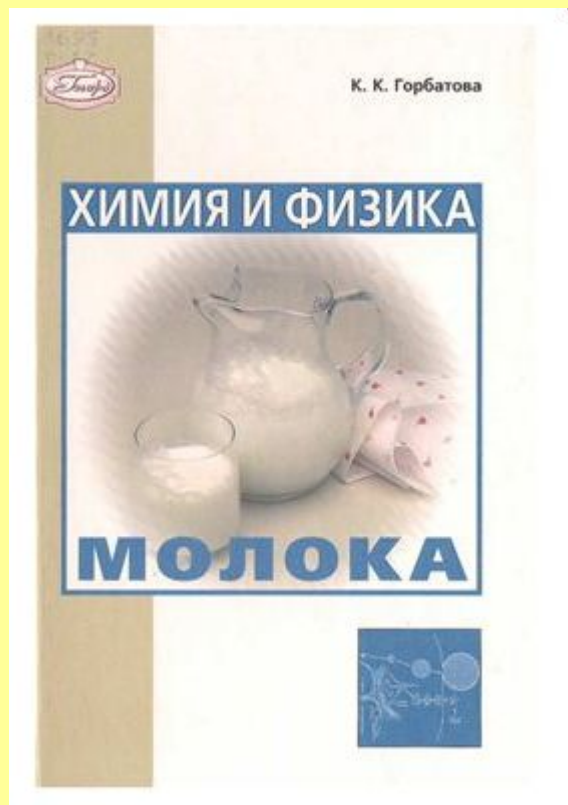
молока и мяса

Зачем?

Ступени учебного курса биохимия молока и мяса

- Строение химических веществ мяса.
- Превращения химических веществ мяса в процессе производства, хранения и переработки мяса.
- Строение химических веществ молока.
- Превращения химических веществ молока в процессе производства, хранения и переработки.

Рекомендуемая литература:

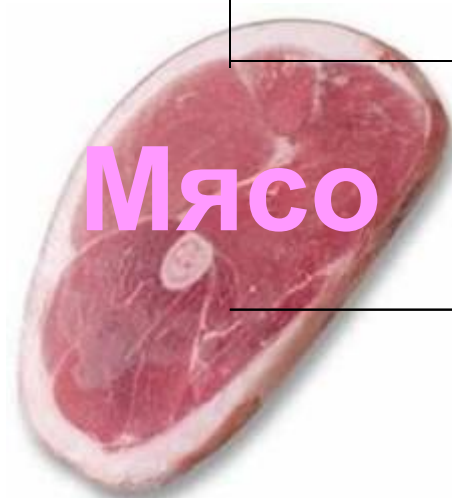


[Горбатова К.К.](#)

Учебник для вузов. СПб.:
ГИОРД, 2004. - 288 с.: ил.



1. Кощаев, А. Г. Биохимия сельскохозяйственной продукции : учебное пособие для вузов / А. Г. Кощаев, С. Н. Дмитренко, И. С. Жолобова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 388 с. — ISBN 978-5-8114-7347-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158958>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Родин, В. В. Биохимия мяса и молока : учебное пособие / В. В. Родин, В. А. Эльгайтаров. — Ставрополь : СтГАУ, 2007. — 120 с. — ISBN 978-5-9596-0393-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5724>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Царегородцева, Е. В. Биохимия мяса : учебное пособие для вузов / Е. В. Царегородцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 165 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13300-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476981>.
4. Биохимия молока и мяса : учебное пособие / составитель Е. А. Егушова. — Кемерово : Кузбасская ГСХА, 2018. — 91 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142992>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Охрименко, О. В. Основы биохимии сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / О. В. Охрименко. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2237-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168971>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.



Мясо

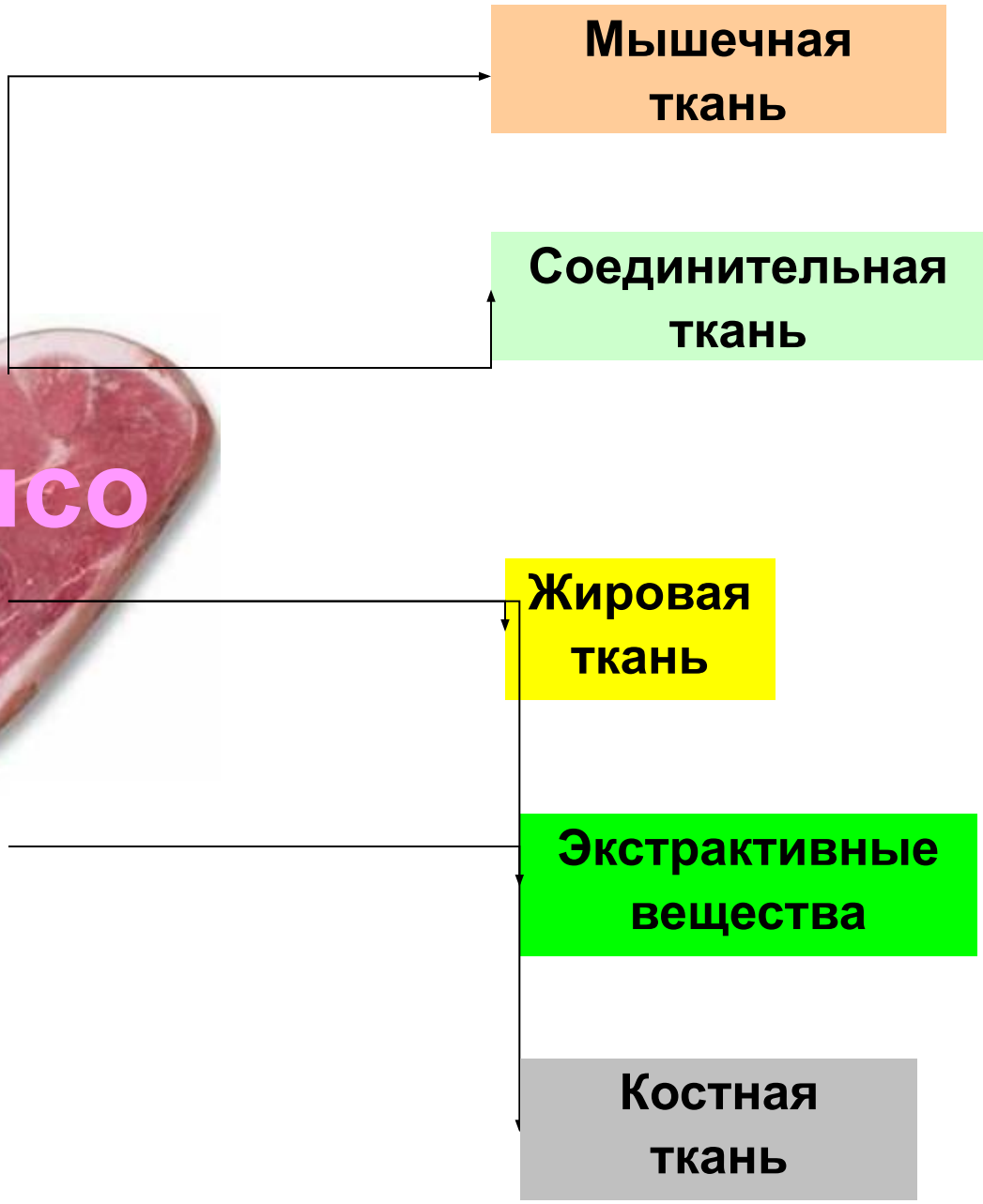
**Мышечная
ткань**

**Соединительная
ткань**

**Жировая
ткань**

**Экстрактивные
вещества**

**Костная
ткань**

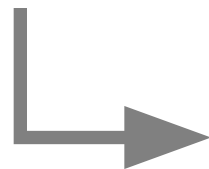
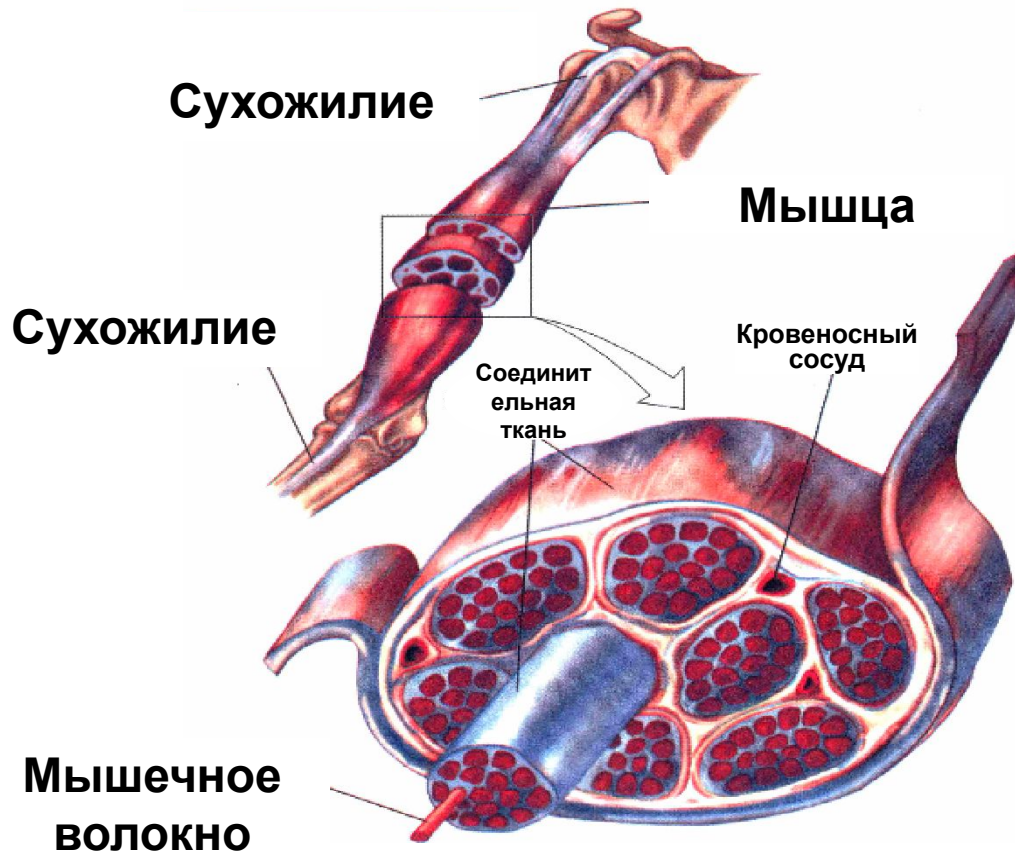


Функции мышечной ткани

- это главный биохимический преобразователь потенциальной (химической) энергии в кинетическую (механическую)
- принимает участие в механизме движений тела
- участвует в процессе дыхания, кровообращения и переработки пищи (мускулатура внутренних органов)

Для выполнения биохимических функций мышечная ткань потребляет большую часть энергии, используемой организмом в процессе жизнедеятельности.

Строение скелетной мышцы



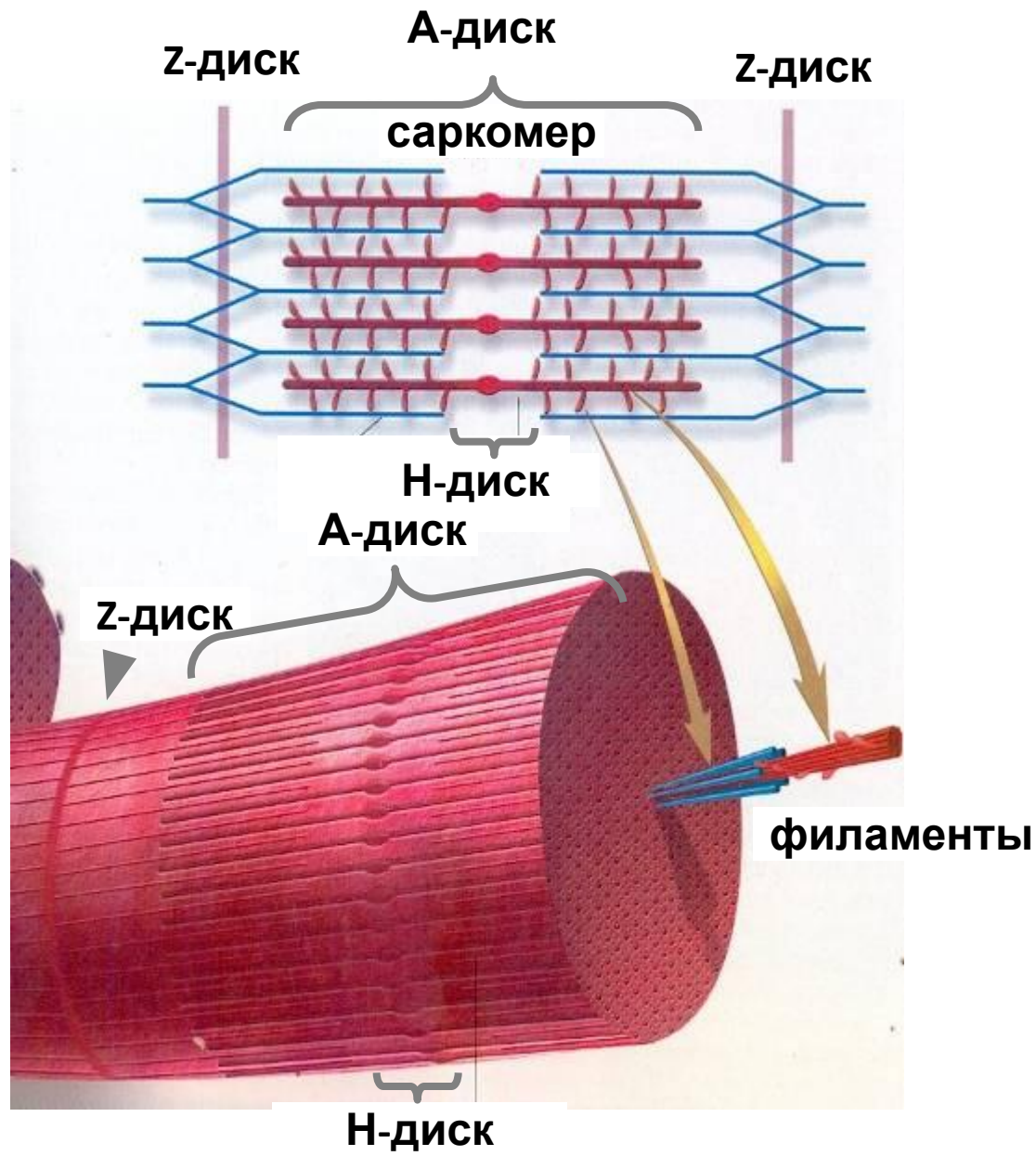
длина до **20** см
диаметр 0,1 мм

Микроструктура мышечного волокна

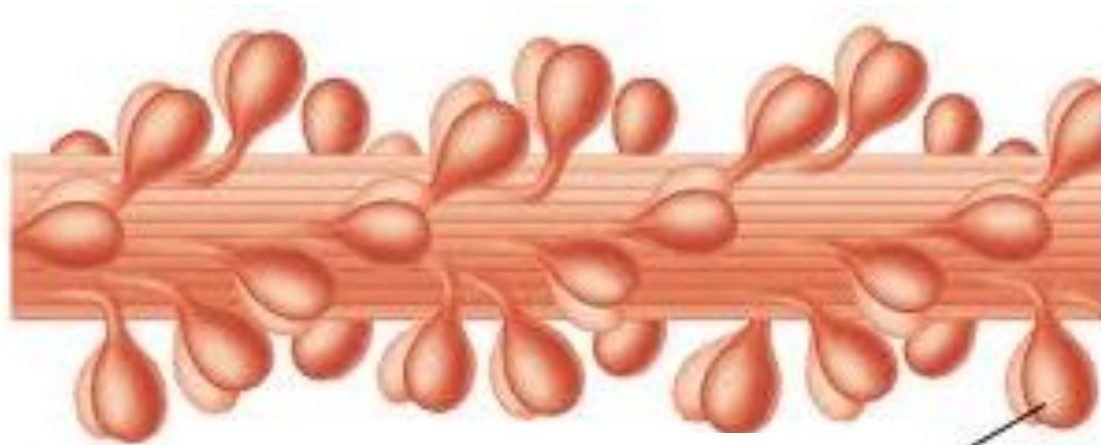


- электровозбудимая
- мембрана;
- обладает избирательной
- проницаемостью:
 - ✓ нервная система
 - ✓ рН

Строение миофибрилл



Строение толстого филамента



Приблизительно 400 молекул миозина объединяются в толстый филамент

Миозиновая головка



Актин связывающий центр

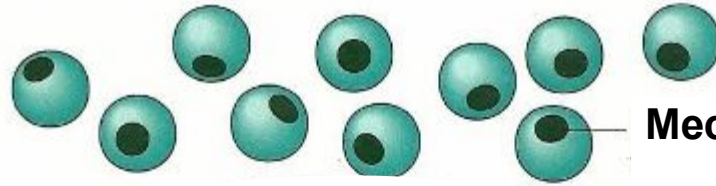
Миозин АТФазный центр



Голова
(глобулярная часть молекулы, 4 легкие полипептидные цепи)

Строение тонкого филамента

**Г-актин
(G-актин)**

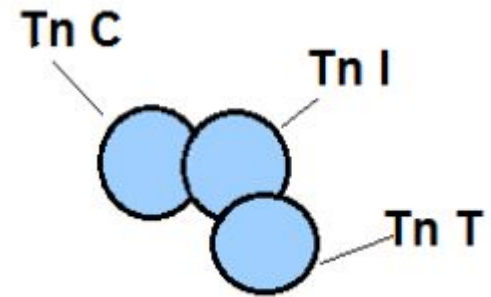


**Место для связывания
с МИОЗИНОМ**

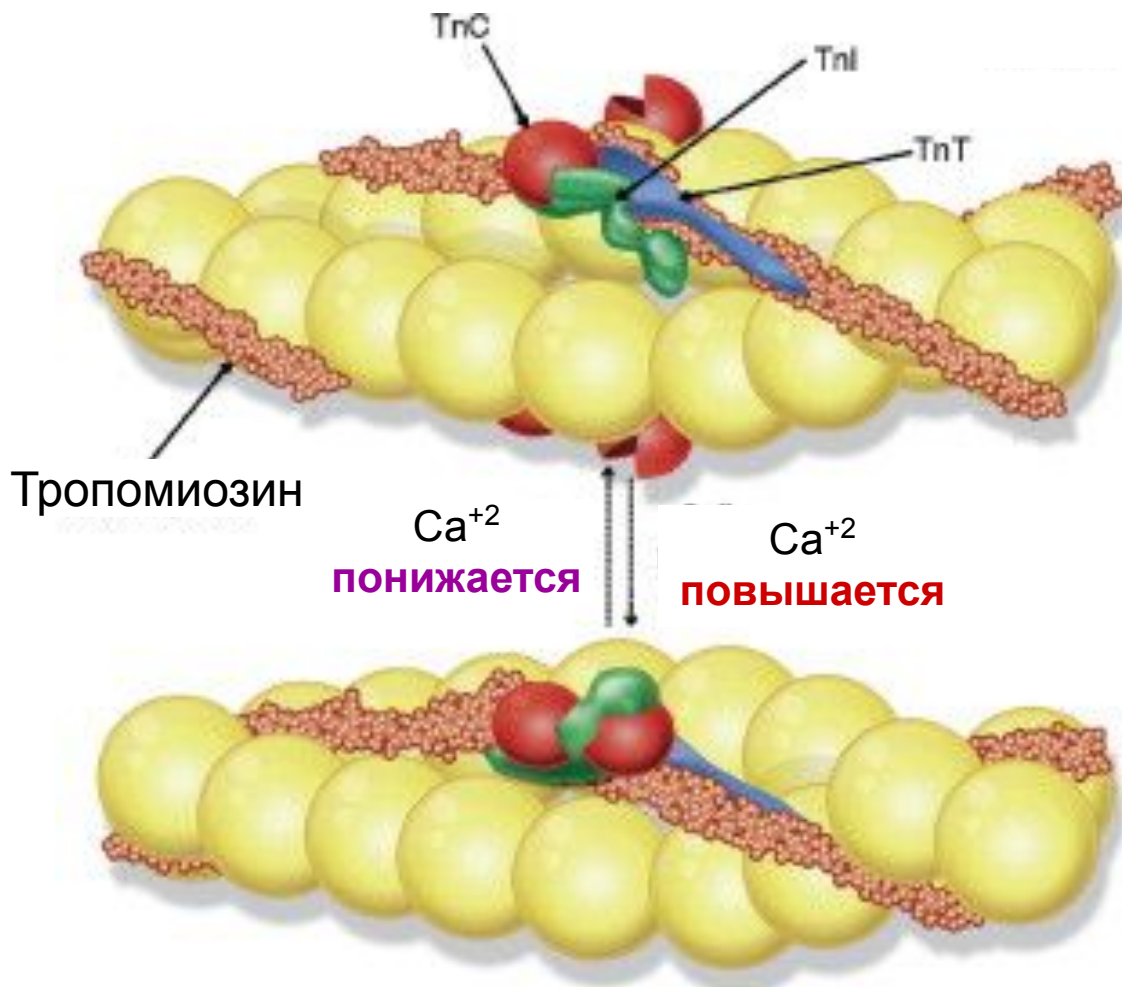
**Одна
молекула
тропомиозина
соединена с
7 молекулами
G-актина.**

ТРОПОНИН - регуляторный белок мышц.

Состоит из 3-х глобулярных субъединиц:



- 1) TnC связывает Ca^{2+}
- 2) TnI ингибирует АТФ-азную активность миозина
- 3) TnT обеспечивает связь с тропомиозином

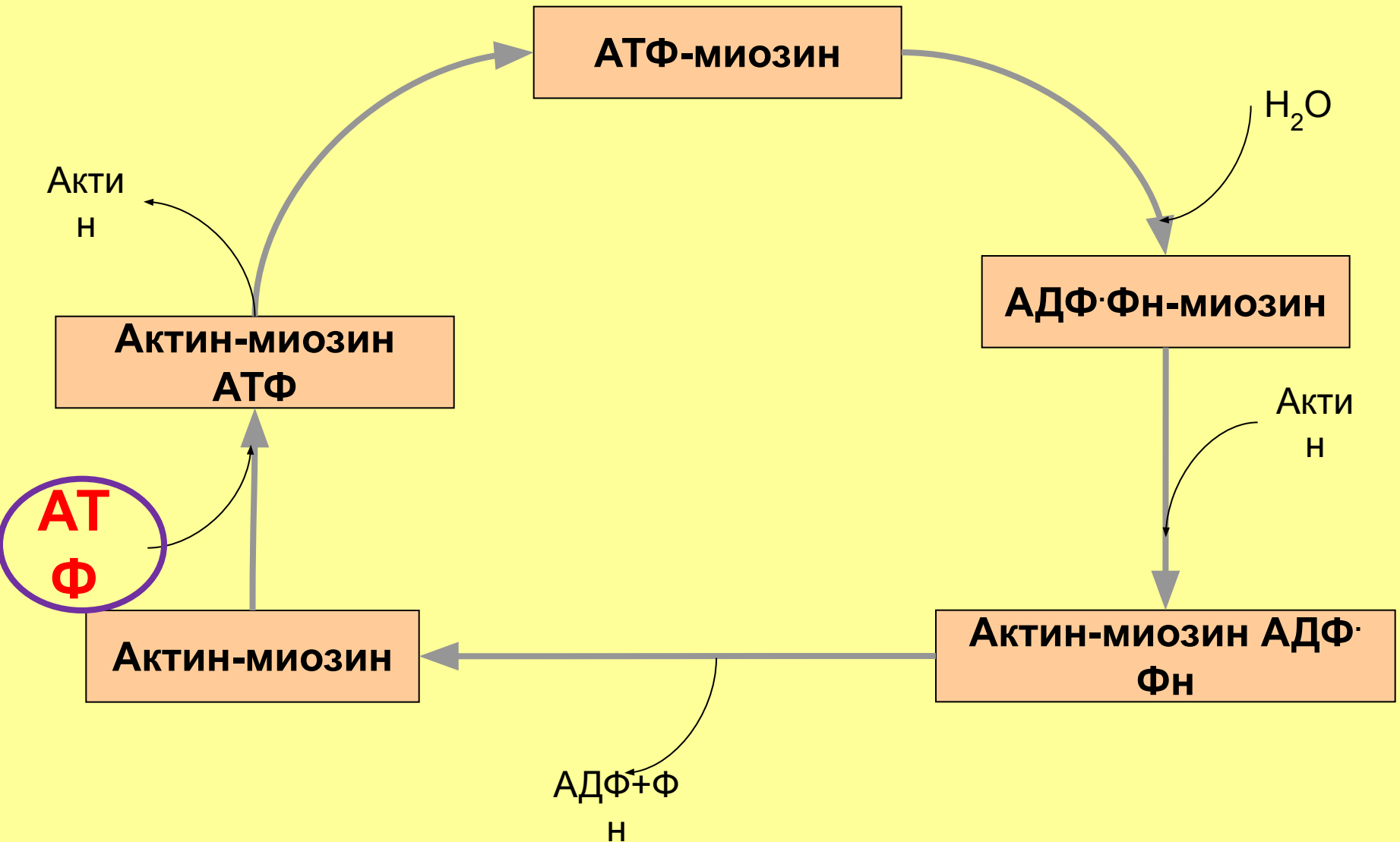


Тонкий
филамент

Модель мышечного сокращения

ВИДЕО

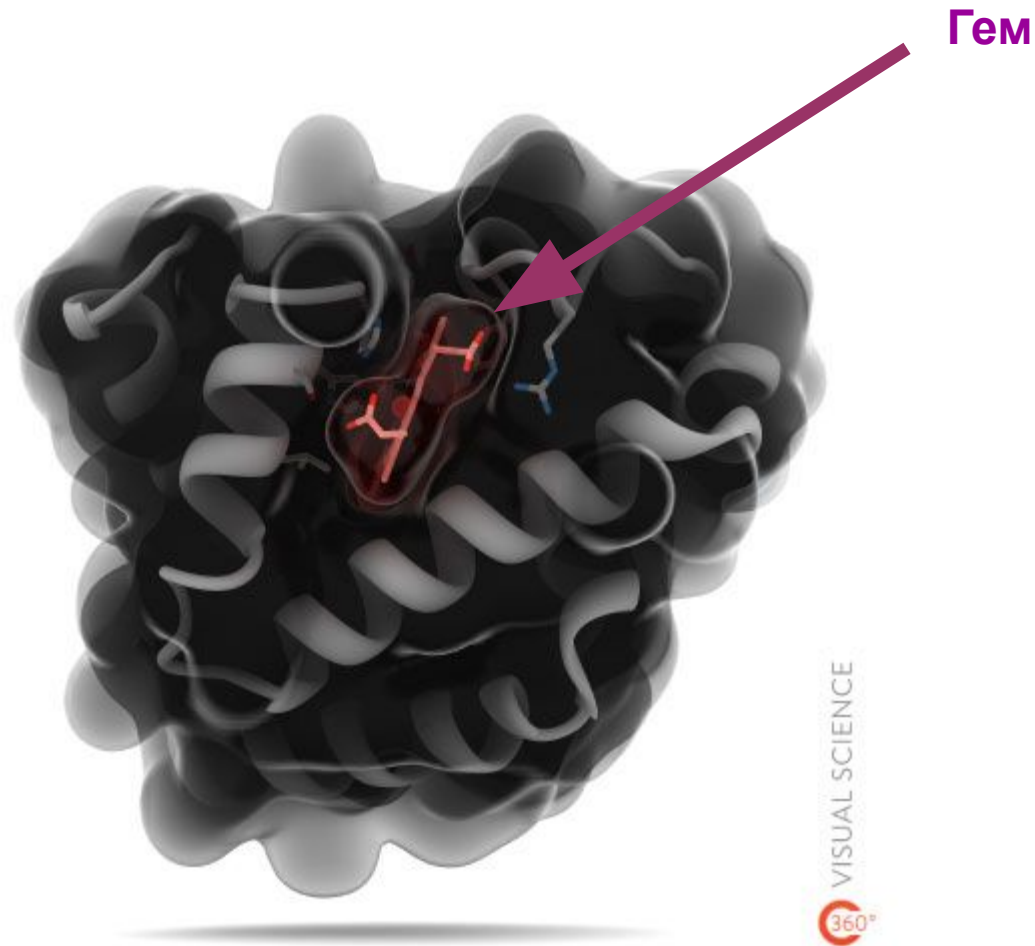
Биохимия мышечного сокращения



Источники АТФ в мышце

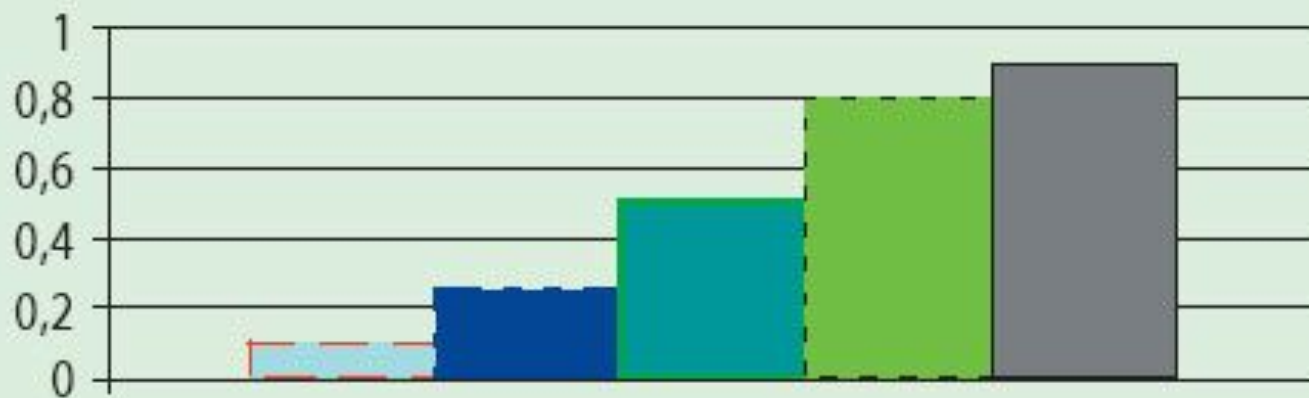


Миоглобин $\approx 1\%$ всех белков мышечной ткани



- **Миоглобин** – хранение кислорода в мышцах (1 атом Fe (II))
- **Гемоглобин** – транспорт кислорода в плазме крови (4 атома Fe (II))

Диаграмма. Содержание миоглобина в разных видах мяса



Миоглобин (%) M. long. Dorsi

Свинина

Говядина

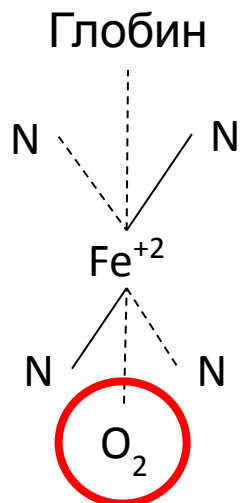
Рубец

Ягнятина

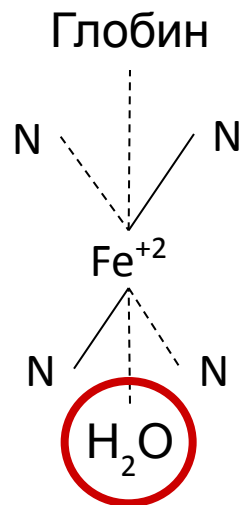
Конина



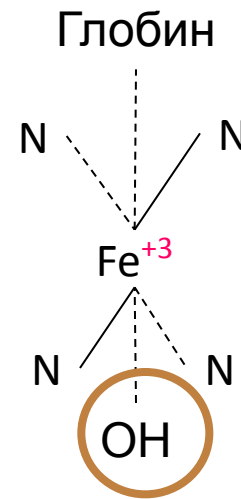
Формы миоглобина



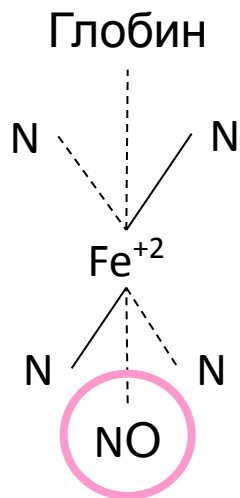
Оксиформа (MbO_2)



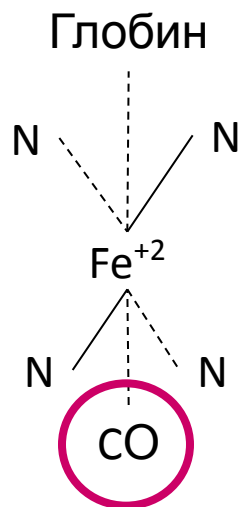
Восстановленная форма (Mb)



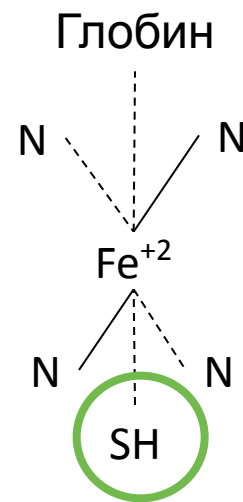
Окисленная форма (MetMb)



Нитрозомиоглобин (NO-Mb)

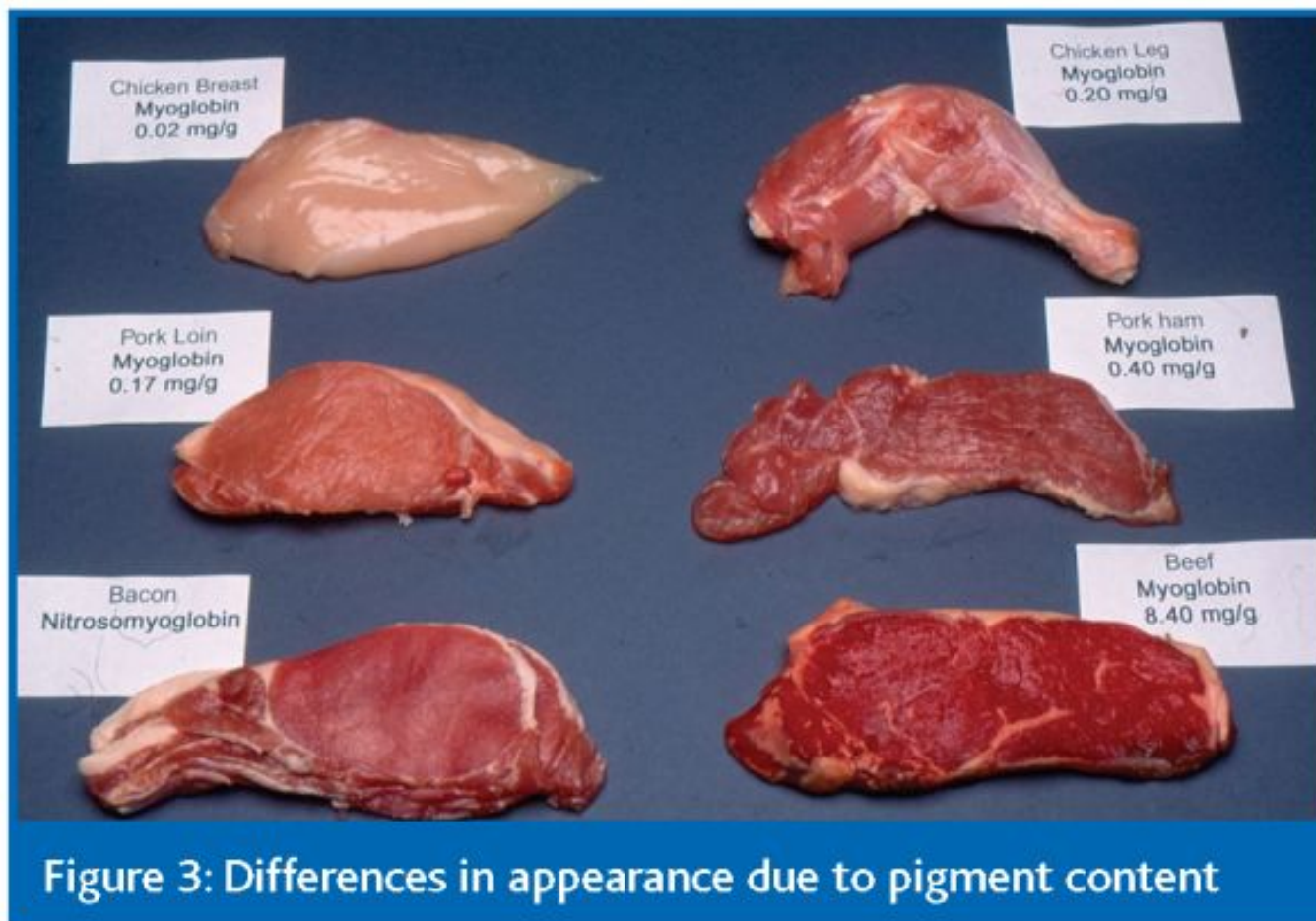


Карбоксимиоглобин (CO-Mb)

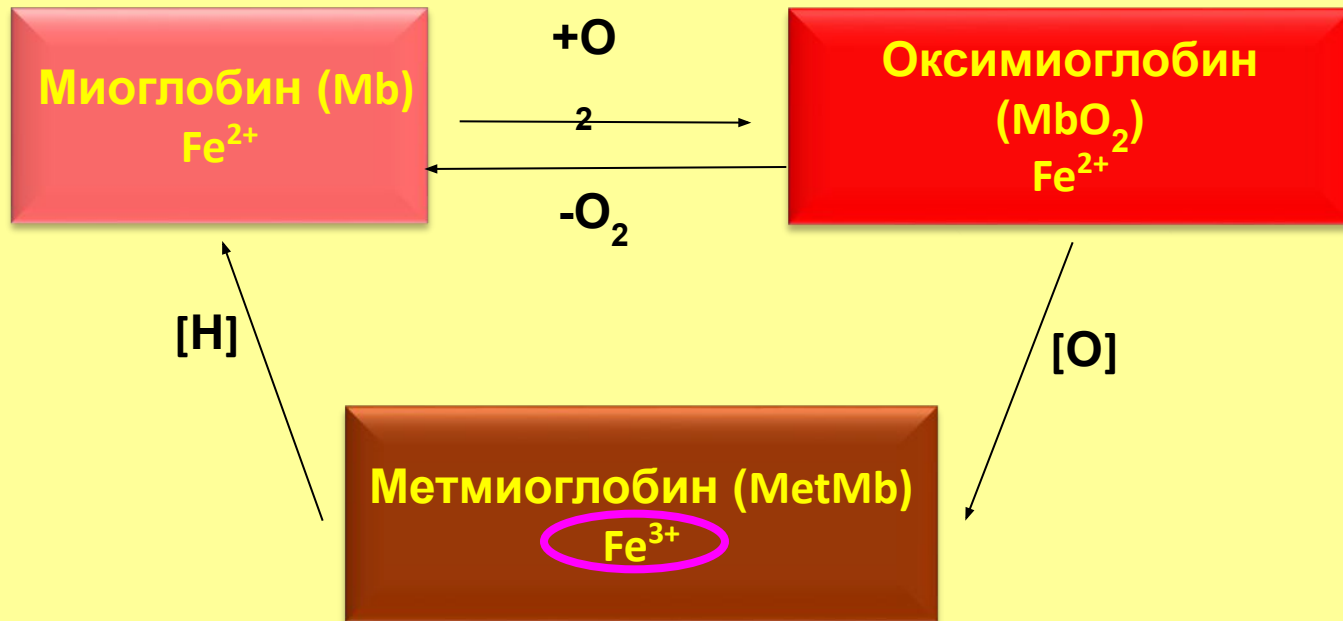


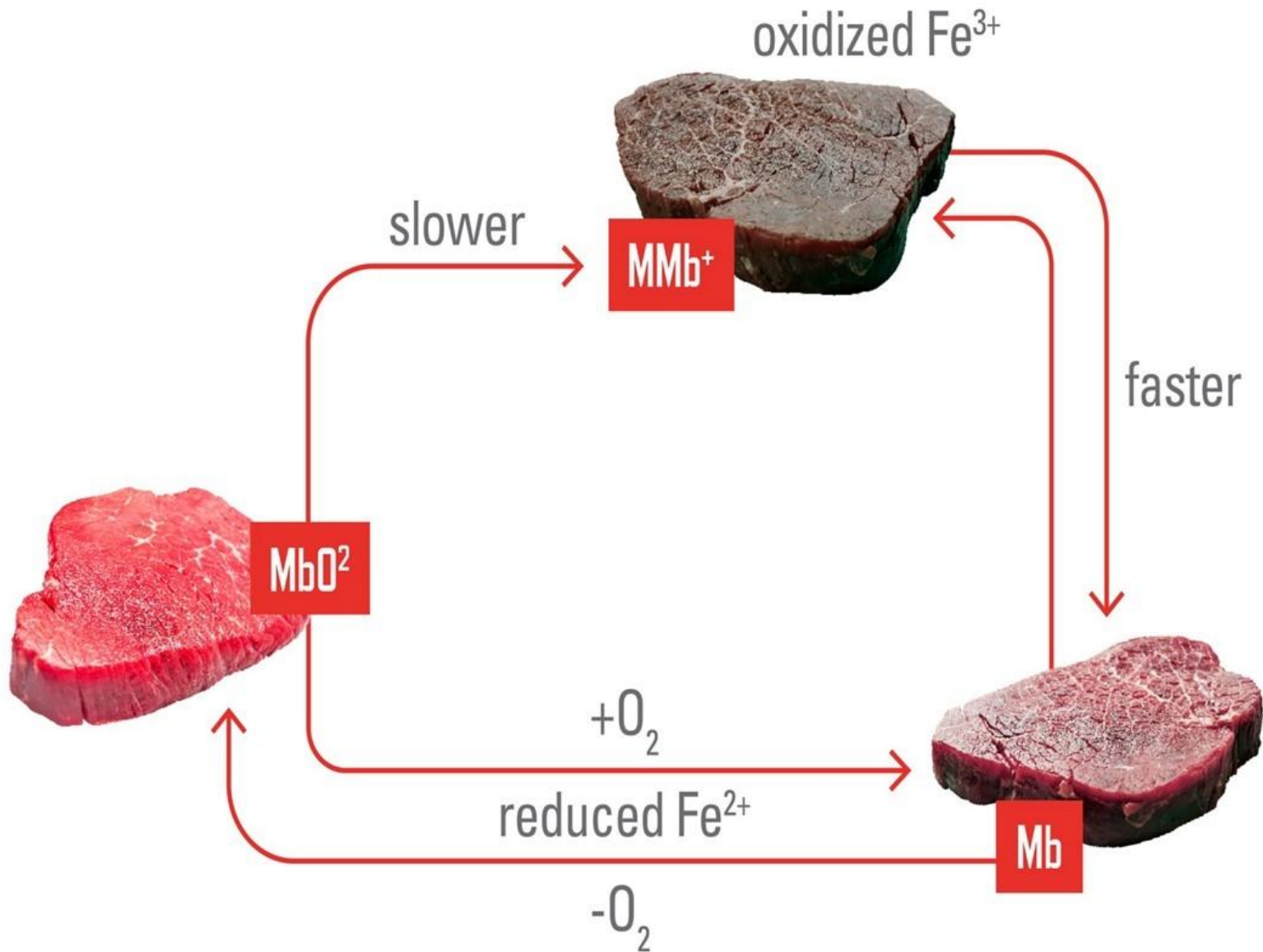
Сульфдомиоглобин (SH-Mb)

Чем больше миоглобина тем ярче цвет мяса



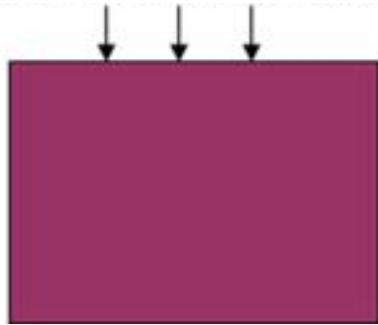
Взаимосвязь форм миоглобина



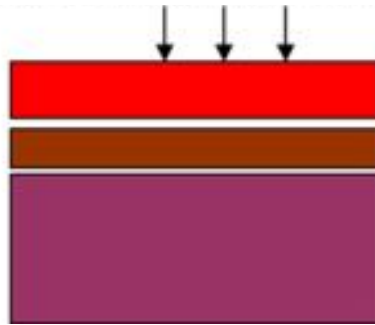


Почему мясо меняет свой цвет?

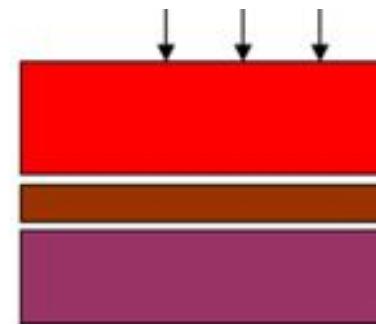
Без кислорода (в вакууме)



21% кислорода (на воздухе)



70% кислорода



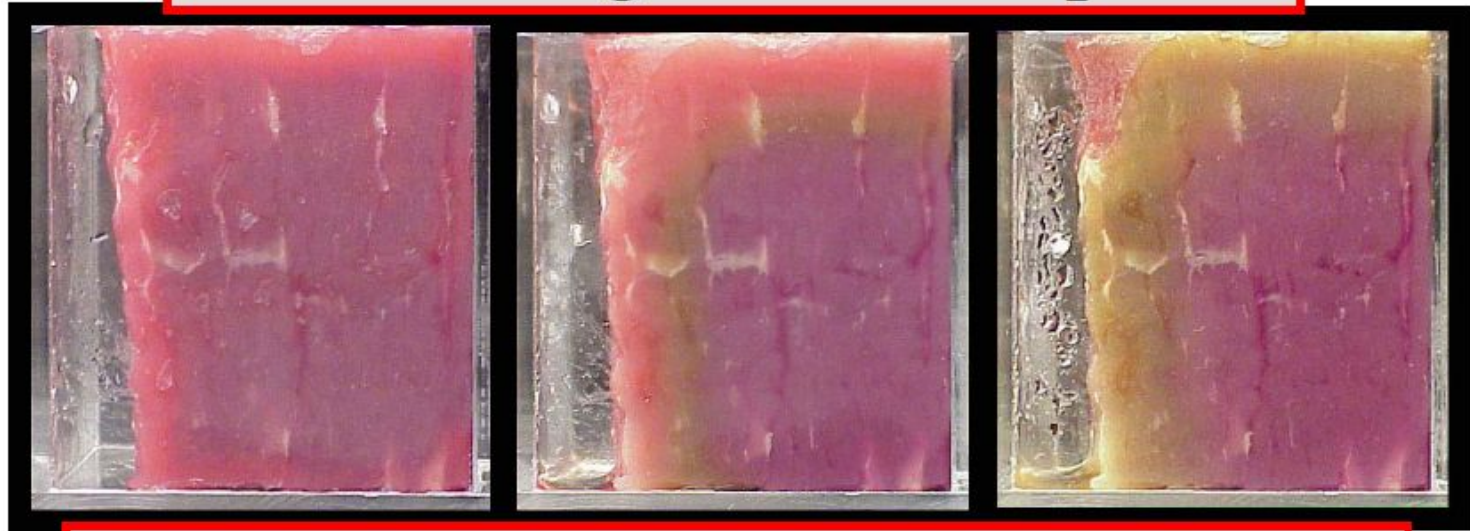
MbO₂

MetMb

Mb

Layering of Metmyoglobin in Meat

Beef Longissimus: 5d pm



3hr

7d

9d

Oxygen Exposure

Photo courteously of Dr Melvin Hunt, Kansas State University

Биохимические различия в составе и функциях светлых и темных мышечных волокон

Красные волокна

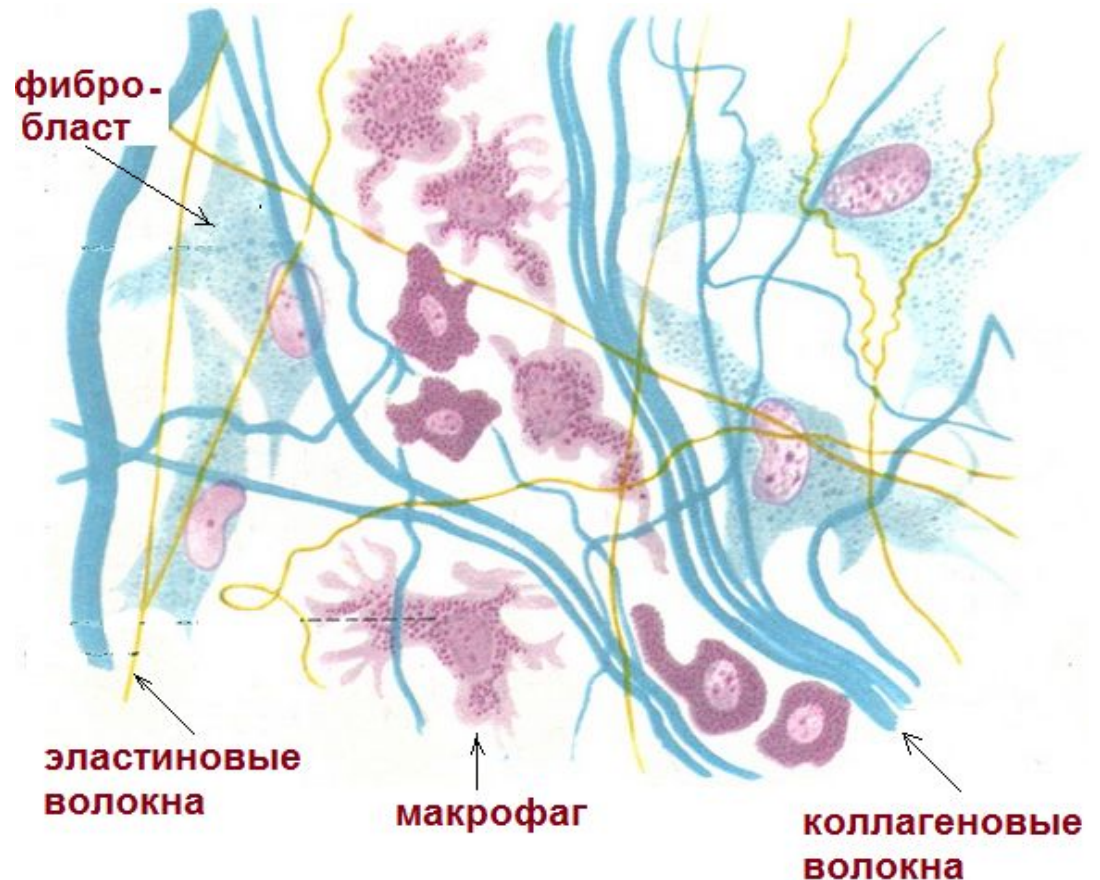
Белые волокна

ОСОБЕННОСТИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

1. Мало клеток.

2. Много межклеточного вещества.

3. Наличие волокнистых структур.

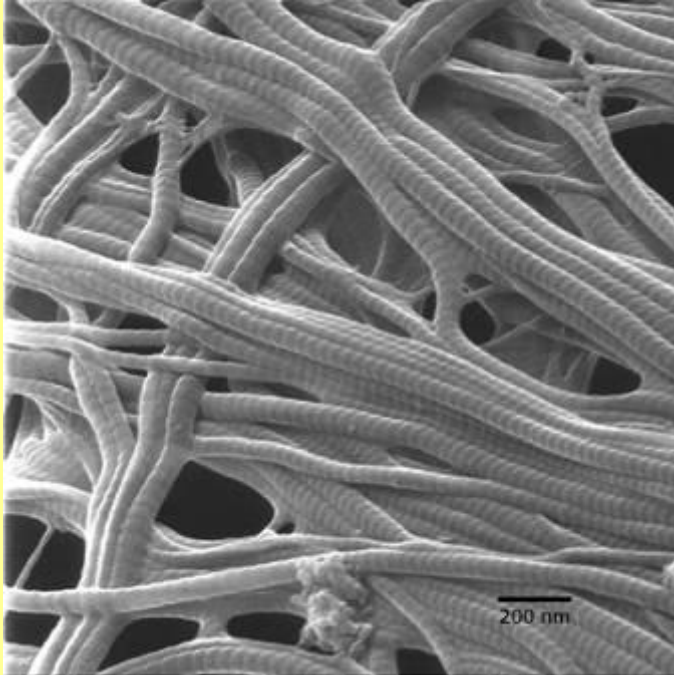


Соединительная ткань

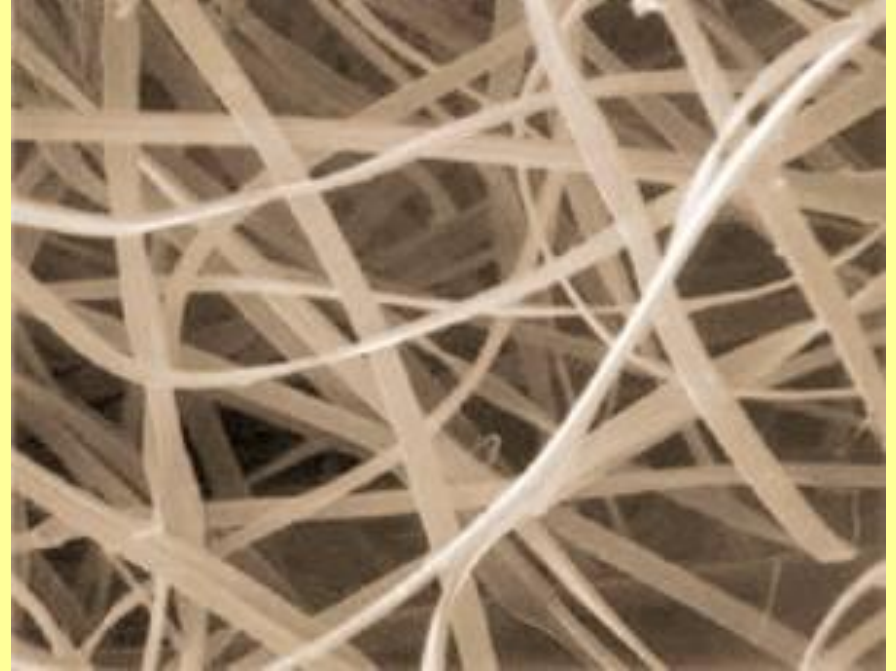
- образует каркас органов и тканей
- является универсальным "биологическим" клеем
- участвует в регуляции водно-солевого обмена
- клетками соединительной ткани синтезируются более 100 БАВ, которые регулируют обмен веществ, иммунные и аллергические реакции, клеточное деление...

Химический состав соединительной ткани

- **Вода (63%)**
- **Плотные вещества (37%), из них:**
 - **Коллаген (85%)**
 - **Эластин (4,4%)**
 - **Ретикулин (0,5%)**
 - **Альбумины и глобулины (0,6%)**
 - **Гликозоаминогликаны (3,5%)**
 - **Липиды (2,8%)**
 - **Другие органические вещества (3,2%)**
 - **Неорганические вещества (0,5%)**

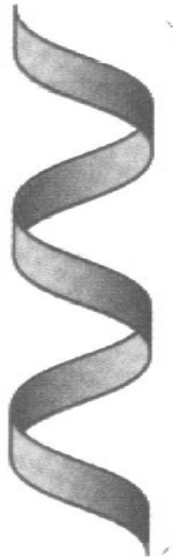


Коллаген



Эластин

Коллаген



Одна из левосторонних спиралей, входящих в правостороннюю тройную спираль тропоколлагена



Часть молекулы тропоколлагена

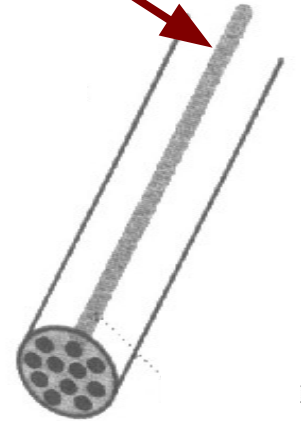


Часть коллагеновой фибриллы

← Поперечные шивки (лизиновые)

← Молекула тропоколлагена

Коллагеновая фибрилла



Строение сухожилия

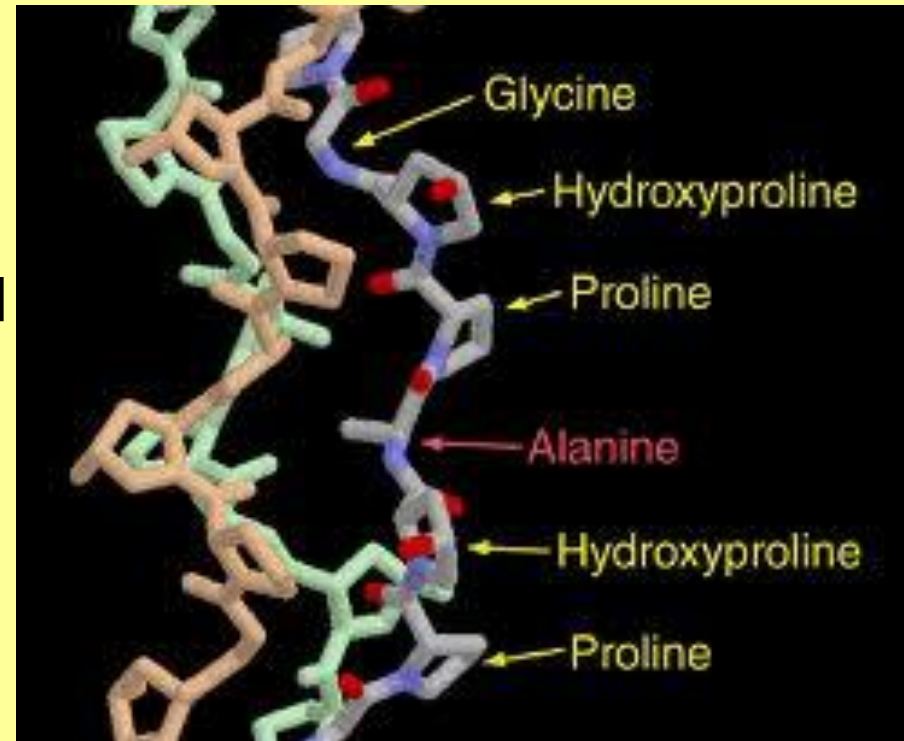
Аминокислотный состав коллагенов

- 33% всех аминокислот составляет

глицин

- 10% пролин
- 10% гидроксипролин
- 10% аланин
- 1% гидроксизин

(Гли-Х-У)_n

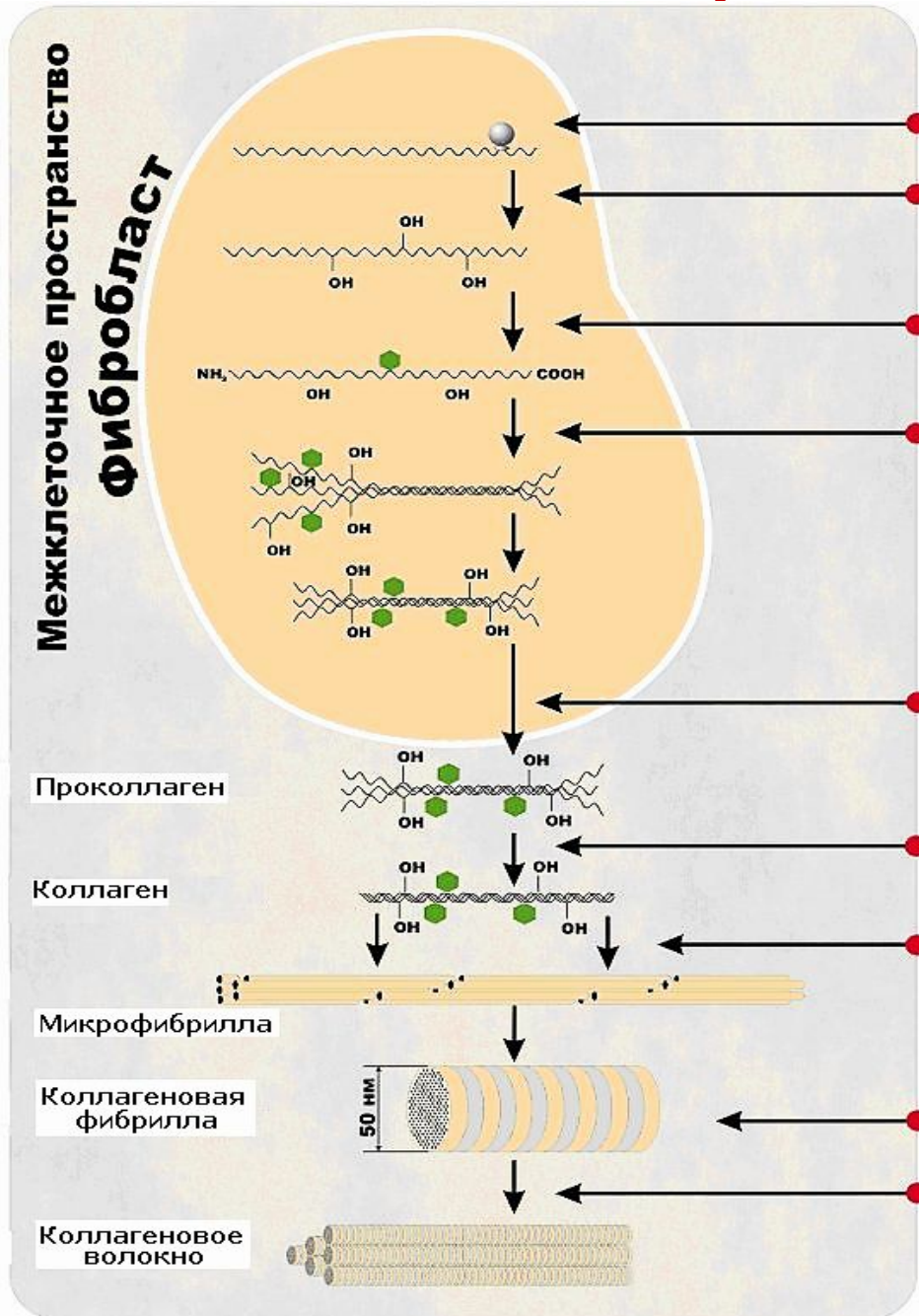


◆ **Глицин** обеспечивает плотность укладки трех полипептидных цепей т.к. глицин не имеет радикала и находится внутри тройной спирали.

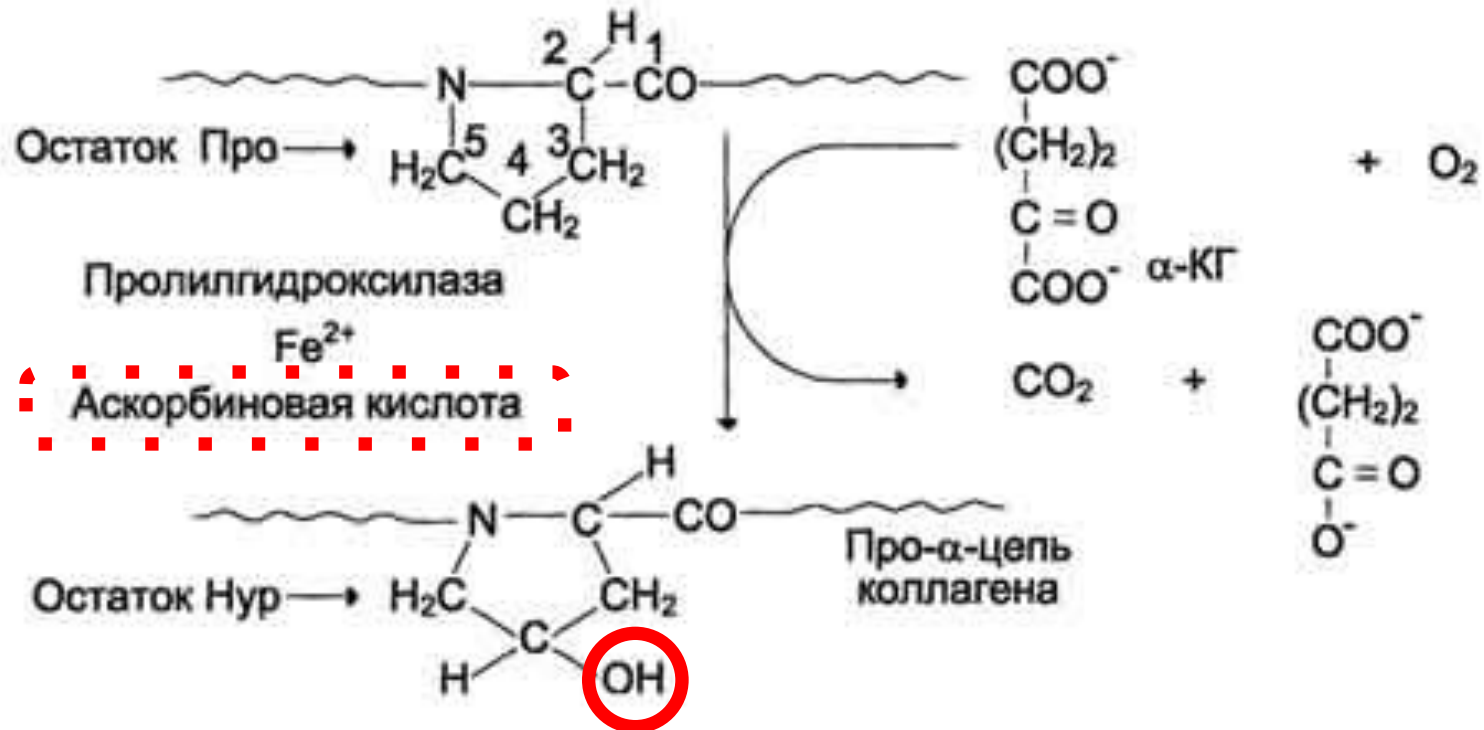
◆ Изгибы полипептидной цепи вызывает аминокислотный остаток **пролина**.

Этапы синтеза и созревания коллагена

Этапы синтеза и созревания коллагена



Роль витамина С в синтезе коллагенов



Коллаген, синтезированный при дефиците витамина С, недогидроксилирован и имеет пониженную температуру плавления, не может образовывать нормальные по структуре волокна, что приводит к поражению кожи и ломкости сосудов

Нарушение синтеза коллагенов





Физико-химические свойства коллагена

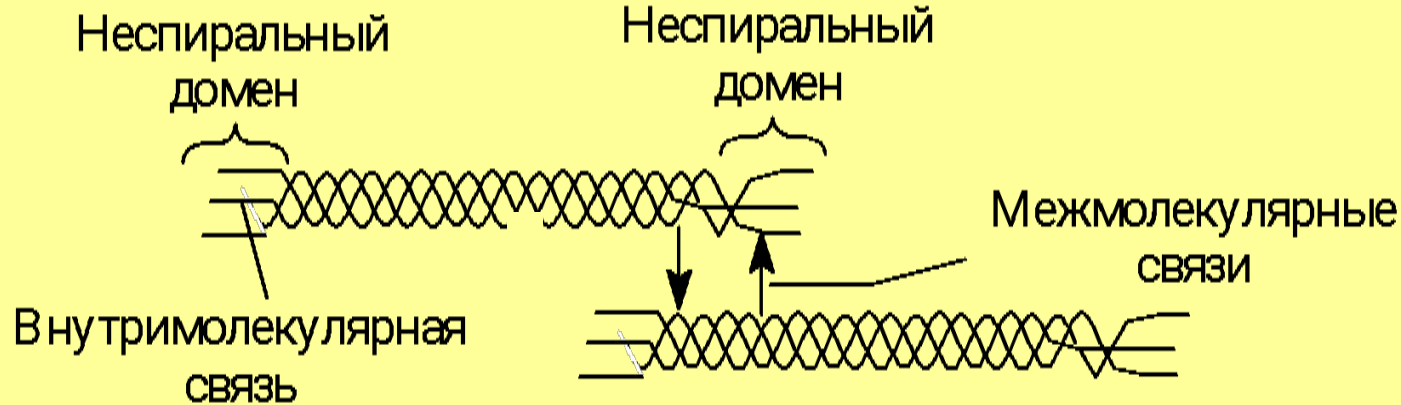
1. Высокая гидратационная способность

- **ОН**-группа связывает 2-3 молекулы воды
- **СООН** – 3-4
- **СО** – 2
- **NH₂** – 1
- **NH** – 2

2. При смещении **pH** от изоэлектрической точки набухаемость коллагена резко увеличивается

3. Подвержен тепловой денатурации

Тепловая денатурация коллагена



Нагревание



Переход коллагена в желатин:

- 1) плавление полипептидных спиралей
- 2) разрыв межцепочных связей
- 3) гидролиз пептидных связей

Тример

Димер

Мономер

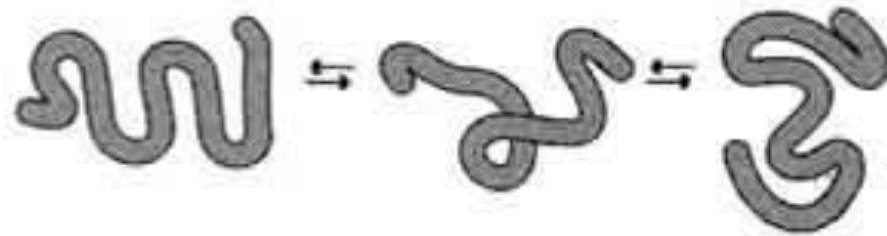
α -спирали превращаются в хаотические клубки, но ковалентные поперечные связи не разрываются

Старение коллагена

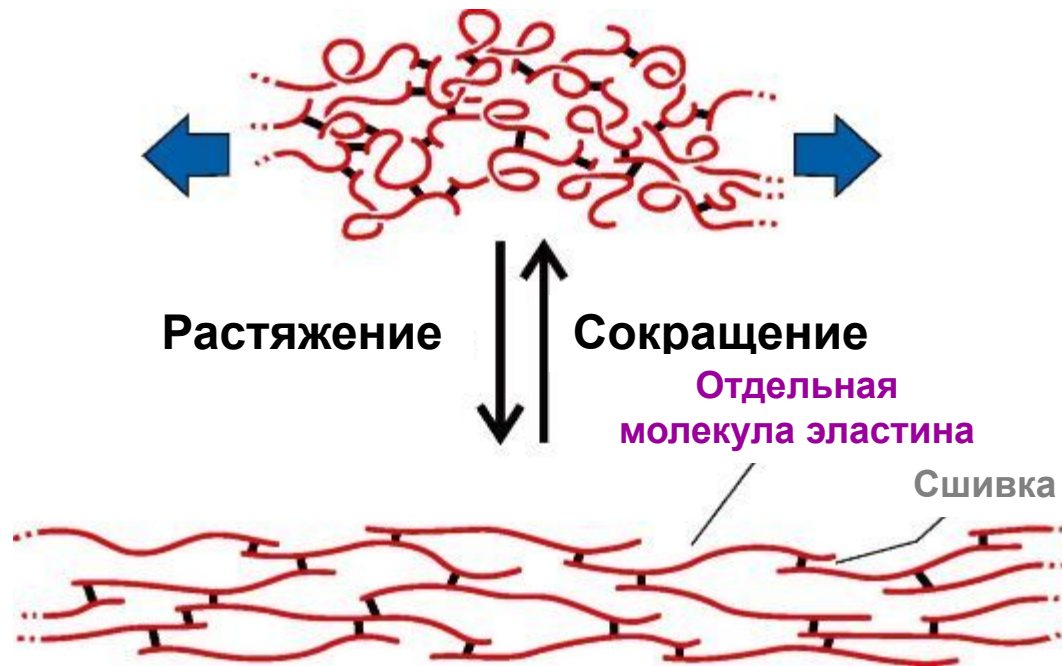
- Увеличивается число и прочность внутри- и межмолекулярных поперечных связей.
- Снижение эластичности и способности к набуханию.
- Развитие резистентности к коллагеназе, повышение структурной стабильности коллагеновых волокон.

Эластин

1. Химически устойчив.
2. переваривается **незначительно** в организме человека только **эластазой**.
3. Отсутствует третичная структура.

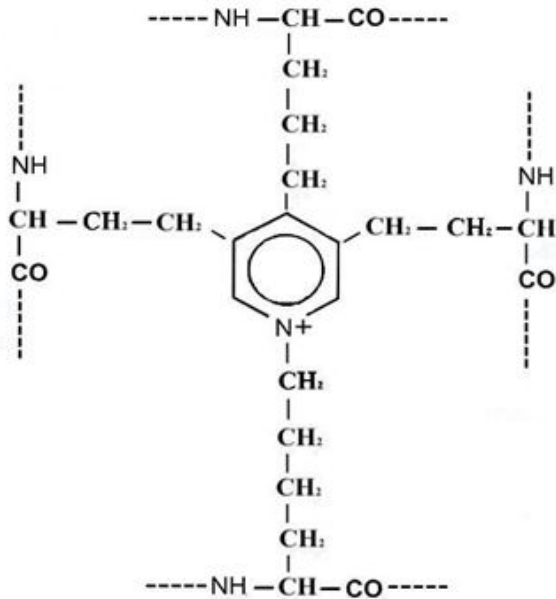


4. Обратимо меняется длина молекулы.



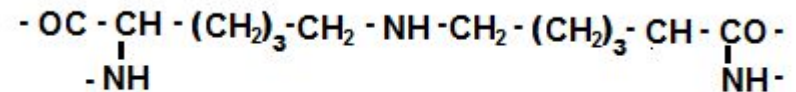
Молекулы эластина связаны ковалентными сшивками в обширную сеть

СТРУКТУРЫ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОВАЛЕНТНЫХ СШИВОК МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ ЭЛАСТИНА



ДЕСМОЗИН

образован 4 остатками лизина



ЛИЗИННОРЛЕЙЦИН

образован 2 остатками лизина

Наличие ковалентных сшивок позволяет эластину
растягиваться в двух направлениях,
придавая тканям свойство эластичности

Функция эластина

Обеспечивает упругость и растяжимость, способствуя возврату органа в изначальное состояние (защемление кожи, вдох-выдох, опустошение мочевого пузыря и т.п.).

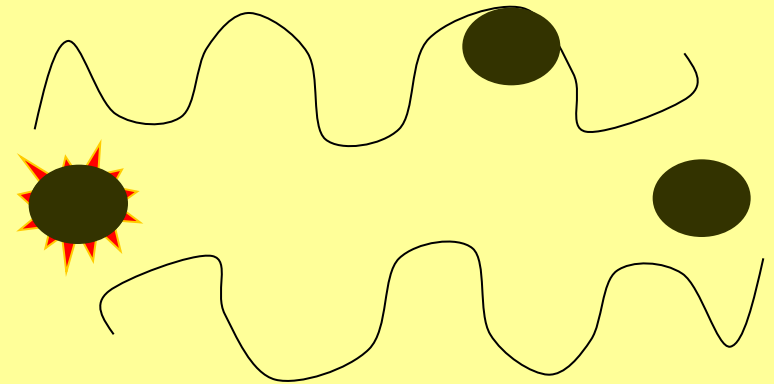
Отличительные признаки коллагена и эластина

Коллаген	Эластин
Несколько генетических типов	Один генетический тип
Тройная спираль	Не образует тройной спирали
(Гли-Х-У) _n повторы в структуре	Нет повторов (Гли-Х-У)
Имеется гидроксипролин	Нет гидроксипролина
Гликозилирование по гидроксизину	Нет гидроксизина и соответствующего гликозилирования
Внутримолекулярные альдольные поперечные связи	Поперечные связи в форме десмозина
Во время синтеза образуются дополнительные пептиды	Дополнительных пептидов не образуется
Расщепляется коллагеназой	Расщепляется эластазой

Гидроксипролиновый показатель

$$\text{КБП} = \frac{c(\text{триптофан})}{c(\text{гидроксипролин})}$$

- говядина – 6,4
- свинина – 7,2
- баранина – 5,2
- куриное мясо – 6,7



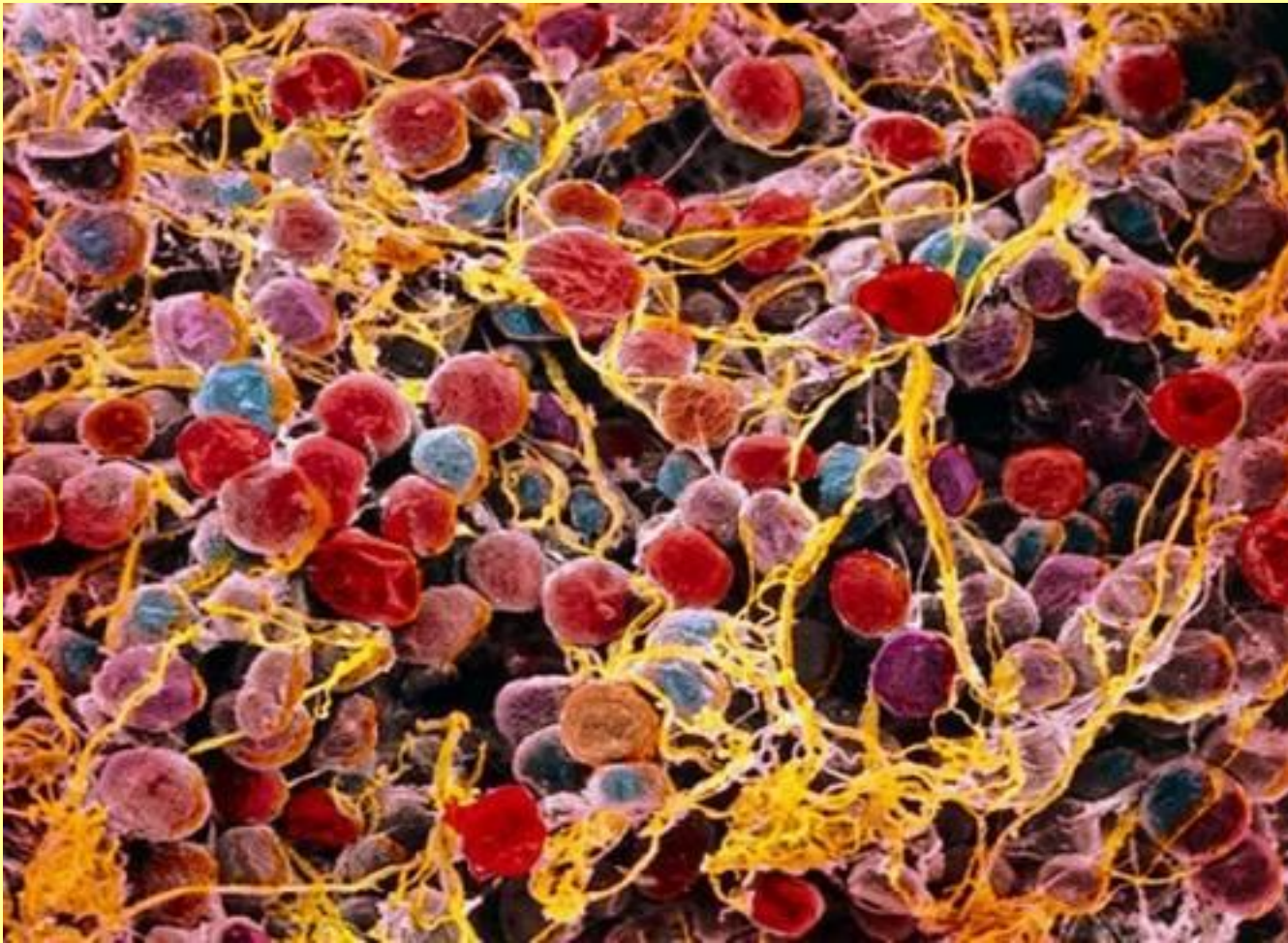
Теория адекватного питания академика А.М. Уголева

- 1. Пища усваивается как поглощающим её организмом, так и населяющими её бактериями.**
- 2. Приток нутриентов в организме обеспечивается за счет извлечения их из пищи и в результате деятельности бактерий синтезирующих дополнительные питательные вещества.**
- 3. Нормальное питание обуславливается не одним, а несколькими потоками питательных и регуляторных веществ.**
- 4. Физиологически важными компонентами пищи являются балластные вещества – пищевые волокна (ПВ).**

Функции пищевых волокон

неперевариваемые полисахариды
(целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин)
коллаген, эластин

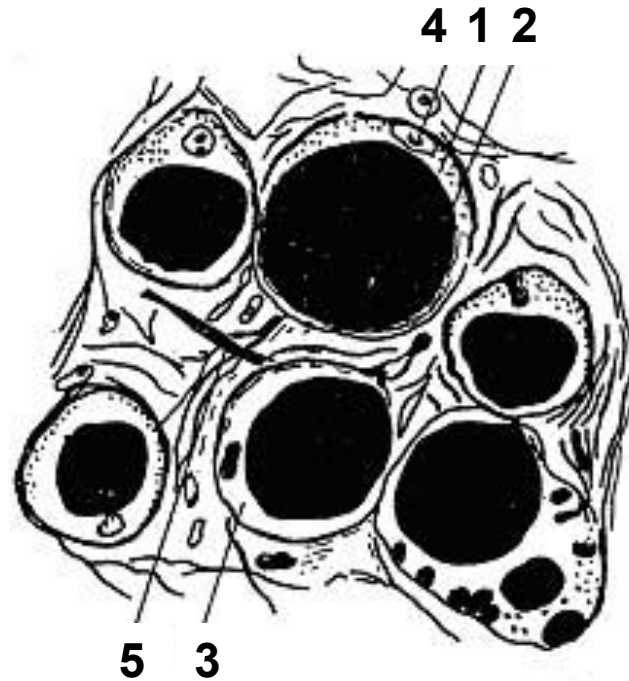
1. Стимуляция кишечной перистальтики.
2. Адсорбция токсических продуктов.
3. Неполное переваривание радиации, канцерогенов.
4. Интенсификация обмена желчных кислот, что регулирует уровень холестерина.
5. Снижение доступности макронутриентов, жиров и углеводов действию ферментов, что предотвращает их резкое увеличение и содержание в крови.
6. Является питательным субстратом для кишечной микрофлоры.



Жировая ткань: красные и коричневые — жировые клетки адипоциты, оранжевым обозначены соединительнотканые тяжи, поддерживающие адипоциты.

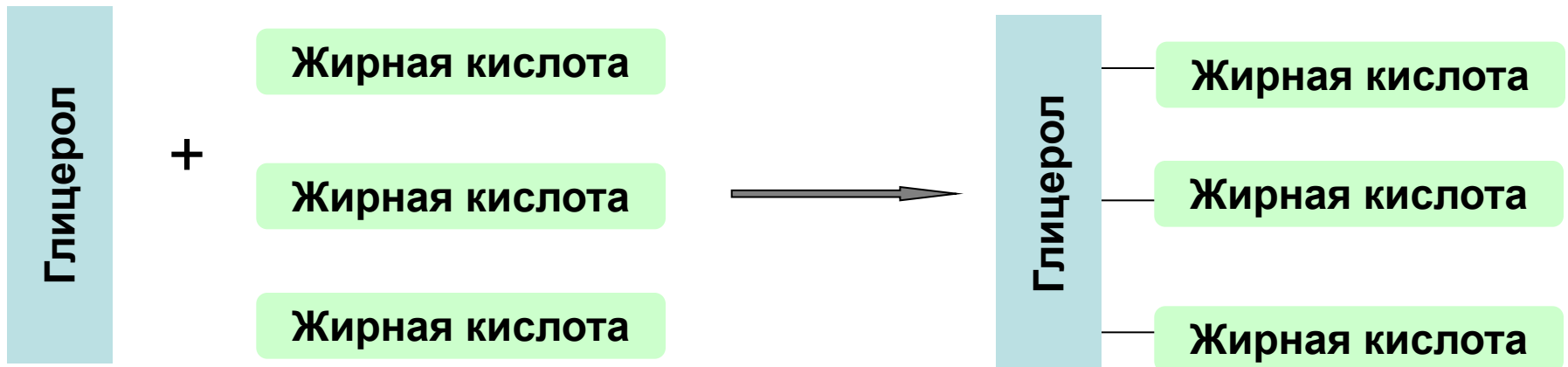
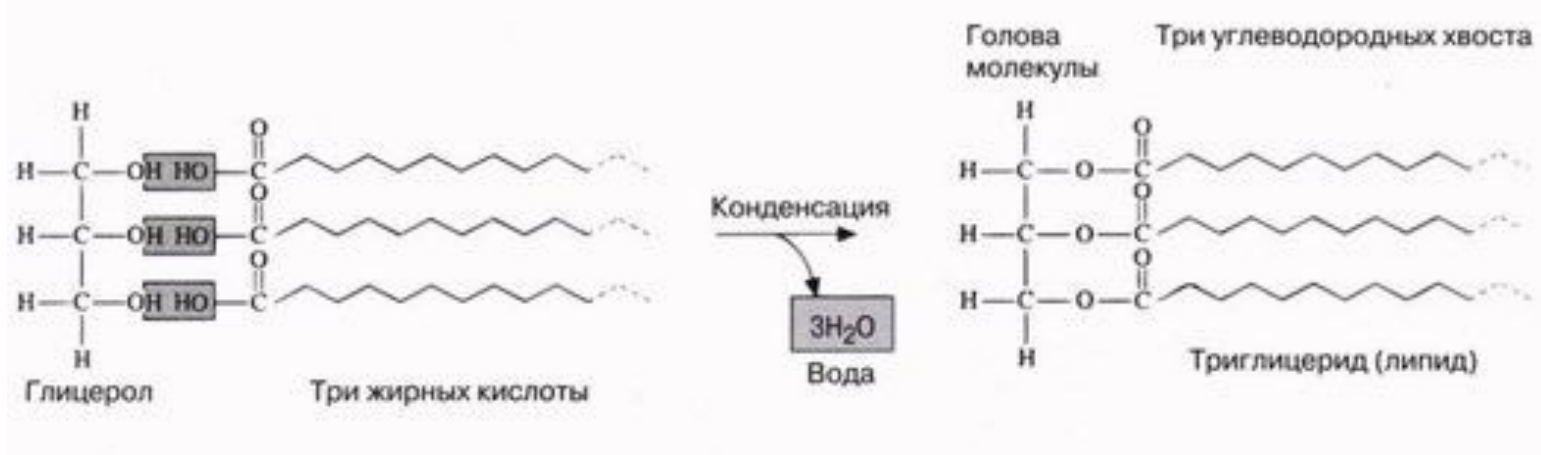
(Фото [Prof. P. Motta / Dept. of Anatomy / University "La Sapienza", Rome.](#))

Жировая ткань



1. Жировая клетка.
2. Жировая капля.
3. Протоплазма.
4. Ядро.
5. Волоконца межклеточного вещества.

В химическом отношении все животные жиры представляют собой триглицериды высших жирных кислот

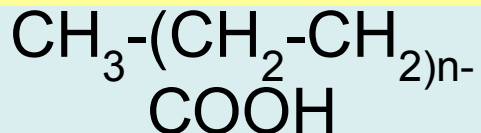


НО! Агерегатное состояние разное! Почему???

Жир твердый

Бараний
Говяжий

преобладают остатки
насыщенных кислот



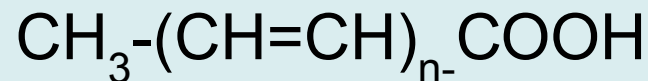
**Жир
полужидкий**

Свиной
Куриный

Жир жидкий

Рыбий жир
Подсолнечное

преобладают остатки
ненасыщенных кислот



Жирно-кислотный состав жиров наземных животных, % по массе

Жир	Насыщенные кислоты			Ненасыщенные кислоты		
	миристиновая	пальмитиновая	стеариновая	9-гексадеценовая	олеиновая	линолевая
Говяжий	3-3,3	24-29	21-24	2,1-2,7	41-42	2-5
Бараний	2,2-3	23-30	20-31	12-13	35-41	3-4
Свиной	0,8-0,9	27-30	13-18	1,7-1,9	37-44	8-9
Конский	3,3-5	24-31	4-10	14-15	35-40	5-8
Птичий	0,8-1,7	20-26	4-9	3-9	33-46	10-22
Молочный	8-17	24-29	9-13	4	19-34	2

Свойства животных жиров (при 20⁰С)

Жир	t пл.	t заст.	Число омыления	Кислотное число	Йодное число
Говяжий	42-52	34-38	193-200	1,1-2,2	32-47
Бараний	44-55	39-45	191-200	1,2-2,2	31-46
Свиной	22-48	22-32	193-203	1,1-2,2	45-66
Конский	29-43	22-37	193-200	1,1-2,2	71-86
Куриный	32-34	30	139-195	1,0	63-67

Вещества, сопутствующие триглицеридам в жирах (4%)

Фосфолипиды

Стерины

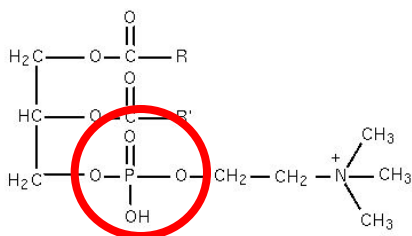
Витамины

Пигменты

Ароматообразующие
вещества

Фосфолипиды жировой ткани

Лецитин

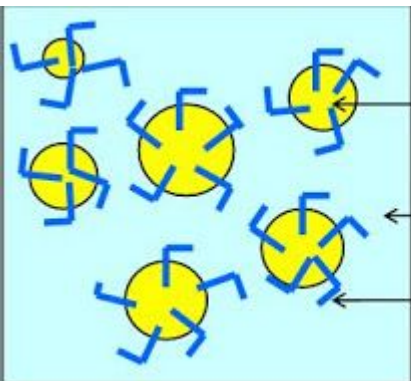


- нужен для нормального функционирования нервной системы;
- служит одним из основных материалов печени;
- строительный материал для обновления поврежденных клеток;
- основное транспортное средство для доставки питательных веществ, витаминов и лекарств к клеткам;
- мощный **антиоксидант**, предупреждает образование высокотоксичных свободных радикалов в организме;

Биологический эмульгатор

выступает стабилизатором эмульсий типа «масло в воде» и «вода в масле». Его действие проявляется:

- в контроле вязкости,
- в облегчении смачивания,
- в улучшении дисперсии жиров,
- во взаимодействии с основными пищевыми компонентами,
- в синергистическом эффекте при сочетании с другими эмульгаторами,
- в улучшении реологических свойств.



Глобула жира

Вода

Эмульгатор
(ЛЕЦИТИН)

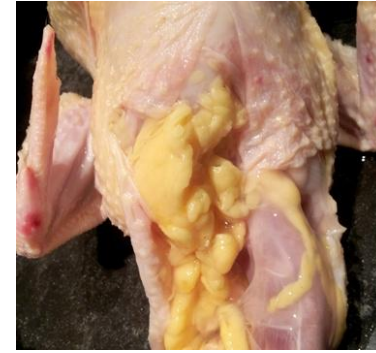
Пигменты



Свиной жир



Говяжий жир



Птичий жир

Пигменты

Экзогенные

- ксантофиллы (лютеин, ксантофилл, криптоксантин)
- каротина (α -, β -, γ -каротин)

Эндогенные

- билирубин, биливердин

при хранении жира окраска не исчезает

Жирорастворимые витамины

А, Е

**препятствуют окислению и прогорканию
жира (природные антиоксиданты)**

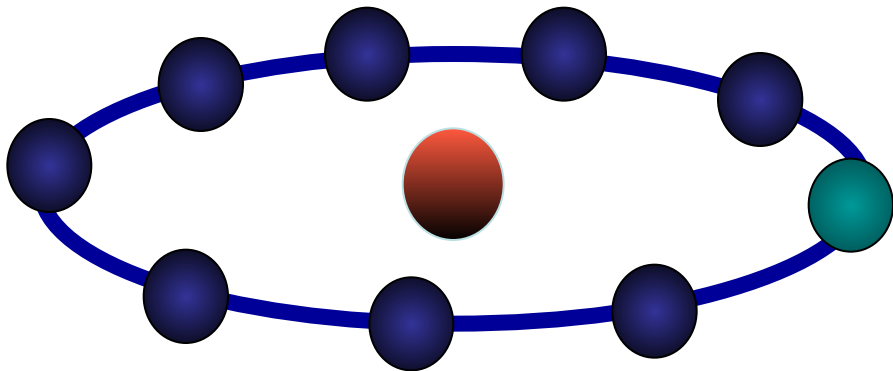
D, K, F

**находятся в жировой ткани в небольшом
количестве**

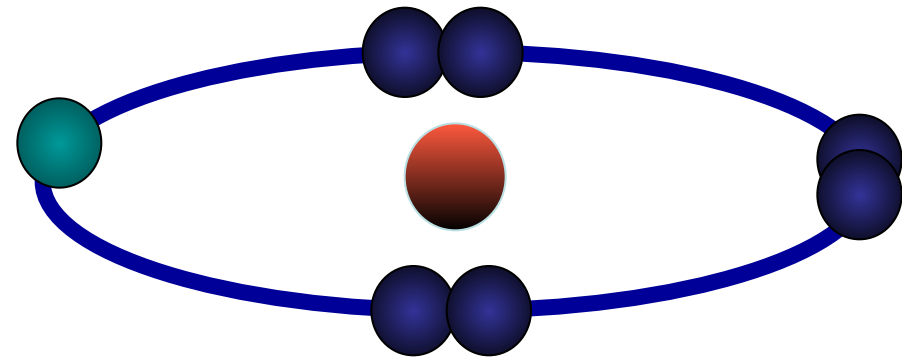
Механизм действия антиоксидантов

Витамины Е, С и β -каротин, обеспечивают антиоксидантную защиту организма. Витамин С действует внутри клетки, витамин Е защищает мембрану, а β -каротин работает в областях с кислородным голоданием (капилляры мышечных тканей).

Антиоксидант



Свободный радикал



Другого способа защиты от свободных радикалов кроме антиоксидантов нет

Ароматообразующие вещества

Низкомолекулярные (летучие) жирные кислоты:

- Масляная
- Капроновая
- Каприловая
- Лауриновая и др.,

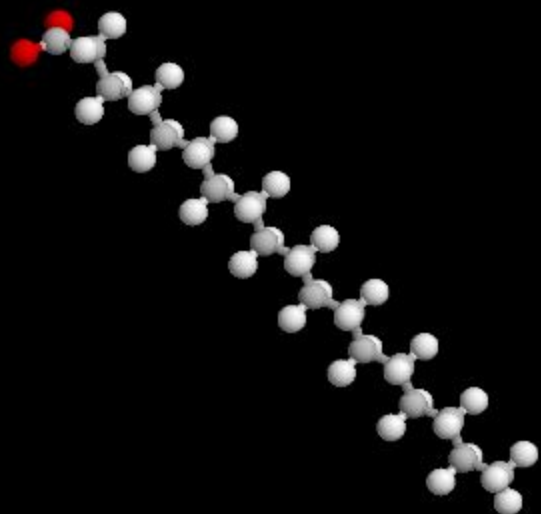
Насыщенные жирные кислоты

- При окислении дают энергию организмам **ЖИВОТНЫХ**
- Используются для синтеза холестерина
- Масляная кислота участвует в генетической регуляции
- Каприновая кислота является предшественником монокаприна – соединения с антивирусной активностью

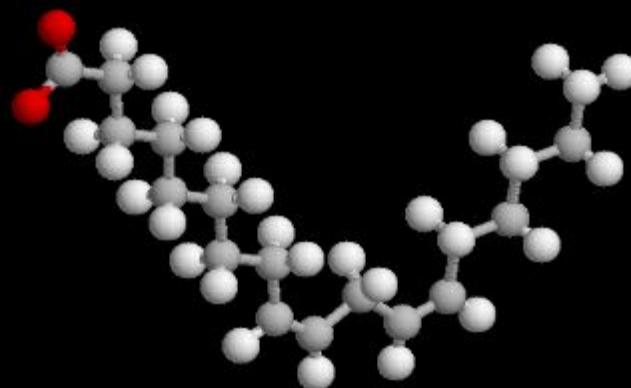
Функции ненасыщенных жирных кислот

- **Не являются источником энергии!!!**
- Входят в структуру всех биологических мембран.
- Являются предшественниками большой группы биологически активных веществ, которые относятся к тканевым гормонам, - **эйкозаноиды**.

Жирные кислоты

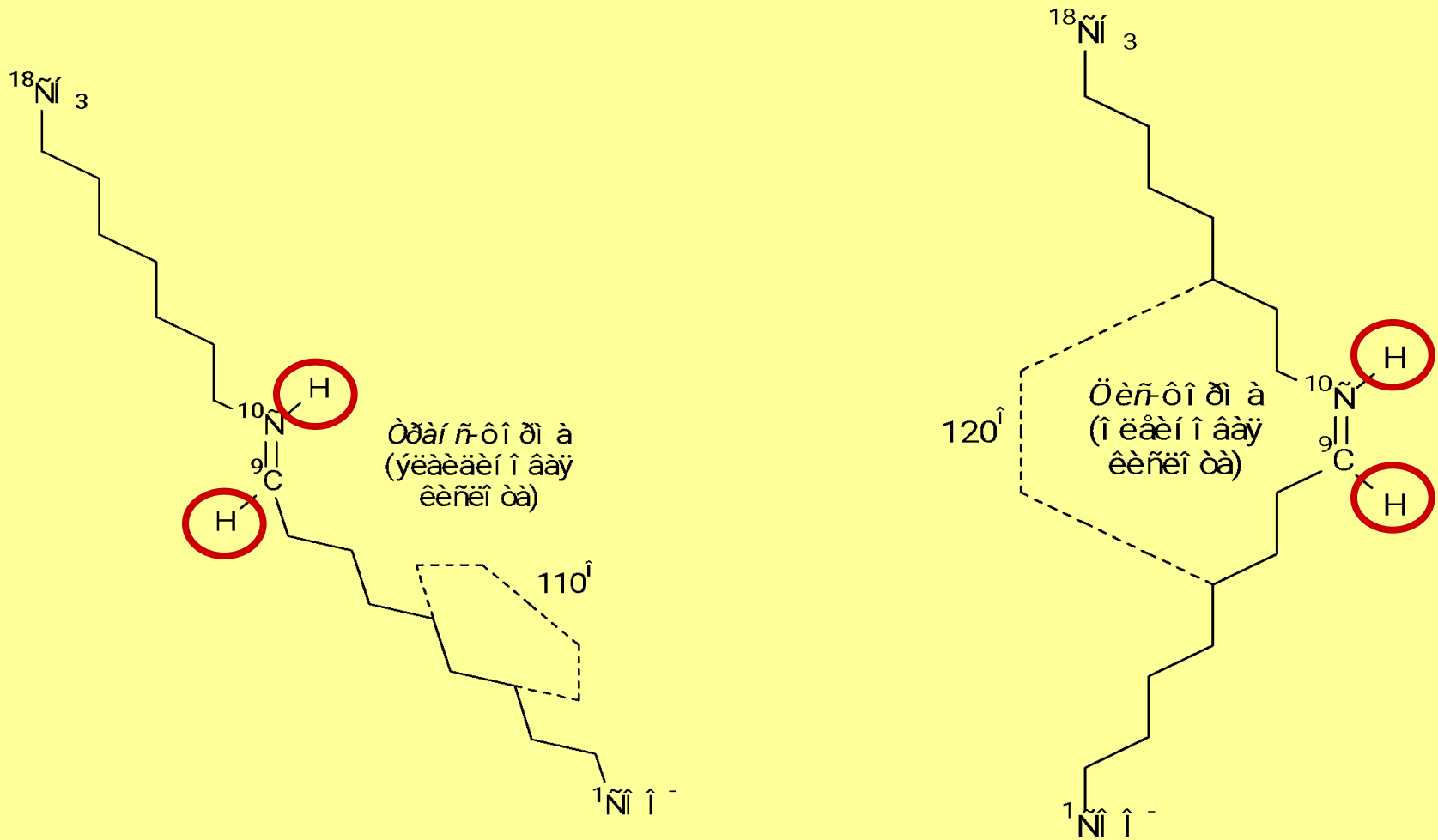


Стеариновая кислота



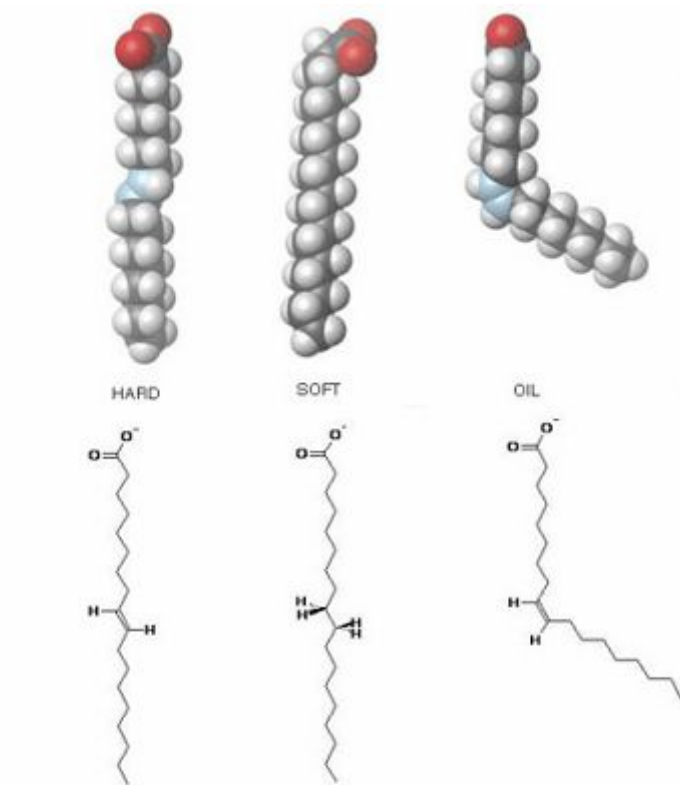
Линолевая кислота

Цис-транс-изомерия ненасыщенных жирных кислот

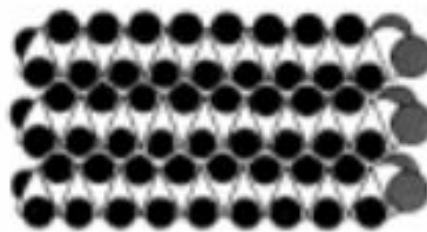
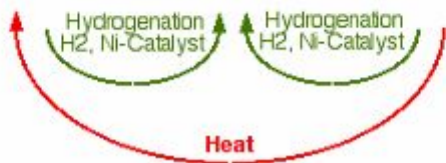


Природные полиненасыщенные длинноцепочечные жирные кислоты имеют *цис*-конфигурацию

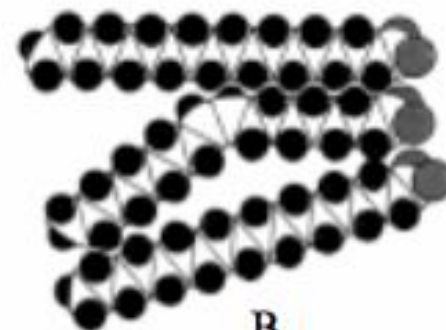
Транс-жиры. В чем проблема?



elaidic acid (trans unsat.) stearic acid (saturated) oleic acid (cis unsat.)



A



B

Физиологическое действие *транс-*изомеров жирных кислот

- Транс-изомеры не превращаются в обычные метаболиты цис-кислот.
транс-транс-линолевая кислота → ~~арахидоновая кислота~~
- Транс-изомеры, потребляемые в больших количествах, уменьшают скорость образования арахидоновой кислоты из цис-цис-линолевой.
цис-цис-линолевая кислота → арахидоновая кислота
- Потребление лишь транс-изомеров приводит к дефициту незаменимых жирных кислот.
- Транс-изомеры блокируют действие липопротеидов высокой плотности, что инициирует отложение холестерина на стенках кровеносных сосудов человека и провоцирует развитие атеросклероза.
- Транс-изомеров жирных кислот влияют на изменение структуры фосфолипидов мембран.

Экстрактивные вещества

вещества участвующие в создании аромата и вкуса

Мышечная
ткань

Жировая ткань

Поскольку экстрактивные вещества формируют основной вкус мяса лишь при тепловой обработке, они являются не носителями, а потенциальными «предшественниками» аромата и вкуса мяса.

Комплекс более 250 компонентов

Летучая фракция мяса

- органические кислоты,
- спирты,
- сложные и простые эфиры,
- амины и другие азотистые основания,
- альдегиды,
- кетоны,
- фенолы,
- серосодержащие алифатические и гетероциклические соединения и др.

Ключевые соединения

- низкомолекулярные пептиды (глутатион, карнозин, ансерин и др.);
- углеводы;
- аминокислоты (глутаминовая кислота, треонин, цистеин, метионин, лейцин, изолейцин, валин, аланин, гистидин);
- нуклеотиды (инозиновая и гуаниловая кислоты или продукты их распада);
- азотистые экстрактивные вещества (таурин, креатин и креатинин);

Вкус мяса

Кислый

Кислоты:

- молочная
- фосфорная
- пировиноградная

Сладкий

- глюкоза
- рибоза
- триозы

Соленый

Соли кислот:

- молочной
- фосфорной
- пировиноградной

Хлориды

Горький

- креатин
- азотистые экстрактивные вещества
- некоторые свободные аминокислоты

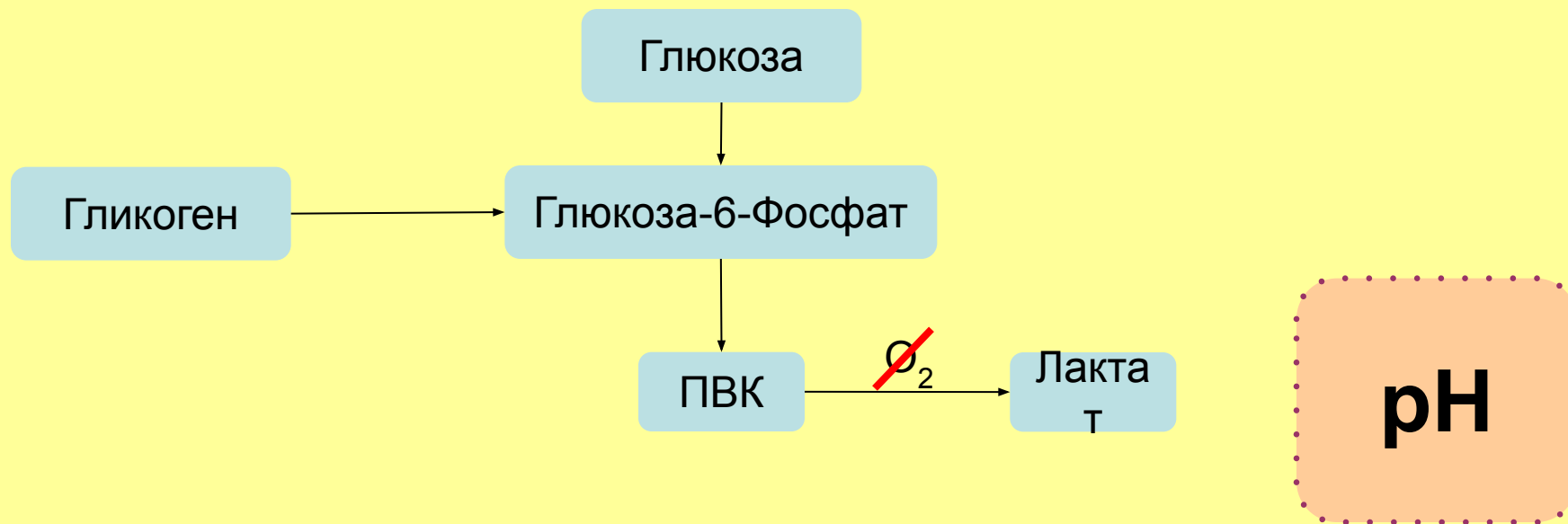
**Umami
(мясной
вкус)**

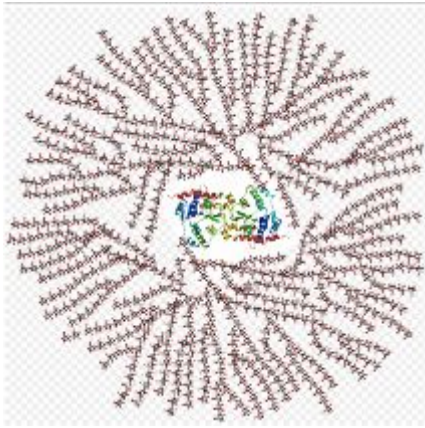
- глутаминовая кислота и ее соли
- нуклеотиды (ИМФ, ГМФ)

Безазотистые органические экстрактивные вещества

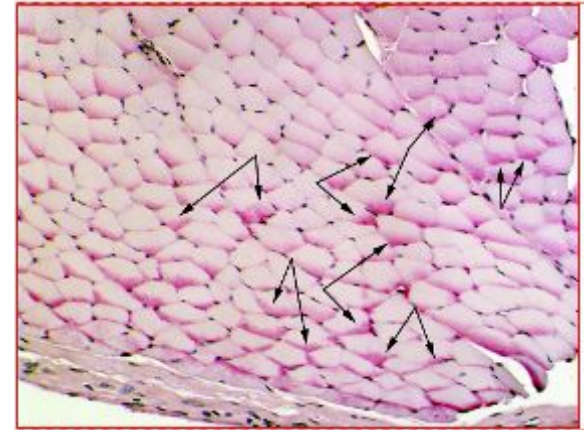
Глюкоза:

- Сладковатый вкус мяса
- Всасывание глюкозы тормозится адреналином, интенсивной мышечной деятельностью, высокой температурой (35-40 °С)
- Избыток глюкозы идет на синтез холестерина

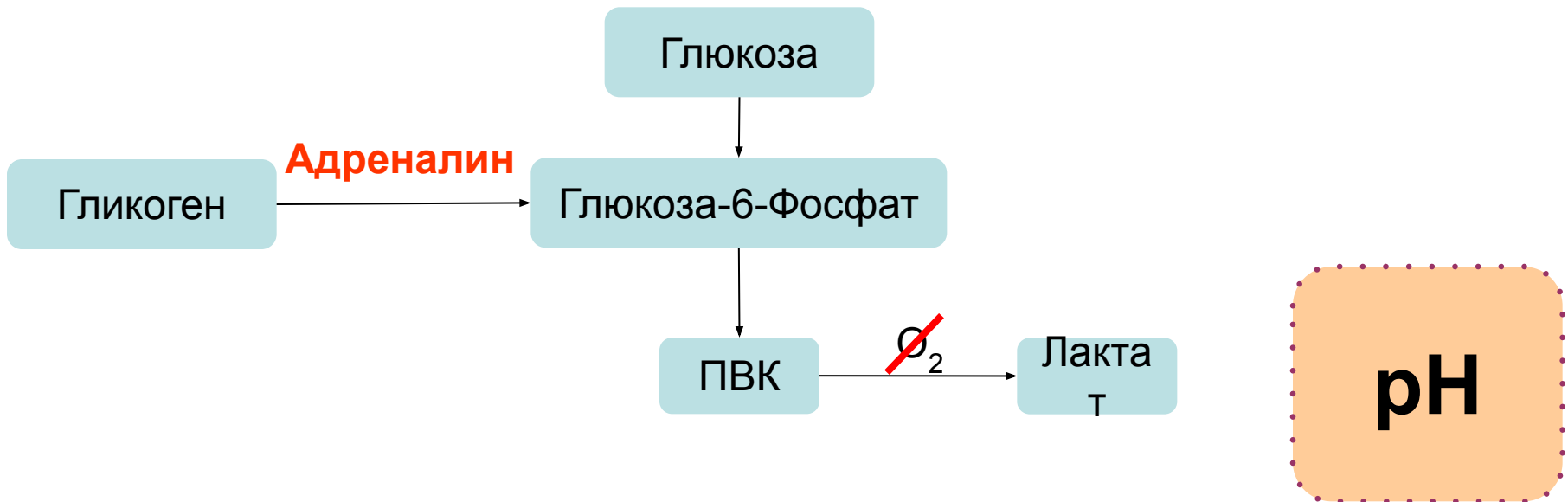




Гликоген – сладкий вкус мяса



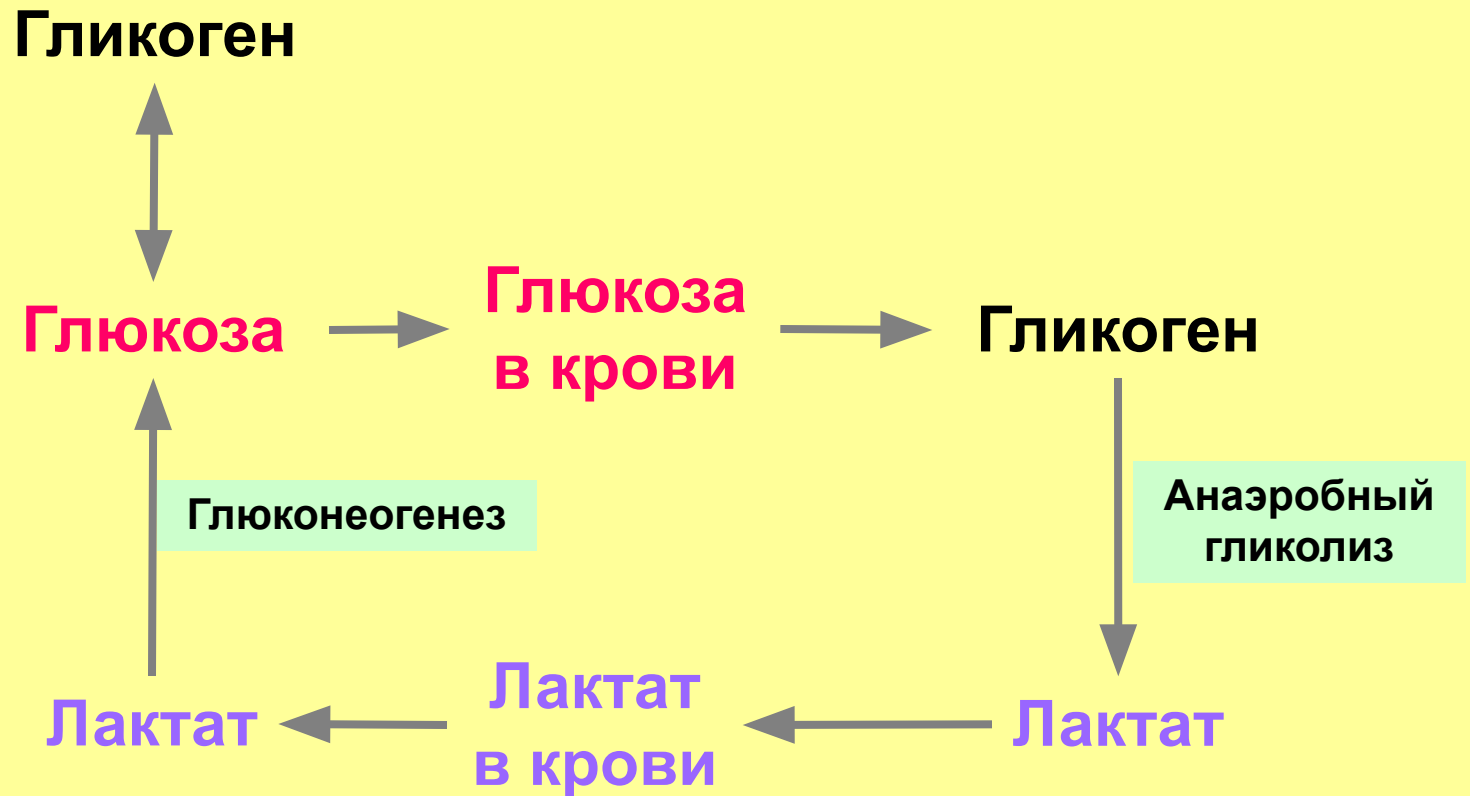
В мышцах уставшего, больного и голодного животного содержится мало гликогена.



Лактат – кислый вкус мяса

Печень

Мышцы



Азотистые экстрактивные вещества

- 1. Карнозин, ансерин, карнитин, креатин, креатинфосфат, АТФ. При жизни животного выполняют специфические функции в процессе обмена веществ и энергии.**
- 2. Пуриновые основания, свободные аминокислоты и др. – представляет собой промежуточные продукты обмена белков.**
- 3. Мочевина, мочевая кислота и аммонийные соли - конечные продукты обмена белков.**

Карнозин



гистидин + аланин



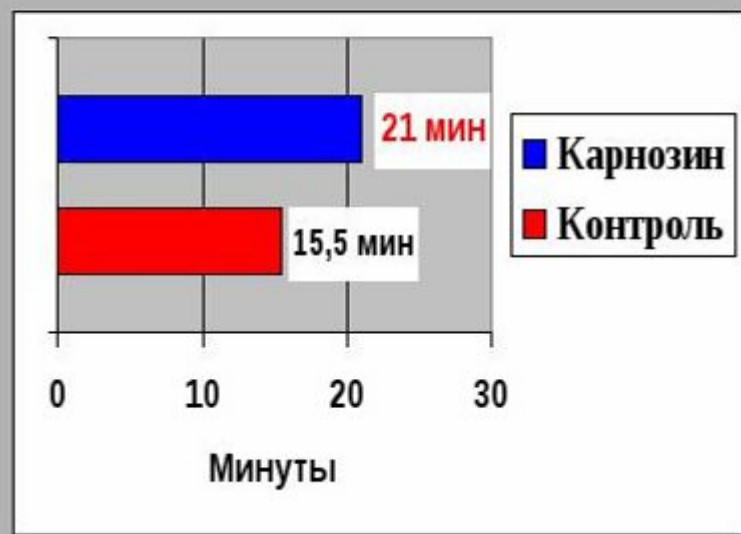
В.С. Гулевич 1900 г.

Лошадь	70-180 мг%
КРС	14-265 мг%
Свиньи	296 мг%
Баранина	96 мг%

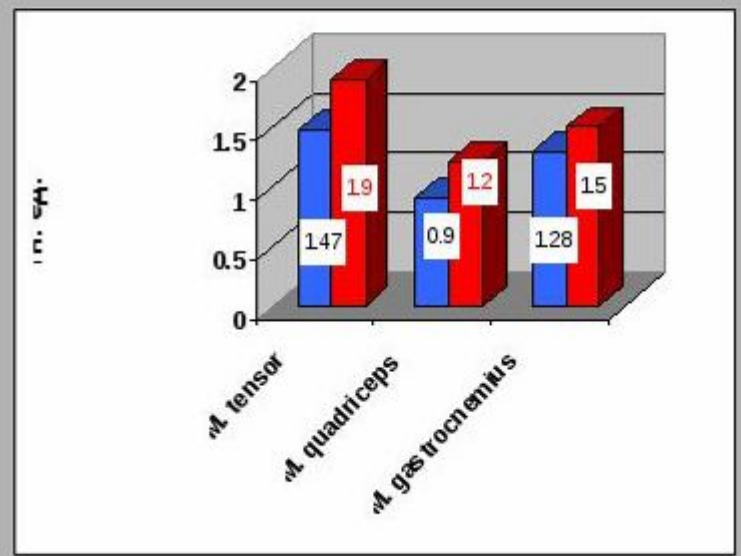
МЫШЦЫ IN VIVO

Введение карнозина (150 мг/кг веса) перед мышечной работой увеличивает длительность работы и препятствует накоплению лактата

Длительность работы крыс в третбане

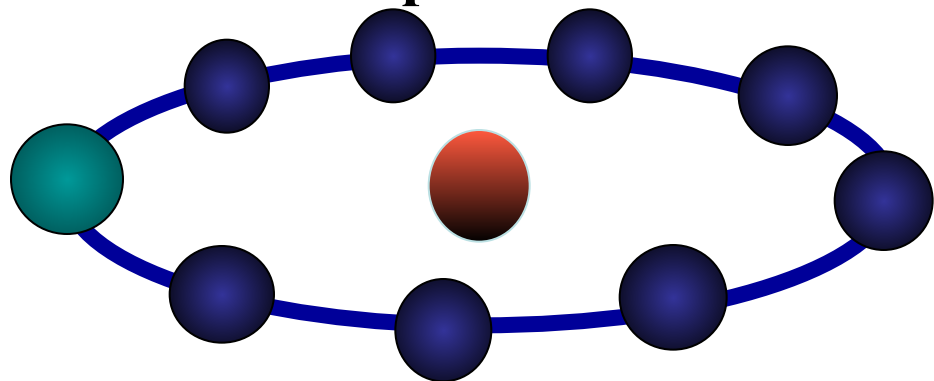


Накопление лактата в мышцах за время работы

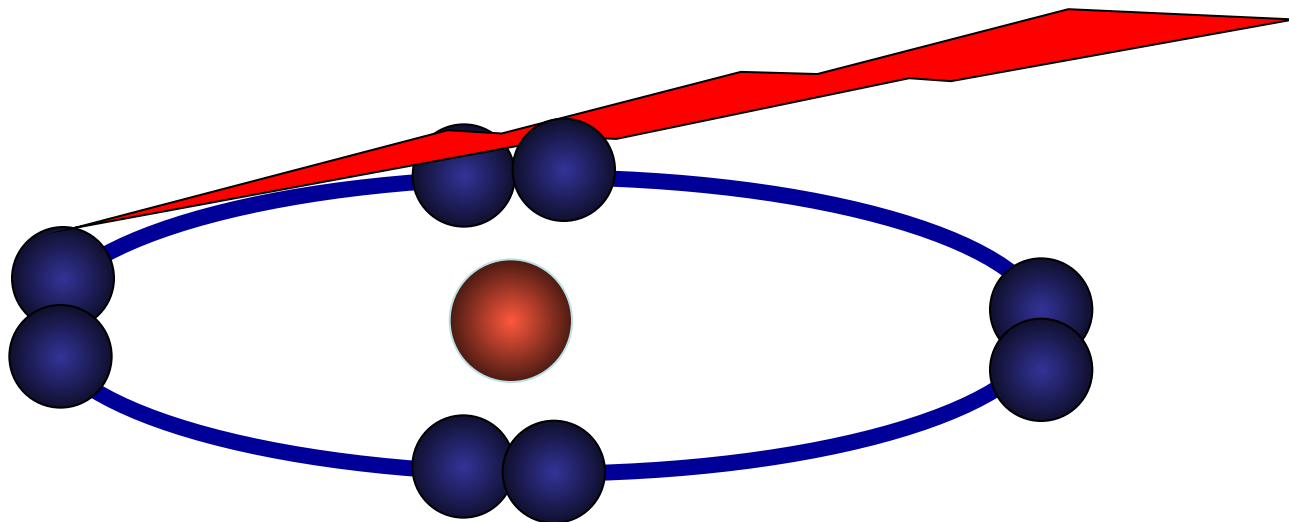


Карнозин увеличивает микроциркуляцию крови, высокая буферная емкость (поддерживает pH)

Карнозин

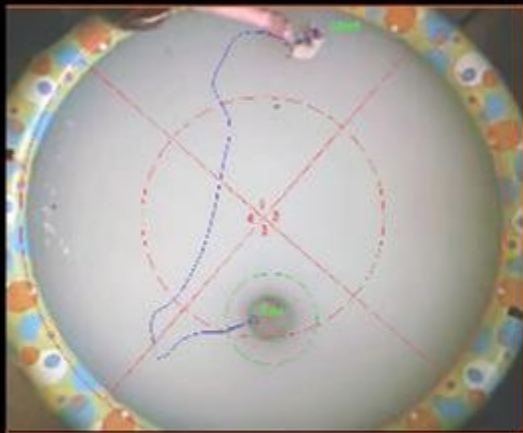


- Токсины
- Хлор
- Ультрафиолет
- Курение
- Алкоголь
- Стресс
- Кофе
- Радиоактивное излучение



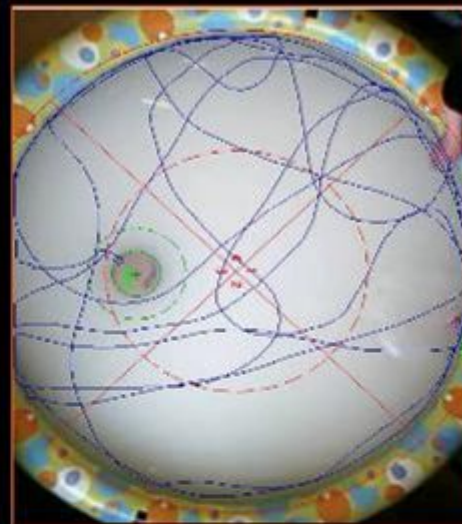
Антиоксидант

Water Morris' Test – Learning ability

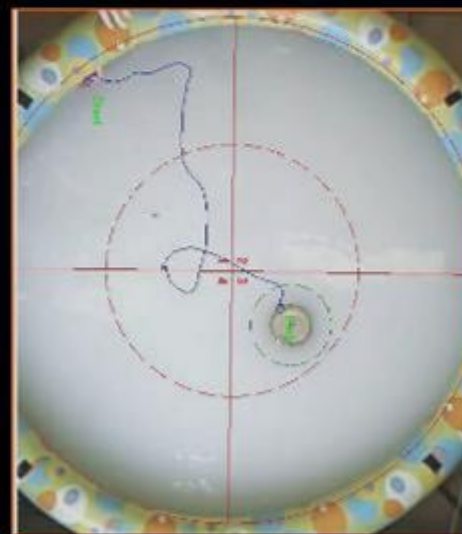


Control

Oxidative stress

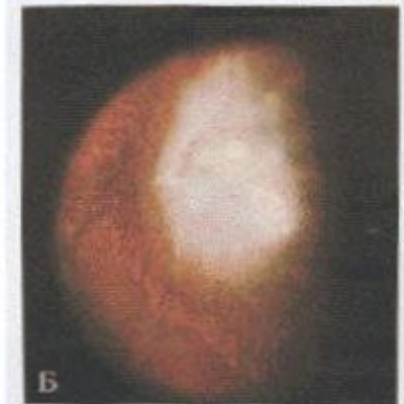
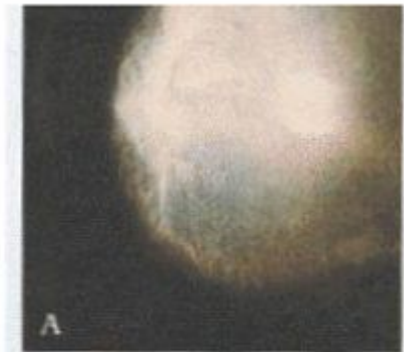


Oxidative stress
+ Carnosine



Оценивали пространственную ориентацию животных

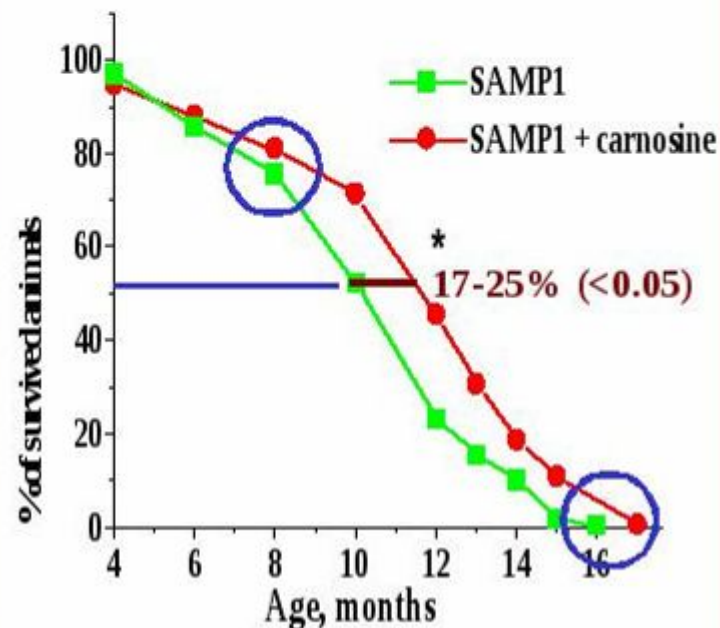
Карнозин препятствует развитию катаракты и приводит к просветлению хрусталика. Такое эффективное лечение катаракты не описано ни для одного из имеющихся на сегодня химических лекарственных препаратов



Карнозин на 25-28% увеличивает продолжительность жизни быстро стареющих мышей



Carnosine (100 mg/kg) increases the life span and quality of life of Senescence Accelerated Mice (SAMP1)

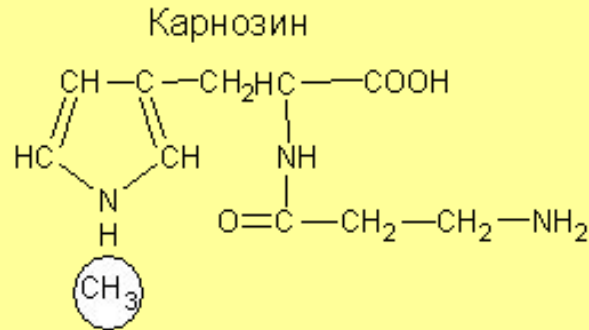


На клеточном уровне карнозин играет роль мощного *биорегулятора*, который:

- **оптимизирует метаболические процессы;**
- **поддерживает кислотность среды на физиологическом уровне;**
- **повышает устойчивость клеточных мембран к повреждающим факторам;**
- **защищает от клеточных дефектов;**
- **уменьшает количество и силу воздействия токсичных молекул.**

Ансерин (метилкарнозин)

При замене Н на CH_3
образуется
метилкарнозин - ансерин



Присутствует и в быстро
работающих мышцах

1. Ансерин (подобно карнозину) обладает высокой буферной ёмкостью (природный рН-буфер).
2. Является участником важных метаболических превращений в тканях: углеводно-фосфорного и окислительного обмена мышечной ткани.
3. Способен проявлять существенную антиоксидантную активность, предотвращая разрушение клеток и тканей свободными радикалами.

Результаты исследования

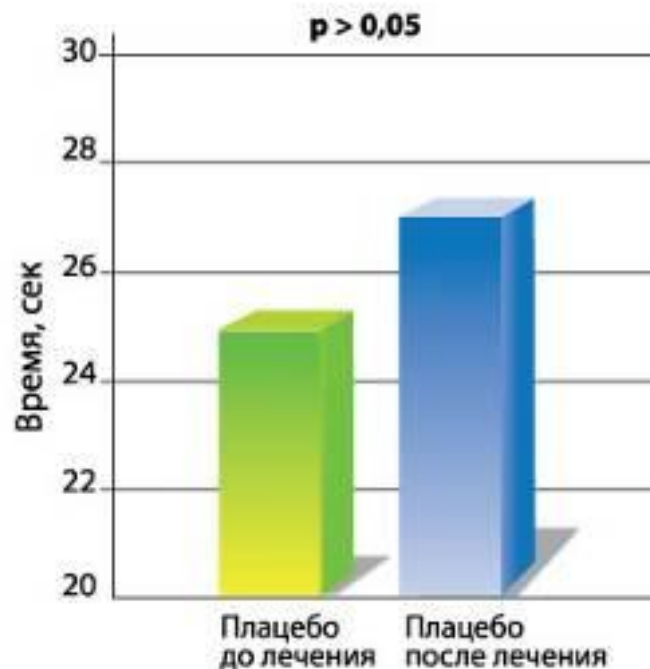
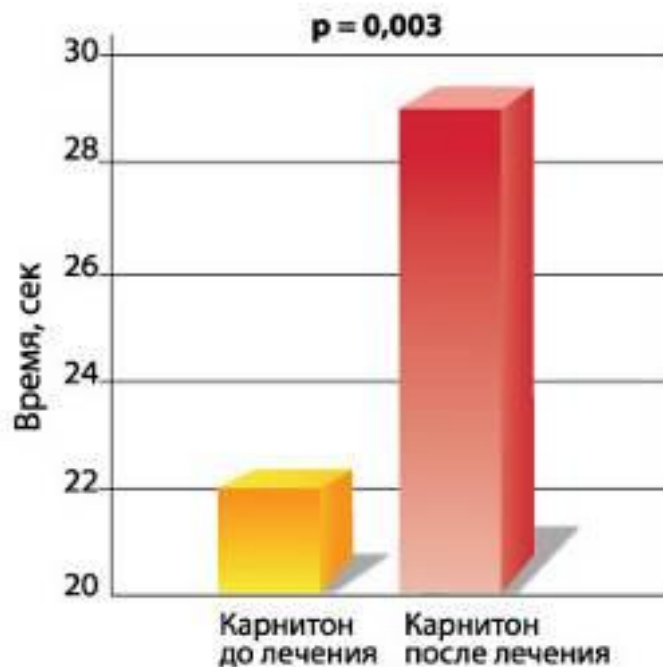
Динамика показателей вегетативного статуса у детей с астеническим синдромом после болезни (дермографизм, потливость, метеочувствительность, лабильность гемодинамических показателей и т. д.)



Карнитон восстанавливает механизмы вегетативной регуляции.

Предварительные результаты

Оценка состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.
Проба Штанге (определение максимального времени задержки дыхания)

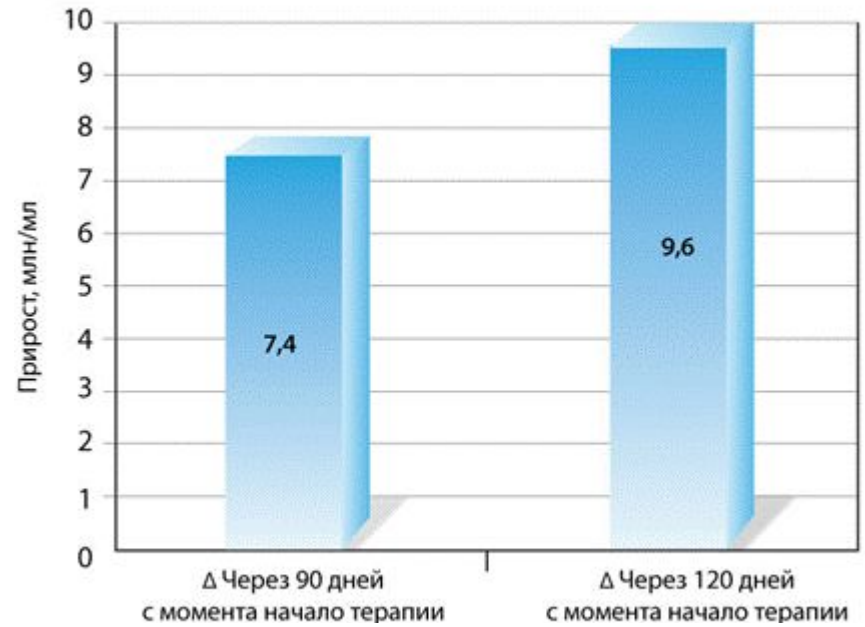


Прием Карнитона способствует улучшению состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем



Увеличение количества актино-подвижных форм сперматозоидов (категории А+В) на фоне применения Карнитона

Увеличение концентрации сперматозоидов на фоне применения Карнитона



Беременность у женщин на фоне терапии супруга наступила в 23 % случаев.



P<0,01



Симптомы, связанные с первичной или вторичной недостаточностью L-карнитина

- Отложение капель жира (триглицеридов) в тканях.
- Жировая дегенерация тканей сердца, печени, мышц (липидоз).
- Повышенная утомляемость и снижение жизнеспособности.
- Прогрессирующая мышечная слабость, снижение тонуса мышц, усталость.
- Более длительные периоды восстановления после нагрузок.
- Ослабление иммунной системы.
- Ухудшение показателей крови (количество красных кровяных телец, показатель гемоглобина).
- Снижение активности клеток мужской спермы и бесплодие.
- Рост заболеваний у детей.
- Кардиомиопатия, сердечная недостаточность, стенокардия.
- Жировая дистрофия печени, цирроз печени, нарушение функции печени.
- Метаболический ацидоз и органические ацидурии.
- Снижение синтеза белка.
- Повышенная чувствительность к метаболическим токсинам — таким как аммиак и различным токсинам окружающей среды, а также к свободным радикалам.

эндогенный синтез L-карнитина 25 %

25 % суточной потребности L-карнитина вырабатывается в организме из лизина, метионина, витаминов (С, В3 и В6) и железа.

75 % суточной потребности L-карнитина должно поступать из пищи.

внешние источники L-карнитина 75 %

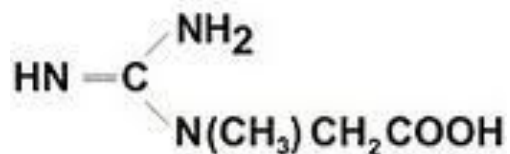


Где живет карнитин?



Продукт	Количество продукта	Содержание карнитина в продукте
Стейк из говядины	100 г	95 мг
Говяжий фарш	100 г	94 мг
Свинина	100 г	27.7 мг
Бекон	100 г	23.3 мг
Треска	100 г	5.6 мг
Куриная грудка	100 г	3.9 мг
Мороженное	100 мл	3.7 мг
Цельное молоко	100 мл	3.3 мг
Творог	100 г	1.1 мг
Спаржа	100 г	0.195 мг
Белый хлеб	100 г	0.147 мг
Макаронны	100 г	0.126 мг
Арахисовое масло	100 г	0.083 мг
Рис (варенный)	100 г	0.0449 мг
Яйца	100 г	0.0121 мг
Апельсиновый сок	100 мл	0.0019 мг

Креатин

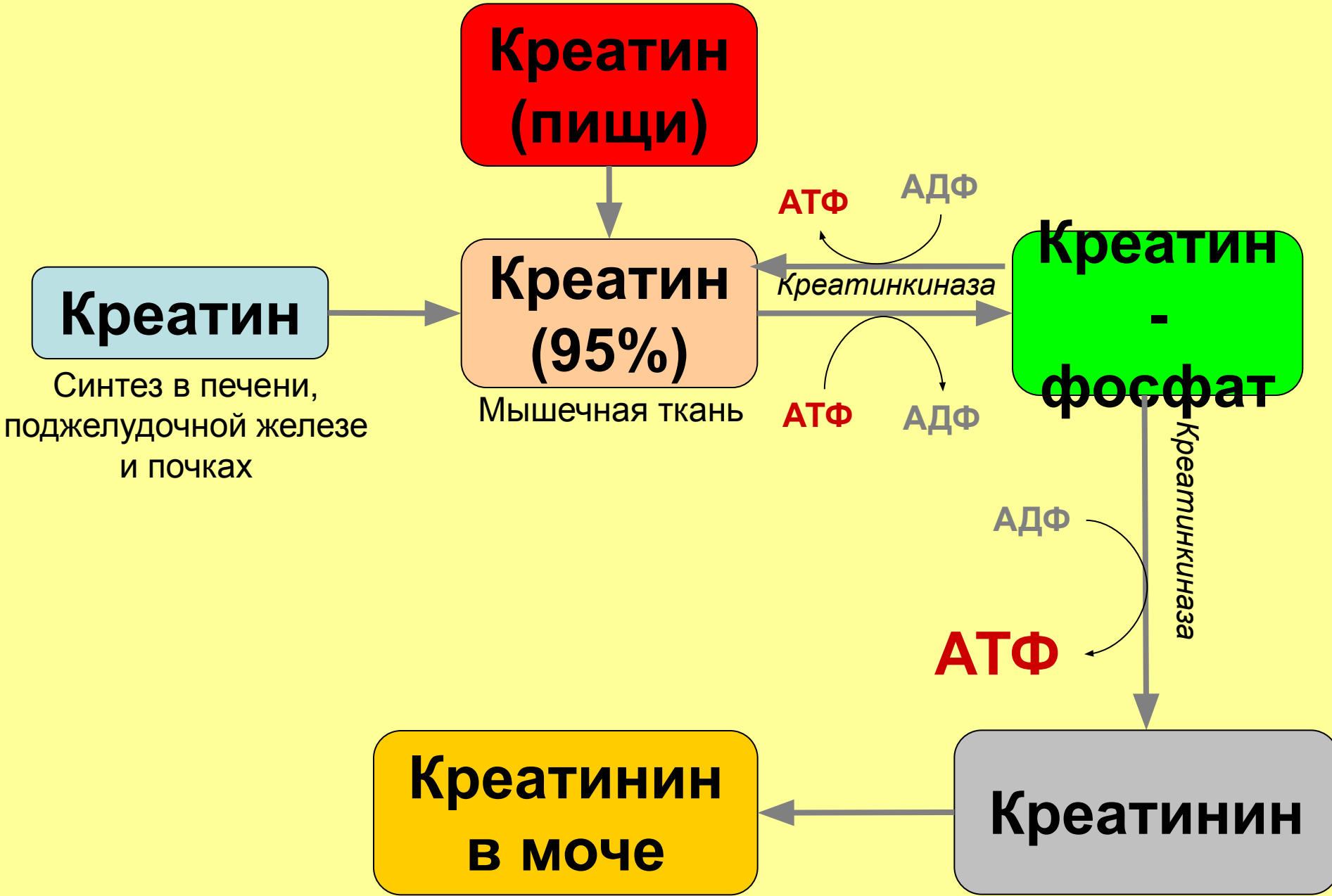


Аргинин + глицин + метионин



Мишель Эжен Шеврёль

Лошадь	0,058 %
КРС	0,41 %
Свиньи	0,239 %
Баранина	153 %



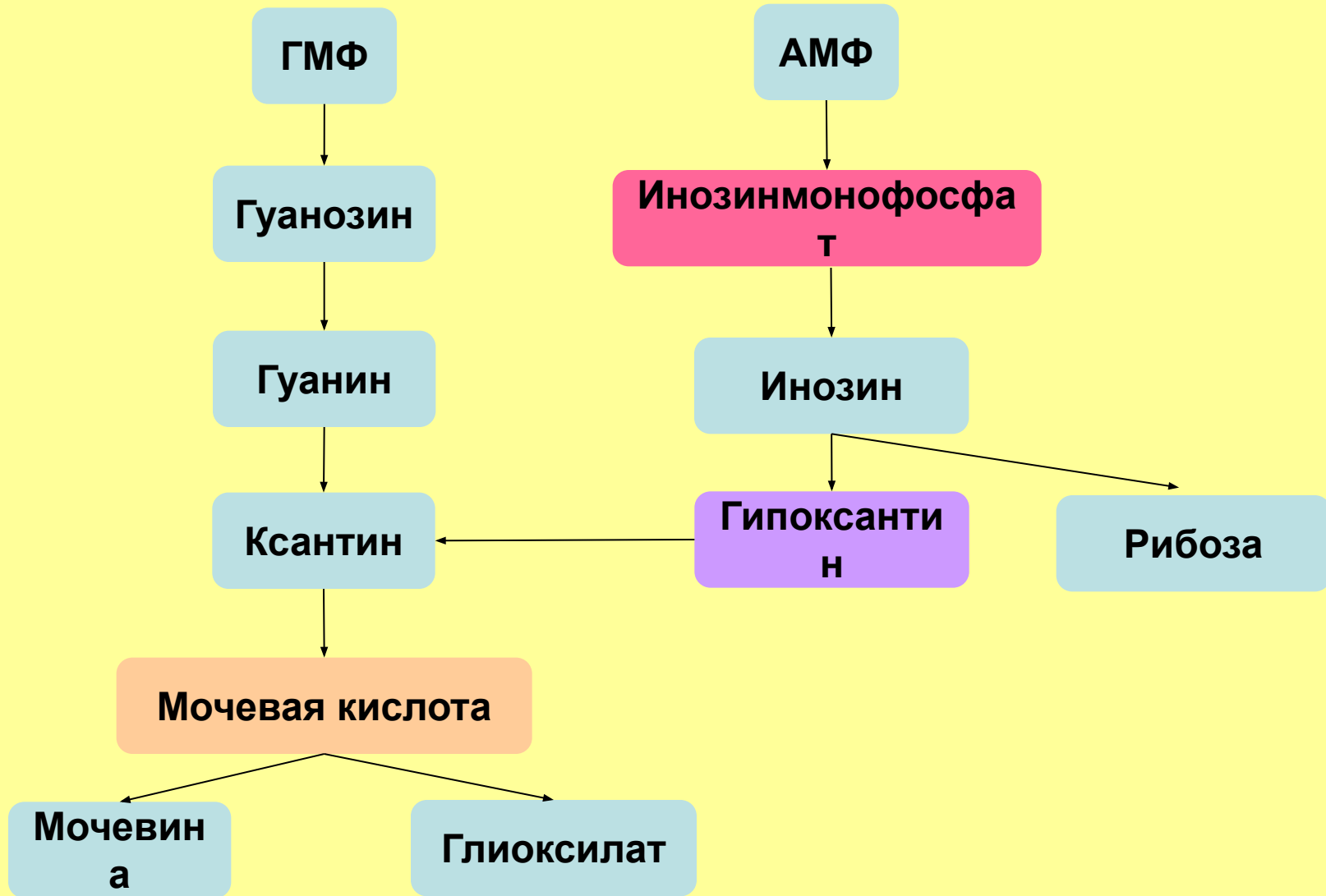
Креатин:

- активирует гликолиз
- увеличивает массу тела
- помогает при нейромышечных расстройствах
- несколько снижает содержание холестерина, липопротеинов и триглицеридов в плазме крови
- противовоспалительное действие при локальном, остром и хроническом воспалении
- защитный эффект на ЦНС при ишемии и в гипоксических условиях
- в настоящее время креатин используется в качестве вспомогательного средства для кардиологически больных, в частности, страдающих хронической сердечной недостаточностью и др.
- креатинфосфат снижает pH крови
- в больших дозах креатин приводит к ослаблению костной ткани и дисфункции почек

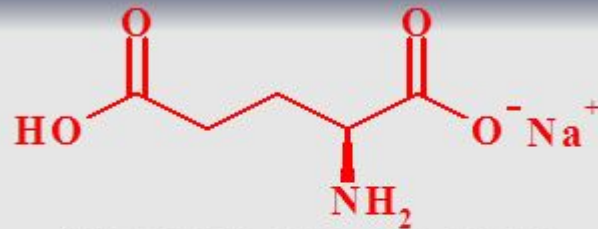


Нуклеотиды мышечной ткани

Умами
(мясной
вкус)



Вкус Уматі – главный глутамат!



Глутамат натрия или
monosodium glutamate MSG

Искусственный глутамат: где он есть

E621

Это обозначение ставится на упаковках продуктов, в которые добавили глутамат

ЧИПСЫ



КОРЕЙСКИЕ САЛАТЫ



СУХАРИКИ



КОЛБАСА, СОСИСКИ
особенно дешевые



БУЛЬОННЫЕ КУБИКИ
и рассыпчатые
бульонные приправы



ЛАПША быстрого приготовления (приправа)



КАРТОФЕЛЬНОЕ ПЮРЕ быстрого приготовления



ПЕЛЬМЕНИ

ВОСТОЧНАЯ КУХНЯ Еда в японских и китайских ресторанах

Содержание азотистых экстрактивных веществ в мышечной ткани, %

Карнозин	0,2-0,3	АТФ	0,25-0,4
Ансерин	0,09-0,15	Инозиновая кислота	0,01
Карнитин	0,02-0,05	Пуриновые основания	0,07-0,23
Холин	0,08	Свободные аминокислоты	0,1-0,7
Креатин+ креатинфосфат	0,2-0,55	Мочевина	0,002-0,2

Различается вкус и аромат мяса:

- **разных видов животных и птиц**
- **животных разного пола**
- **взрослых и молодых животных**
- **зависит от условий содержания и корма**
- **из мягких мышц, которые мало работают при жизни животного, получается недостаточно вкусный и ароматный бульон по сравнению с более жестким мясом**

Факторы, влияющие на соотношение экстрактивных веществ в мясе

- **Кормление.**
- **Физическая активность.**
- **Стрессовые состояния.**

Спасибо за внимание!

Вопросы контрольной работы!!!

- 1. Биохимия мышечного окоченения.**
- 2. Биохимия автолиза.**
- 3. Зоотехнические факторы, определяющие биохимический статус и качество мяса.**
- 4. Влияние предубойного содержания животных на биохимический статус и качество мяса.
Последовательность биохимических реакций приводящих к образованию мяса с признаками DFD и PSE.**
- 5. Влияние медицинских препаратов, используемых в животноводстве, на качество мяса.**
- 6. Принципы и способы интенсификации созревания и улучшения консистенции мяса.**

Биохимия созревания мяса

- температура **36-37°C**;
- нежная расслабленная мышечная ткань - актин и миозин находятся отдельно;
- в клетках содержится **±160 мг% АТФ**;
- малая прочность коллагена;
- минимальная микробиологическая обсемененность;
- высокая влагоудерживающая способность (ВУС) **80-90%**;
- органолептические показатели: нет аромата, вкуса мяса, вкус пресный;
- **pH = 7,0-7,3**;

Способы стабилизации свойств парного мяса: (в течение 3 часов!)

**Быстрое замораживание в присутствии жидкого азота
или углекислоты**

**Обвалка, измельчение, посол с введением 2-4%
хлорида натрия**

Введение рассолов одновременно с обескровливанием

Инъецирование рассолов в отруба

Сублимационная сушка

**Эти приемы дают возможность
задержать ход гликолиза и процесса
взаимодействия актина с миозином**

Стадии послеубойных изменений:

1. Мышечное окоченение.
2. Автолиз (созревание).
3. Глубокий автолиз.

Мышечное окоченение

1. Прекращается подача кислорода через кровь.
2. Падает окислительно-восстановительный потенциал в клетке.
3. Уменьшается количество **АТФ**.
4. Белки мышц смыкаются. Актин и миозин, сохраняются в виде комплекса актомиозина.
5. Возникает состояние послеубойного окоченения (*Rigor Mortis*).

6. Продолжается анаэробный гликолиз



7. Накапливается молочная кислота. Через сутки $pH=5,6-5,8$.

Мышечное окоченение наблюдается при $pH = 6,3$

- Значительно изменяются свойства белков. Резко снижаются:
 - экстрагируемость
 - растворимость
 - водоудерживающая способность (ВУС)

Изменения связаны с ИЭТ основных рабочих белков клетки (pH около 5,5).

Товарные характеристики мяса в состоянии мышечного окаоченения:

- Мясо жесткое, невкусное. При варке дает обильную пену, бульон мутный.
- Низкая ВУС. Количество связанной воды уменьшается до **54%**.

Особенности мышечного окоченения:

- Процесс *rigor mortis* обычно завершается в течение 12 часов после убоя. Однако:
 - В мышцах молодых животных идет быстрее, чем в старых.
 - В упитанных тушах медленнее, чем в тощих.
 - У больных животных – быстрее, чем у здоровых.
- Зависит от видовых особенностей:
При 0°C окоченение туш КРС наступает через 18-24ч, свиней – 16-18, кур – 2-4ч.
- Зависит от температуры:
При 0°C – 2 суток, при 16-18°C – 1 сутки, а при 37°C – 6 часов.
- Зависит от скорости охлаждения:
При быстром охлаждении туш окоченение менее интенсивно.

Холодное сокращение

Холодное сокращение	<i>Rigor mortis</i>

Факторы холодного сокращения:

- вид животных;
- температура выше 40°C и ниже 13°C;
- физиологическая зрелость животного;
- тип мышечных волокон (красные сокращаются, белые – нет).

Методы контроля процесса холодного сокращения:

- Процесс *rigor mortis* должен начаться до того, как туша охладится до температуры ниже 10°C.
- Подвешивание туш.

Холодное сокращение

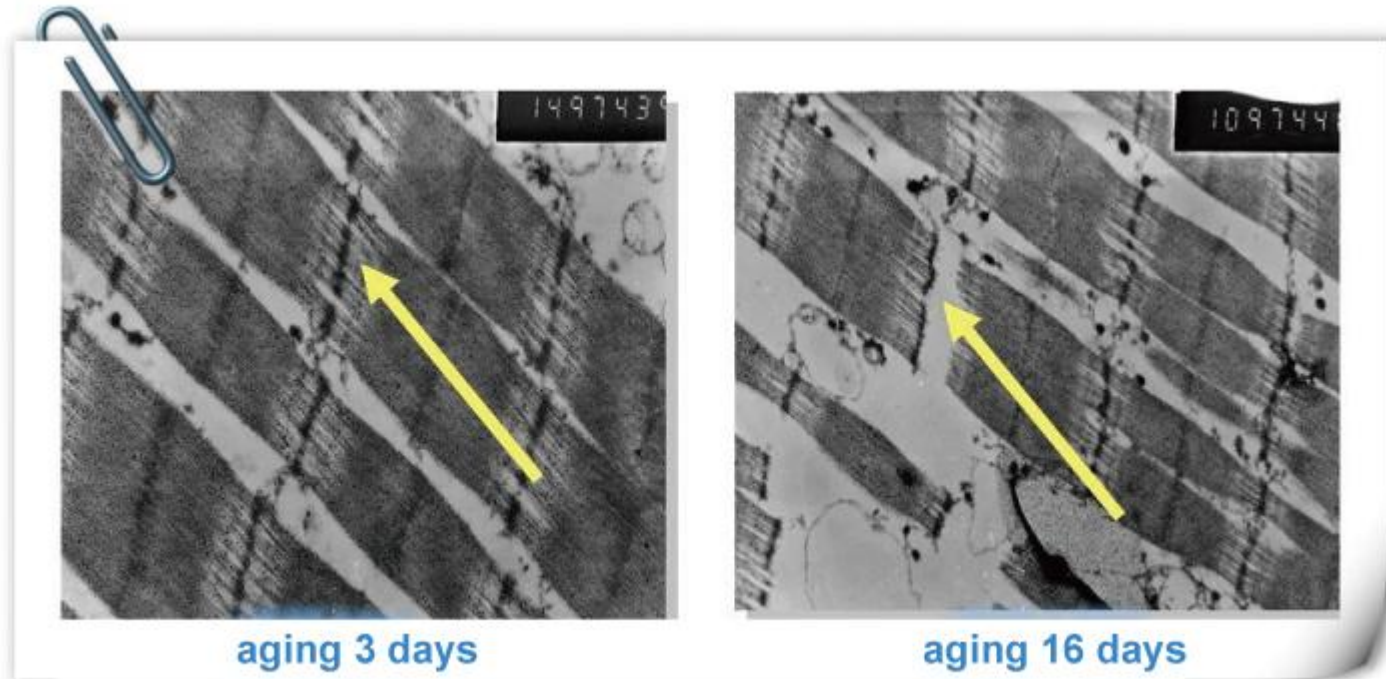


Автолиз

(собственно созревание мяса)

1. Выходят из лизосом *катепсины* (кислые гидролазы). $pH=5,3$.
2. Преобразование биомолекул клеточных структур катепсинами:
 - диссоциация актомиозинового комплекса;
 - отдельные актин и миозин подвергаются неглубокому частичному распаду;
 - увеличивается количество N-концевых и свободных карбоксильных групп;
 - группы $COOH$ связывают K^+ и Ca^{2+} , белки приобретают больше положительных зарядов, что:
 - обуславливает их гидратацию;
 - увеличивает нежность;
 - увеличивает ВУС белков при температурной обработке.

Ультраструктурные изменения мышечных волокон говядины при автолизе



Куриная грудка в процессе автолиза (миофибриллы распадаются на мелкие кусочки)



3. **Накапливаются свободные аминокислоты (особенно треонин, серин, валин, глутаминовая кислота) и амиды.**

4. **При pH= 5,6-5,8 меняется соединительная ткань:**
 - **коллаген приобретает положительный заряд;**
 - **молочная кислота проникает внутрь молекул коллагена;**
 - **разрушаются поперечные связи в фибриллах коллагена;**
 - **соединительная ткань разрыхляется, снижается жесткость мяса.**

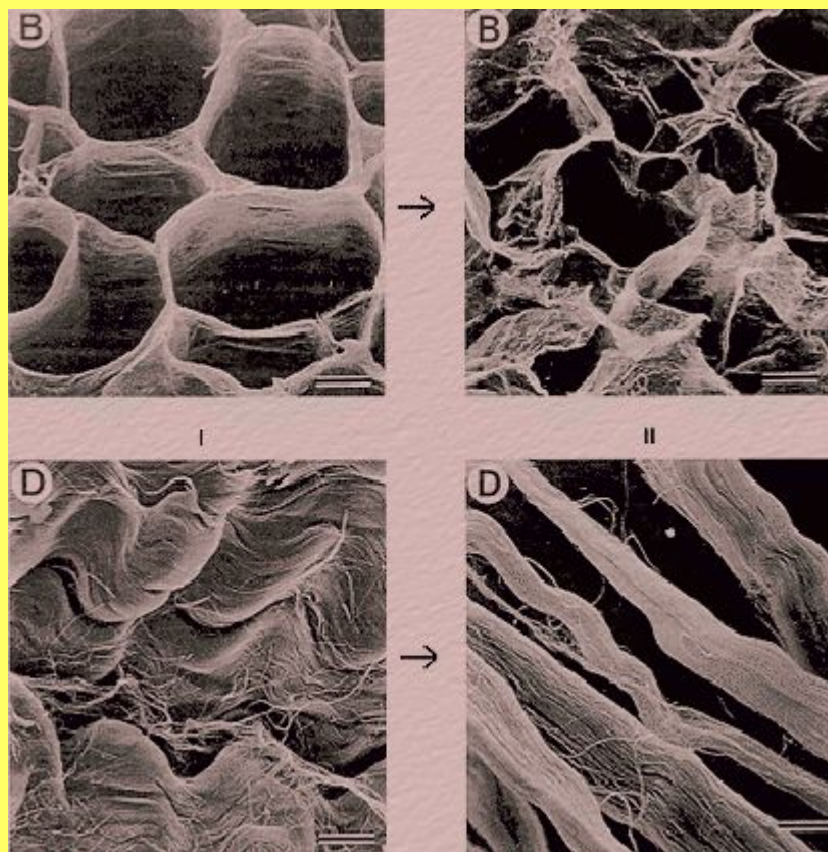
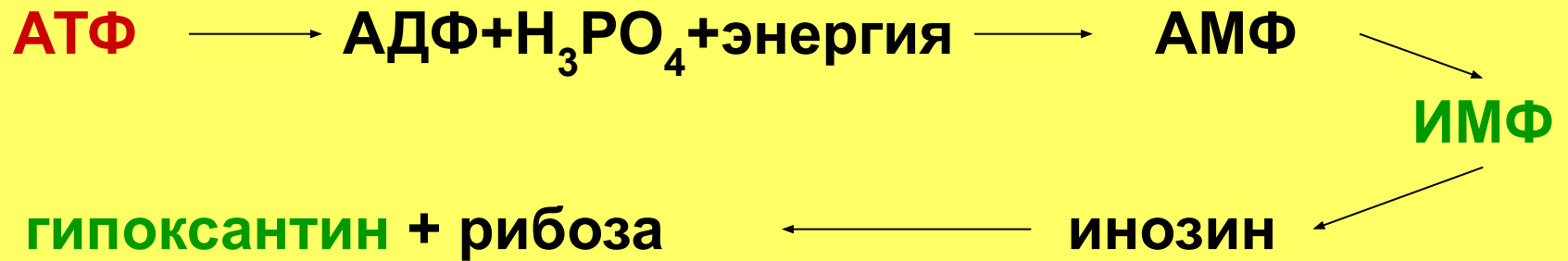


Рис. Электронограммы элементов внутримышечной соединительной ткани:

I - непосредственно после убоя. II - после выдержки сырья при 4 °С в течение 28 суток. В - фрагменты структуры эндомизия; Д - фрагменты структуры перимизия.

5. Идет окончательный глубокий распад АТФ.



6. Жир частично распадается с образованием летучих карбонильных соединений.

Товарные характеристики созревшего мяса:

- **Мясо сочное, нежной консистенции, со специфическим вкусом и ароматом.**
- **Бульон прозрачный, вкусный и ароматный.**

Продолжительность фазы созревания в зависимости от температуры:

	0°C	8-10°C	16-18°C
Говядина	12-14 сут	6 сут	4 сут
Свинина	10 сут		
Баранина	8 сут		

Особенности автолиза:

1. Чем больше в мясе соединительной ткани, тем дольше созревание.
2. Мясо самцов, старых животных, мясо от передней части туши созревает дольше.
3. Мясо в виде целой туши созревает быстрее, чем в виде отрубов и кусков.

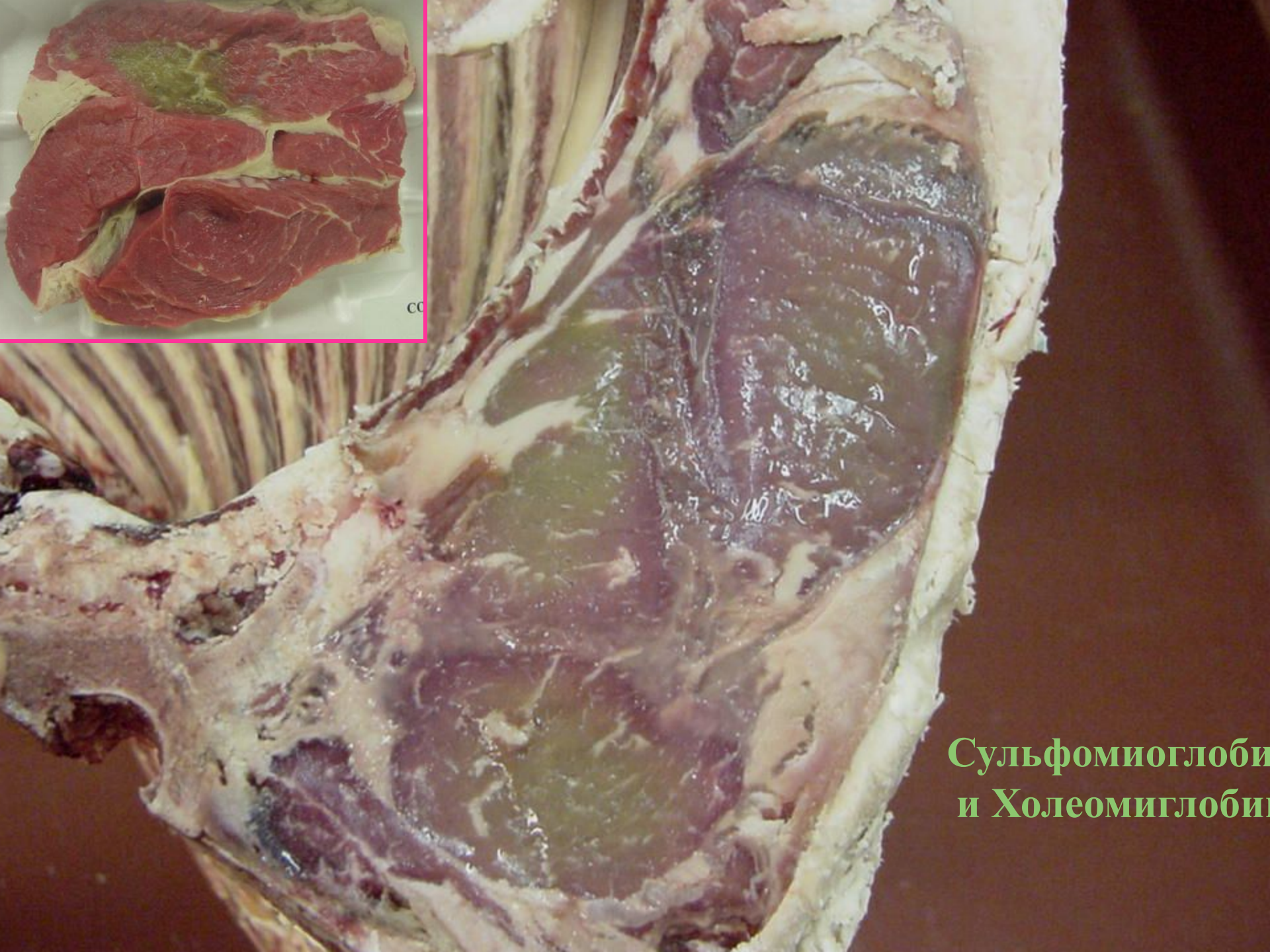
Глубокий автолиз

Интенсивный гидролитический распад:

- 1. Белки распадаются с накоплением токсических веществ;**
- 2. Разрушаются липиды;**
- 3. Появляется кислый запах;**
- 4. Изменяется окраска, появляется коричневый цвет.**

Загар

- специфический ферментативный автолитический процесс;
- возникает в течение первых суток после убоя в складках недостаточно охлажденных туш;
- из-за повышения температуры идет активизация ферментов анаэробного гликолиза;
- быстро накапливаются кислые продукты;
- появляется неприятный запах (сероводород, меркаптаны, масляная кислота);
- образуется **сульфооксимиоглобин** (особенно у птицы);
- **мясо становится непригодным для пищевых целей.**



Сульфомиоглобин
и Холеомиглобин

Зоотехнические факторы, определяющие биохимический статус и качество мяса

Вид фактора	Влияние фактора на этапе выращивания на качество мяса
Вид животных	Свиньи – хорошие органолептические показатели; высокая эмульгируемость жира, нежная мышечная ткань. КРС - преобладание мышечной ткани, высокая ВСС, яркий цвет.
Порода	Скот мясных пород дает более высокий выход мышечной ткани; мясо более сочное, нежное и вкусное.
Генетика	Наследственность влияет на нежность мяса, его рН, степень развития мышечных волокон, восприимчивость к стрессу.
Пол	Мясо самок более жирное, нежное, светлое. Мясо кастрированных животных имеет рисунок «мраморности». Мясо некастрированных самцов имеет специфический запах.
Возраст	С возрастом снижается нежность мяса, повышается содержание жира и соединительной ткани, меняется ее качество.
Рацион кормления	Недостаточность кормов и отсутствие сбалансированности их состава приводит к снижению содержания белка и жира, увеличению жесткости мяса.
Условия содержания	
Климат	В мясе животных из жарких регионов больше мышечной ткани, меньше содержание жира.
Заболевания	Снижают качество мяса.
Промышленные комплексы	Обеспечивают получение животных мясной упитанности. Стрессовые ситуации вызывают появление у мяса признаков PSE и DFD.

Промышленные комплексы и качество мяса



Клетки для выращивания свиней в США

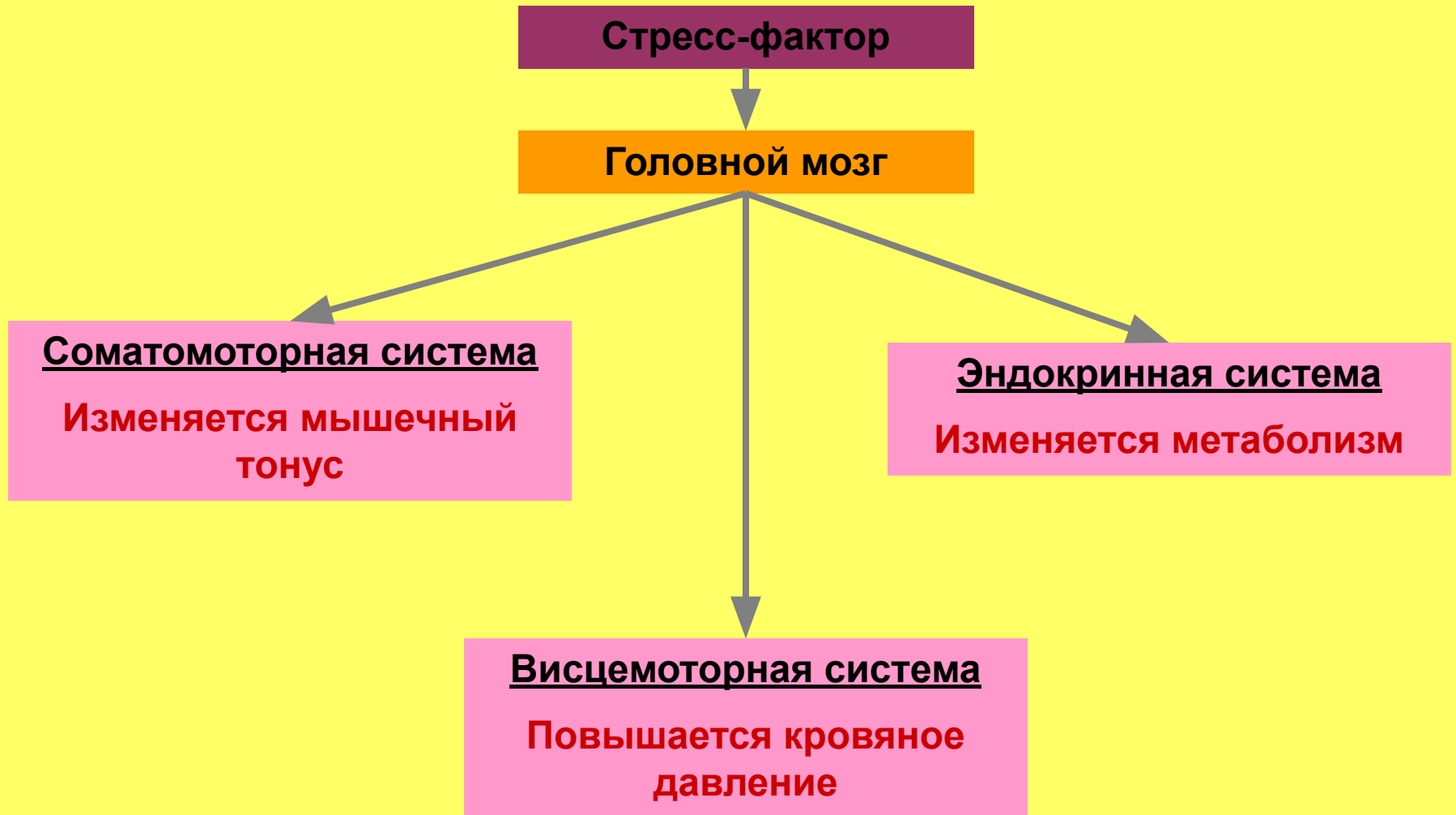


Загоны для откармливания коров



Батарейная система содержания кур

Механизм стресса



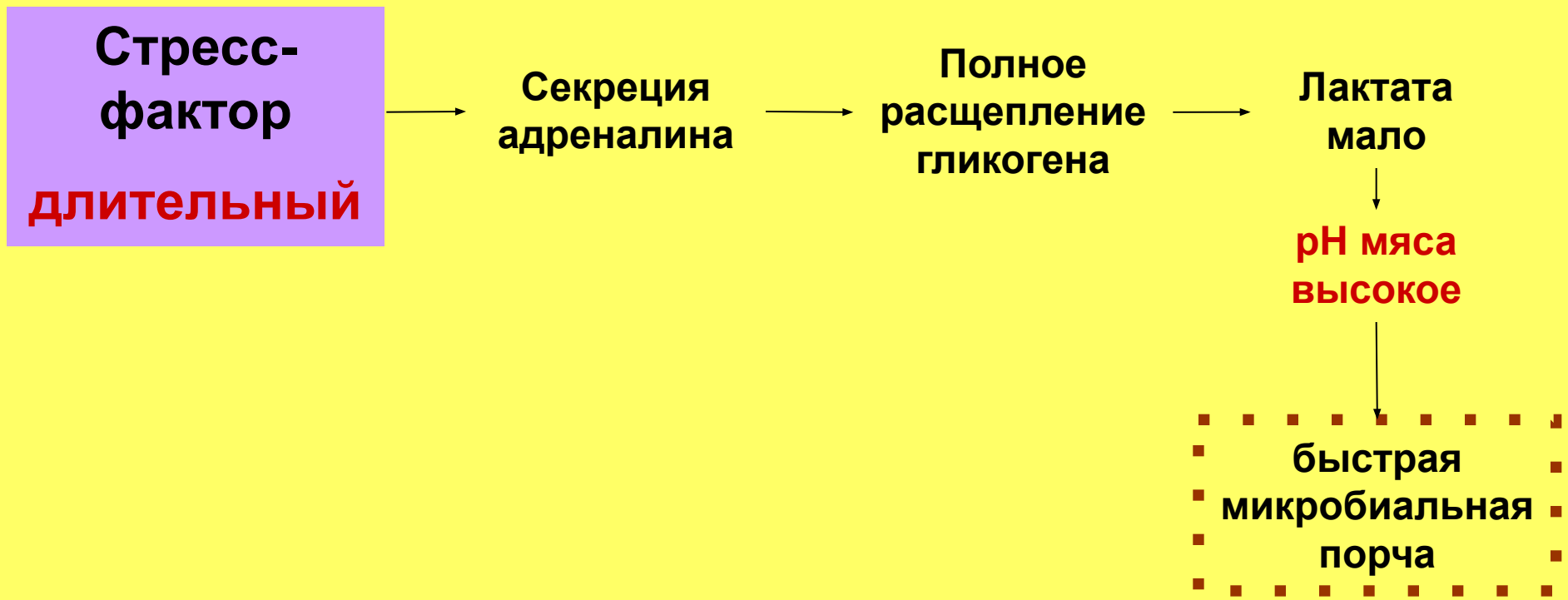
Влияние стрессов на качество мяса



Эксудативное мясо

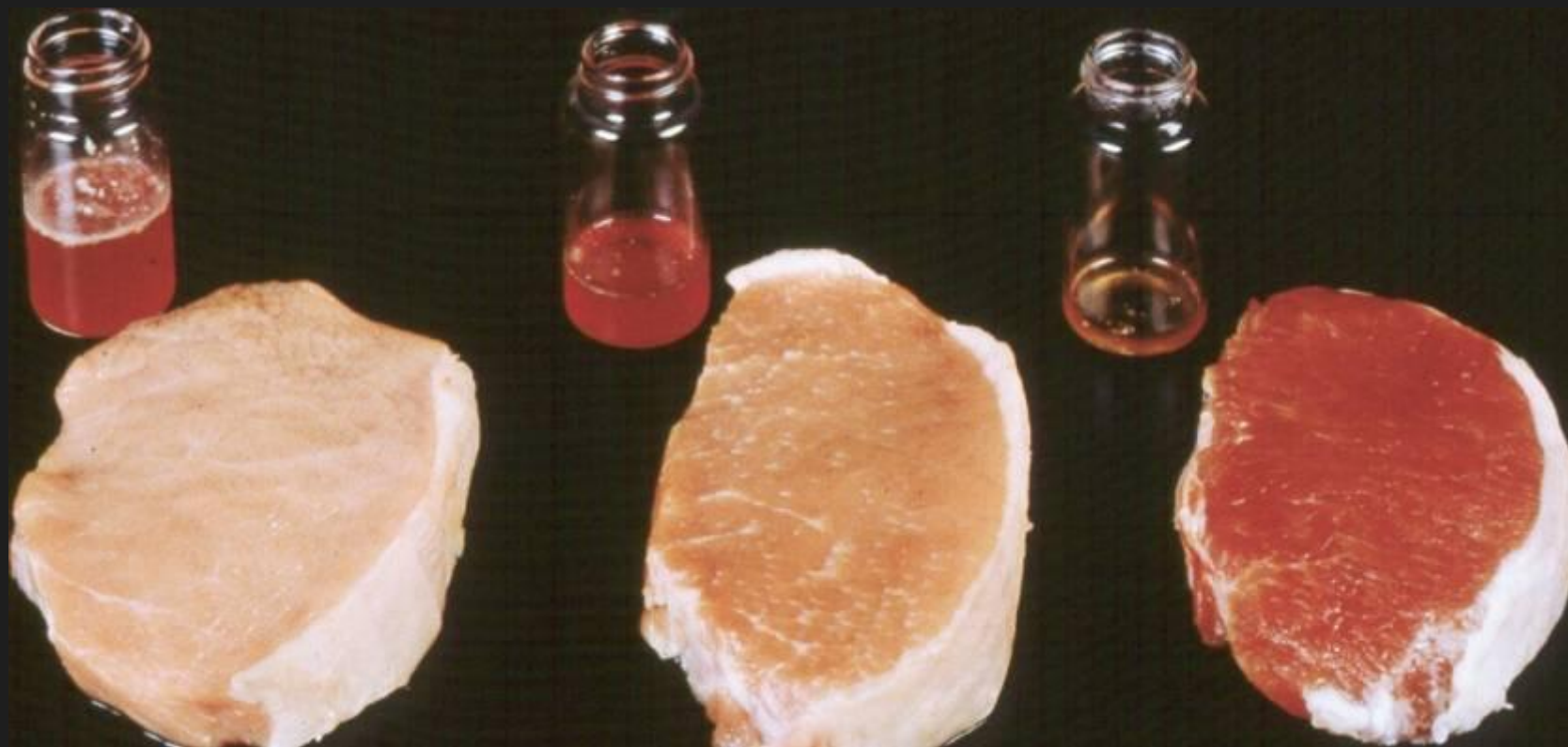
(**PSE** – бледная, мягкая, эксудативная)

Влияние стрессов на качество мяса



DFD - темное, жесткое, сухое мясо.

Дефекты свинины



PSE

pale – бледное
soft – мягкое
exsudative - водянистое

NOR

DFD

dark – темное
firm – плотное
dry – сухое

Сравнительная характеристика различных типов мяса

	NOR (нормальное)	PSE (бледное, мягкое, водянистое)	DFD (темное, жесткое, сухое)
Характерные признаки мяса	Яркий красно-розовый цвет, упругая консистенция, характерный запах, высокая ВСС	Светлая окраска, рыхлая консистенция, кислый привкус, выделение мясного сока, низкая ВСС	Темно-красный цвет, грубая волокнистость, жесткая консистенция, повышенная липкость, низкая стабильность при хранении, высокая ВСС
Причины образования	Нормальное развитие автолиза	Встречается у свиней с малой подвижностью, отклонениями в генотипе, под воздействием кратковременных стрессов	Чаще всего у молодняка КРС после длительного стресса
Методы идентификации	pH 5,6-6,2	pH 5,2-5,5 через 60 мин. после убоя	pH выше 6,2 через 24 часа после убоя
	Органолептические характеристики		
Рекомендации по использованию	Производство всех видов мясопродуктов (без ограничений)	Использование: - в парном состоянии после введения NaCl; - в сочетании с мясом DFD; - в комплексе с соевыми изолятами; - с введением фосфатов; - в комбинации с мясом с нормальным ходом автолиза повышенной сортности	Использование: - при изготовлении эмульгированных колбас, соленых изделий с коротким периодом хранения; - в сочетании с мясом PSE; - при изготовлении замороженных мясопродуктов.

Контроль над качеством мяса по величине рН

Мясо	рН через 1 час после убоя	рН через 24 часа после убоя
Говядина		
PSE	5,2-5,6	5,2-5,5
NOR	6,3-7,0	5,6-6,0
DFD	6,6-7,0	6,2-6,6
Свинина		
PSE	5,2-5,5	5,2-5,5
NOR	5,7-6,8	5,6-6,2
DFD	6,3-6,8	6,2-6,4

Классификация зарубежных специалистов

PSE — бледная, мягкая, экссудативная;

PFN — бледная, твердая, неэкссудативная;

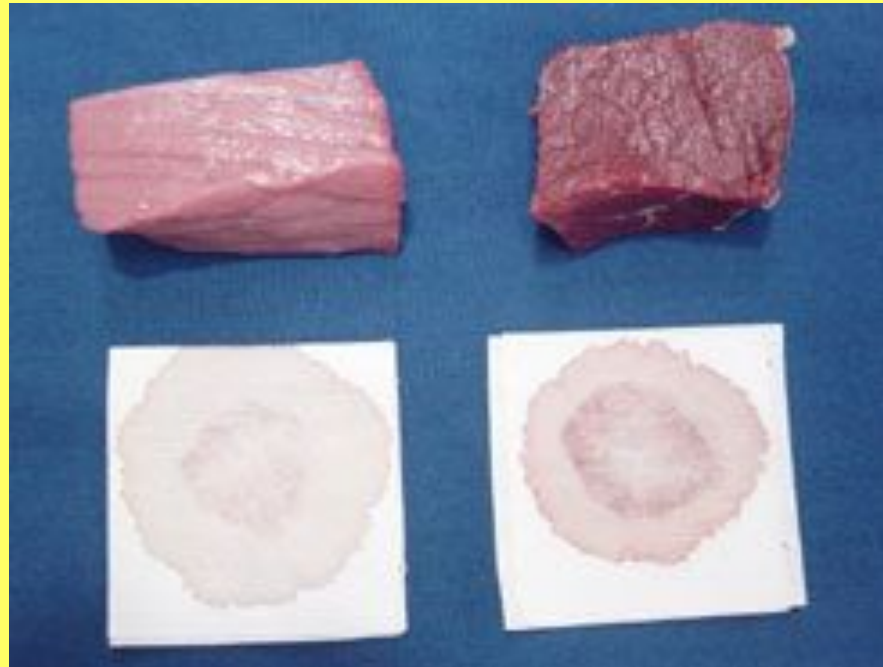
RSE — красная, мягкая, экссудативная;

RFN — красная, твердая, неэкссудативная;

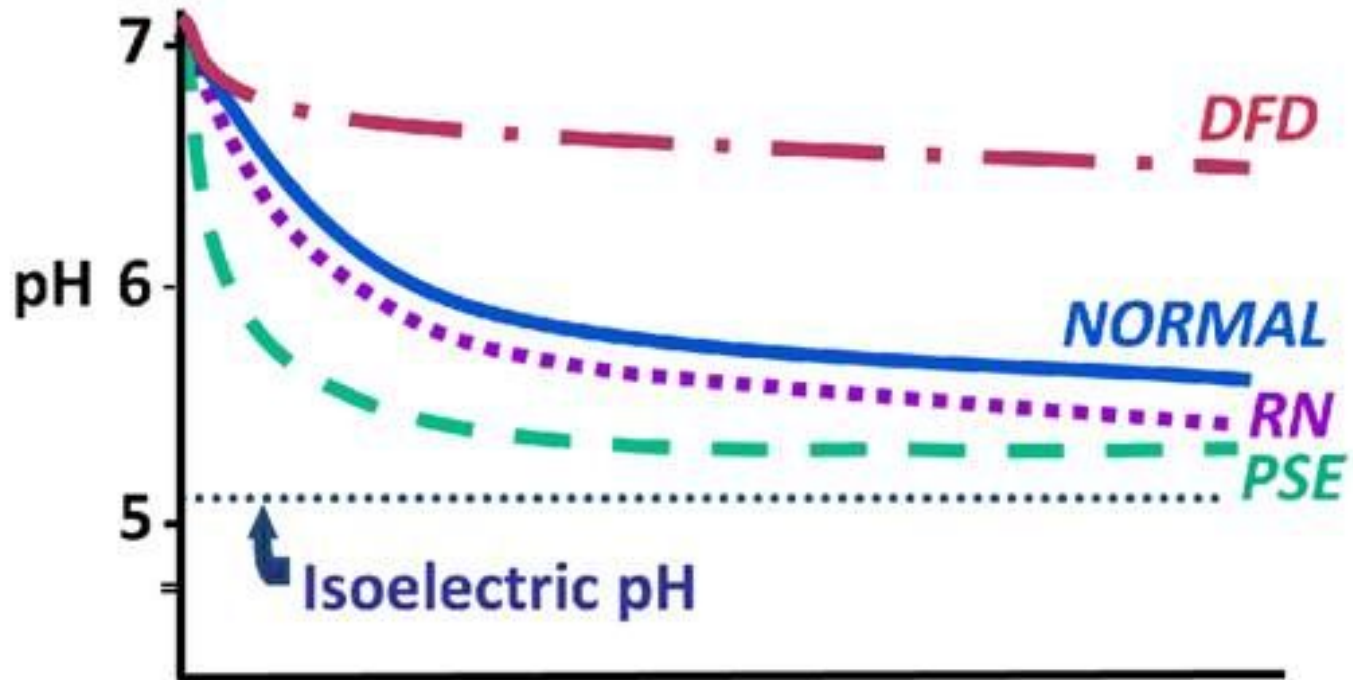
DFD — темная, твердая, сухая.

NOR

Изучение водоудерживающей способности (ВУС)

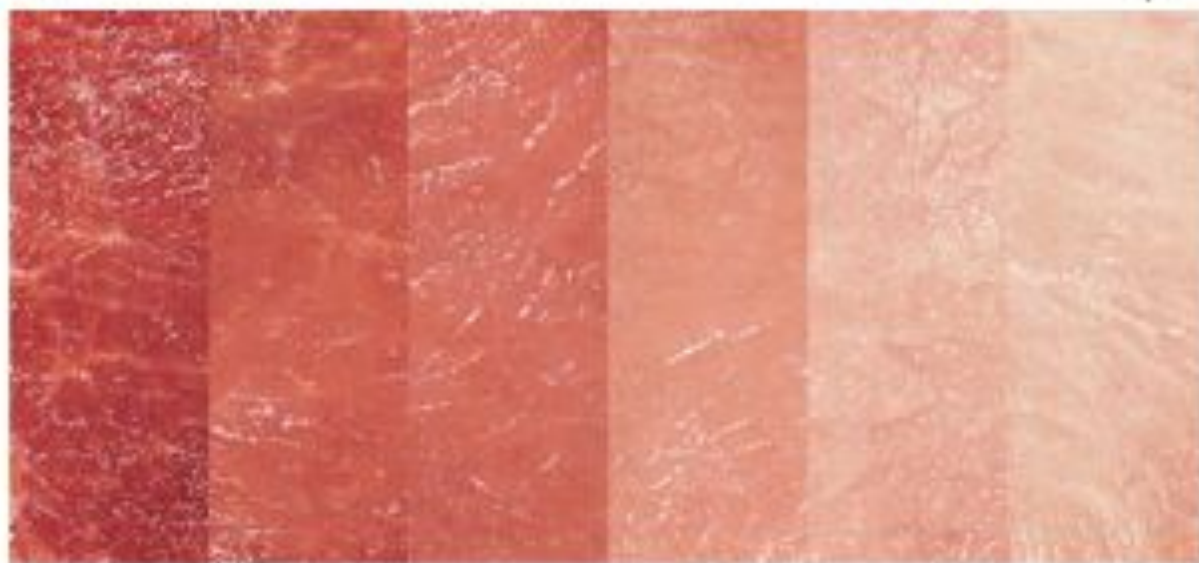


Изменение рН мяса после убоя



High pH

Low pH



**Перевозка на
скотобойню может
стать причиной
дистресса и
страдания
ЖИВОТНЫХ**





Грязные свиньи в предубойном содержании скота.

Фото: Анна Algers.

Агрессивность	Характер взаимоотношений
Острая	Борьба между свиньями разного происхождения (установление иерархического порядка)
Хроническая	Борьба между свиньями одного происхождения (поддержание иерархического порядка)
Аномально острая	Отгрызание хвостов Каннибализм Жестокость (в пределах устоявшейся группы) Поедание свиноматкой своих или чужих поросят

Поведение свиней в течение суток в зависимости от плотности размещения в группах по восемь животных (по Р. Эвбанку)

Агрессивное поведение	Плотность размещения, м ² на свинью		
	Высокая 0,56	Средняя 0,77	Низкая 1,19
Общее число драк за время наблюдения	192	181	134
Число драк с ясным исходом (известен победитель)	61	67	75
Число возмездий (число свиней, обычно низкого ранга, которые при нападении на них вступают в драку)	45	43	21



Эта свинья была в борьбе во время предубойного содержания скота, что приводит к повреждению кожи, и низкому качеству мяса.

Фото: Laurits Lydehøj Hansen

Мероприятия по снижению стресса:

- поддержание стабильного рациона кормления;
- сокращение периода погрузки и разгрузки;
- избегать воздействия на животных внешних факторов;
- не допускать состояния физической усталости у животных в период транспортировки;
- продолжительность и скорость транспортировки должны быть минимальными;
- транспортные средства должны быть надлежащим образом оборудованы;
- **соблюдать предубойную выдержку животных**

Предубойная выдержка животных

Позволяет восстанавливать физиологическое и биохимическое состояние животных

До 100 км пути – 2 часа отдыха с **обязательным** водопоем

До 50 км пути – без предубойной выдержки

О результативности отдыха животных судят по:

- температуре тела свиней (не более 39°C),
- по частоте пульса (до 100 ударов/мин),
- по частоте дыхания (не более 30 вдохов/мин),
- по степени наполнения ушных вен.

Транквилизаторы

Зачем???

Препятствуют повышенному выделению адренокортикотропного гормона и помогают ослабить его нежелательное катаболическое действие.

Каразолол

неспецифический β -адренолитик, в основном применяемый для предотвращения внезапной гибели свиней от стресса при транспортировке.

- Генотоксичен;
- Вызывает гематологические и биохимические изменения;
- Воздействует на респираторную функцию.

Азаперон

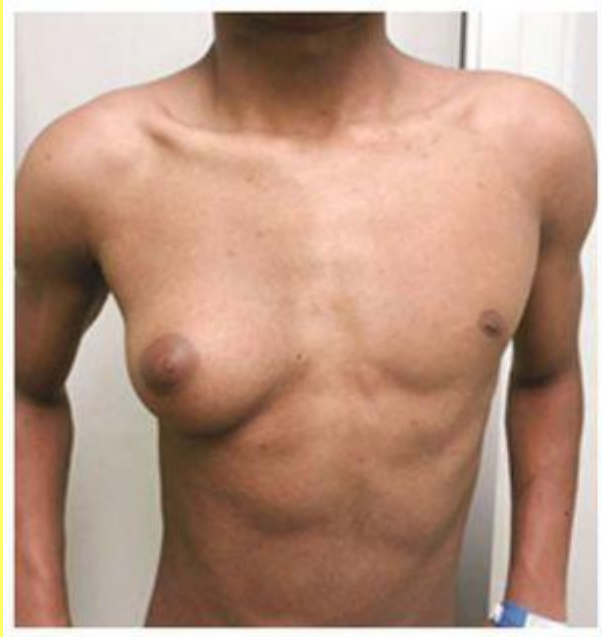
нейролептический транквилизатор для применения у свиней

При отправке откормленного поголовья на мясокомбинат обработка другим веществом - азаперином в дозе 1,5-2,9 мг/кг позволяет снизить агрессивность свиней, уменьшает возможный падеж в 5 раз, повышает качество свинины при убое. Инъекции препарата следует делать за 3-8 часов до погрузки поголовья на транспорт.

Серия технических докладов ВОЗ, №815. Женева 1995 г.

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41790/WHO_TRS_815_rus.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Исследование кратковременной и длительной токсичности проводилось на крысах и собаках. Основным эффектом у обоих видов было связанное с дозой седативное действие, которое наблюдалось при всех уровнях доз. Наблюдалась незначительная гепатотоксичность при дозах не менее 30 мг на 1 кг массы тела в день у крыс и 5 мг на 1 кг массы тела в день у собак. Только у крыс масса головного мозга последовательно увеличивалась при дозе 30 мг на 1 кг массы тела в день, однако ввиду отсутствия каких-либо патологических изменений это наблюдение осталось необъясненным.
- Отмечались патологические изменения гипофиза и половых органов, особенно у крыс; такие изменения характерны для нейролептиков. Было решено, что первичным действием является фармакологическое, которое вызвано блокадой рецепторов допамина в гипоталамусе или гипофизе, приводящей к повышенной секреции пролактина и пониженной секреции гонадотропина.



Рекомендации:

- 1. Ежегодно следить за рекомендациями комитета экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам.**
- 2. Принимать меры по ограничению потребности в препаратах, используемых непосредственно перед забоем.**
- 3. Субстанции длительного действия и медленного всасывания имплантировать или инъектировать предпочтительно в ткани, выбрасываемые на бойне (например, в уши крупного рогатого скота).**



Принципы и способы интенсификации созревания и улучшения консистенции мяса

Физические

- Повышение температуры среды;
- Избыточное давление;
- УЗ-воздействие;
- Электростимуляция.

Механические

- Накалывание;
- Отбивание;
- Массирование;
- Тумблирование.

Физиологические

Ускорения созревания животного путем введения активных препаратов (адреналин) за 2-3ч до убоя.

Химические

Введение в парное мясо под давлением:

- воды;
- рассолов;
- растворов фосфатов;
- газов.

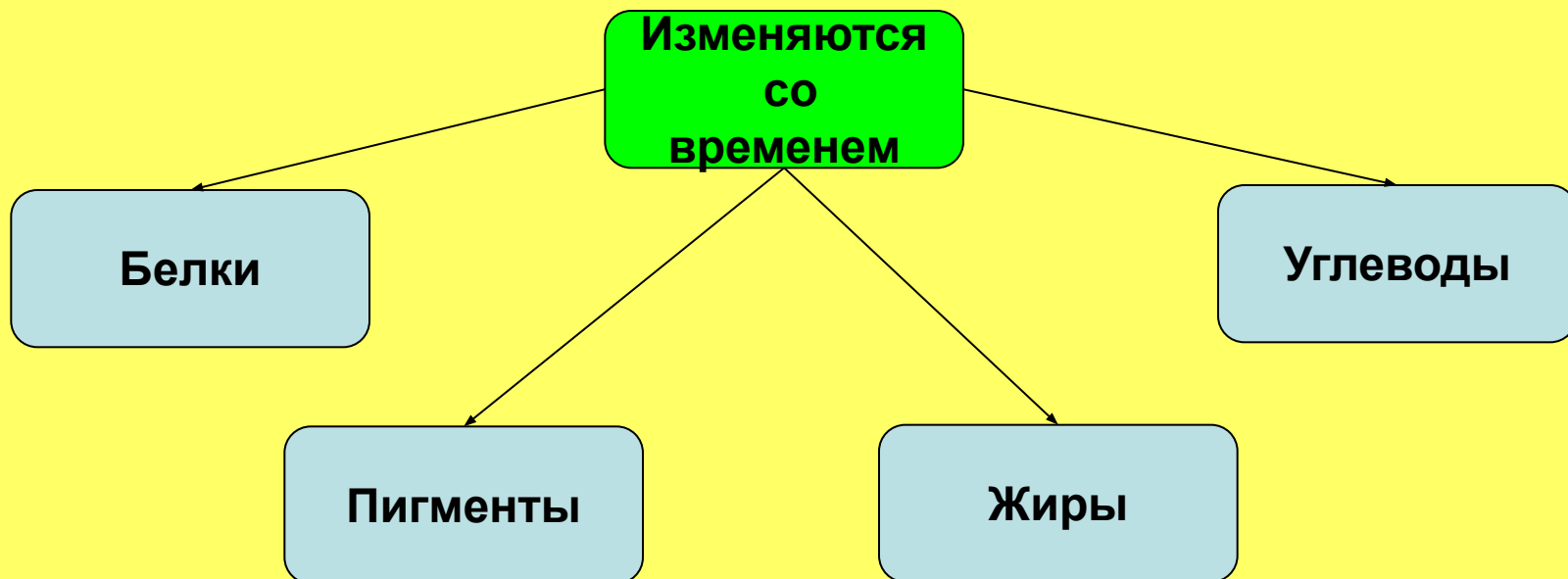
Биологические

Обработка сырья протеолитическими ферментными препаратами микробного, растительного или животного происхождения.

Зависимость биохимических изменений в мясе от условий хранения

Мясо может быть источником пищевых **токсикоинфекций** и **интоксикаций**:

- стерильного мяса не бывает
- низкий санитарный уровень уоя и переработки
- благоприятные условия окружающей среды



Превращения белков и азотистых экстрактивных веществ

1. Ослизнение.

	16°C	4°C	2°C
Появление слизи	на 2-е сутки	16-18 сутки	22-23 сутки
	85% влажности		

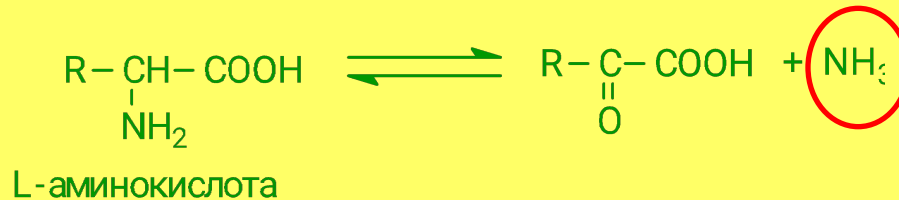
- Сплошной рост аэробных бактерий.
- Аэробы, развивающиеся в кислой среде, сдвигают рН в щелочную сторону и подготавливают условия для жизнедеятельности гнилостных бактерий.
- Гниение.



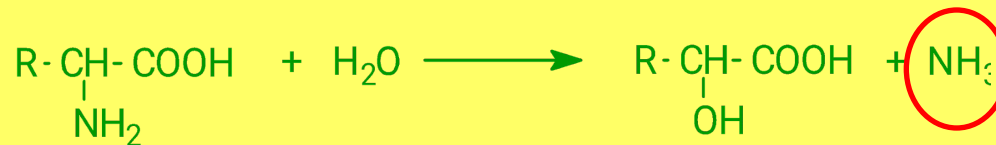
Распад аминокислот

1. Дезаминирование:

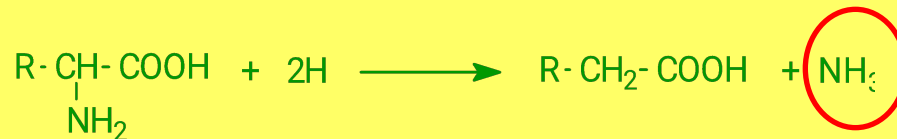
- Окислительное



- Гидролитическое



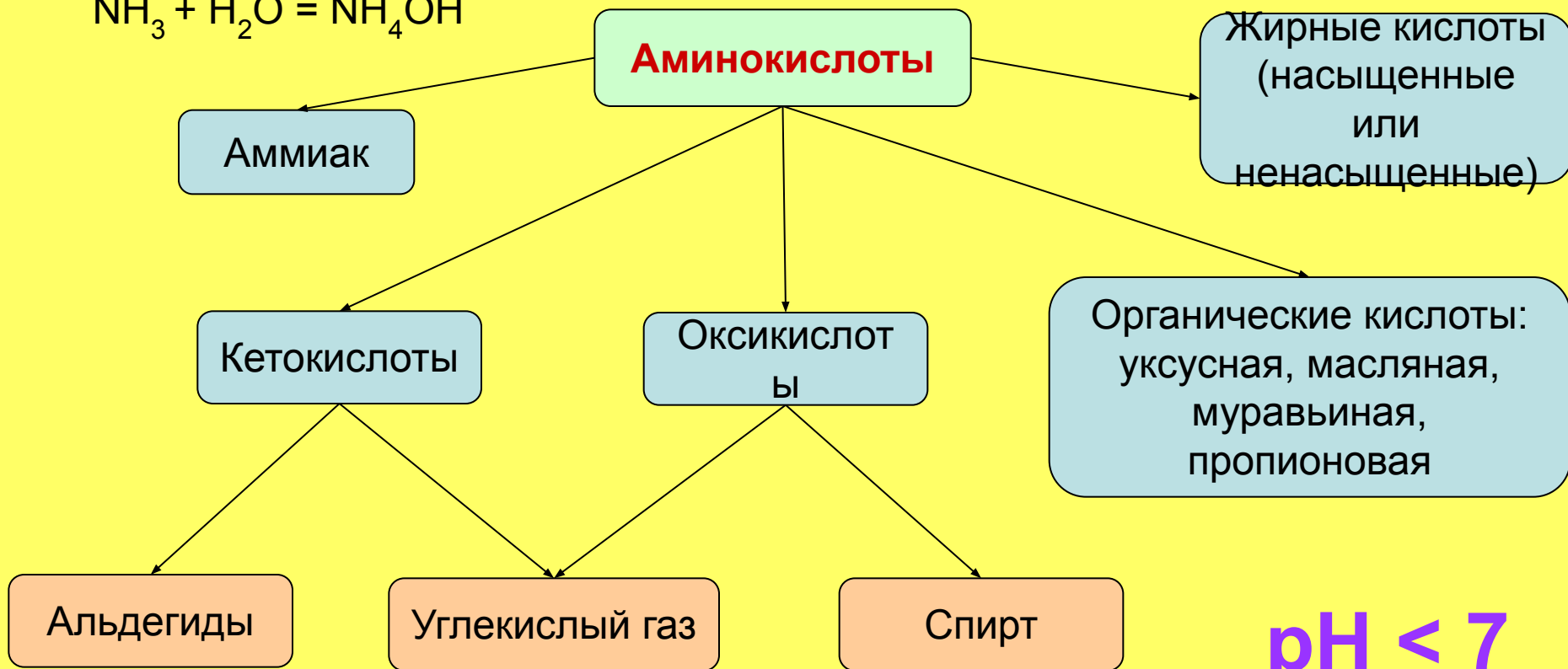
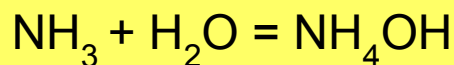
- Восстановительное



- Внутримолекулярное

Продукты дезаминирования аминокислот

pH > 7



pH < 7

Вкус

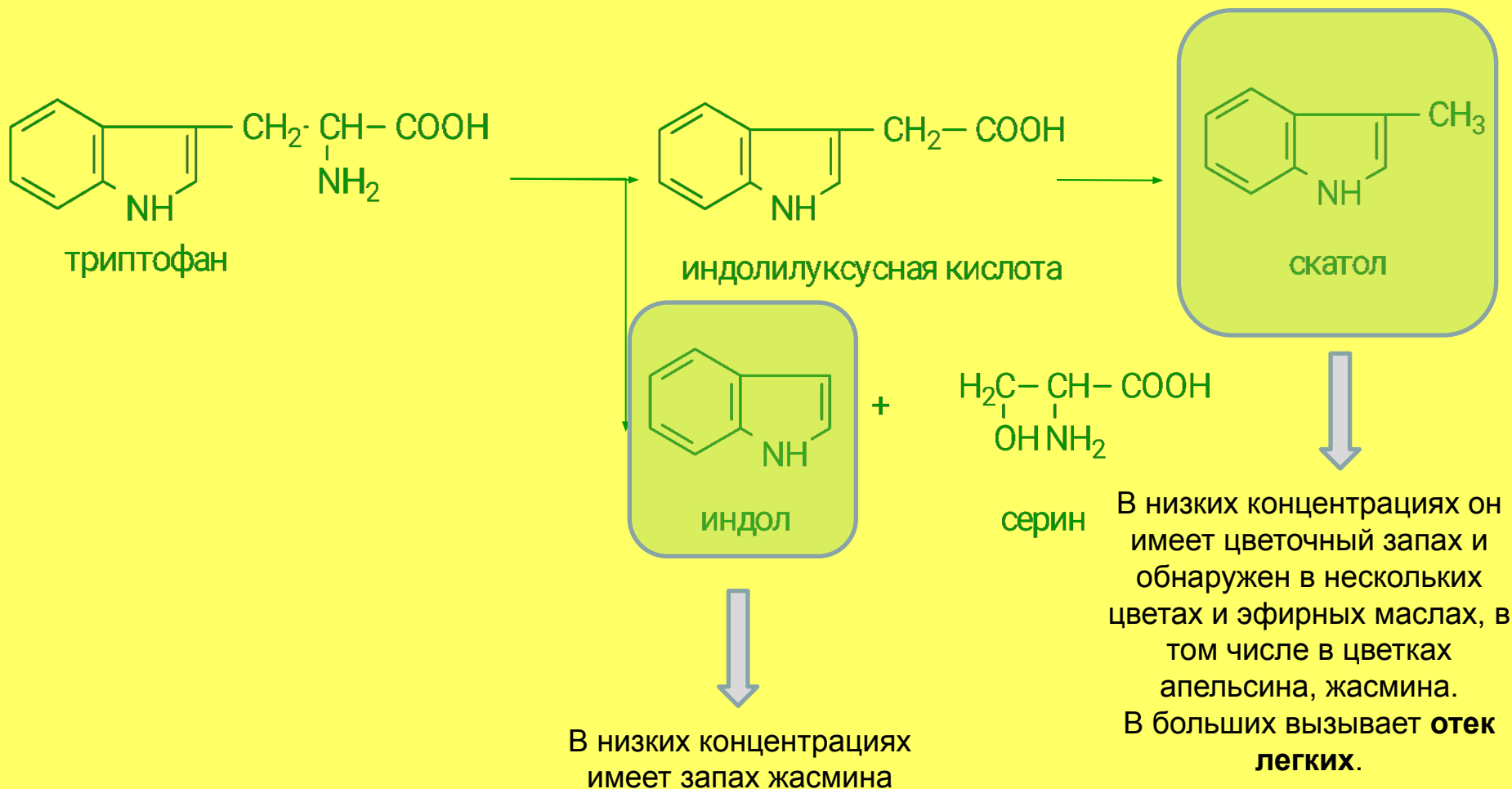
Распад аминокислот

2. Декарбоксилирование

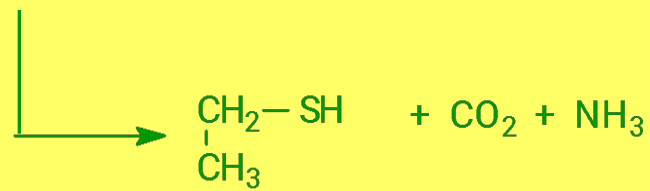
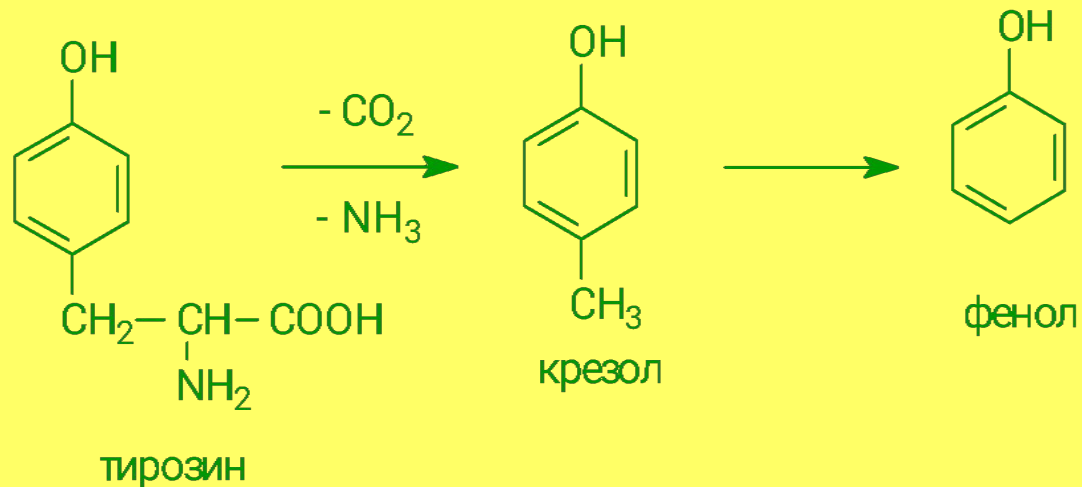


Аминокислота	Образующийся амин
Валин	Изобутиламин
Гистидин	Гистамин
Цистеин	Таурин
Лизин	Кадаверин
Орнитин	Путресцин
Аргинин	Агматин
Фенилаланин	Фенилэтиламин

Превращения ароматических аминокислот



Превращения ароматических и серосодержащих аминокислот



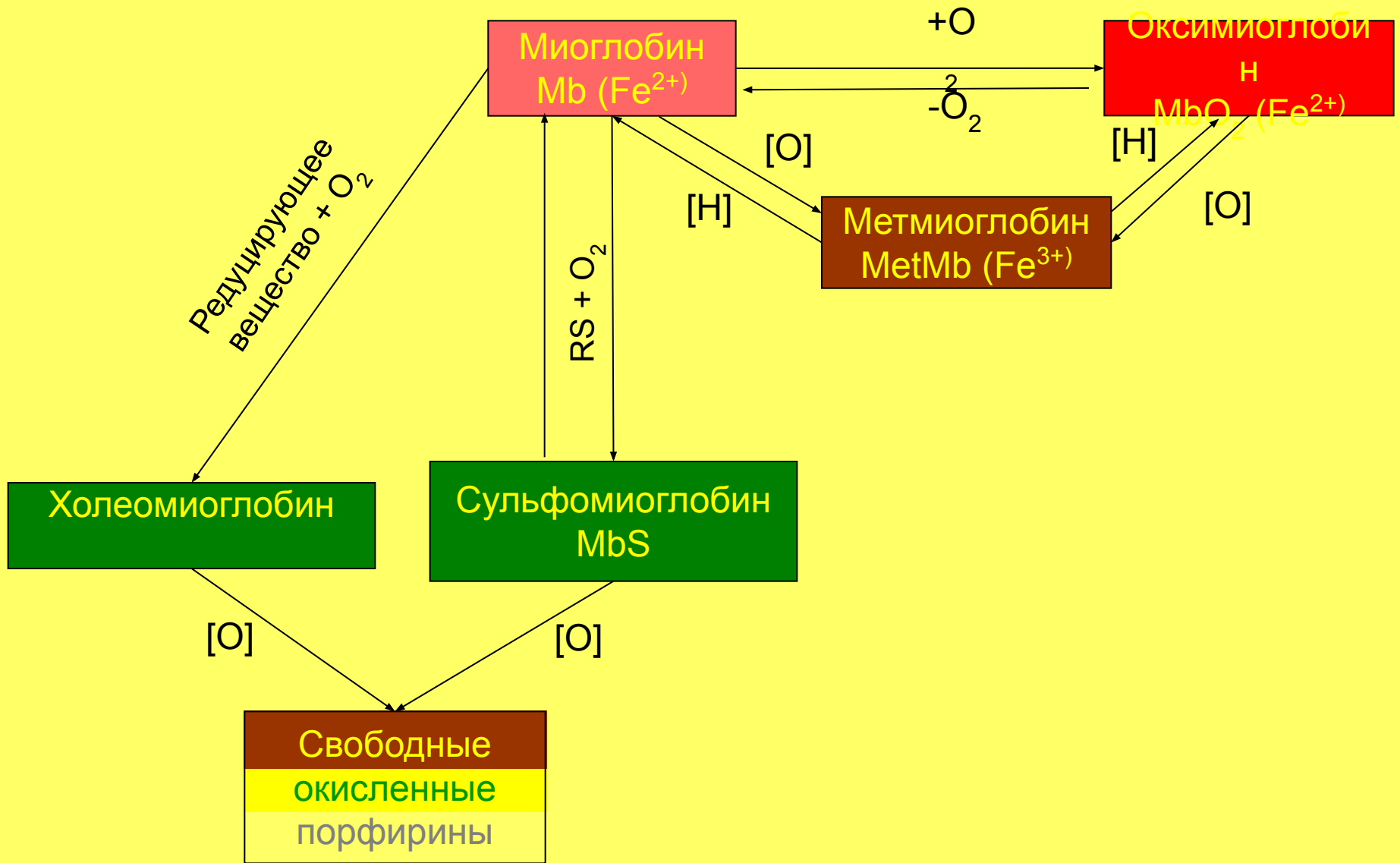
этилмеркаптан

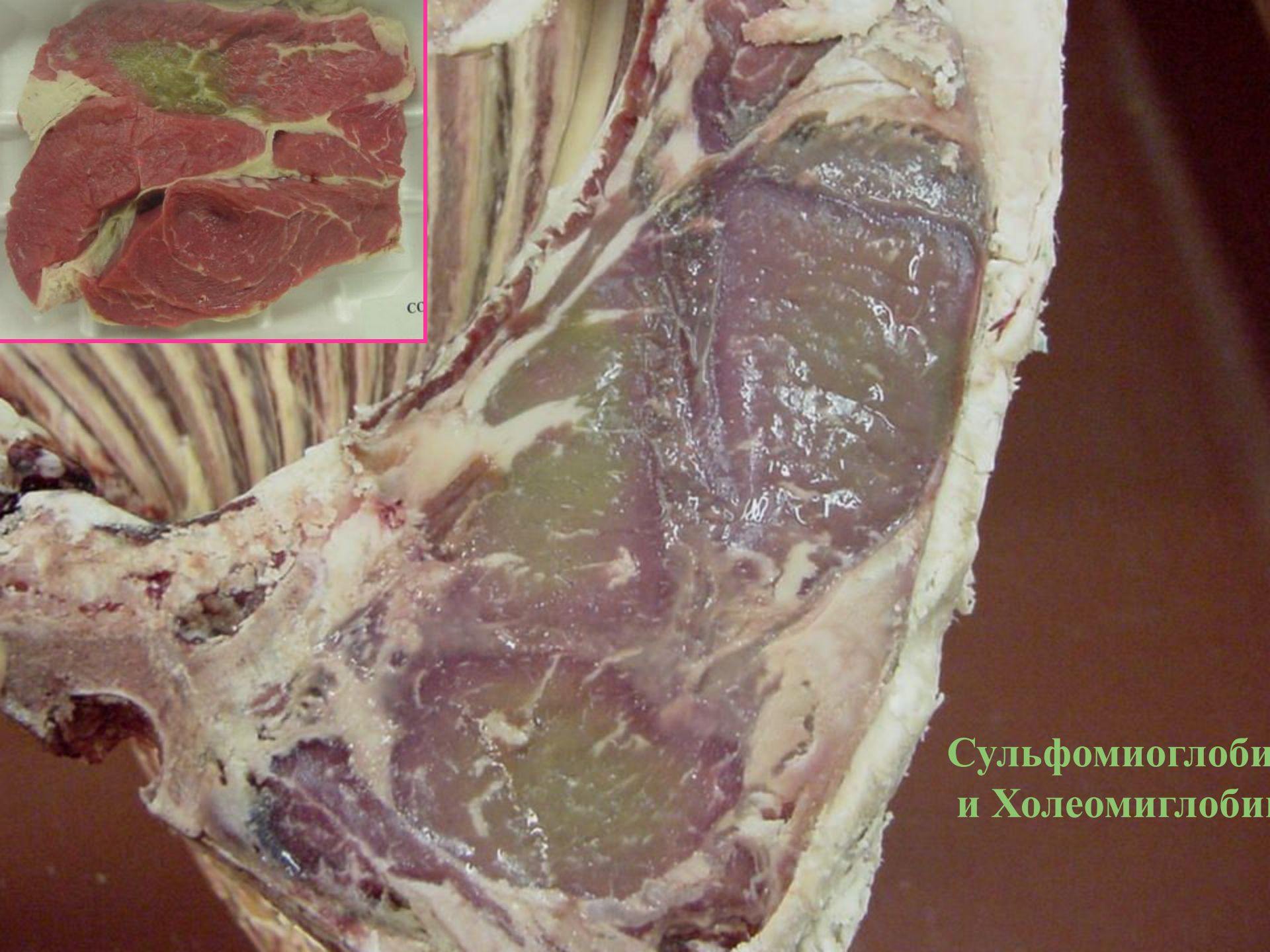
Превращения белков и азотистых экстрактивных веществ

- Карбоновые жирные (уксусная, масляная, муравьиная);
- Оксикислоты
- Амины
- Альдегиды
- Неорганические вещества (H_2O , NH_3 , CO_2 , N_2 , H_2S)
- Вещества, изменяющие вкус и запах (фенол, крезол, индол, скатол, меркантан)

Биологическая ценность мяса падает за счет распада белковых веществ

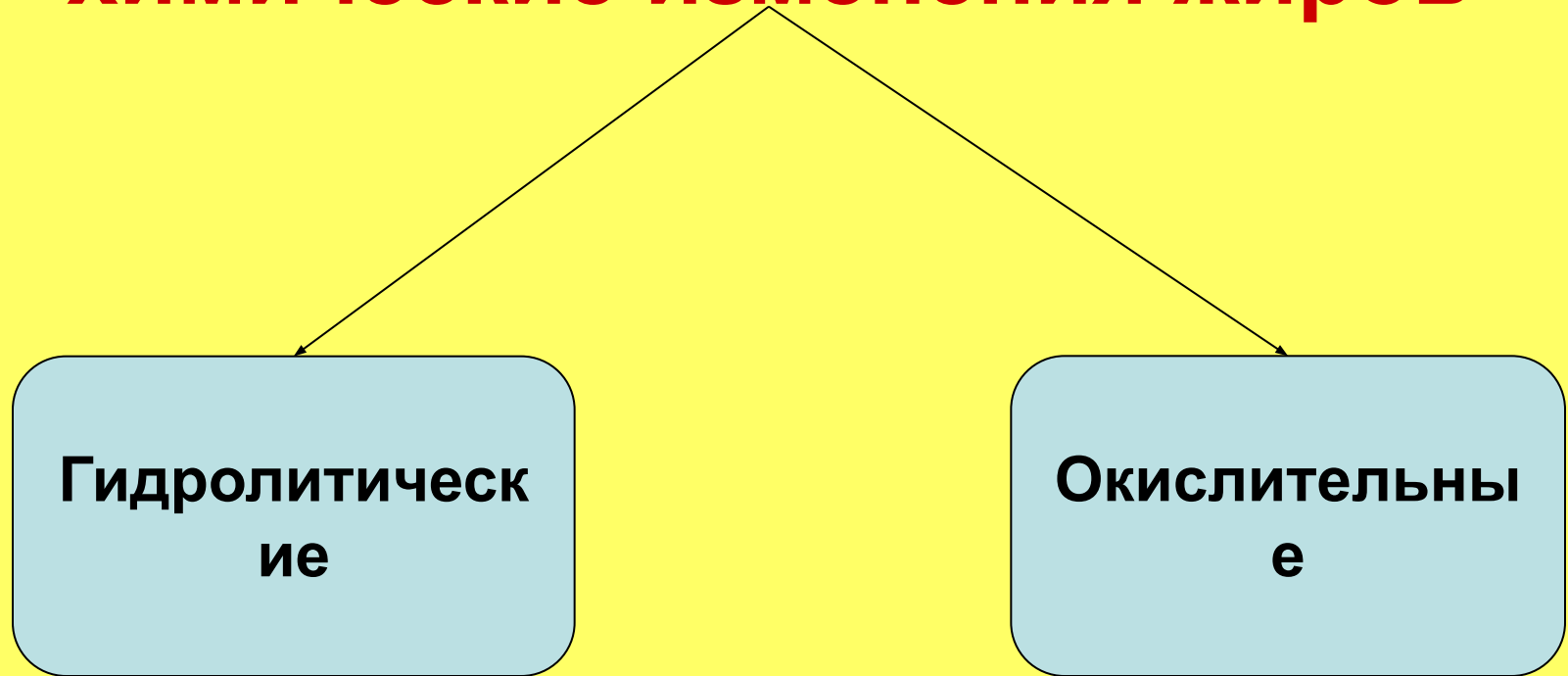
Изменения пигментов





Сульфомиоглобин
и Холеомиглобин

Биохимические и физико-химические изменения жиров



Гидролитические изменения тканевых жиров



ТГ – триглицериды

ДГ – диглицериды

МГ – моноглицериды

Г – глицерин;

СЖК – свободная жирная кислота

В свежей жировой ткани кислотное
число обычно не выше **0,05-0,2**

Факторы, влияющие на гидролиз жира:

- 1. Температура.**
- 2. Высокая влажность.**
- 3. Обсеменение микрофлорой.**
- 4. Неполная денатурация белков при вытопке жира.**

Окислительные изменения жиров

- Протекают при низких температурах
- Необходим газообразный кислород

Образование перекисей:

- Образование активированной реакционноспособной молекулы:



2. Распад на радикалы:



- Рекомбинация радикалов:



- Цепная реакция:



Перекисное число

Индукционный период:

- очень мало молекул с повышенной кинетической энергией (возбужденных или свободных радикалов)
- наличие природных антиоксидантов
- условия хранения

Каталитическое действие металлов

- легкоокисляющиеся металлы (окислы или соли железа, меди, свинца, олова)
- органические соединения, содержащие железо: белки, гемоглобин, цитохромы и др.



Общая схема реакций перекисного окисления липидов

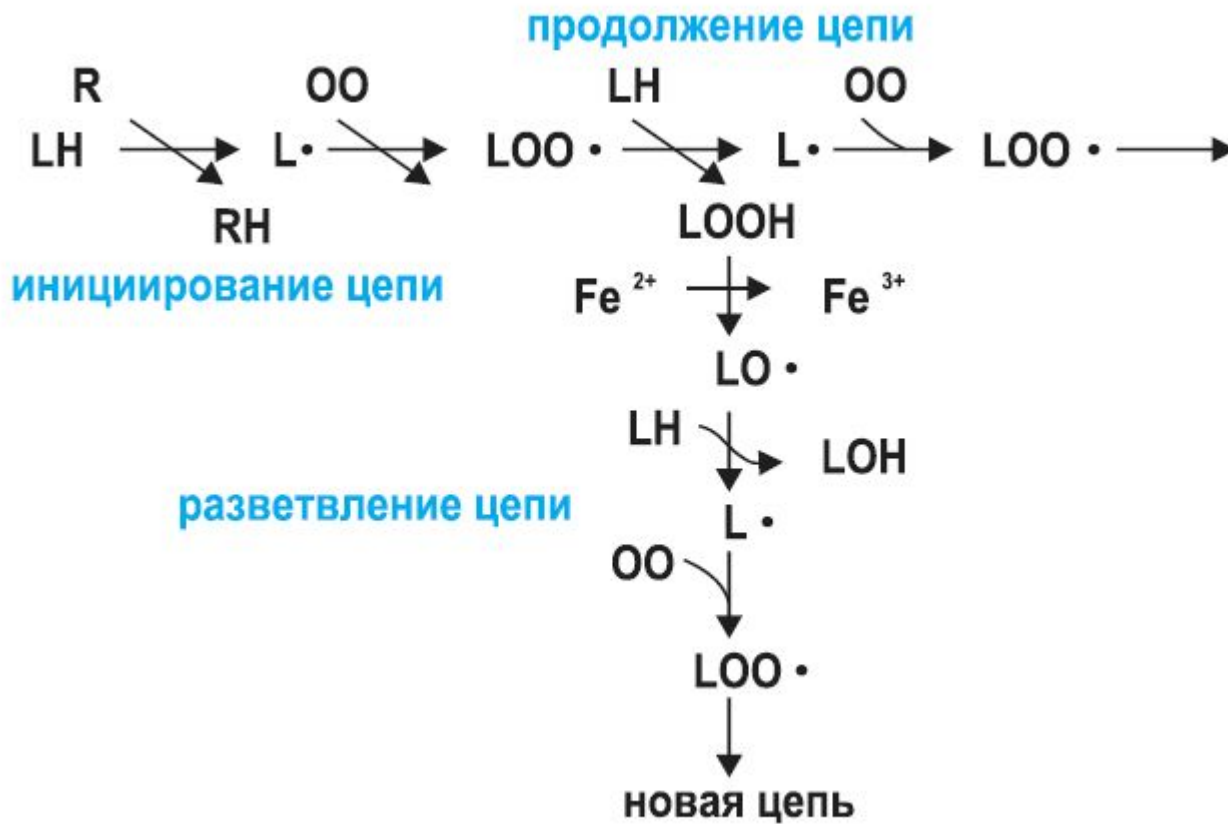


Схема порчи жиров

Окисление

Жиры

Гидролиз

Переокиси

Альдегиды

Кетоны

Низкомолекулярные кислоты

Оксикислоты

Продукты полимеризации,
поликонденсации

Жирные кислоты
Глицерин
Моно- и диглицериды

Газообразные
продукты

Прогоркание

появление специфического запаха

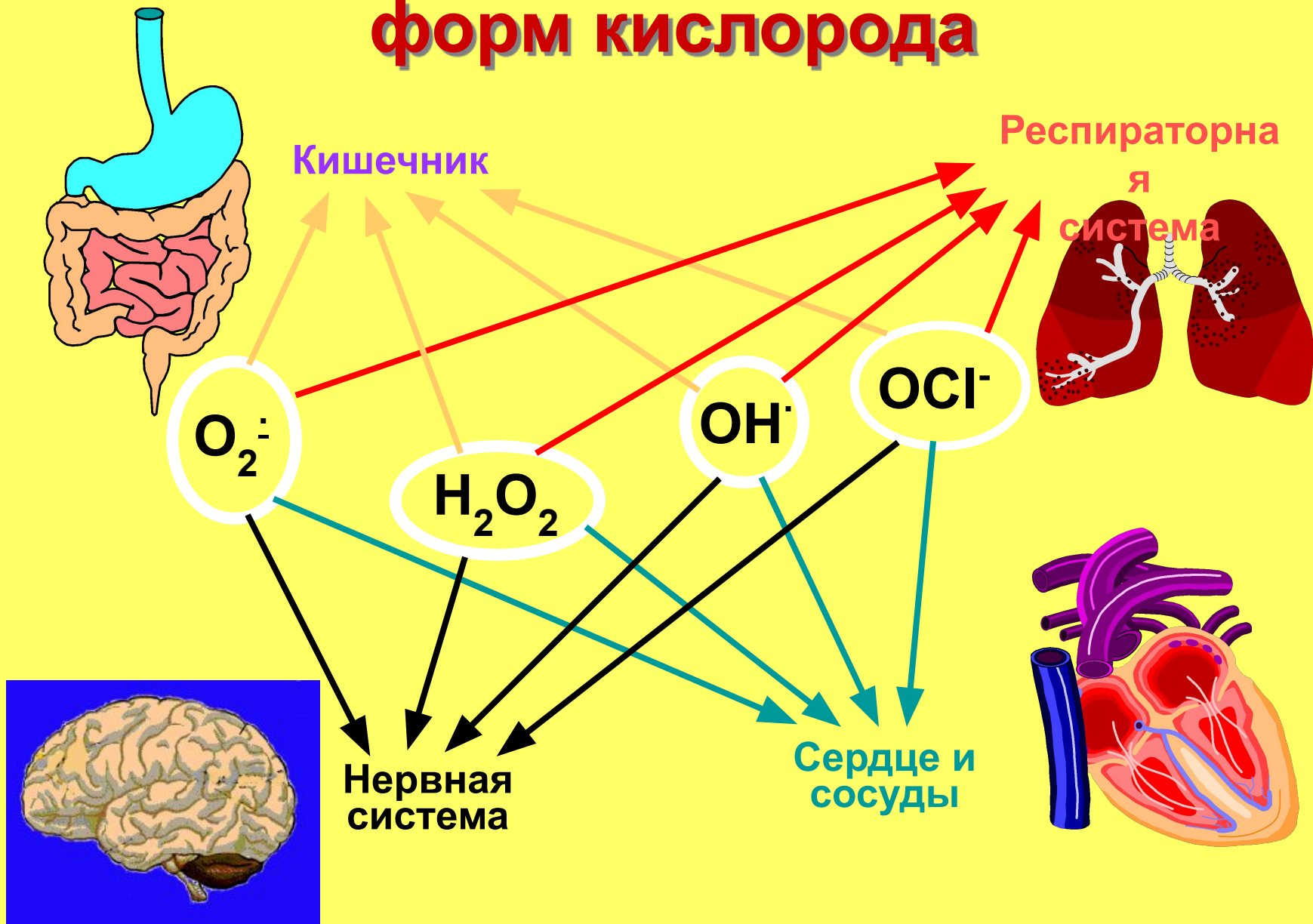
Осаливание

**исчезновение окраски
уплотнение жира
появление салистой консистенции**

Изменение биологической ценности жиров

- 1. Окисление жизненно необходимых, ненасыщенных жирные кислот.**
- 2. Образование ядовитых веществ (мускарин, триметиламин и др.).**
- 3. Окислительные разрушения каротиноидов и токоферолов.**
- 4. Образование перекисей (действуют на клеточные мембраны, ДНК).**
- 5. Образованию вторичных, иногда токсичных продуктов окислительной порчи жиров.**

Основные мишени активных форм кислорода



Последствия окислительного стресса

- **Повреждение мембран на молекулярном уровне:**
 - Активация перекисного окисления липидов
 - Нарушение жидкокристаллической структуры
 - Увеличение проницаемости для ионов и воды
- **Нарушение третичной структуры белков-ферментов:**
 - Дезорганизация метаболизма
 - Нарушение продукции энергии
- **Повреждение нуклеиновых кислот**

Химические принципы предохранения жиров от порчи

- 1. Уменьшить (исключить) контакт жира с кислородом воздуха и с источниками энергии – светом, теплом.**
- 2. Хранить жир в герметической таре, в вакууме или в атмосфере инертного газа при отрицательной температуре.**
- 3. В жирах не должно быть легко окисляющихся металлов (меди, железа, марганца), их солей или органических производных, соединений свинца, олова и других металлов, даже в ничтожных количествах.**

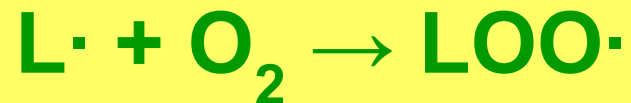
Антиокислители (антиоксиданты)

- не должны обладать вредными для организма свойствами
- при введении в жир они не должны вызывать нежелательных органолептических изменений

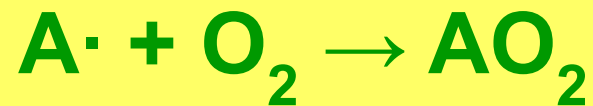
Классификация:

1. Естественного происхождения (каротиноиды, витамин Е).
2. Синтетические (преобладают производные фенолов **(допустимые в пищу!)**).

Механизм действия антиокислителей



L – жирная кислота; AH – антиокислитель.



1. Антиокислитель ингибирует образование свободных радикалов.
2. Антиокислитель разрушает уже возникшую гидроперекись.
3. Синергисты антиокислителей усиливают действие антиокислителей (органические кислоты, их эфиры и отдельные неорганические кислоты).

Антиоксидантные ферменты

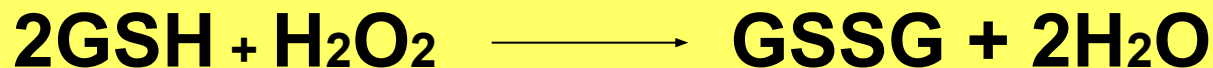
Супероксиддисмутаза (разные формы содержат Cu/Zn и Mn):



Каталаза (гемосодержащий фермент):



Глутатионпероксидаза (содержит остаток селеноцистеина):



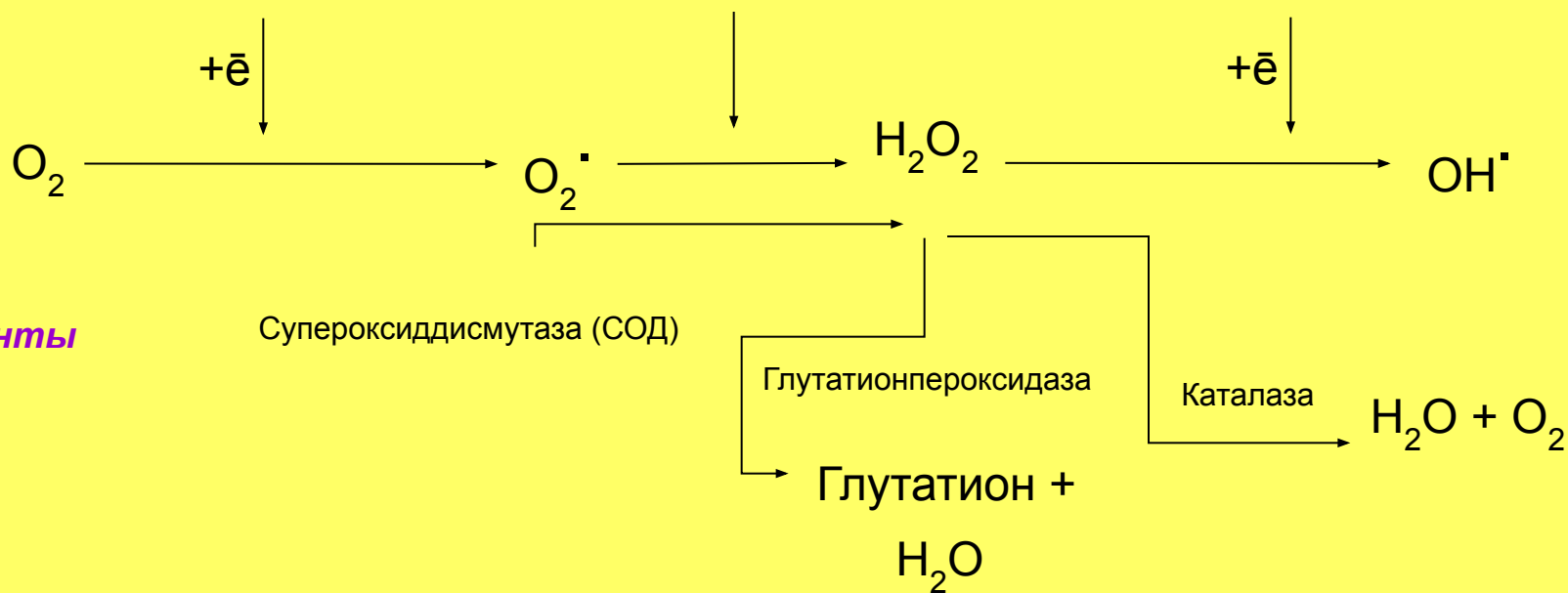
Глутатионредуктаза (содержит FAD):



Естественные антиоксиданты

Гидрофильные:
аскорбат, глутатион, флавоноиды

Липофильные:
убихинон, токоферол,
витамин А, каротиноиды



Ферменты

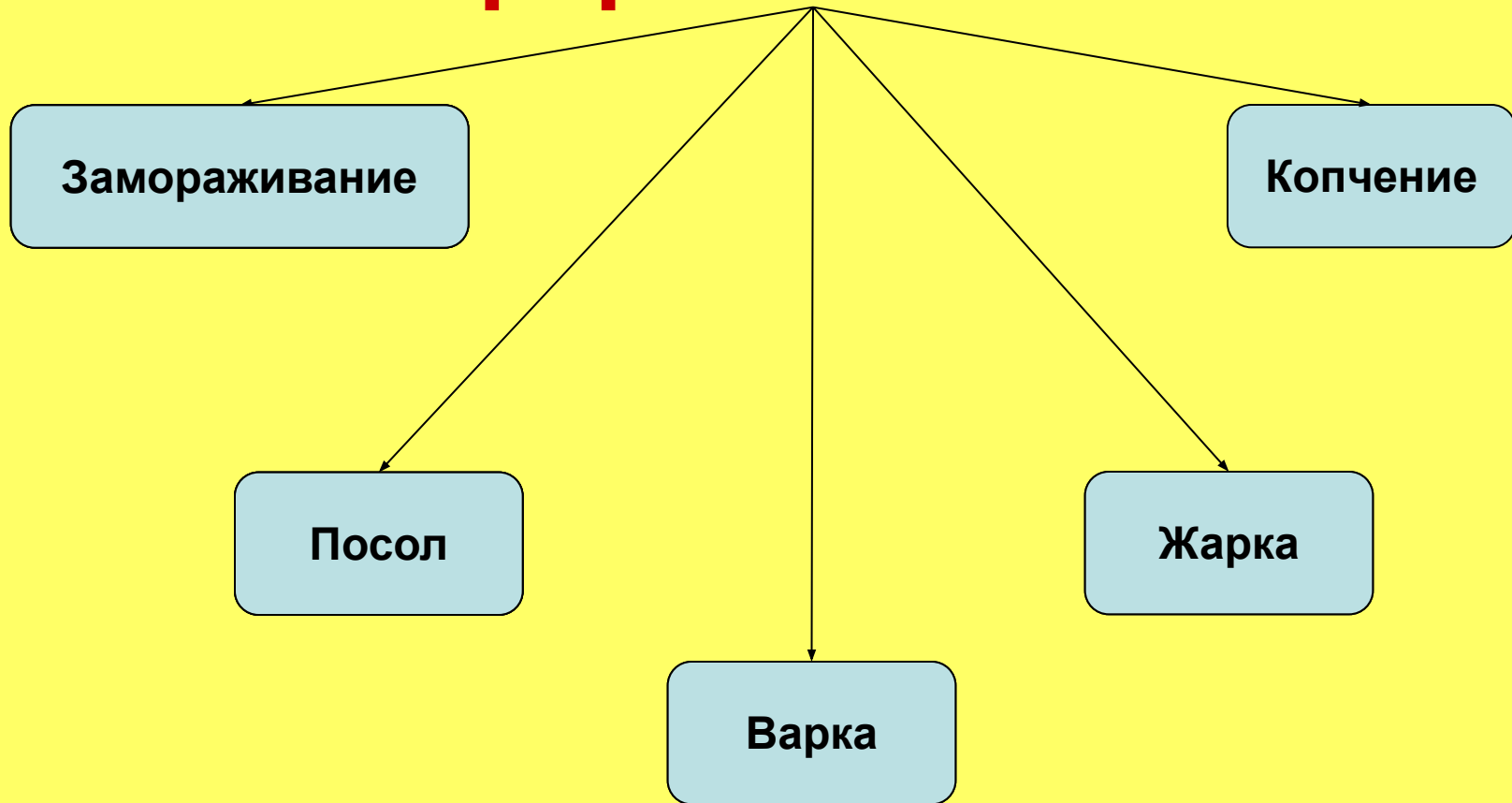
Превращения углеводов

- В аэробных условиях бактерии, плесени и дрожжи обычно довольно полно окисляют углеводы на поверхности мясопродуктов до CO_2 и H_2O .
- Если окисление углеводов по каким-либо причинам неполное, то накапливаются промежуточные продукты – различные органические кислоты. Такие превращения углеводов обуславливают некоторое подкисление тканей, но образующиеся продукты оказывают относительно небольшое влияние на запах и вкус мяса.
- При аэробных превращениях углеводов микроорганизмы получают большое количество энергии для своего развития, и бурный рост их приводит к образованию пятен (повреждений) на поверхности продукта.

Вопросы контрольной работы

1. Изменения мяса при холодильной обработке.
2. Биохимические аспекты посола мяса. Теоретические основы использования фосфатов при посоле мяса.
3. Изменения миопигментов при различных способах консервирования мяса.
4. Роль поваренной соли, нитрита натрия, сахара, молочной, аскорбиновой кислоты и ее солей в процессах посола.
5. Тепловая денатурация растворимых белковых веществ. Сваривание и дезагрегация коллагена.
6. Биохимические аспекты процесса копчения мяса.
7. Биологическая оценка копченых продуктов.

Биохимические основы переработки мяса



Биохимические изменения мяса при холодильной обработке

- **Замораживание – диффузионный процесс, в результате которого вода из внутренних слоев перемещается в обратном направлении. Вода превращается в лед.**
- 1. Медленное замораживание. $t = -8^{\circ}-10^{\circ}\text{C}$**
 - вода замерзает вне клетки
 - образуются крупные кристаллы льда
 - 2. Сравнительно быстрое замораживание. $t = -18^{\circ}\text{C}$**
 - кристаллы льда образуются не только в межклеточных пространствах, но и в клетках
 - образуются средние кристаллы льда
 - 3. Быстрое замораживание. $t = -35^{\circ}-40^{\circ}\text{C}$**
 - вода замерзает преимущественно в клетке
 - образуются мелкие кристаллы льда

**Мясо в состоянии
окоченения**

низкая ВУС белков

крупные кристаллы льда в
межволоконном
пространстве

Парное мясо

высокая ВУС белков

кристаллы льда внутри
мышечного волокна

1. Ресинтез гликогена
2. Уменьшение АТФ
3. Изменение свойств белков мышечной ткани:
 - извлекаемость белков актомиозинового комплекса;
 - реактивность тиоловых групп миозина;
 - резко уменьшается реактивность кислых и основных групп во всех белках;
 - резко снижается водоудерживающая способность мышц

Размораживание мышечной ткани

- специфическое окоченение = сокращение + агрегационное взаимодействие миофибриллярных белков



Размораживание мышечной ткани

□ образование мышечного сока

- таят кристаллы льда
- нарушается целостность клеточных мембран
- денатурационные изменения в миофибриллах
- дегидратация миозина и актина при замораживании и хранении в замороженном виде обуславливают значительное уменьшение ВУС мышечных волокон

При размораживании мясо теряет:

- белки
- экстрактивные вещества
- минеральные вещества
- ВИТАМИНЫ

Хранение замороженного мяса

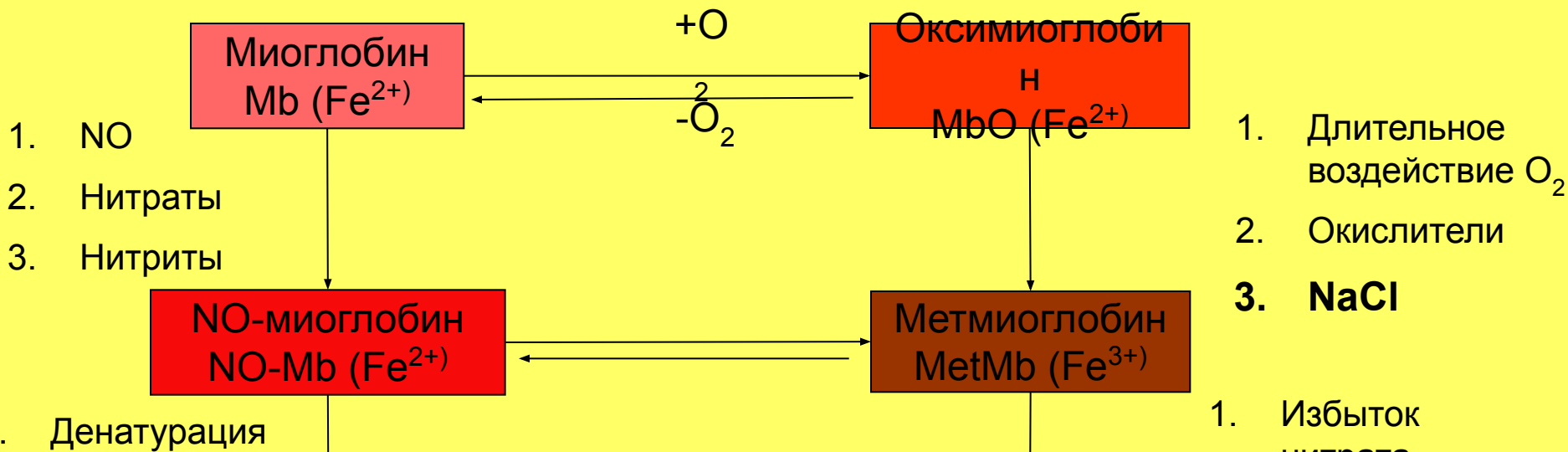
- **убыль (связывание) свободных аминокислот** (глутаминовая кислота, треонин, валин, гистидин, аланин и др.)
- **потери водорастворимых витаминов** (18-34% от первоначального содержания)
- **потери жирорастворимых витаминов** (полностью разрушается витамин E)

Посол мяса

- Посол – диффузионно-осмотический процесс, при котором мясо теряет часть воды, экстрактивных веществ и белков и поглощает соль.

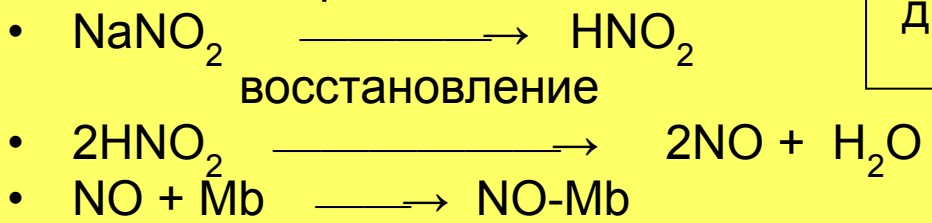
Процессы, происходящие при посоле мяса	Последствия
Изменение коллоидно-химического состояния белков	Повышение водосвязывающей способности, липкости, нежности
Изменение активности тканевых ферментов	Улучшение вкусо-ароматических характеристик
Образование нитрозопигментов	Формирование и стабилизация цвета
Изменение количественного и качественного состава микрофлоры	Ингибирование гнилостной и развитие молочнокислой микрофлоры
Изменение микроструктуры	Улучшение консистенции, вкусо-ароматических характеристик, ВСС
Гидролиз липидов	Улучшение вкусо-ароматических характеристик

Формирование и стабилизация окраски цельномышечных изделий



Образование NO-миоглобина протекает следующим образом:

- 1. Денатурация (t°, высокая концентрация NaCl)
- 2. лицитрофицирующие бакт
- 1. Избыток нитрата.
- 2. Микроорганизмы



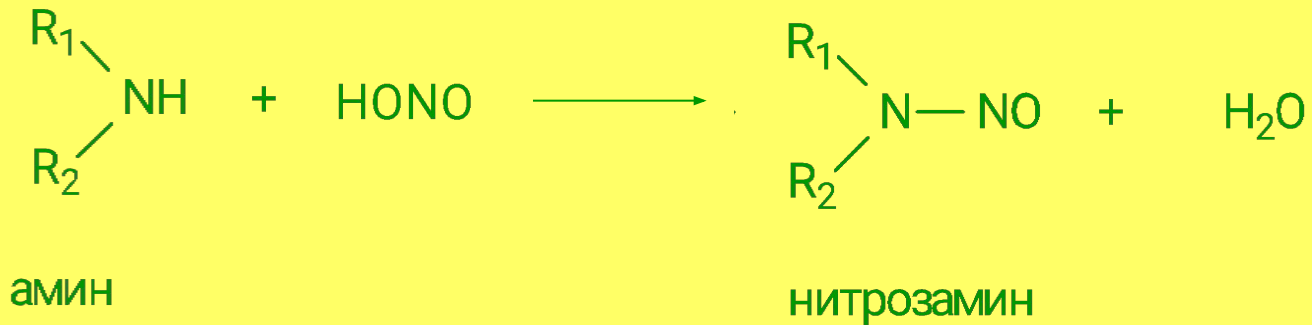
Факторы, влияющие на процесс формирования и стабилизации цвета:

- Температура
- pH среды
- Кислород воздуха
- Окислительно-восстановительный потенциал
- Наличие стабилизаторов

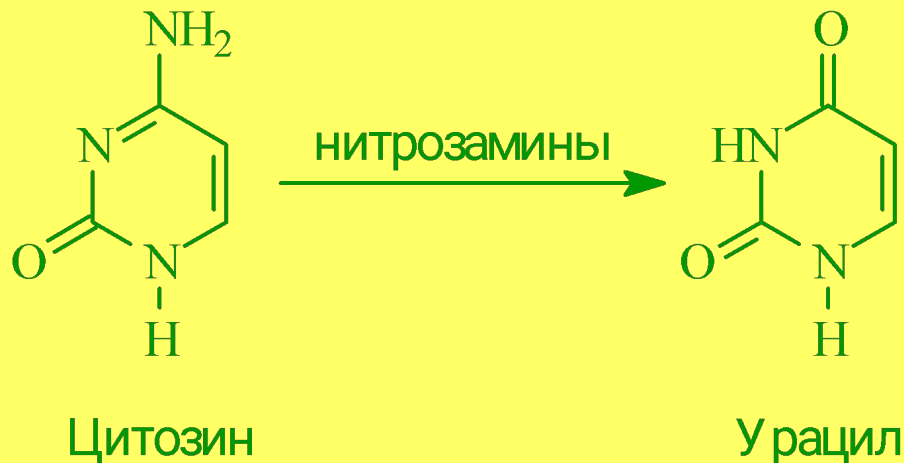
Аскорбиновая кислота:

- Превращает весь имеющийся нитрит в NO
- Восстанавливает уже имеющийся в сырье Met-Mb в Mb
- Связывает кислород воздуха

Образование N-нитрозоаминов



□ Нитрозамины проявляют мутагенное, трансплацентарное, токсическое, канцерогенное действие.



1. Снижают количества используемого нитрита натрия и применения веществ, интенсифицирующих процесс его распада до NO.
2. Частично или полностью отказываются от нитрита натрия и заменяют его пищевыми красителями.

Пищевые фосфаты

1. Увеличивают ВУС:

- увеличивают pH среды и ионную силу
- связывают ионы двухвалентных металлов
- вызывают диссоциацию актомиозинового комплекса

3. Блокируют процессы окисления липидов:

- связывают ионы двухвалентных металлов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+})

4. Влияют на процесс цветообразования:

- стабилизируют окраску готового продукта (за счет ингибирующего действия фосфатов на окислительные процессы в липидной и пигментной системах мяса)
- снижают интенсивность цветообразования (за счет сдвига в щелочную сторону pH фарша при добавлении фосфатов)

Варка мяса

□ Варка – это заключительный этап производства продукции, на котором продукты нагревают в среде насыщенного пара, горячим воздухом или в воде с целью доведения их до состояния кулинарной готовности, завершения формирования органолептических характеристик, повышения стабильности при хранении.

1. Тепловая денатурация растворимых белков:

- изменяется природная пространственная конфигурация белковых молекул
- меняется соотношение гидрофильных и гидрофобных групп
- рН ткани повышается
- ВСС уменьшается

БИОХИМИЧЕСКИЙ ТЕСТ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАДАННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА МЯСА

Кислая фосфатаза теряет свою активность при температуре 70°C

Карбоксилэстераза инактивируется при нагреве мяса при 80°C в течение 10 мин или при 60°C 40 мин

2. Изменение коллагена:

- **Сваривание** – деформация волокон коллагена (изгибаются, сокращаются по длине, становятся эластичными) при нагревании его с водой (до 58-62°C)
 - В результате разрываются некоторые поперечные солевые мостики, водородные связи между пептидными цепочками белка и освобождаются скрытые функциональные группы.
- **Дезагрегация** – переход сваренного коллагена в желатин, а затем – в желатозы при продолжении теплового воздействия
 - Перешедший в желатин коллаген легко переваривается трипсином ввиду нарушения водородных связей у молекулы коллагена и потери пространственной ориентации полипептидных цепей, разрушения четвертичной, третичной структуры

3. Изменения жиров в процессе нагрева:

- плавление
- эмульгирование
- развиваются гидролитические процессы
 - увеличивается кислотное число
- протекают окислительные процессы и процессы полимеризации
 - жир темнеет
 - ухудшается запах
 - могут образовываться вредные для организма вещества

4. Изменение витаминов

- при нагреве выше 100°C витамины значительно разрушаются (от 40 до 70%). Исключение: **тиамин, аскорбиновая кислота, витамин D.**
- в присутствии кислорода, определенных значений рН деградация витаминов увеличивается.

5. Изменение органолептических показателей

- **глутамин → глутаминовая кислота**
- **метионин → метиональ**
- **треонин → α-кетомасляная кислота**
- **серосодержащие аминокислоты, пептид глутатион → сероводород, меркаптаны**

Изменение пищевой и биологической ценности мясных эмульсий при варке

Позитивные аспекты:

- Белки мяса становятся более доступными действию пищеварительных ферментов.
- Наличие продуктов реакции Майяра – **меланоидинов** - улучшает вкусоароматические характеристики мясных изделий.

Негативные аспекты:

- Инактивация и разрушение витаминов.
- Потеря ряда аминокислот.
- **Меланоидины** могут провоцировать канцерогенность.

Жарка мяса

□ Жарка мяса или мясных продуктов заключается в их тепловой обработке без воды.

1. Снижается пищевая ценность мяса в результате реакции Майара:



2. Внутриклеточные белки мышечной ткани коагулируют.

3. Коллаген превращается в желатин.

4. Кислотное число, количество оксикислот, альдегидов повышается, а йодное число – уменьшается.

Копчение мяса

- Копчение способ консервирования продуктов, а также особый технологический процесс для придания продуктам особого вкуса и аромата готовым пищевым изделиям.

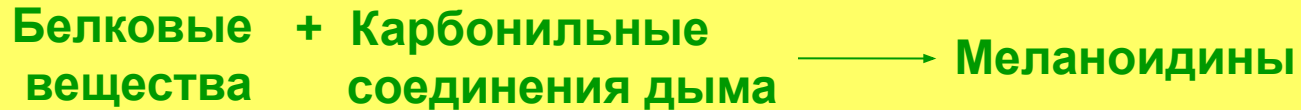
Состав копильного газа.

Углеводороды	Эффекты
Спирты	Метанол т.к. токсичен. Высшие спирты - носители специфического запаха.
Альдегиды	Участвуют во многих эффектах копчения (прежде всего в цветообразовании).
Кетоспирты	Носители приятного специфического запаха.
Карбоновые кислоты	Носители аромата, участвуют в образовании консервирующих эффектов (бактерицидный, антиокислительный).
Эфиры	Фруктовый аромат.
Гетероциклические соединения	Ответственны за пряно-кисло-копченые оттенки аромата.
Ароматические:	
моноциклические (бензол, фенол)	Носители копченого аромата, участвуют в окрашивании, антиокислительном и бактерицидных эффектах.
полициклические (ПАУ)	Нежелательные вещества, обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами.

Основные эффекты копчения

1. Образование цвета копченого продукта:

- Реакция Майара



- SH-группы белков способствуют образованию NO из нитритов



- Фиксирование цвета кислотами

2. **Формирование аромата и вкуса копчености:**

- Характеризуется фенольным числом

3. **Консервирующий эффект:**

- *Антиоксидантное действие*



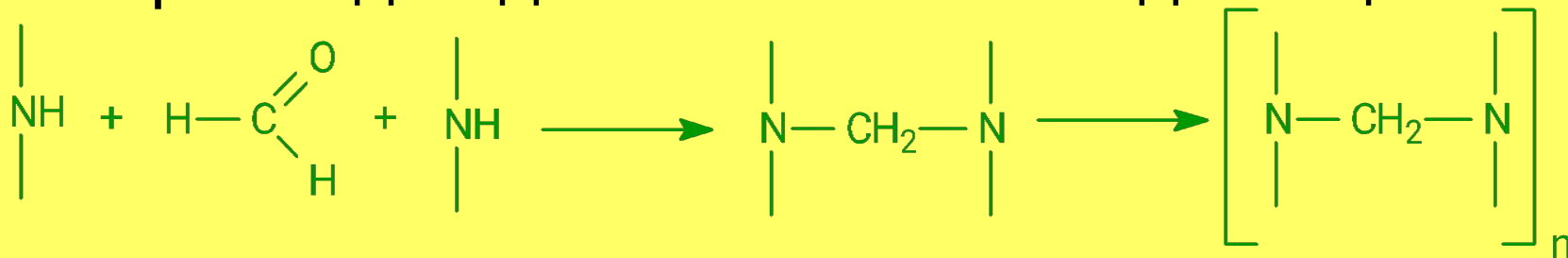
- *Бактериальное действие*

- *Антипротеолитическое действие*

Кислоты копильной среды сдвигают рН продукта с 6,34-5,79 до 5,87-5,29. Происходит частичная денатурация белков и ферментов, которые становятся менее доступными действию малоактивных ферментов. Протеолиз замедляется или приостанавливается.

4. Образование вторичной оболочки.

Формальдегид-коллагеновая конденсация



- **Уменьшение пищевой и биологической ценности продукта:**

- Уменьшается содержание аминокислот в готовом продукте на 10-20%.
- Теряются витамины (15-20% тиамина, рибофлавина, ниацина).
- Попадают токсичные соединения (прежде всего формальдегид, метиловый спирт и некоторых фенолов) в продукт.

Биологическая оценка копченых продуктов

1. По содержанию в копченостях отдельных вредных веществ (ПАУ, ацетон, формальдегид, фенол, метанол и др.).
2. По результатам биологических опытов на ЖИВОТНЫХ.
 1. Формальдегид (даже меньше 0,001%) – сильный ингибитор тиоловых ферментов.
 2. Фенолы - обезвреживаются в печени.
 3. Бензопирен - оказывает канцерогенное действие.
 4. Бензойная кислота специфически ингибирует действие пепсина.

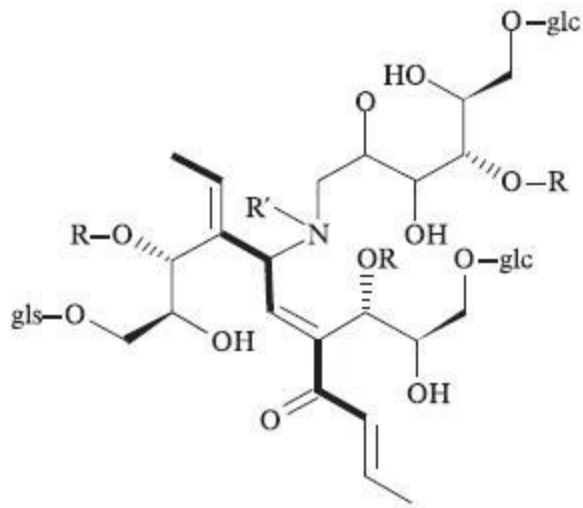
Содержание биогенных аминов в копченых продуктах, мг/кг сухого вещества

Биогенные амины	Копченые образцы с коптильными средами, обогащенными фитодобавками					Контрольные образцы	
	Плоды можжевельника	Цветы ромашки	Цветы календулы	Листья мяты	Цветы липы	С коптильным препаратом ВНИРО	Без копчения (подсушенное филе)
Кадаверин	34,3	39,7	41,1	46,1	38,6	52,3	243,8
Путресцин	11,9	13,2	13,5	9,7	12,7	16,6	51,4
Тирамин	32,1	26,8	68,7	81,9	81,4	78,3	98,1
Спермидин	18,5	44,3	49,5	55,4	61,5	61,8	46,2

**Если осталось время,
то смотри дальше 😊**

Полезные свойства меланоидинов

- Антиоксидантная активность



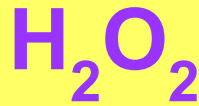
Именно такая структура позволяет им обезвреживать свободные радикалы и захватывать металлы.

Структура фрагмента меланоидинового полимера (glc — остаток D-глюкозы)

Полезные свойства меланоидинов

- антимикробная активность

Реакция Майера



подавляет рост бактерий
Escherichia coli и *Listeria innocua*

меланоидины

усиливают синтез ферментов семейства глутатион-S-трансферазы, которые обезвреживают различные ксенобиотики

Плохо расщепляются пищеварительными ферментами и не всасываются в желудочно-кишечном тракте

Роль пищевых волокон, улучшают пищеварение и стимулируют рост бифидобактерий

аромат

изменяет работу некоторых генов и при этом в мозгу синтезируются белки, снижающие последствия стресса из-за лишения сна

Меланоидины в народной медицине

- **Отвар ржаных колосьев** применяют для лечения заболеваний органов дыхания как отхаркивающее мягчительное средство.
- **Припарки из ячменного солода** рекомендуют при воспалениях кожи и геморрое.
- **Отварами ячменного зерна** лечат заболевания желудочно-кишечного тракта, почек, мочевых путей и нарушения обмена веществ.
- В России XIX века был популярен так называемый **госпитальный квас**, который входил в рацион каждого солдата, выздоравливающего после ранения, для поднятия сил. Видимо, отсюда и поговорка «Русский квас много народу спас».

Применение меланоидинов

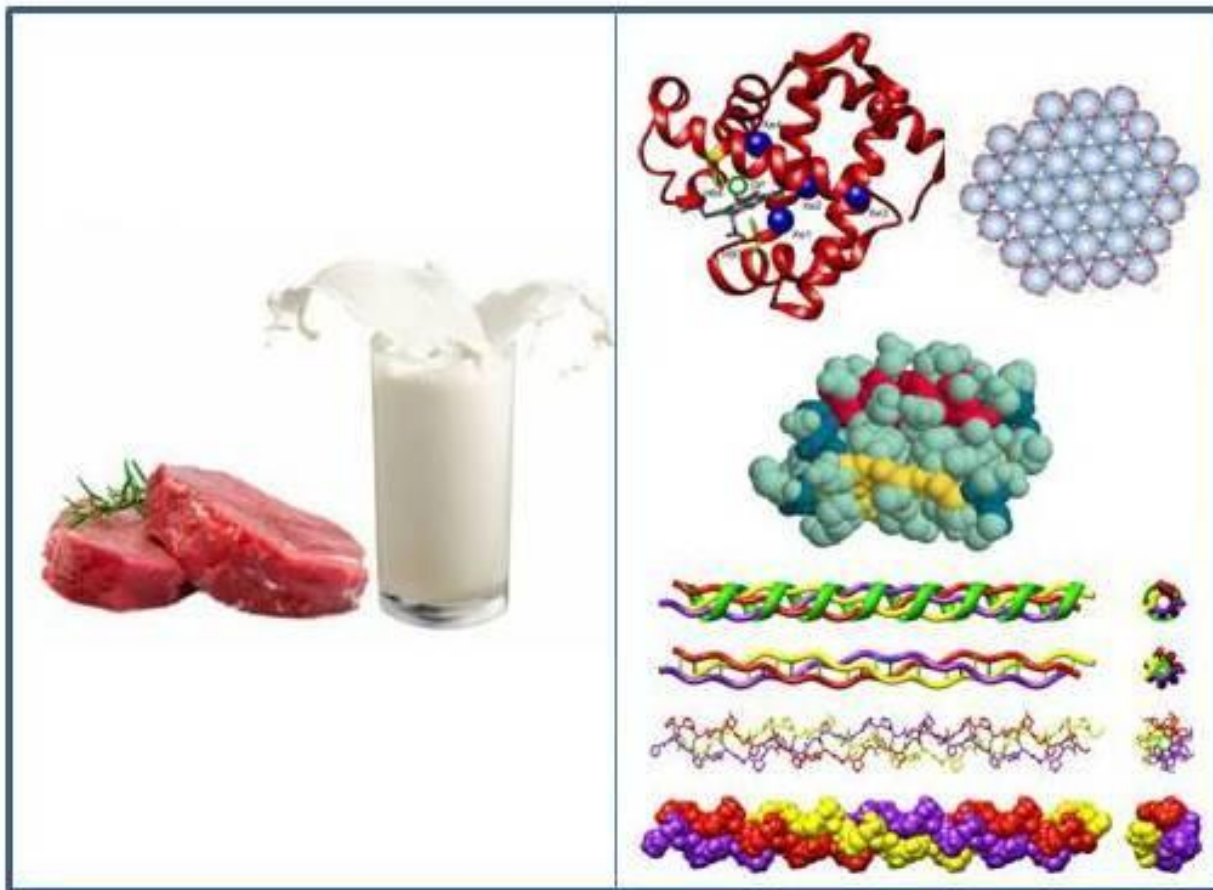
- **«Жидкость Митрошина»** - наружное антисептическое средство для лечения кожных заболеваний концентрат меланоидинов, получаемый термической обработкой овса, пшеницы и ржи).
- **Препарат «Холеф»** (фехолин) - для лечения больных с различными формами прогрессивной мышечной дистрофии (густой экстракт из пшеничных зародышей).
- **«Эколин-1»** - кормовая антиоксидантная добавка (композиция из гидролизатов ростков солода и торфа).
- **Препарат «ПВ»** - биостимулятор для растениеводства и животноводства (из отходов молочного производства)

К сожалению, все эти препараты выпускают локально и малыми партиями.

Другая сторона меланоидинов

- реакция Майара снижает биологическую ценность белков, поскольку аминокислоты, особенно лизин, треонин, аргинин и метионин, которых чаще всего недостает в организме, после соединения с сахарами становятся недоступными для пищеварительных ферментов и, следовательно, не усваиваются.





Биохимия молока

Молоко содержит все необходимые для человеческого организма питательные вещества в хорошо сбалансированных соотношениях и в легкоперевариваемой форме

- 1. Белки молока практически идеальны для человека по аминокислотному составу.**
- 2. Казеин молока легко «атакуется» и переваривается в нативном состоянии протеолитическими ферментами.**
- 3. Жир молока хорошо усваивается.**
- 4. В молочном жире содержится арахидоновая кислота, жирные кислоты с короткой цепью, фосфолипиды, витамины (А, D, Е).**
- 5. Оптимальное соотношение жира и белка.**
- 6. Лактоза стимулирует развитие молочнокислых палочек.**
 - подавляется гнилостная микрофлора**
 - лучше всасывается кальций и фосфор**
- 7. Соотношение Са и Р хорошо сбалансированно.**
- 8. Постоянный источник почти всех витаминов (особенно В₂).**

???



Составные части молока

Истинные

Посторонние

Основные

Второстепенные

антибиотики

гербициды

пестициды

нитраты

нитриты

радионуклеиды

вода

белки

липиды

лактоза

соли

лимонная
кислота

фосфатиды

стерины

ферменты

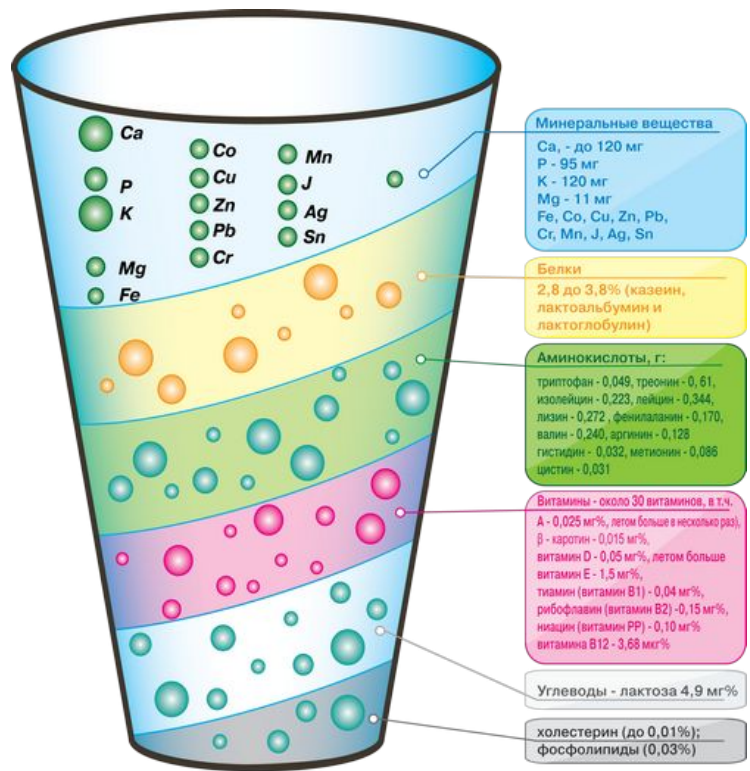
витамины

небелковые
азотистые
вещества

пигменты

газы

Содержание веществ 100 мл молока



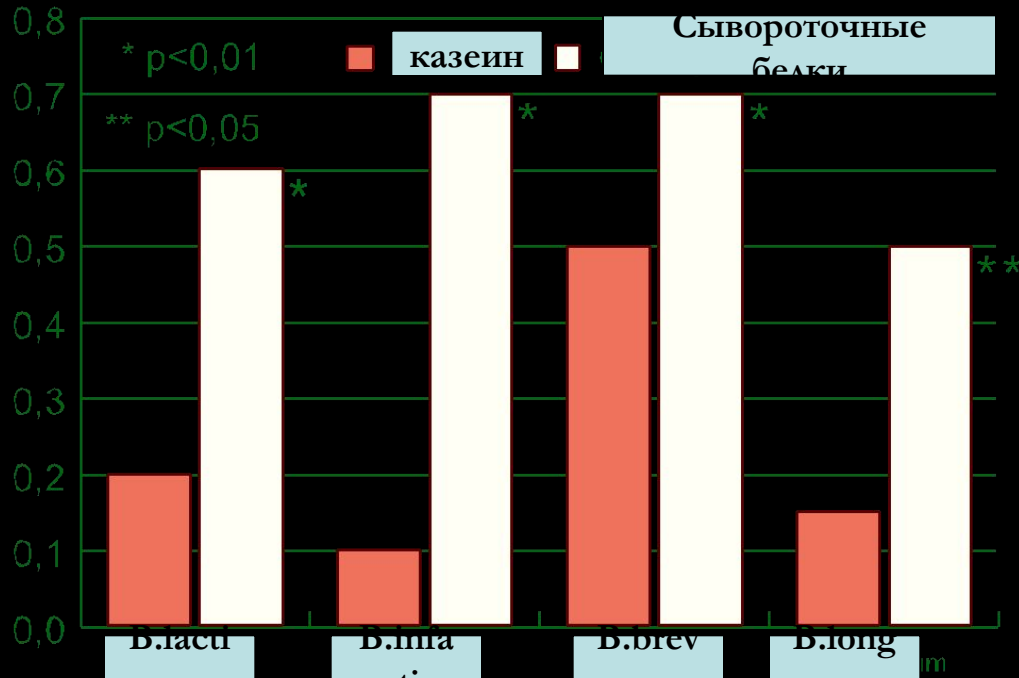
Витамины	Кол-во на 100 мл
A (МЕ)	129,9
B1 (мг)	0,039
B2 (мг)	0,167
B3 (мг)	0,087
B6 (мг)	0,043
B12 (мг)	0,368
Биотин (мкг)	1,960
C (мг)	0,969
D (МЕ)	4,125
E (МЕ)	0,154
Фолаты (мкг)	6,157
K (мкг)	4,125
Пантотенаты (мг)	0,324

Витамины	Кол-во на 100 мл
Кальций (мг)	127,7
Хлорин (мг)	103,1
Медь (мг)	0,010
Йод (мкг)	23,72
Железо (мг)	0,052
Магний (мг)	13,82
Марганец (мг)	0,004
Молибден (мкг)	2,063
Фосфор (мг)	96,33
Калий (мг)	156,8
Селен (мкг)	1,547
Натрий (мг)	50,54
Цинк (мг)	0,392



- Казеина в молоке - 2,3-2,9%.
- Свертываются в желудке новорожденного с образованием сгустков высокой степени дисперсности.
- Максимально расщепляются пищеварительными протеиназами в нативном состоянии.
- Источник Са и Р, ряда физиологически активных пептидов.
- **β-лактоглобулин** (перенос железа, витаминов) 65%
- **α-лактальбумин** (синтез лактозы в вымени) 25%
- **Иммуноглобулины** (пассивный иммунитет)
- **Лактоферрин, лизоцим** (антибактериальные свойства)
- **Альбумин сыворотки крови** 8% (содержит много триптофана)
- **Протеозо-пептонная фракция**

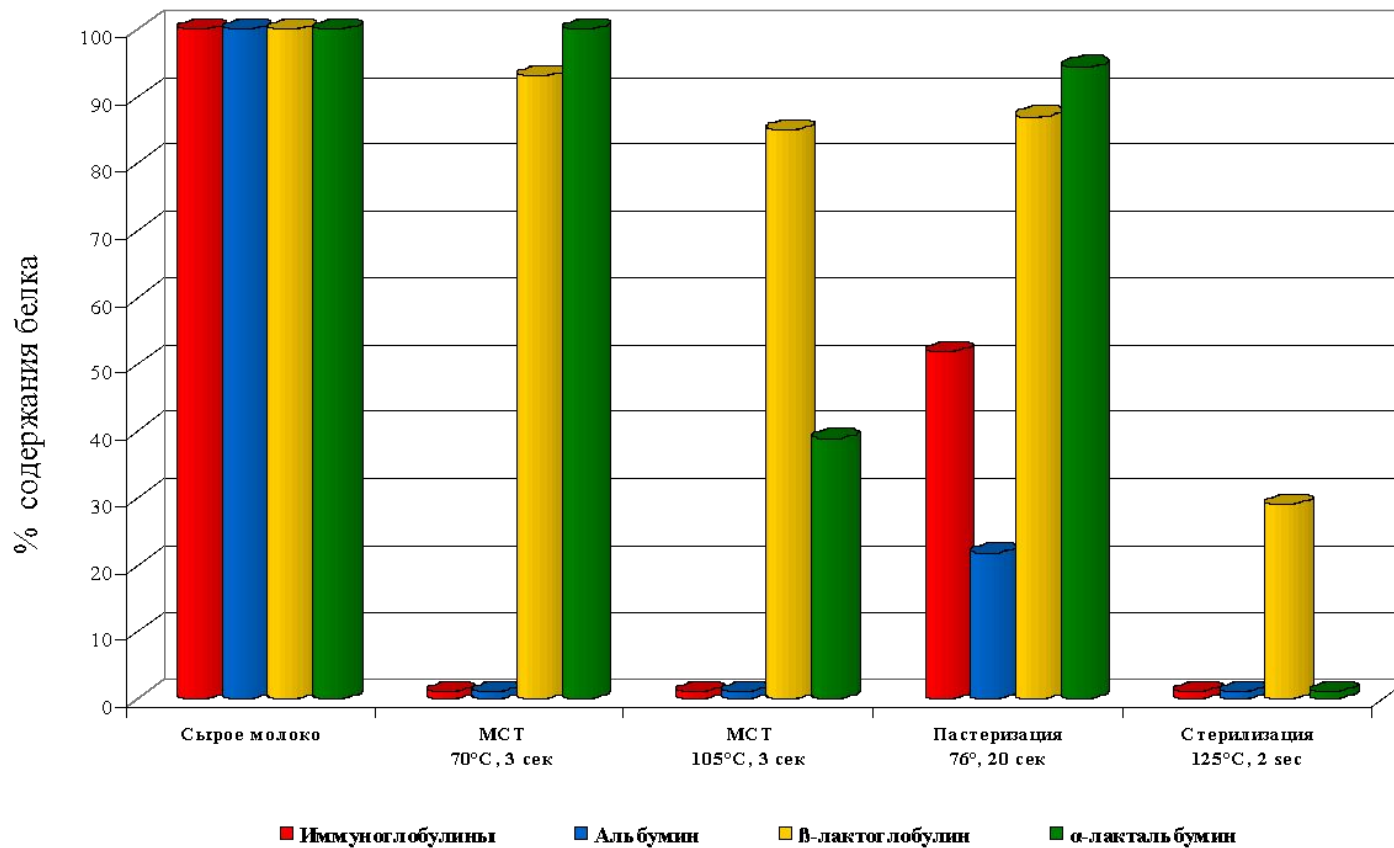
Сывороточные белки способствуют нормализации кишечной микрофлоры



Рост бифидобактерий в зависимости от фракции белка
(усл. ед. кислотнейтрализующего вещества)²

- Нормализация состава микрофлоры способствует комфортному пищеварению

Влияние тепловых методов обработки на сывороточные белки

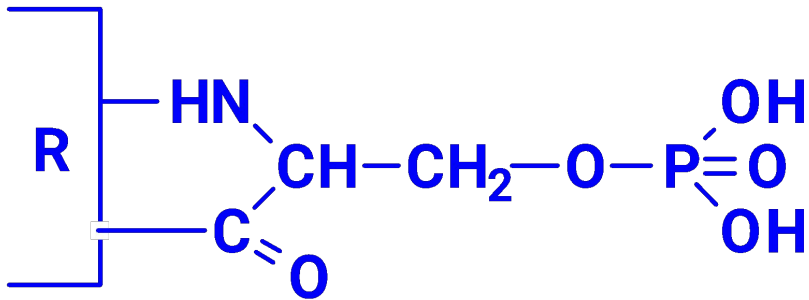


Физиологические функции сывороточных белков коровьего молока

Белок	Концентрация*, мг/л	Защитные свойства	Литературные источники (обзоры)
**β-лактоглобулин	3200	Антимикробное, антиканцерогенное гипотензивное, холестеринснижающее	[11]
α-лактальбумин	1000–1500	Антимикробное, антиоксидантное, иммуномодуляторное, антиканцерогенное, гипотензивное, холестеринснижающее	[11]
Лактоферрин	20–300	Антимикробное, антиоксидантное, иммуномодуляторное, антиканцерогенное, детоксирующее, железосвязывающее, бифидогенное, белок острой фазы, активатор остеогенеза, фактор роста, антигипертензивное, противовоспалительное	[13, 18,19]
Лактопероксидаза	30	Антимикробное (в лактопероксидазной системе)	[12]
Имуноглобулины	500–1750	Антимикробное, фактор специфического иммунитета, регулятор природного иммунитета, антиканцерогенное	[14,15,16]
Лизоцим	0,13–2,6	Антимикробное, фактор природного иммунитета	[1]
Панкреатическая рибонуклеаза	12–32	Антимикробное, фактор неспецифического иммунитета, антиканцерогенное	[10, 17]
Ангиогенин	1–4	Ангиогенное, иммуномодуляторное, антимикробное, фактор роста, белок острой фазы, нейрорегулятор, активатор роста костной и хрящевой ткани, ингибитор дегрануляции полиморфоядерных лейкоцитов(ПМЯЛ), ингибитор синтеза меланина	[5,6]
* Концентрация в молоке в нормальный период лактации. ** Отсутствует в женском молоке. В детские формулы вводят только в виде гидролизатов (пептидов).			

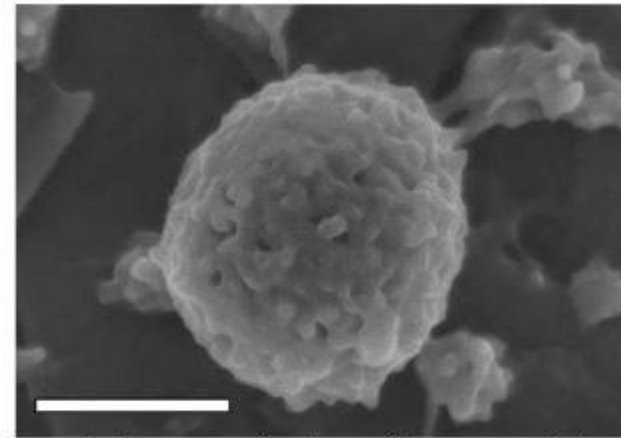
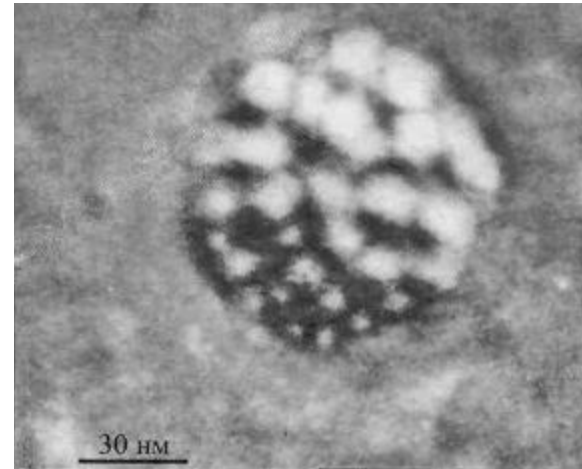
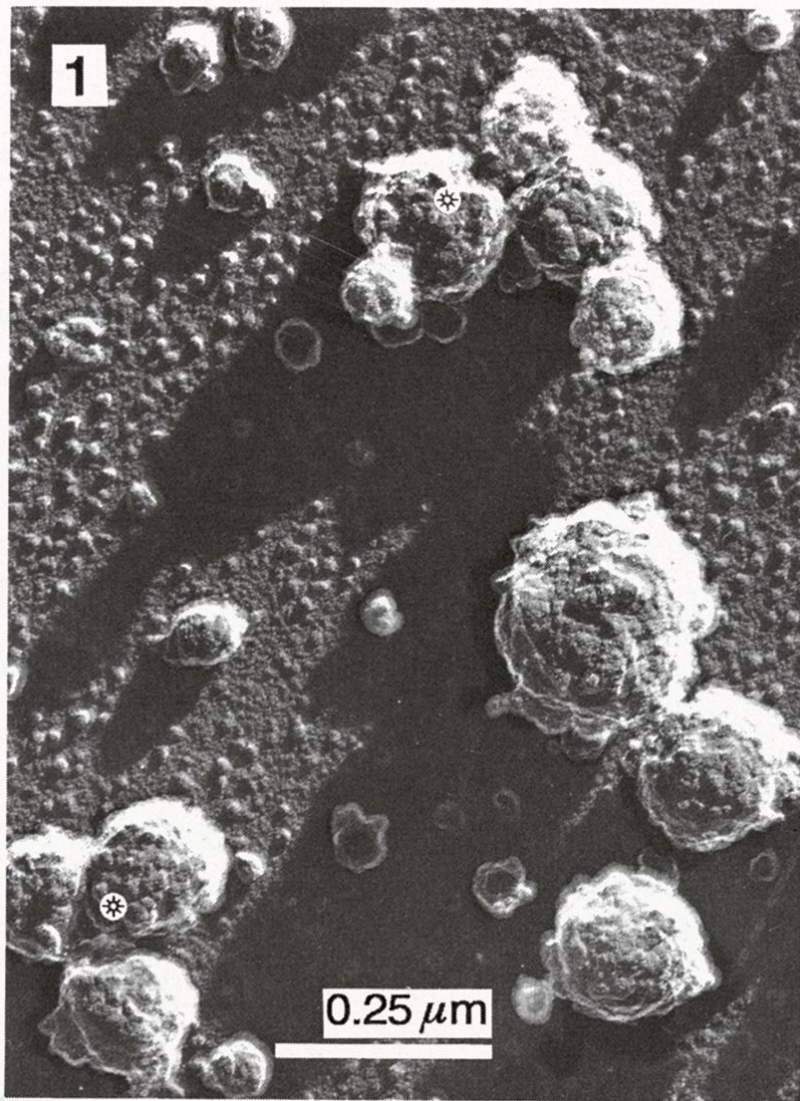


Казеины



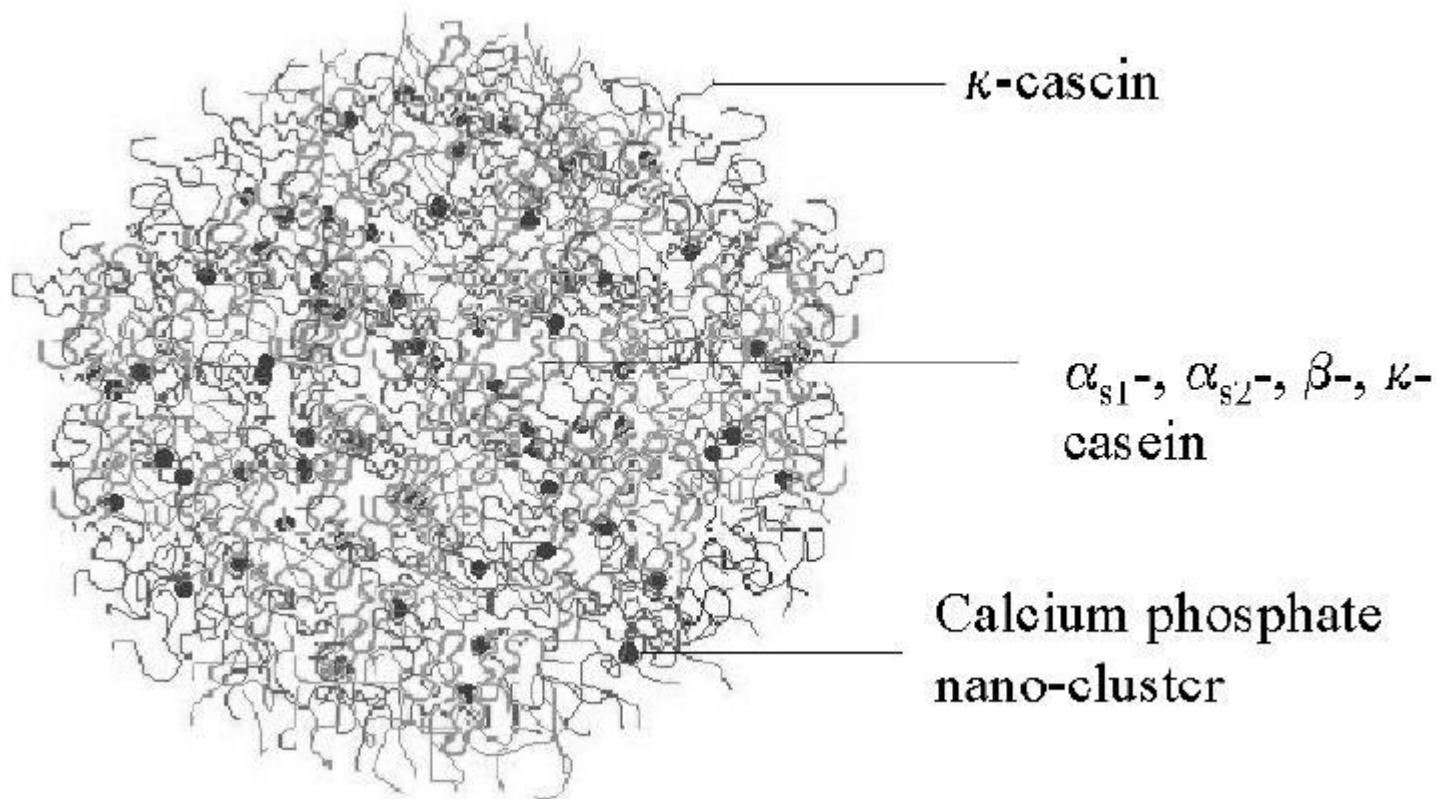
- Фосфопротеиды*
- ИЭТ при рН 4,6-4,7
- Смесь белков (α_s , β , κ и γ_1)
- **α -Казеин.** Не содержит цистеина. Имеет **8** остатков фосфорной кислоты. Чувствителен к Ca^{2+} .
- **β -Казеин.** Отсутствует цистеин. **5** остатков фосфорной кислоты. Нечувствителен к Ca^{2+} при 4°C, но осаждается ими при 35°C.
- **κ -Казеин.** Содержит цистеин. **1** остаток фосфорной кислоты. Не осаждается Ca^{2+} . В мицеллах казеина выполняет защитную роль по отношению к чувствительным α - и β -казеину.
- **γ -казеин.** В свежем молоке его мало.

Мицелла казеина

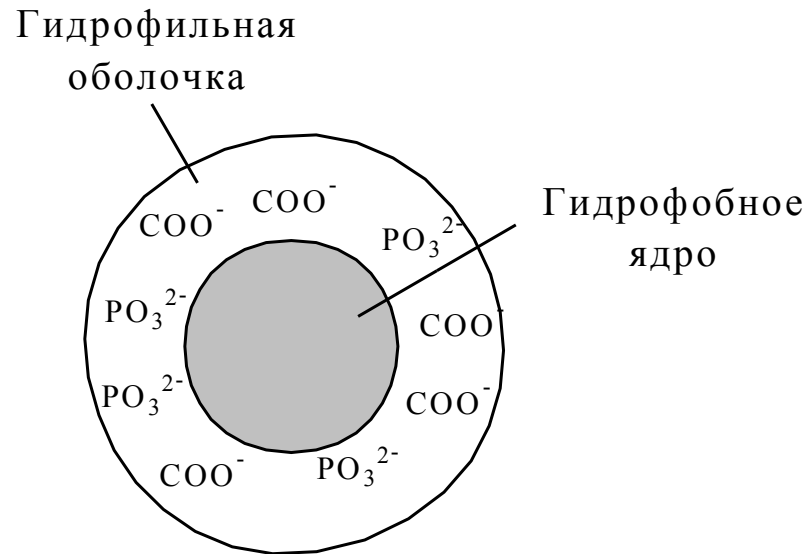
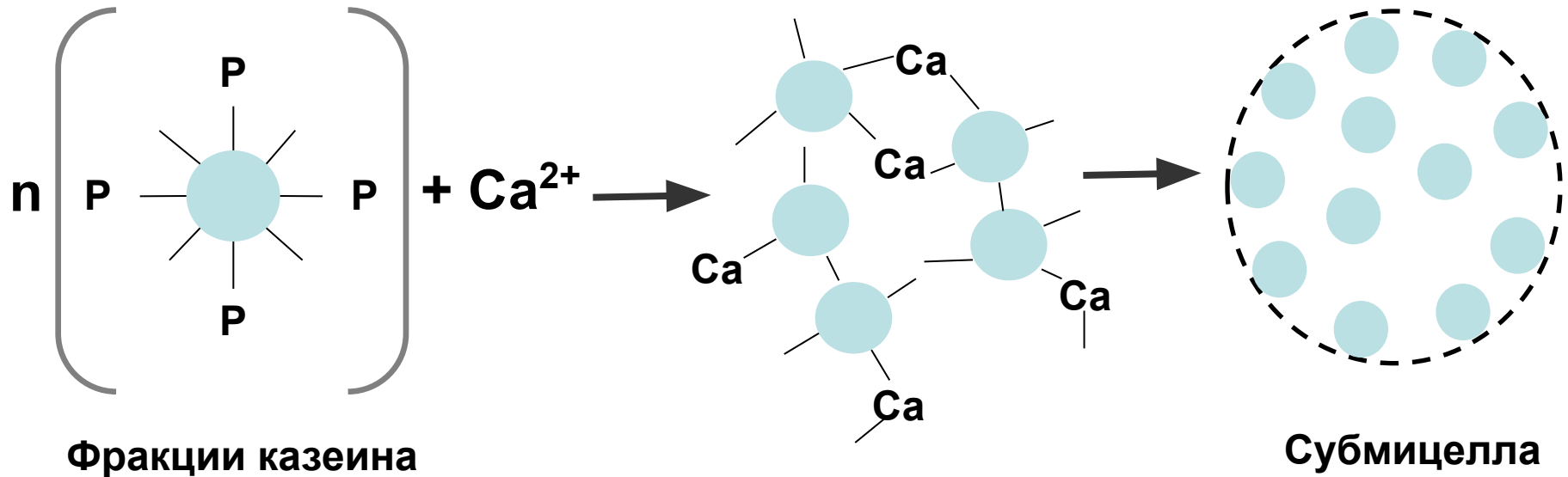


<https://biocoreopen.org/ijbb/Structural-Properties-of-Casein-Micelles-in-Milk-the-effect-of-salt-temperature-and-pH.php>

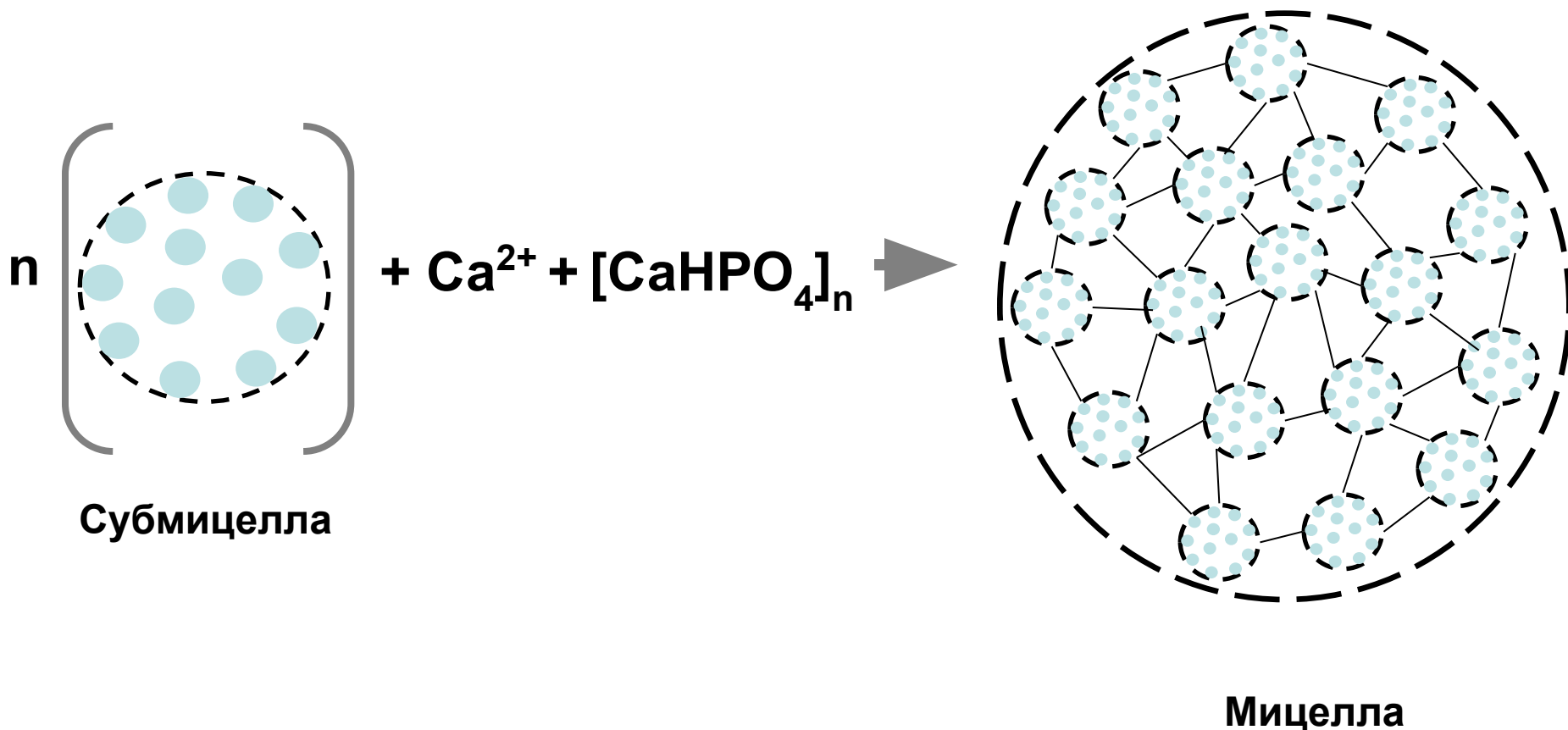
Мицелла казеина



Модель субмицеллы казеина

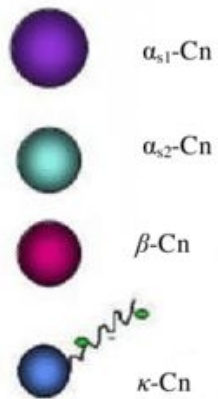


Соединение субмицелл в мицеллы



Рост мицеллы прекращается тогда, когда вся поверхность мицеллы образована только из κ -казеина

Мицеллы казеина



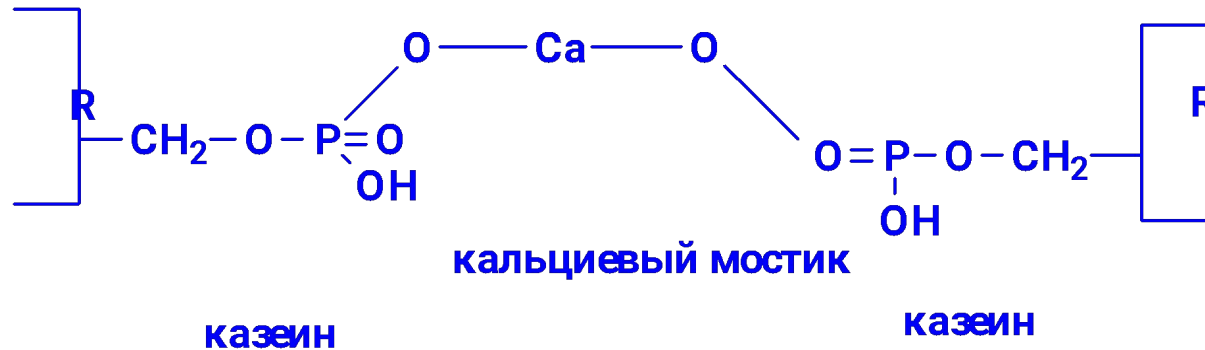
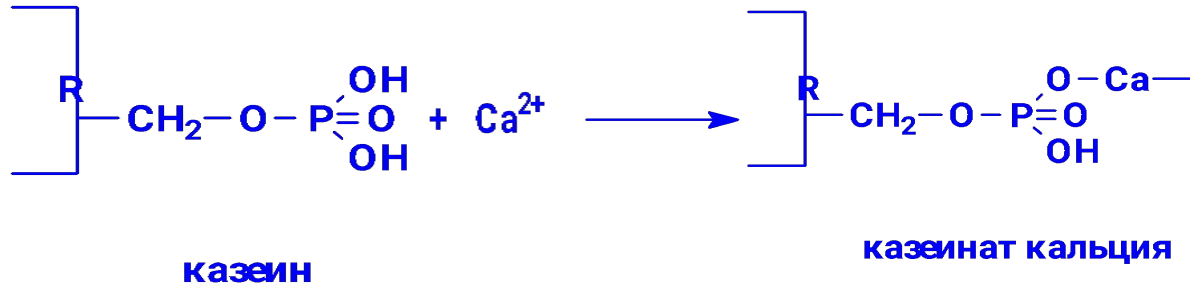
Размер мицеллы зависит от:

- Генетики коров: тип казеинов
- Количества ионов кальция

От размера и массы казеина зависит:

- устойчивость к высокотемпературной обработке
- скорость сычужного свертывания и следовательно сыропригодность молока
- массовая доля кальция в сыропригодном молоке должна быть не менее 0,12%

Казеинаткальцийфосфатный комплекс (ККФК)



Свойства казеинаткальциевого комплекса (ККФК)

- Содержание Р и Са в ККФК молока непостоянно.
- ККФК стабилен в свежем молоке.
 - необратимая минерализация ККФК
 - деминерализация ККФК

Основные физико-химические свойства белков молока

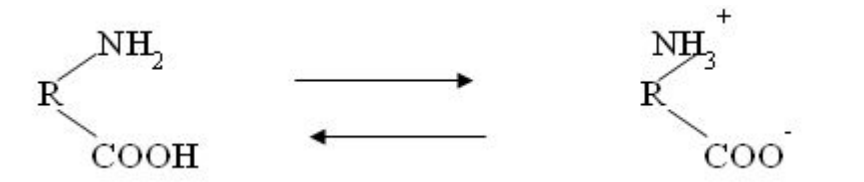
Казеиновые мицеллы **хорошо рассеивают свет**, и молоко выглядит белым.

Гидрофилен (связывает 3,7 г воды на 1 г белка). Гидрофильные свойства казеина зависят от структуры, величины заряда белковой молекулы, pH среды, концентрации солей и других факторов.

Термофилен (термоустойчив). Чем выше гидрофильность казеина, тем выше и его термостойкость при тепловой обработке молока. Казеин будет не термостойким при кислотности выше 20-21° Т. Денатурация казеина происходит при температуре выше 150-160° С.

ИЭТ α-казеина = 4,1; β-казеина = 4,5; κ-казеина = 4,5; γ-казеина 5,8-6.

Обладает амфотерными свойствами
(в молоке казеин имеет явно выраженные кислотные свойства)

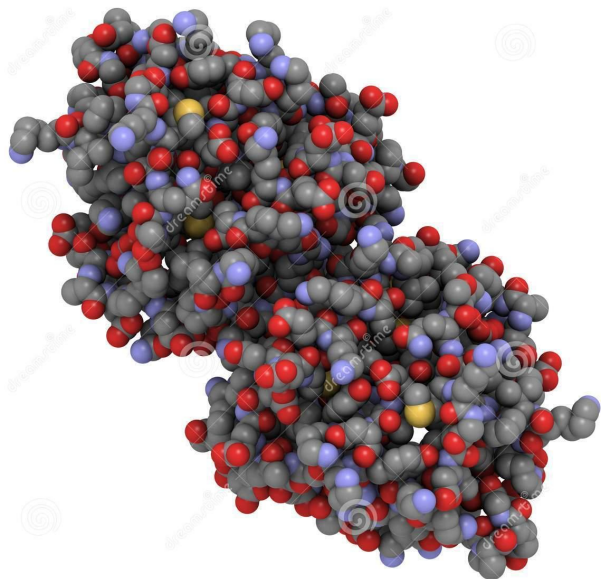


Взаимодействует с углеводами при длительной тепловой обработке.



**Обезжиренное
молоко может
иногда иметь
синий оттенок из-
за рассеивающего
свет действия
казеиновых
мицелл**

β-лактоглобулин



Транспортер

- Ретинол
- Пальмитат
- Жирные кислоты
- Витамин D и холестерин

[Puyol et al. \(1991\)](#)

[Wu et al. \(1999\)](#)

[Puyol et al. \(1991\)](#)

[Wang et al. \(1997\)](#)

Повышение активности прегастральной эстеразы

[Perez et al. \(1992\)](#)

Передача пассивного иммунитета

[Warme et al. \(1974\)](#)

Регуляция обмена фосфора в молочной железе

[Фаррелл и др. \(1987\)](#)

β-лактоглобулин

- ИЭТ = 5,3.
- Не коагулирует в изоэлектрической точке в силу своей большой гидратированности.
- Денатурирует при температуре свыше 60°C.
- Сера, входящая в состав, при нагревании начинает образовывать связи в виде мостиков между молекулами белка.
- При высоких температурах во время этого процесса начинают постепенно выделяться такие соединения серы как сероводород, меркаптаны. Эти соединения вызывают появление привкуса «кипяченого молока».
- **Сильный аллерген.**

Клинические признаки непереносимости молока

- **желудочно-кишечные** (боли в различных частях живота, поносы, рвота, запоры, прямокишечные кровотечения и др.)
- **кожные** (всевозможные высыпания, зуд, упорные опрелости у младенцев)
- **сердечно-сосудистые** (аритмии, неустойчивый уровень артериального давления, сердечные боли, учащенное сердцебиение и др.)
- **дыхательные** (насморк, зуд в носу, удушье, кашель)
- **неврологические** (ощущение распирания в голове, головные боли, апатия)
- **системные** (шок, отек Квинке)



Симптомы аллергии на молоко у собак

- Зудящая кожа
- Чрезмерное царапание и лизание
- Красная кожа
- Сухая кожа
- Горячие точки
- Лысые пятна
- Понос
- Запор
- Метеоризм
- Частые движения кишечника
- Кожные инфекции
- Ушные инфекции
- Рвота
- Реже случаются приступы бронхитов и хроническая обструктивная болезнь легких

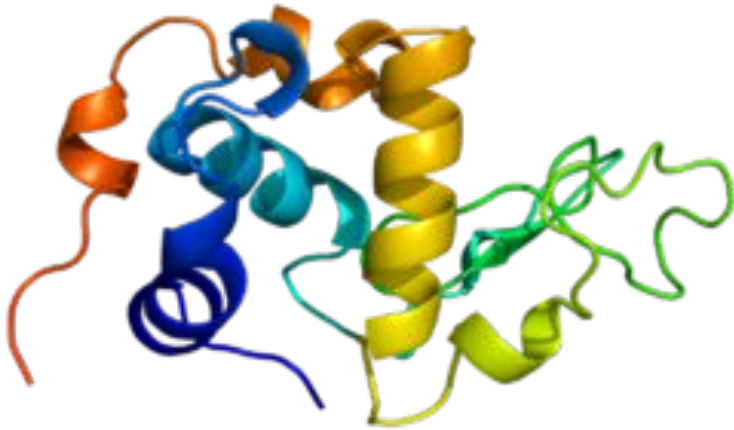


Симптомы аллергии на молоко у кошек

- Постоянная зудящая, сухая кожа
- Метеоризм
- Хроническая диарея
- Рвота
- Потеря веса
- Боль в животе
- Воспалительное заболевание кишечника



α -лактальбумин



Связывание жирных кислот

Вальзем, Диллард и Герман (2002)

Антимутагенная функция

Босселаерс, Кессенс, Ван Бёкель и Алинк (1994)

Профилактика рака

Laursen et al. (1990)

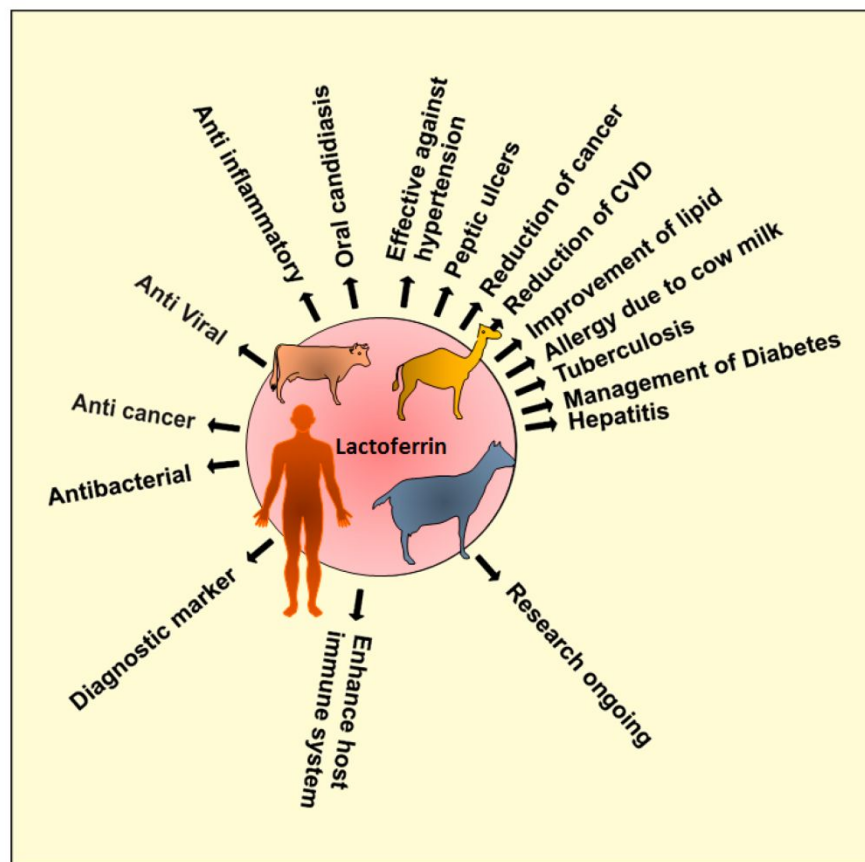
α -лактальбумин

- ИЭТ = 4,2-4,5.
- Устойчив к нагреванию. Он является самой термостабильной частью сывороточных белков.
- Аллерген.

Иммуноглобулины

- Большая молекулярная масса (150 000 и выше).
- Термолабильны, т. е. коагулируют при нагревании молока до температуры выше 70°C.

Лактоферрин и его функции



Канвар-младший; Рой, К .; Patel, Y .; Чжоу, С.-Ф .; Сингх, MR; Singh, D .; Насир, М .; Sehgal, R .; Сегал, А .; Сингх, РС; Garg, S .; Канвар, Р.К. Многофункциональный железосвязанный лактоферрин и наномедицинские подходы к усилению его биоактивных функций. *Молекулы* **2015** , 20 , 9703-9731. <https://doi.org/10.3390/molecules20069703>

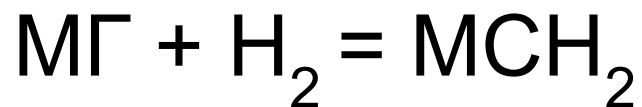
Ферменты молока

- **20 нативных ферментов:**
 - **Синтезируются в вымени коровы**
(лактозосинтаза, щелочная фосфатаза, ксантиноксидаза, лизоцим и др.)
 - **Переходят в молоко из крови животного**
(каталаза, протеиназа, рибонуклеаза, альдолаза и др.)
- **Микробные ферменты**

По активности некоторых нативных и бактериальных ферментов судят о санитарно-гигиеническом состоянии сырого молока и его изменении при технологической обработке

Оксидоредуктазы

Дегидрогеназы (эти ферменты клетки молочной железы почти не вырабатывают)



(окисленная
форма –
синий цвет)

(восстановленная
форма –
бесцветная)

Время обесцвечивания	Количество бактерий/мл	Качество молока	Класс
Свыше 5 ч 30 мин	Менее 500 000	Хорошее	I
От 2 ч до 5 ч 30 мин	От 500 000 до 4 млн.	Удовлетворительное	II
От 20 мин до 2 ч	От 4 млн. до 20 млн.	Плохое	III
Менее 20 мин	Более 20 млн.	Очень плохое	IV

С помощью редуктазной пробы на молочных заводах устанавливают бактериальную обсемененность принимаемого молока

Лактопероксидаза

- содержится в молоке в больших количествах, попадает в него из клеток молочной железы

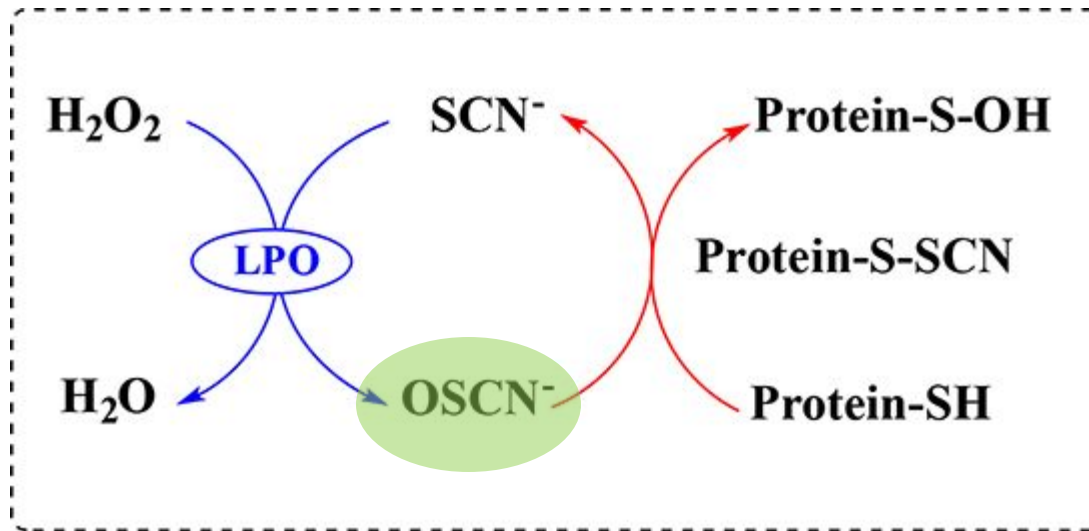


**Инактивируется при температуре
около 80°C**

Данную реакцию используют в молочной промышленности для контроля эффективности пастеризации молока (проба на пероксидазу)

Защита молока

- **Лактопероксидазная система** подавляет широкий спектр бактерий, грибов, паразитов, вирусов.
- Обеспечивает уничтожение кишечных патогенов, защиту молочных желез и сохранение молока.



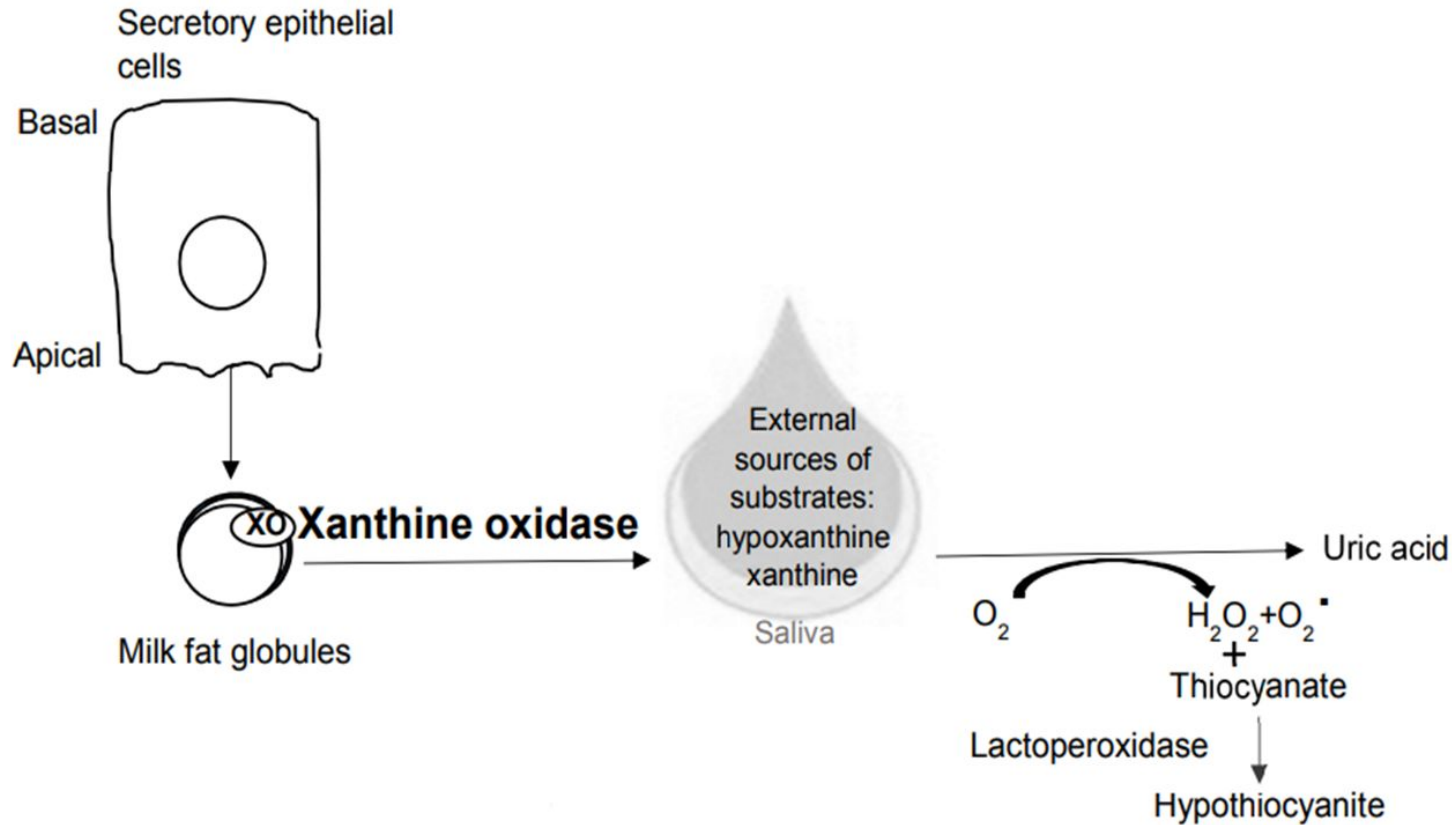
Ксантиноксидаза

- вырабатывается клетками молочной железы, и продуцируется микрофлорой молока



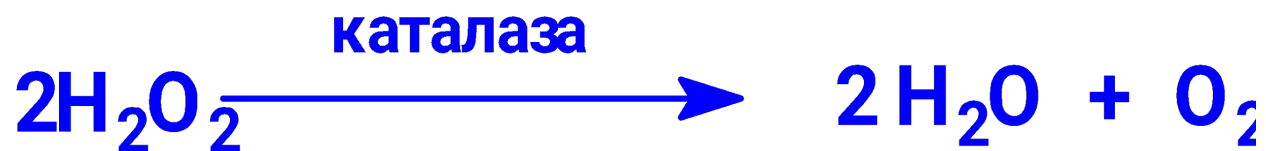
Окисленный привкус молока связан с активностью ксантиноксидазы

Ксантиноксидаза молока



Каталаза

- переходит в молоко из тканей молочной железы, а также вырабатывается бактериями

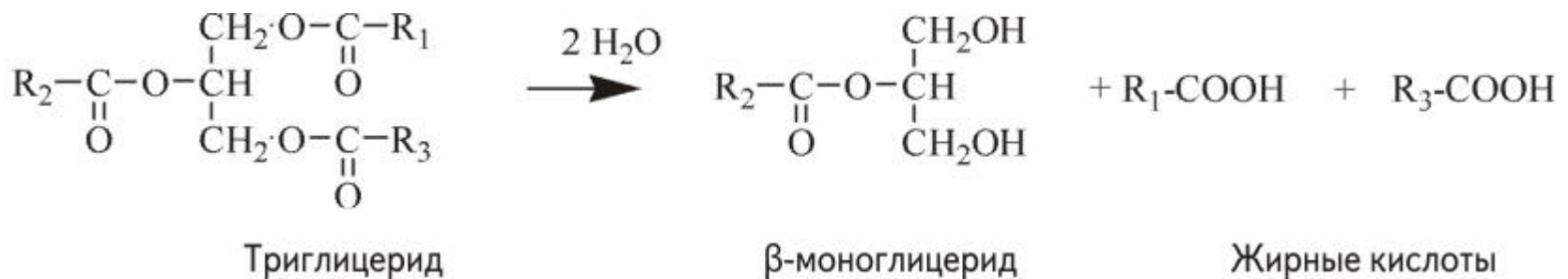


Определение активности каталазы используют как метод обнаружения молока, полученного от больных животных (мастит и другие заболевания вымени)

Гидролитические ферменты

Липаза

- В молоке содержатся нативная и бактериальная липазы



Прогоркание молока в результате гидролиза жира под действием липаз (липолиз) может происходить в процессе хранения и после технологической обработки молока - перекачивания, гомогенизации и т. д.

Активность липазы сырого молока

Проба	Активность липазы, мг% NaOH	Соматические клетки, тыс. кл/см ³
Нормальное молоко	2,51±0,14	452,33±1,28
Аномальное молоко	2,83±0,12	856,66±0,85

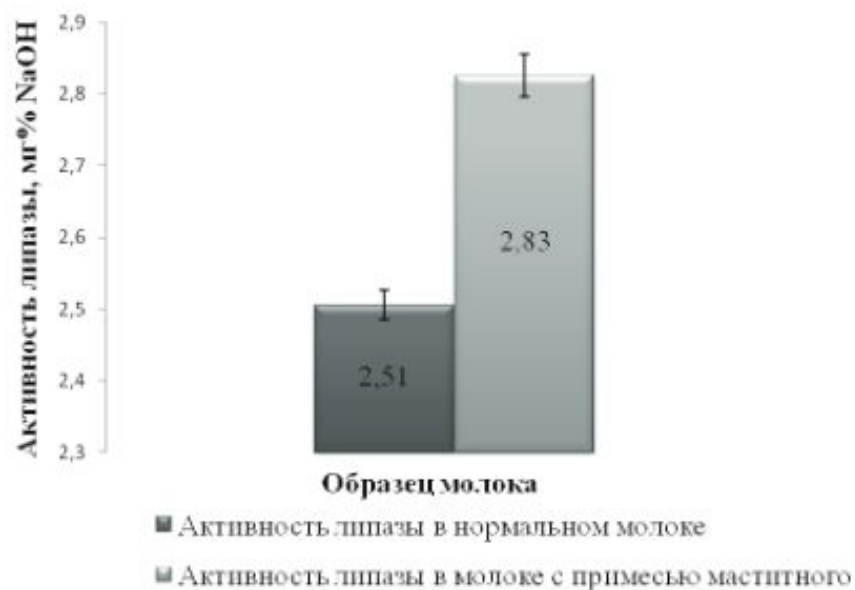
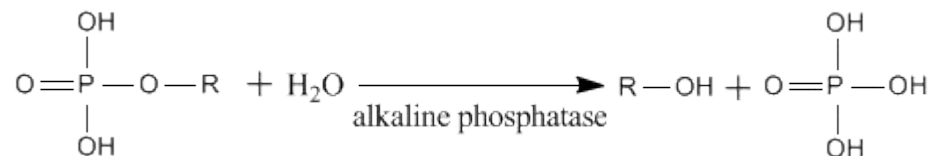


Рис. 1. Активность липазы в нормальном и аномальном молоке

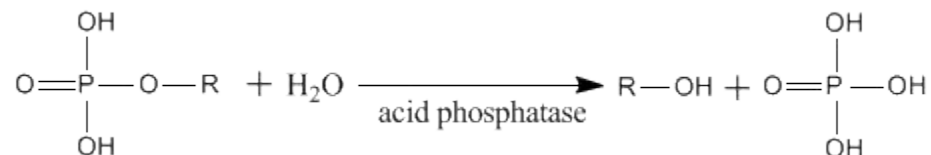
Фосфатазы

- попадают в молоко из клеток молочной железы

Щелочная фосфатаза концентрируется на оболочках жировых шариков, чувствительна к повышенной температуре.

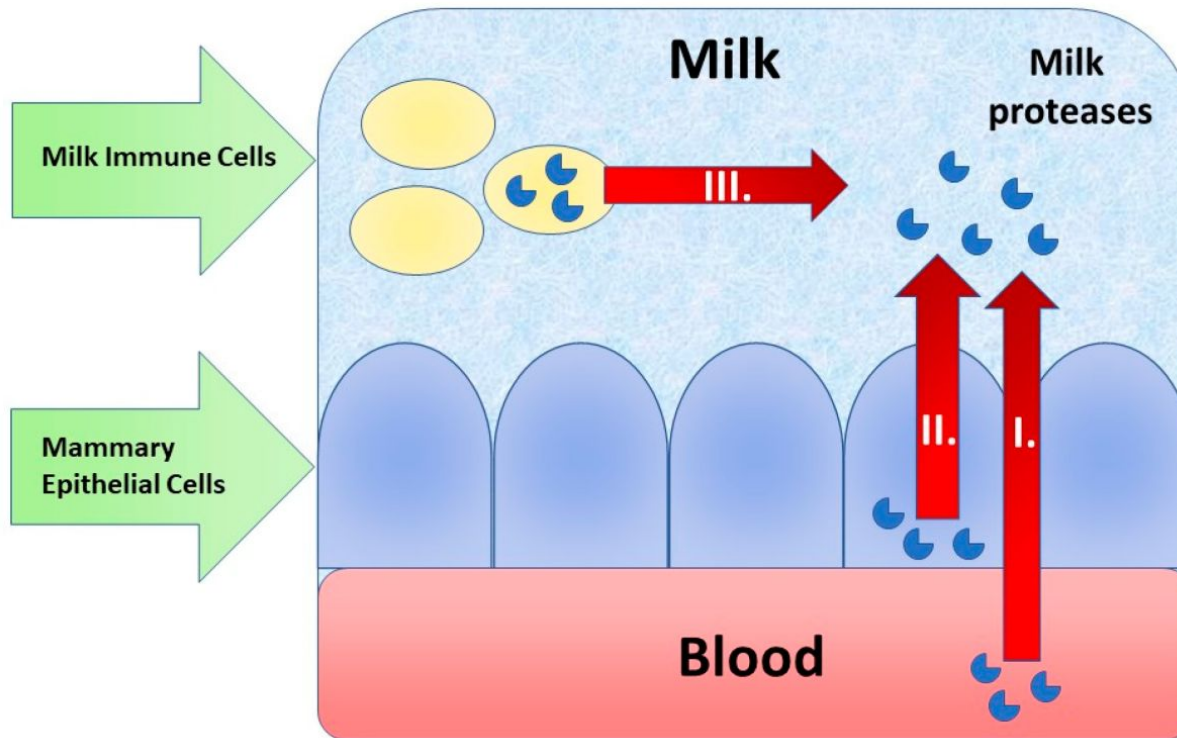


Кислая фосфатаза связана с белками, термостабильна.



Нагревание молока в течение 30 мин при 63°C, кратковременная и моментальная пастеризация при 74-85°C полностью разрушают щелочную фосфатазу. Высокая чувствительность фосфатазы к нагреванию была использована при разработке метода контроля эффективности пастеризации молока и сливок (фосфатазная проба)

Протеазы молока



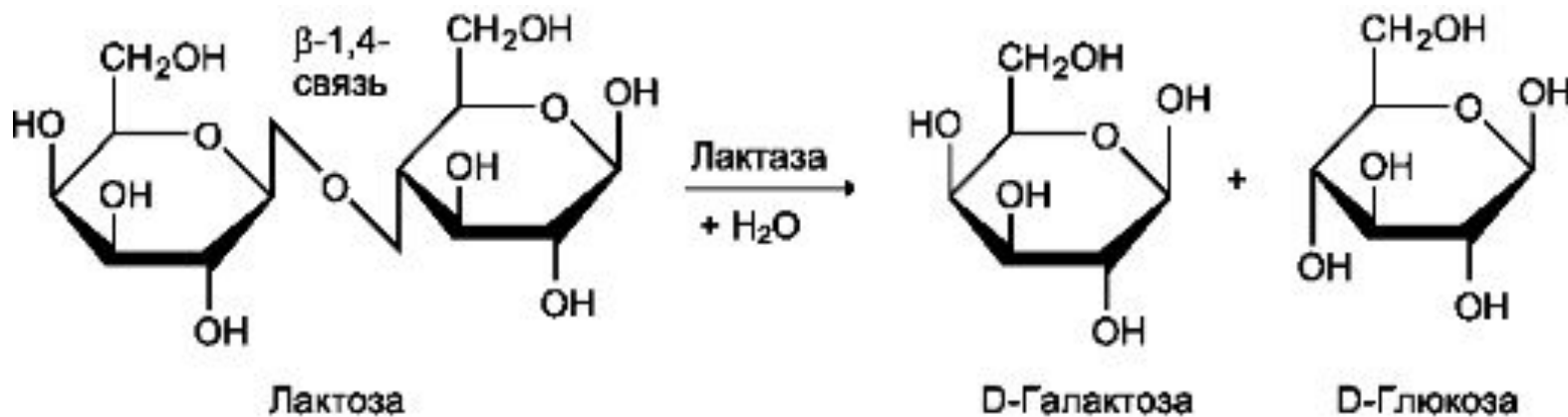
- I. Протеазы из крови проходят по сосудам и через эпителиальные клетки в молоко.
- II. Протеазы могут секретироваться эпителиальными клетками молочной железы.
- III. Протеазы выделяются иммунными клетками молока.

β-казоморфин-7 (БКМ-7)



Лактаза

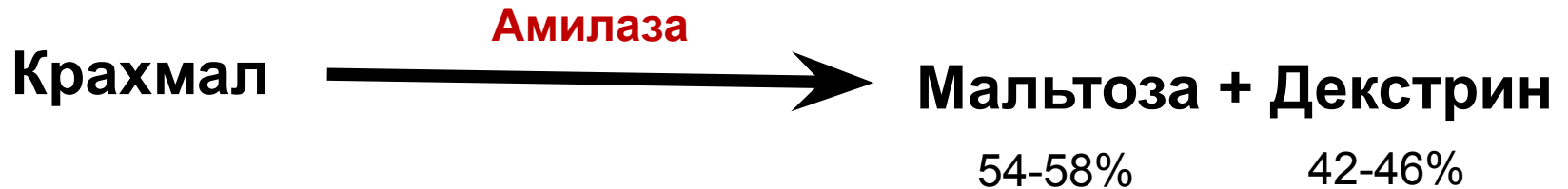
- Молочная железа фермент почти не вырабатывает, его выделяют молочнокислые бактерии и некоторые дрожжи.



В молочной промышленности применяют при выработке сгущенного молока с сахаром в производстве низколактозных молочных продуктов.

Амилаза

- В нормальном молоке содержится небольшое количество амилазы, при заболевании коров маститом ее содержание повышается



Нагревание до 63°C в течение 30 мин разрушает амилазу полностью

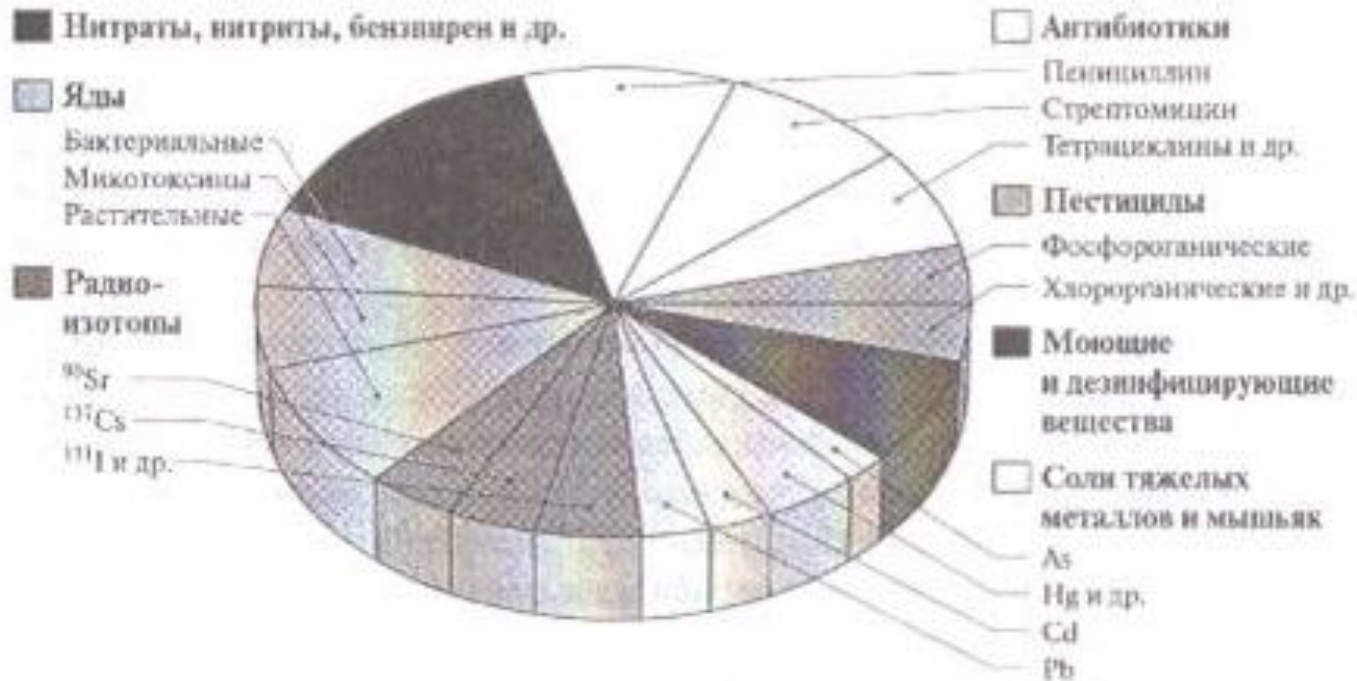
Лизоцим

- Коровье молоко содержит небольшое количество лизоцима

**Гидролизует связи в полисахаридах
клеточных стенок бактерий
и вызывает их гибель**

**Лизоцим обуславливает бактерицидные
свойства свежесвыдоенного молока**

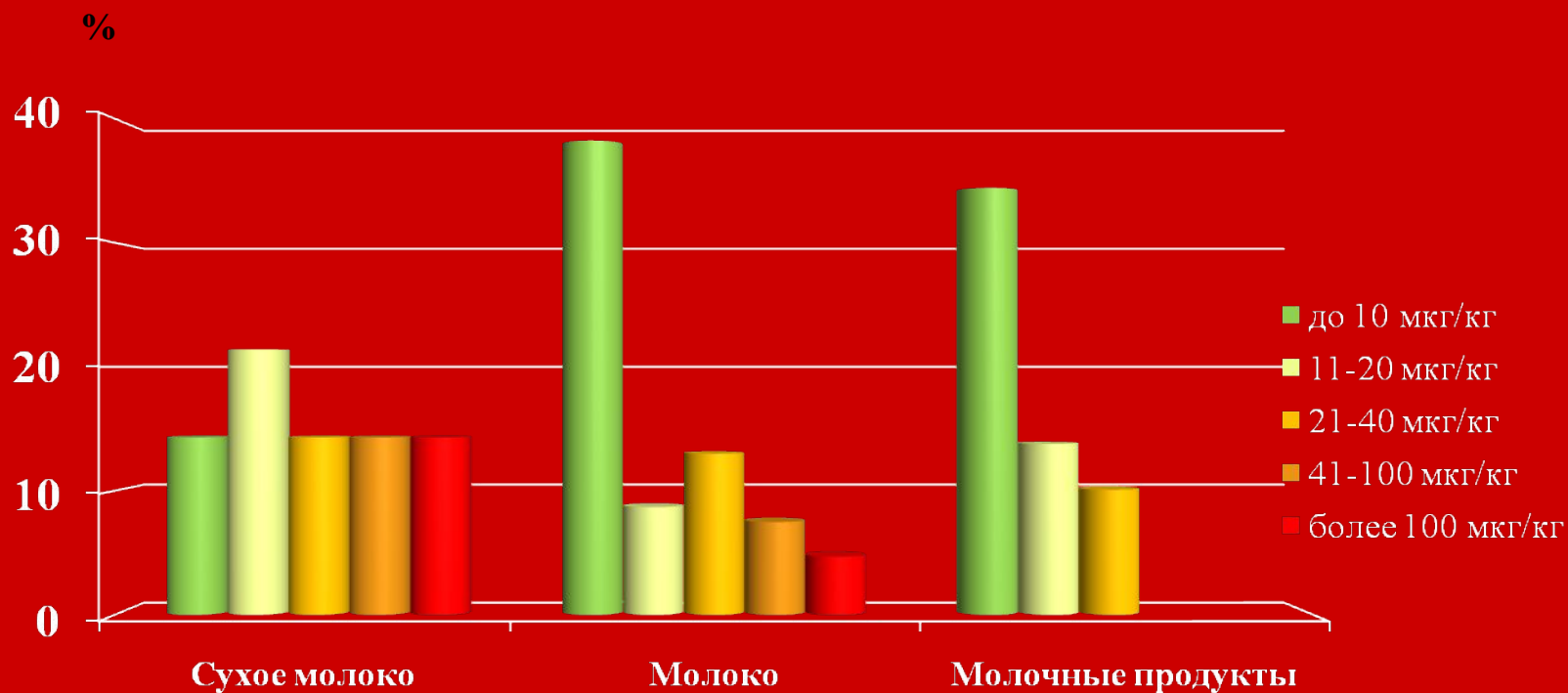
Посторонние вещества молока



Вопросы контрольной работы

1. Пути поступления посторонних веществ в молоко. Классификация посторонних веществ молока.
2. Нитриты и нитраты в молоке. Биологические и технологические последствия присутствия нитратов и нитритов в молоке.
3. Антибиотики в молоке. Биологические и технологические последствия присутствия антибиотиков в молоке.
4. Пестициды в молоке. Биологические и технологические последствия присутствия пестицидов в молоке.
5. Микотоксины в молоке. Биологические и технологические последствия присутствия микотоксинов в молоке.
6. Тяжелые металлы в молоке. Биологические и технологические последствия присутствия тяжелых металлов в молоке.

КОНЦЕНТРАЦИЯ АНТИБИОТИКОВ ТЕТРАЦИКЛИНОВОЙ ГРУППЫ В МОЛОКЕ И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В 2012 -2013 ГГ.



Остаточные количества антибиотиков обнаруживаются в 15-26% продукции животноводства и птицеводства

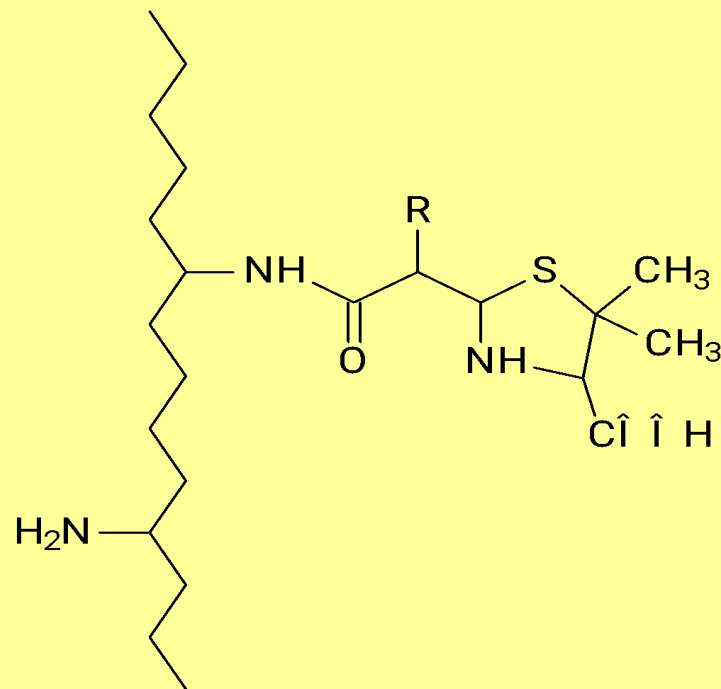
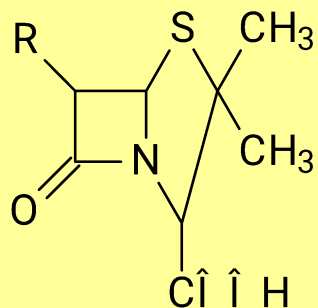


Действие антибиотиков на бактериальную клетку

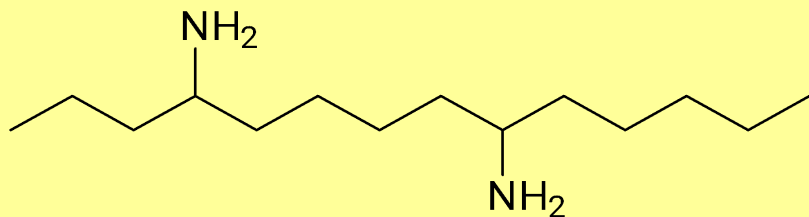


Антибиотики пенициллиновой группы - сильные аллергены

Молекула пенициллинового антибиотика



Аллерген



Фрагмент макромолекулы организма

Остаточные количества антибиотиков в продуктах животноводства вызывают:

- Возникновение различных аллергических состояний у человека (аллергия сама по себе может привести к смерти из-за бронхоспазма и прекращения дыхания)
- Дисбактериозы кишечника
- Снижение иммунитета потребителя
- Перегруз печени и почек, которые отвечают за выведение любых чужеродных веществ (соответственно повышается риск развития хронических заболеваний)
- Нарушения репродуктивной функции (отсутствие плодовитости, стерильность, пороки развития плода)
- Невосприимчивость организма человека к лечебному действию препаратов, которые прописывает врач

Остаточные количества антибиотиков в молоке:

1. Влияют на его технологические качества. Использование такого молока даже в небольших количествах (1-3%) при изготовлении кисломолочных продуктов и сыров приводит к **торможению развития молочнокислой закваски (микрофлоры) и нарушению процессов брожения.**
2. Могут оказывать влияние на **редуктазную пробу.**

Пестициды в молоке

- попадают через загрязненный корм
- через кожу при санитарной обработке шерстного покрова животных против насекомых

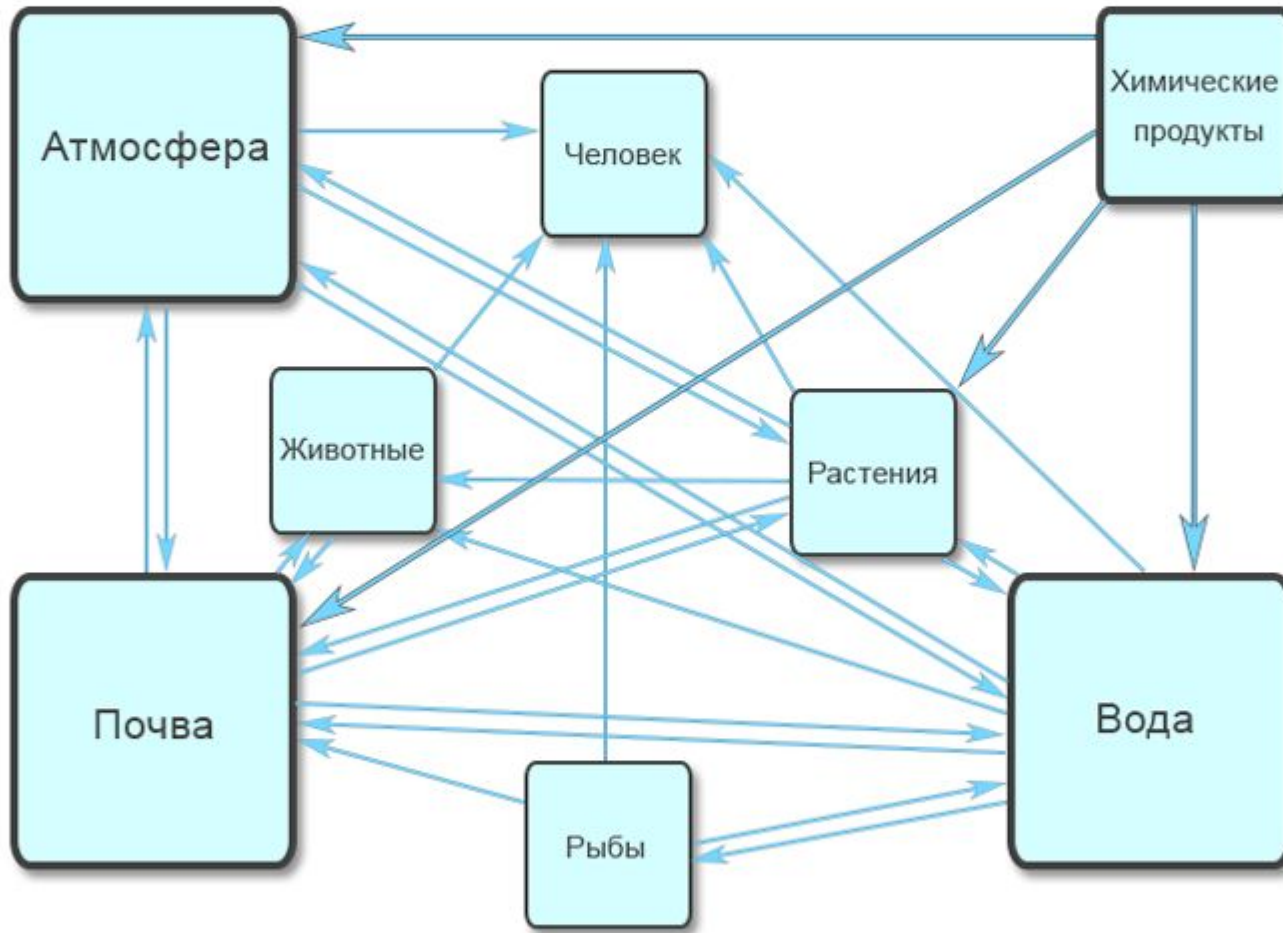
насекомых



Пестициды различаются по сферам применения:

- **гербициды** - против сорной растительности;
- **инсектициды** - против насекомых-вредителей;
- **нематициды** - токсичные для червей из класса нематод;
- **зооциды** (родентициды) - против грызунов;
- **фунгициды** - против грибковых заболеваний.

Циркуляция химических пестицидов в окружающей среде



Токсикологическая характеристика пестицидов

Даже разовые контакты человека с некоторыми пестицидами ведут к:

- нарушению сна и памяти
- раздражительности
- трудности концентрации

внимания



Контакты с органофосфатными пестицидами приводят к:

развитию
депрессии



частичной
потере
памяти



раздражительность
и



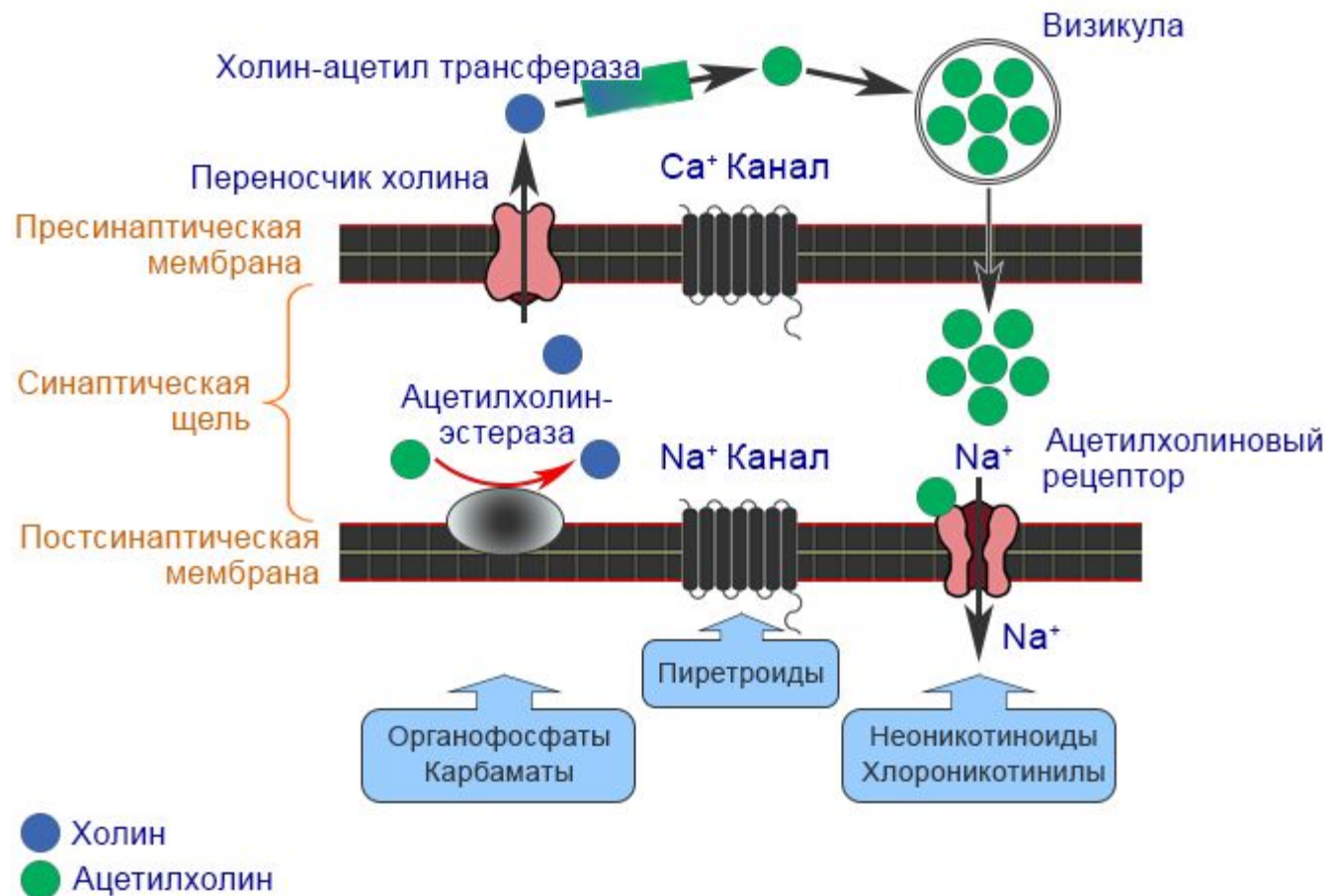
Нарушен
Нарушен
ИЮ

способно
сти
к
абстрактн
ому

мышлени
мышлени
Ю



Механизм действия пестицидов различен и зависит от химического строения действующих веществ



- Ацетилхолинэстераза (АХЭ) - специфический фермент нервной системы. Он нужен, чтобы разрушать ацетилхолин - вещество, которое вырабатывается окончанием нерва и передает нервный импульс. После этого ацетилхолин необходимо быстро дезактивировать, иначе синапс окажется неподготовленным к передаче следующего нервного импульса. Следовательно действуя на

- **Пиретроиды**

Нарушают процесс обмена ионов натрия, деполяризуя мембрану и пролонгируя открытие каналов для натрия, нарушают также обмен ионов кальция, приводя к выделению большого количества ацетилхолина при прохождении нервного импульса через синаптическую щель. Поражение выражается в сильном поражении двигательных центров и треморе.

- **Органофосфаты, карбаматы**

- Ингибиторы ацетилхолинэстеразы.
- Замедляют активность фермента ацетилхолинэстеразы.
- Холинэстераза разрушает избыток ацетилхолина, который является медиатором нервных импульсов, уравнивает холинэргические системы.
- Избыточное количество ацетилхолина приводит к отравлению организма.
- Н-холинэргические (никотиноподобные) эффекты .
- Возбуждение, подергивания и параличи мышц.

- **Неоникотиноиды**

- Подавляют активность ацетилхолинэстеразы.
- Являются агонистами никотин-ацетилхолиновых рецепторов постсинаптической мембраны.
- Пролонгируют открытие натриевых каналов.
- У насекомых при этом блокируется передача нервного импульса, и они погибают от нервного перевозбуждения.

Механизм действия некоторых пестицидов

Пиретроиды	Органические соединения фосфора, эфиры карбаминовой кислоты	Феназахин, пиридабен	Пиримидины, морфолины	Химексазол, фениламиды	Глифосат
Действуют на ионные каналы	Ингибиторы ацетилхолин-эстеразы	Ингибиторы окислительного фосфорилирования	Ингибиторы биосинтеза стерина	Ингибиторы биосинтеза нуклеиновых кислот	Ингибиторы биосинтеза ароматических аминокислот

Имидазолиноны, триазолпиримидин сульфонамиды	Производные арилокси-феноксикислот	2,6-динитроанилины, 2-хлорацет-анилиды	Карбоксамиды, стробилурины, нитрофенолы
Ингибиторы биосинтеза аминокислот с разветвленной цепочкой	Ингибиторы биосинтеза липидов	Ингибиторы деления клеток	Ингибиторы дыхания

Пестициды

Самое большое действие на организм людей оказывает хроническое воздействие **малых доз пестицидов**, поступающих по пищевым цепям

Фосфорорганические пестициды

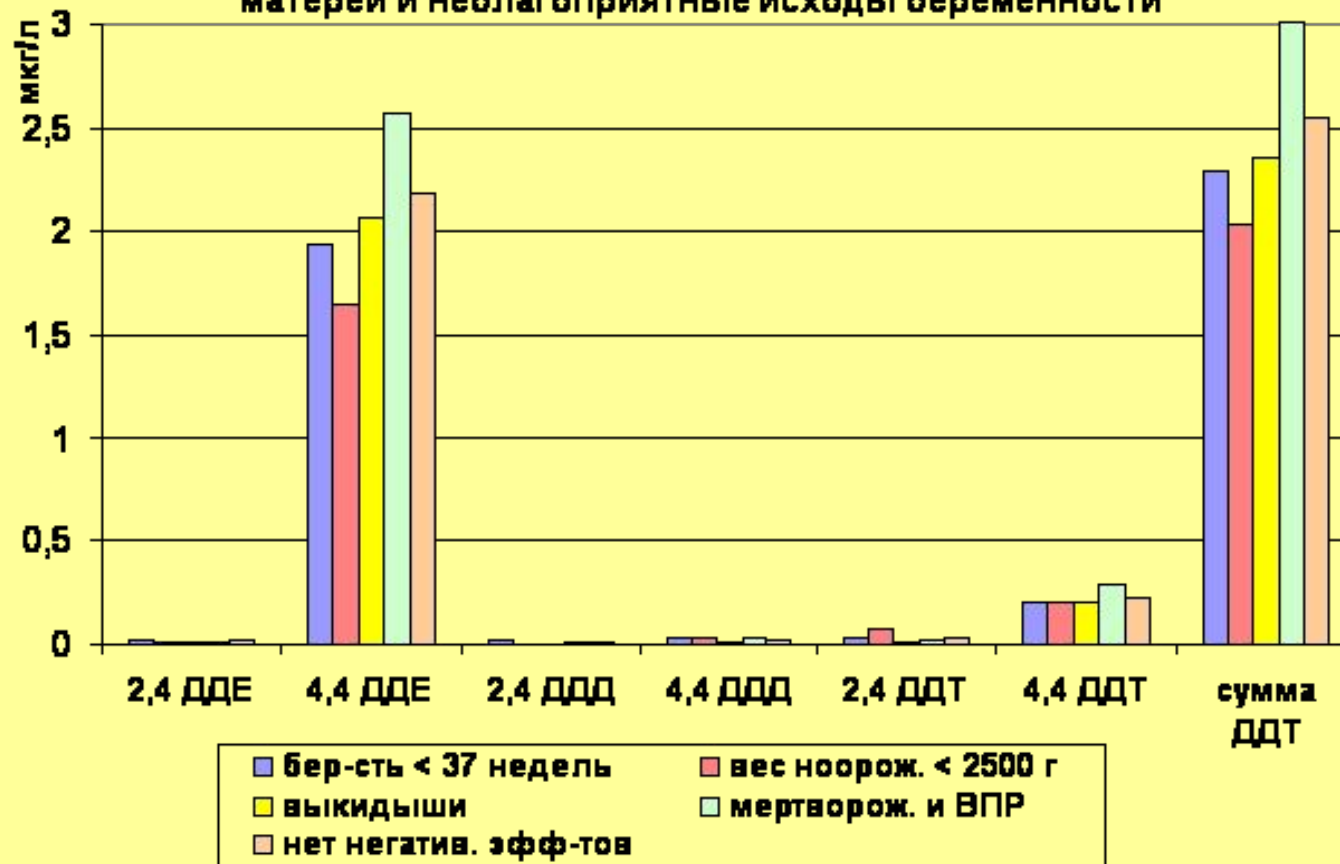
очень быстро разрушаются в организме животного, не выделяются с молоком

Хлорорганические пестициды

аккумулируются в жировой ткани и длительное время выделяются с молоком

Пестициды устойчивы к действию температуры и сохраняются даже при кулинарной обработке продуктов

Концентрации ДДТ и его метаболитов (мкг/л плазмы) в крови матерей и неблагоприятные исходы беременности



В итоге уменьшение числа новорожденных мальчиков

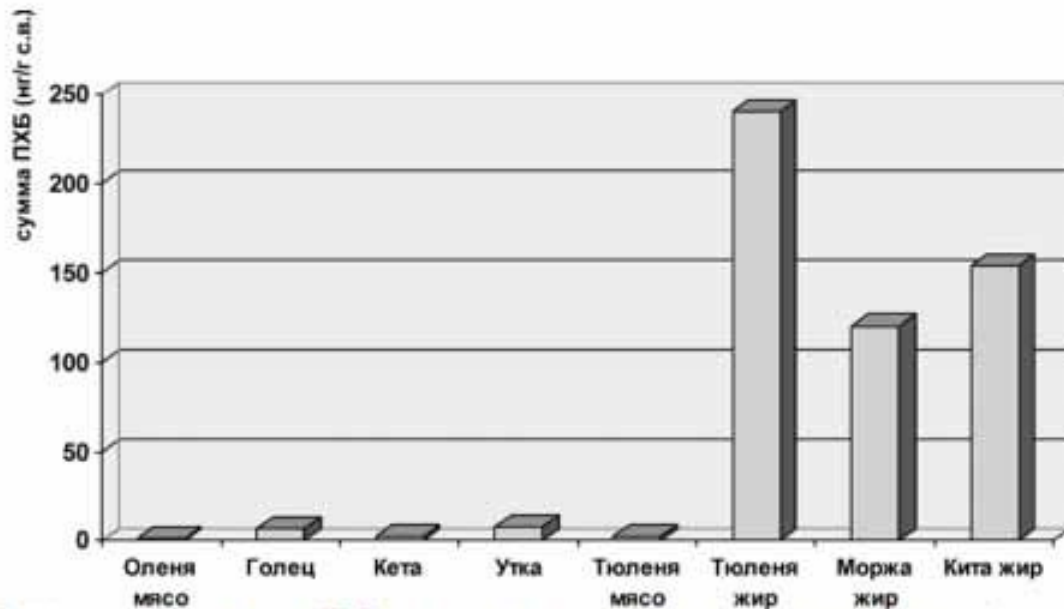


Рис. 2. Максимальные уровни ПХБ в продуктах традиционного питания Чукотки, нг/г сырого веса.

ПХБ - полихлорированные бифенилы (дифенилы)

Нитраты

При неблагоприятных условиях (недостатке света, нарушении водного режима, несбалансированном питании и ряде заболеваний) **кормовые растения не усваивают весь поступивший из почвы азот** (в том числе внесенный в виде минеральных и органических удобрений) **и в них происходит накопление нитратов**, которые затем в **избыточном количестве поступают в организм животных**

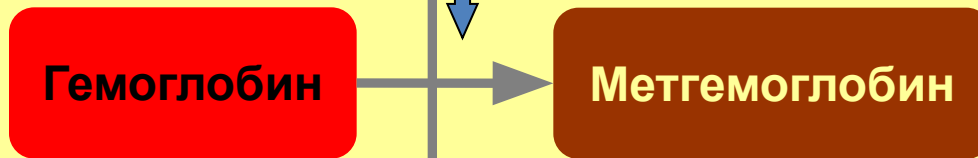
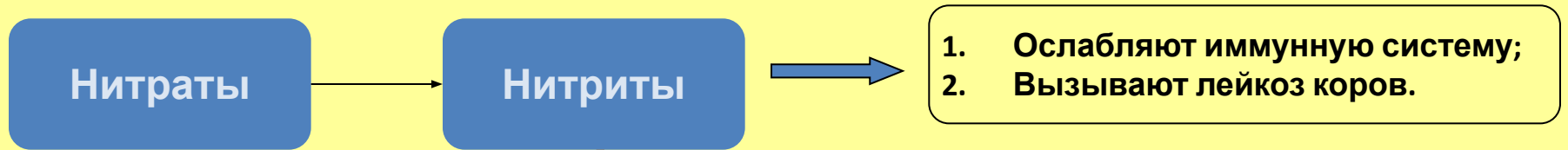
- **Скармливания подвергшихся плесневению и гнилостной порче во время неправильного хранения или в период уборки корнеплодов и недоброкачественного, особенно кукурузного, силоса с высоким содержанием свободных окислов азота, гидроксилamina и аммиака;**
- **Использовании воды с высоким содержанием нитратов и нитритов;**
- **Хранении корма вблизи складов минеральных удобрений;**
- **Перевозке кормов транспортными средствами, загрязненными минеральными удобрениями, и др.**

7 апреля 2013 года в ООО «Дуслык» Шемышейского района (руководитель Исянов Р. З.) произошел внезапный падеж крупного рогатого скота. Коровы паслись на местном пастбище.



Химико-токсикологическим методом исследования в отобранном материале обнаружили нитраты в количестве 661 мг/кг, что в несколько раз превышает допустимую норму.

Нитраты и нитриты



Не может переносить кислород!

Затруднено тканевое дыхание. Происходит голодание ЦНС, понижается обмен веществ, ухудшаются иммунологическое состояние и воспроизводительная функция коровы

Нитрозамины

Мутагенное, трансплацентарное, токсическое, канцерогенное действие

Цитозин Урацил

Нитрозамины

Молоко от коров, перенесших отравление нитратами, можно использовать в пищу только через 72 ч после клинического выздоровления животных

Микотоксины

✓ *токсичные метаболиты вторичного синтеза
низших грибов (плесеней)*

В условиях
поля

В процессе сбора урожая

При хранении



Ячмень 25%-ной влажности спустя 4 недели
после уборки



Важнейшие плесневые грибки и их микотоксины

Aspergillus



Семена



Афлатоксины

Fusarien

Penicillin

Aspergillus



Злаковые продукты



Трихотеценовые

Фузаривые

Зеараленон

Охратоксин А

Fusarien

Aspergillus

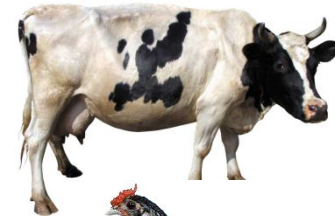


Овощи, фрукты



Патулин

Попадание в организм



Общие свойства микотоксинов

1. Химическое строение их весьма различно: поликетиды, терпены, производные шикимовой кислоты и производные аминокислот. Поэтому так трудно подобрать общий сорбент или детоксикант.

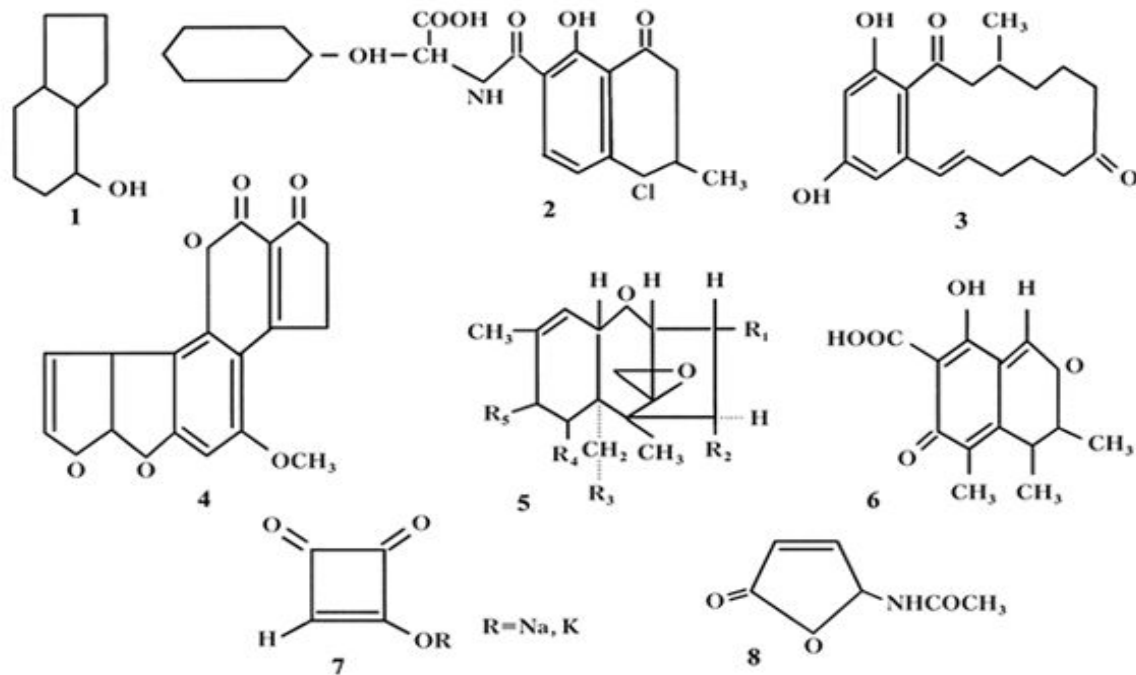
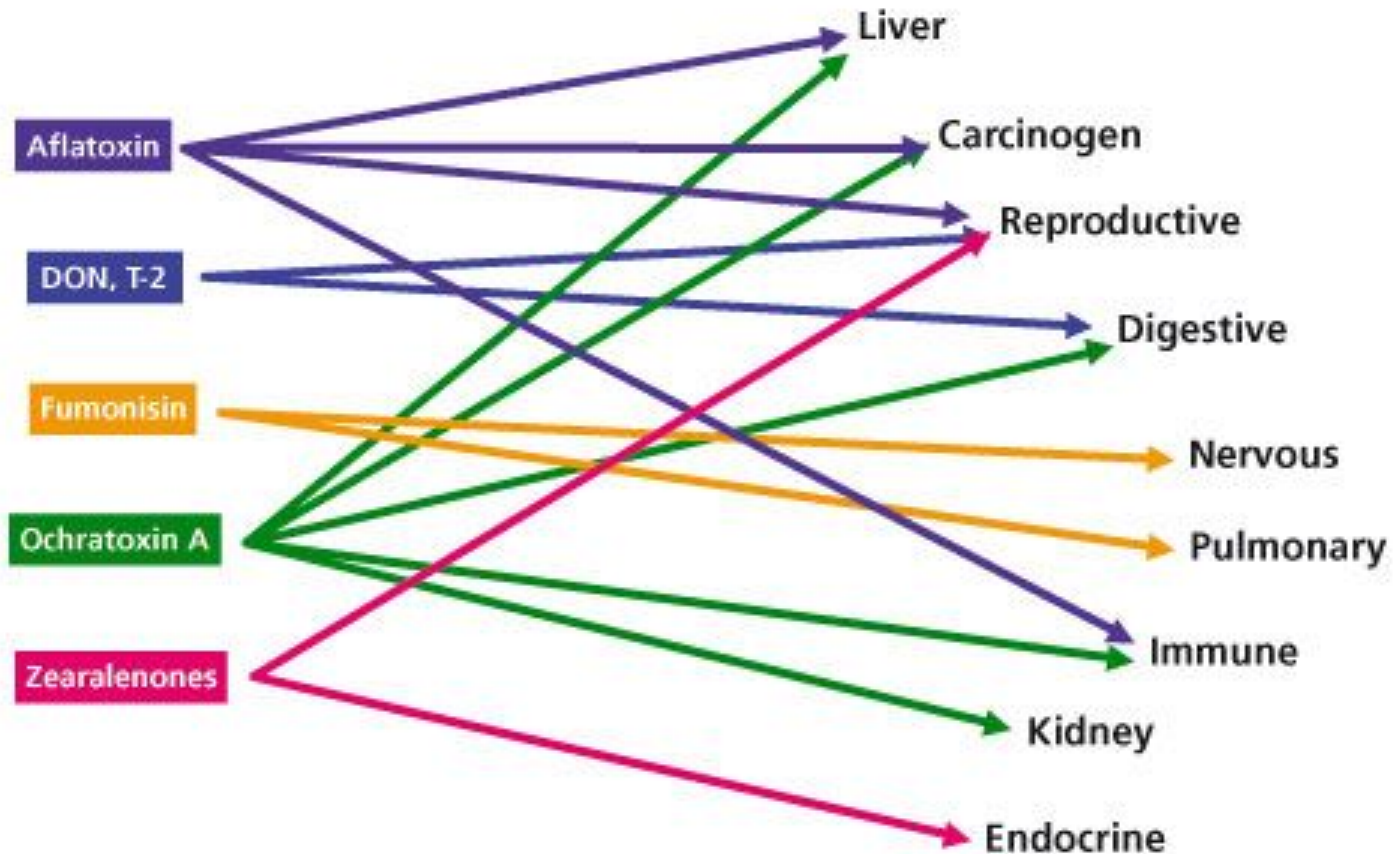


Рис. Химические структуры некоторых микотоксинов.
1 — патулин, 2 — охратоксин А, 3 — зеараленон,
4 — афлатоксин В₁, 5 — трихотецены, 6 — цитринин,
7 — монилиформин, 8 — бутенолид.

Общие свойства микотоксинов

1. Один и тот же микотоксин может вырабатываться разными видами грибов и наоборот – один вид плесени может вырабатывать несколько видов токсинов.
2. Для выработки микотоксинов необходимы: высокая влажность (13% и более), наличие кислорода, тепло. Усиливает выработку микотоксинов стресс (резкий перепад температуры или влажности), повреждение зерна насекомыми и конкуренция с другими микроорганизмами за питательный субстрат.

Impact of Mycotoxins on Animal Organ Systems



Воздействие микотоксинов на молочных коров



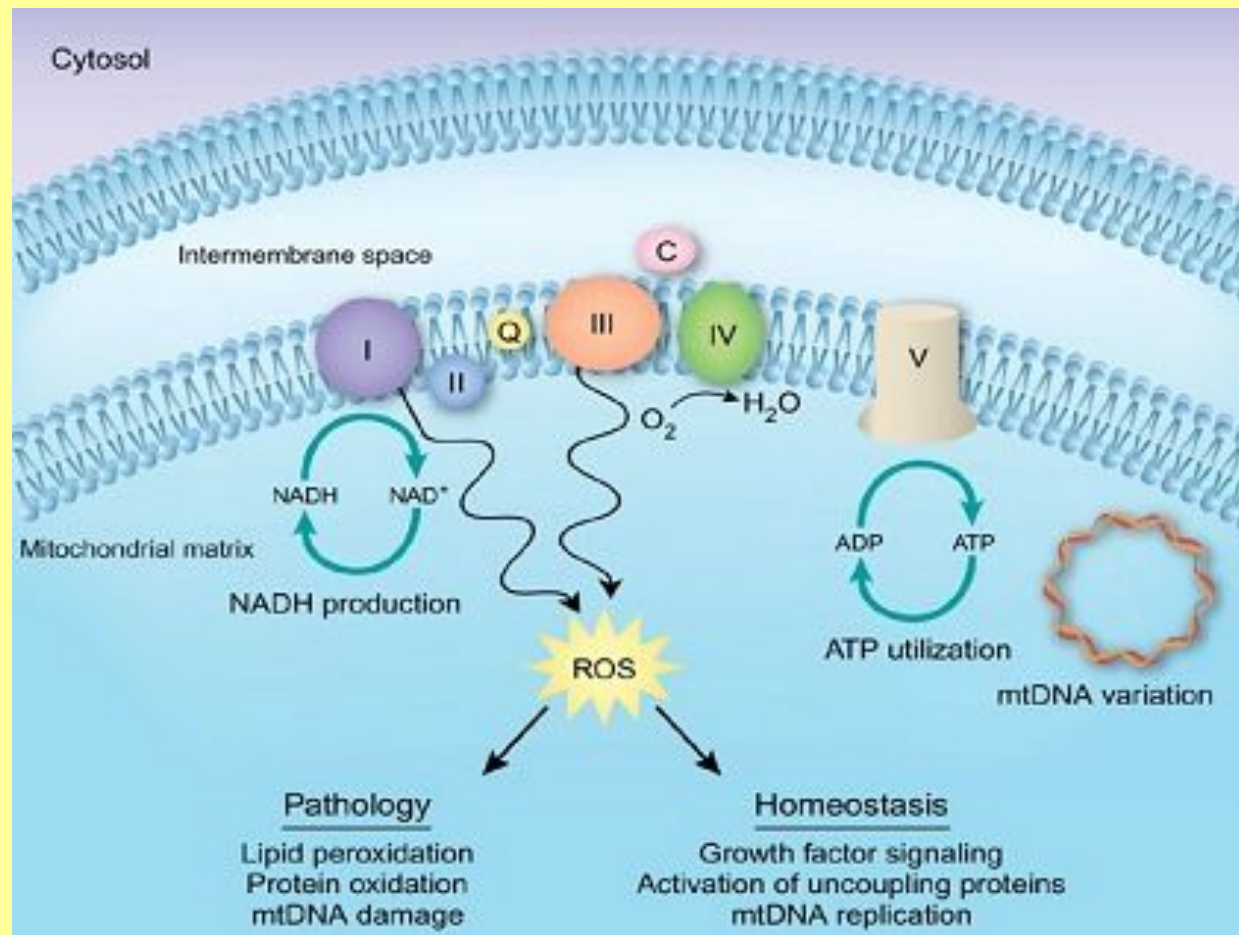
Механизм действия токсинообразующих грибов (на примере *Fusarium*)

- нарушении синтеза жизненно важных аминокислот (лизина, тирозина, триптофана, фенилаланина)

Более глубокое изучение механизма влияния **афлатоксина** показало, что он:

- концентрируется в ядре клетки
- связывается с ДНК
- ингибирует РНК-полимеразу и синтез информационной РНК
- подавляет синтез белка

Mechanism of cell damage in mycotoxin toxicity



**При пастеризации молока
количество афлатоксинов снижается
незначительно**

**Энтеротоксины, оставшиеся в
молоке после пастеризации или
образующиеся при вторичном
обсеменении, могут быть причиной
пищевых отравлений**

Тяжелые металлы

Потенциально опасные для здоровья, т.е. токсичные:

- Кадмий
- Ртуть
- Свинец
- Олово

Отравление токсичными тяжелыми металлами – **ртутью, свинцом, оловом**, как правило, возможно только на вредном производстве

Животным свинец поступает из костной муки, используемой в кормах для животных

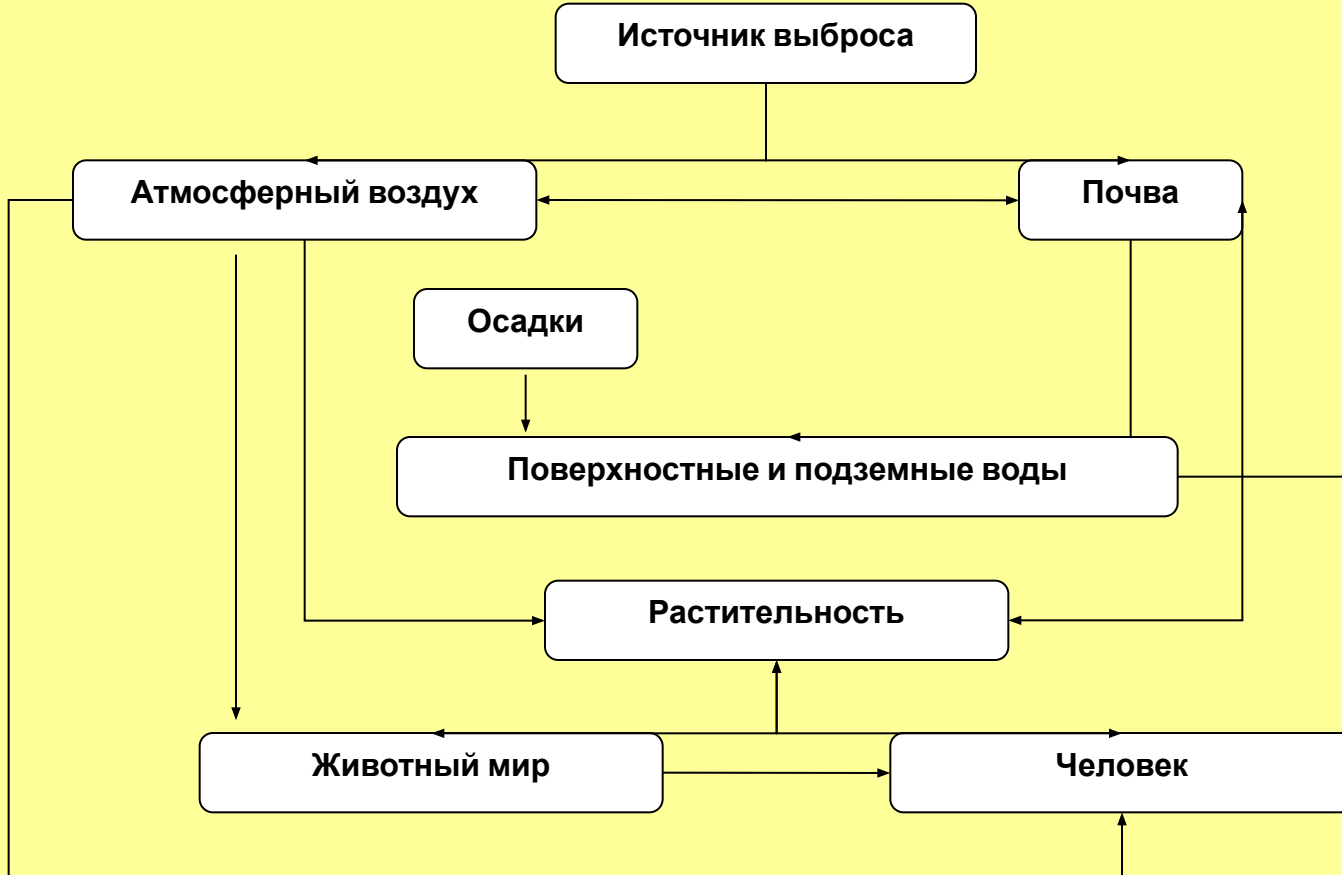


Схема миграции тяжелых металлов в природной среде

Содержание тяжелых металлов **в крови** коров черно-пестрой породы в зависимости от возраста и сезона

(Виварий РГАУ-МСХА, лето-зима 2011г)

Сезон	Группа животных	Содержание тяжелого металла в образце, мг/ л			
		Zn	Ni	Co	Mn
Лето	1	3,58±0,621**	0,16±0,022**	0,04±0,002	0,06±0,002
	2	2,54±0,714	0,22±0,003	0,02±0,003	0,03±0,011*
Зима	1	3,01±0,597	0,14±0,001	0,01±0,007	0,12±0,007
	2	2,66±0,234	0,21±0,015	0,00±0,000	0,09±0,013
ПДК		2,5-5,0	0,12	0,04-0,09	0,13-0,15

Содержание тяжелых металлов **в молоке** коров черно-пестрой породы в зависимости от возраста и сезона (Виварий РГАУ-МСХА, лето-зима 2011г)

Сезон	Группа животных	Содержание тяжелого металла в образце, мг/ л			
		Zn	Ni	Co	Mn
Лето	1	1,77±0,152	0,31±0,015	0,003±0,0001	0,25±0,009*
	2	2,23±0,111**	0,44±0,032	0,001±0,0002**	0,12±0,002
Зима	1	0,98±0,091	0,14±0,010	0	0,21±0,003
	2	1,82±0,134	0,21±0,022***	0	0,03±0,005
ПДК		5	0,23	0,01	0,60

Nickel – озорник!



- необходимый микроэлемент, в частности для регуляции обмена ДНК.
- участвует в обмене жиров, обеспечении клеток кислородом.
- в сочетании с кобальтом, железом, медью также участвует в процессах кроветворения.
- в определенных дозах активизирует действие инсулина.

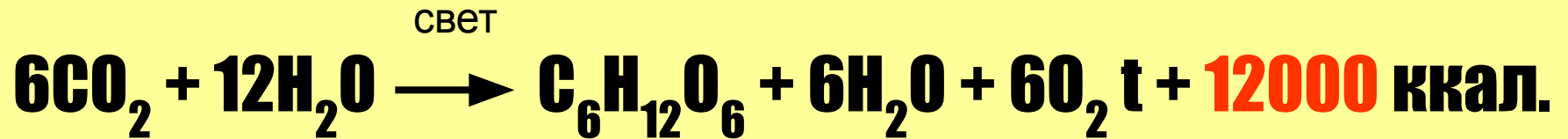


- При повышенных концентрациях обычно может проявляться в виде аллергических реакций (дерматит, ринит и пр.), анемии, повышенной возбудимости центральной и вегетативной нервной системы.
- Хроническая интоксикация никелем повышает риск развития новообразований (легкие, почки, кожа) - никель влияет на ДНК и РНК.

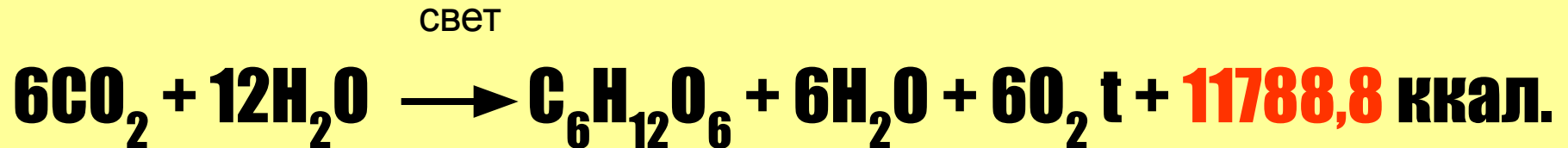
Прямое токсичное действие:

- блокировка реакций с участием ферментов
- коагуляция белков
- снижение энергии фотосинтеза

Норма



Эффект прямого токсикоза



Токсичность ТМ по классам опасности

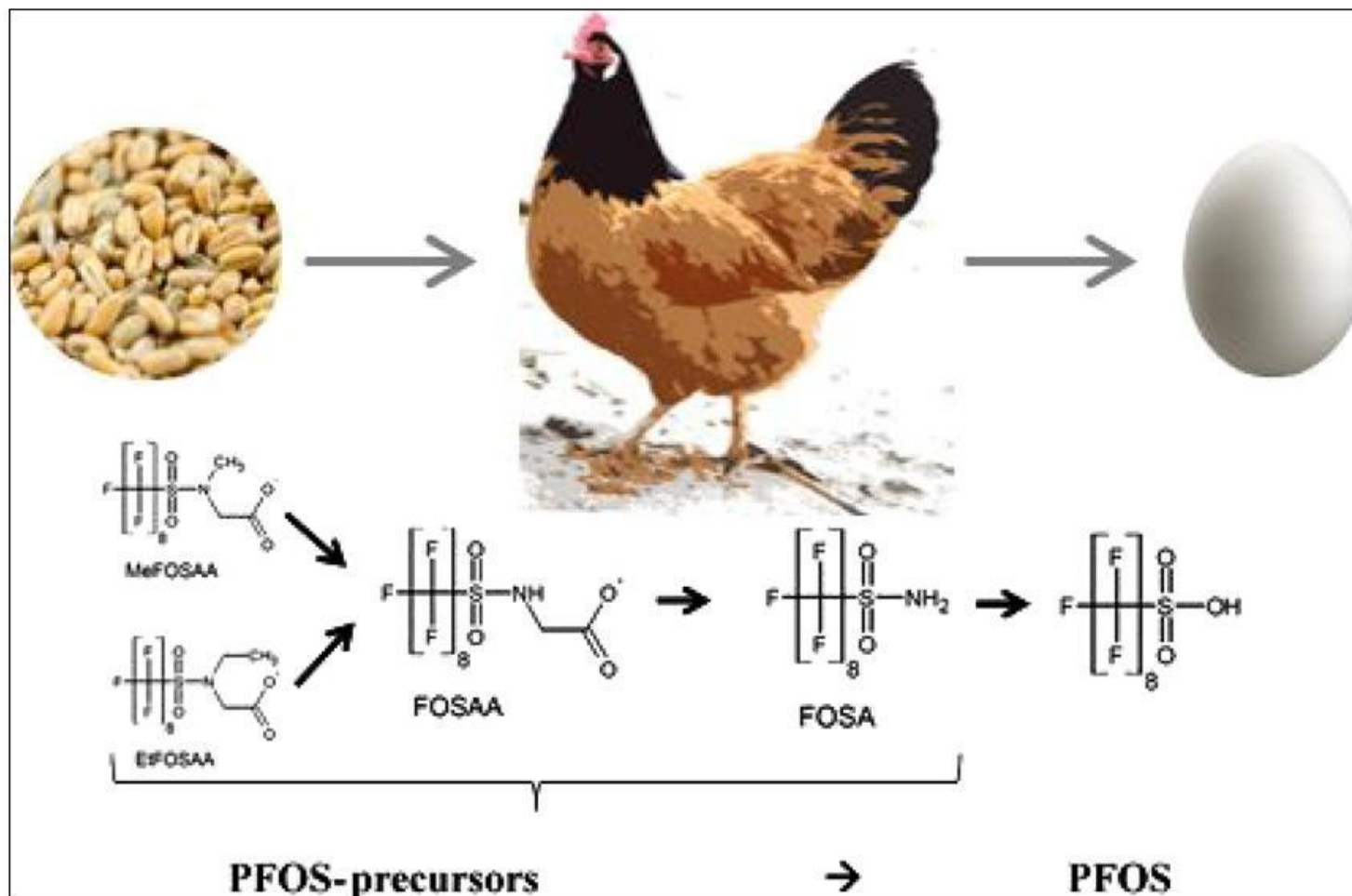
I класс (высокоопасные)	II класс (умеренно опасные)	III класс (малоопасные)
Кадмий (Cd)	Бор (B)	Барий (Ba)
Мышьяк (As)	Кобальт (Co)	Ванадий (V)
Ртуть (Hg)	Медь (Cu)	Вольфрам (W)
Селен (Se)	Молибден (Mo)	Марганец (Mn)
Свинец (Pb)	Никель (Ni)	Стронций (Sr)
Цинк (Zn)	Сурьма (Sb)	
	Хром (Cr)	

Тяжелые металлы в почве

С продуктами питания в организм человека поступает от 70 до 90% всех ТОКСИКАНТОВ.

Период полужизни ТМ из почвы варьирует в зависимости от вида металла:

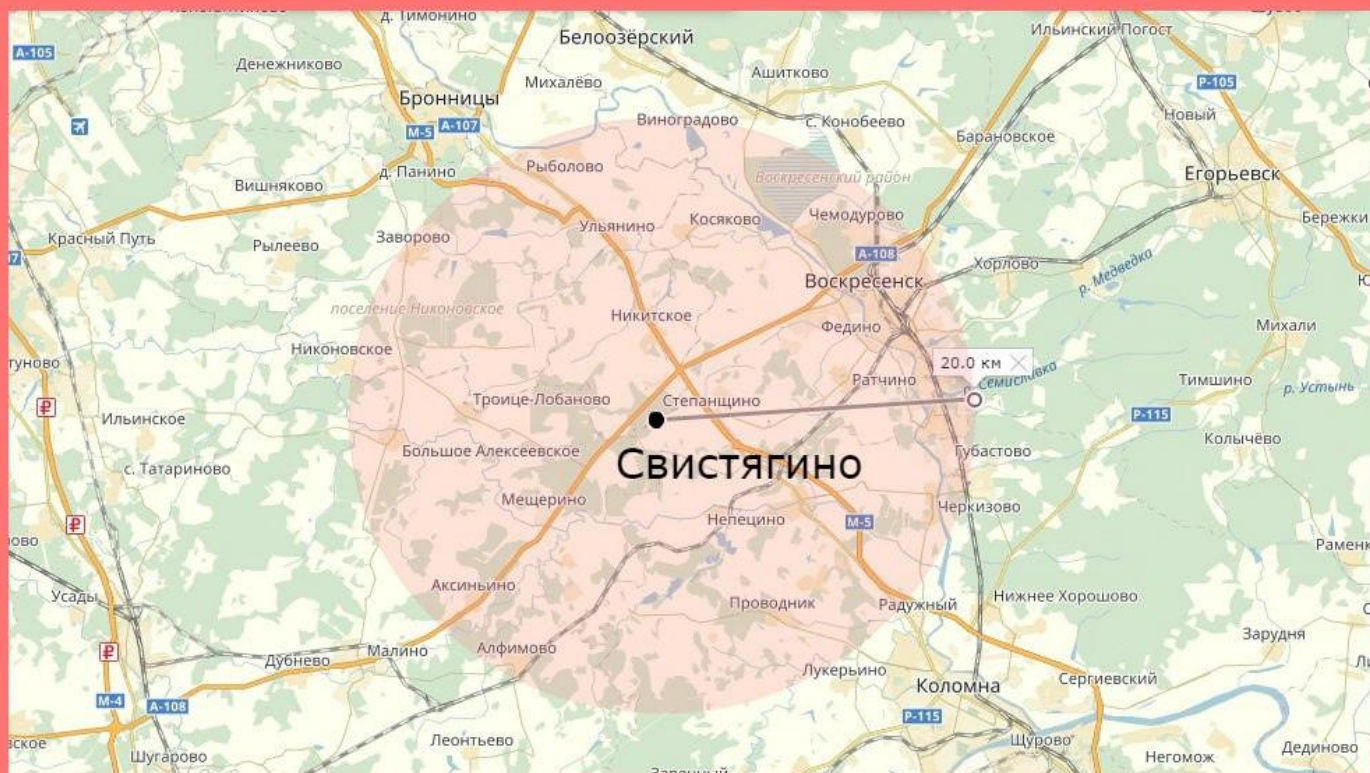
- ✓ для Zn (цинк) от 70 до 510 лет;
- ✓ для Cd (кадмий) от 13 до 1100 лет;
- ✓ для Cu (медь) от 310 до 1500 лет;
- ✓ для Pb (свинец) от 740 до 5900 лет.



Transfer of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) from Feed into the Eggs of Laying Hens. Part 2: Toxicokinetic Results Including the Role of Precursors Janine Kowalczyk,* Bernd Göckener, Maria Eichhorn, Matthias Kotthoff, Mark Bücking, Helmut Schafft, Monika Lahrssen-Wiederholt, and Jorge Numata Cite This: J. Agric. Food Chem. 2020, 68, 12539–12548

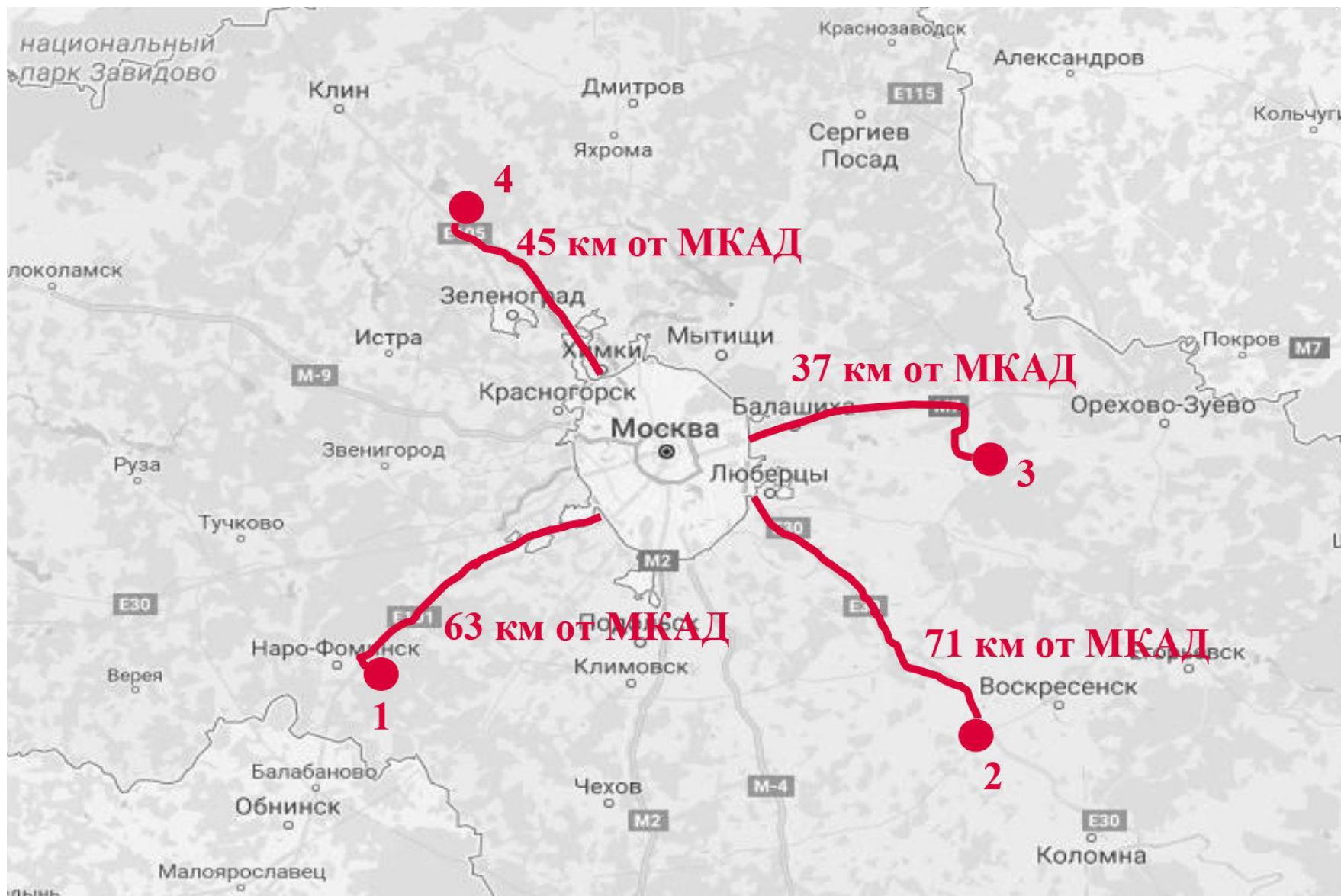
МСЗ Свистягино (Воскресенский район Московской области)





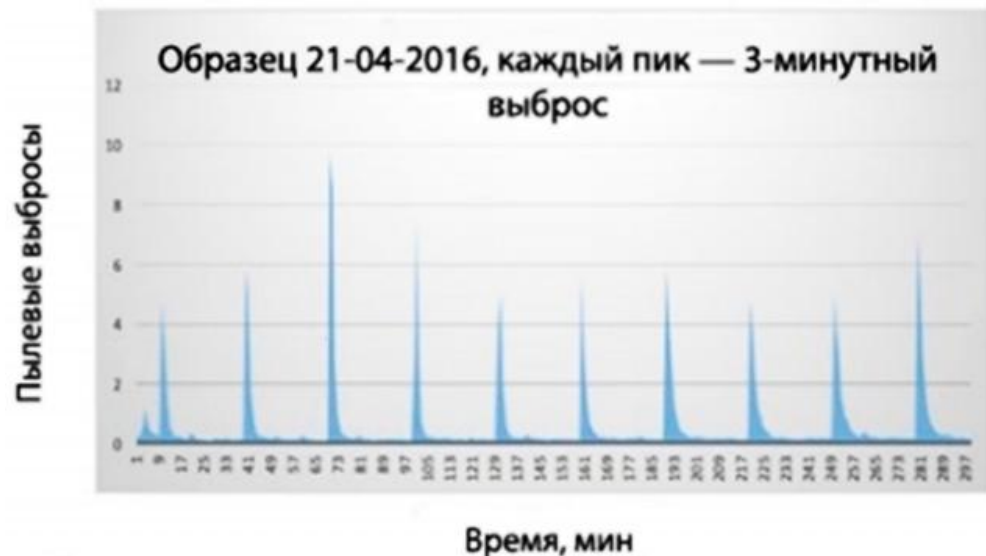
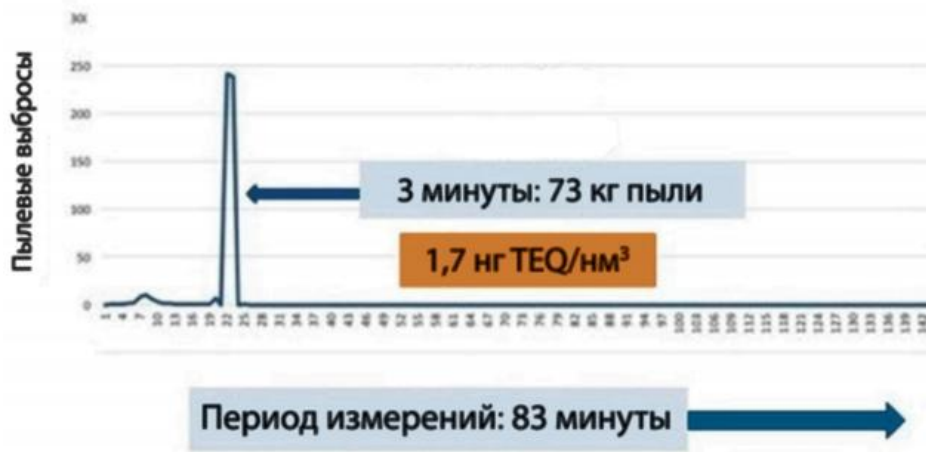
**В СВИСТЯГИНО МОГУТ ПОСТРОИТЬ
МУСОРОСЖИГАЮЩИЙ ЗАВОД.
В ЗОНУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (20 КМ) ПОПАДАЕТ
НЕ МЕНЕЕ 100 ТЫСЯЧ ЧЕЛОВЕК.
ЭТО ВЕСЬ ГОРОД ВОСКРЕСЕНСК
И ЕЩЕ ЦЕЛЫЙ РЯД НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.
ГРИНПИС УТВЕРЖДАЕТ, ЧТО ЗОНА
ЗАГРЯЗНЕНИЯ МСЗ СОСТАВЛЯЕТ 24 КМ.**

ВОСЗЕРКАЛО



Сжигать мусор нельзя!

Предвестники диоксиновой катастрофы в России



Диоксины и Вьетнам



Вопросы контрольной работы

1. Молоко как полидисперсная система.
2. Физико-химические свойства молока.
3. Изменение белков молока при его хранении и транспортировке.
4. Изменение углеводов молока при его хранении и транспортировке.
5. Изменение жирорастворимых веществ молока при его хранении и транспортировке.

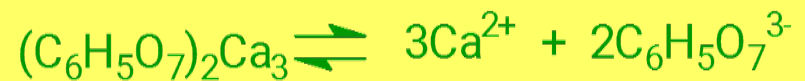
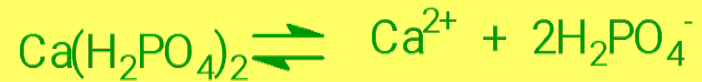
Молоко – полидисперсная система

□ *Дисперсной системой* называется система, в которой одно вещество (дисперсионная фаза) в виде очень мелких частиц распределено в другом веществе (дисперсионной среде).

Дисперсные фазы молока:

1. Фаза истинного раствора.
2. Коллоидная фаза.
3. Фаза эмульсии.

Фаза истинного раствора



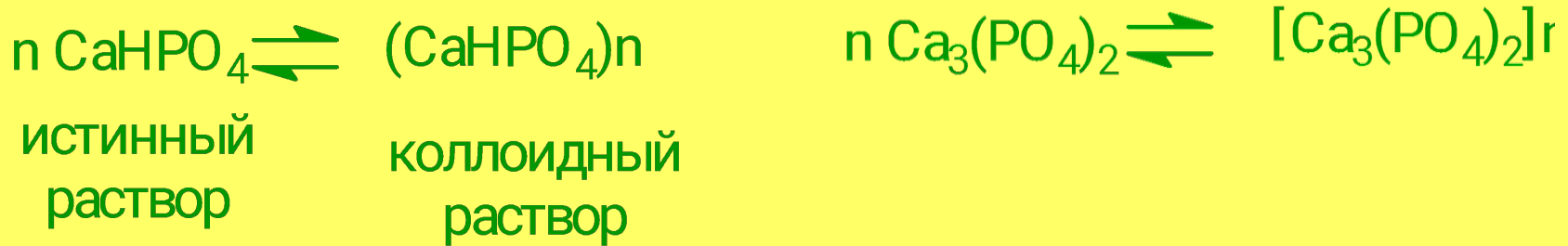
α -лактоза \leftrightarrow β -лактоза

- pH молока
- температуры и др.

Значение фазы

- Хлориды калия и натрия обуславливают осмотическое давление и электропроводность молока.
- Фосфаты входят в состав буферной системы молока.
- Фосфаты кальция в форме истинного раствора являются источниками образования Ca^{2+} . От количества которых зависят размер и устойчивость мицелл казеина при тепловой обработке, а также скорость сычужной коагуляции.

Коллоидная фаза

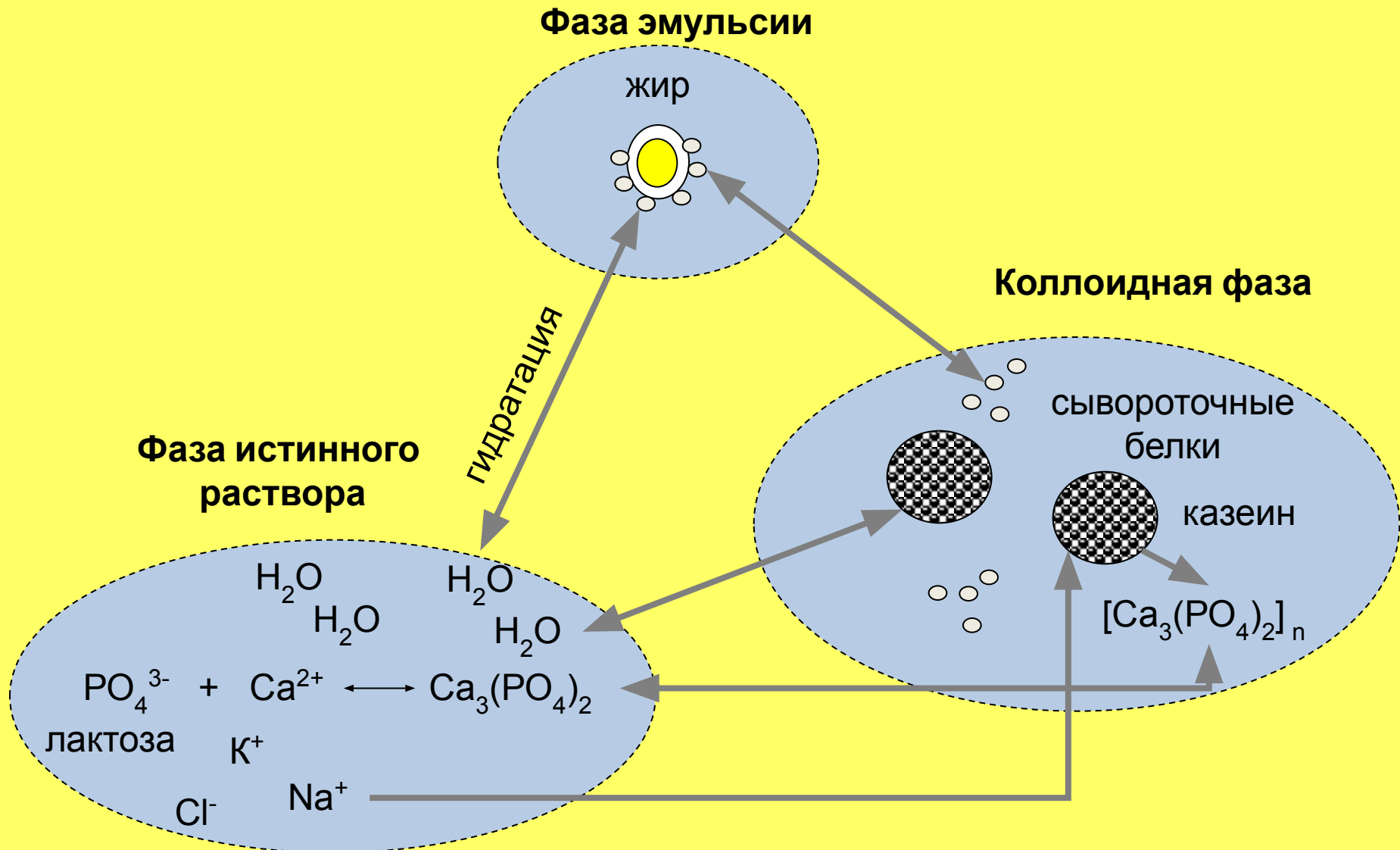


- От соотношения этих форм фосфатов кальция зависит стабильность белковых частиц молока.
- Растворимость фосфата кальция повышается под влиянием казеина.

Фаза эмульсии

- **Молоко - эмульсия жира в воде.**
- **Жировая фаза находится в плазме молока в виде мелких капель (шариков жира).**
- **Размер и количество шариков жира в молоке непостоянны.**
- **Размеры шариков жира определяют степень перехода жира в продукт при производстве сливок, масла, сыра, творога и т. д.**
- **Стабильность шариков жира в молоке и молочных продуктах, их поведение при отстое сливок и технологической обработке (гомогенизации, пастеризации и т. д.) в основном зависят от состава и свойств их оболочек.**

Равновесная система молока



Физико-химические и органолептические свойства молока

ИЗМЕНЯЮТСЯ:

- 1. В начале и конце лактационного периода.**
- 2. Под влиянием болезней животных.**
- 3. Под влиянием некоторых видов кормов.**
- 4. При хранении молока в неохлажденном виде.**
- 5. При его фальсификации.**
- 6. При переработке в молочные продукты.**

1. Кислотность.

- **Титруемая кислотность.**

Под *градусами Тернера* (T°) понимают количество миллилитров 0,1 н. раствора едкого натра (калии), необходимого для нейтрализации 100 мл (100 г) молока или продукта.

Кислотность свежесвыдоенного молока составляет **16-18 $^\circ$ T**. Она зависит от:

- состояния обмена веществ в организме животных (кормовой рацион, порода, возраст, физиологическое состояние, индивидуальными особенностями животного и т. д.)
- лактационного периода
- заболеваний животных
- при хранении молока титруемая кислотность увеличивается в результате образования из лактозы молочной кислоты

1. Кислотность.

- **Активная кислотность pH**

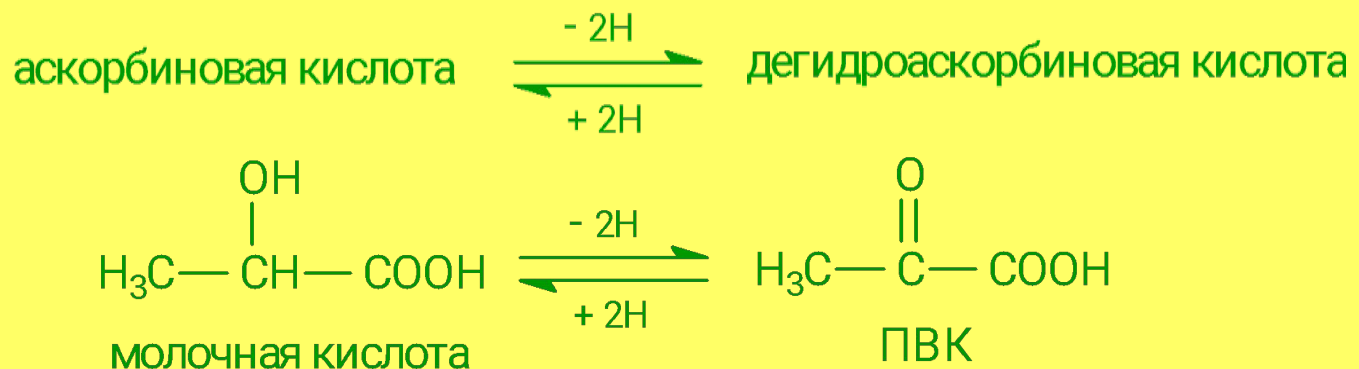
Водородный показатель свежего молока, отражающий концентрацию ионов водорода, колеблется (в зависимости от состава молока) в пределах – **6,55 - 6,75**.

Буферные свойства белков молока



2. Окислительно-восстановительный потенциал.

Окислительно-восстановительный потенциал E (редокспотенциал) - количественная мера окисляющей или восстанавливающей способности молока. E нормального свежего молока, определяемый потенциометрическим методом, равен **0,25-0,35 В (250-350 мВ)**.



3. Плотность молока - это отношение массы молока при температуре 20 °С к массе того же объема воды при температуре 4 °С.

Плотность сборного коровьего молока находится в пределах 1,027- 1,032 г/см³. На нее влияют все составные части, но в первую очередь — белки, соли и жир. Плотность молока, полученного от больных животных, ниже, чем плотность молока здоровых животных. Это объясняется значительными изменениями составных частей молока.

По плотности молока судят о его натуральности. При добавлении к молоку воды плотность его уменьшается (10% добавленной воды снижает плотность в среднем на 3 кг/м³).

4. Осмотическое давление молока довольно близко осмотическому давлению крови человека и составляет около 0,74 Мпа. Основную роль в создании осмотического давления играют молочный сахар и некоторые соли.

5. Температура замерзания молока $-0,54$ $-0,55$ °С. Она изменяется при разбавлении молока водой, добавлении к нему соды, повышении кислотности, изменении химического состава молока при заболевании животного.

Температура замерзания, как и осмотическое давление, молока у здоровых коров практически не изменяется.

Изменение белков молока при длительном хранении (2 суток и более)

Структурные изменения:

- гидрофобные связи ослабевают
- ассоциаты казеинатов распадаются на более мелкие
- уменьшается средний диаметр казеиновых мицелл

Фосфор, кальций и β -казеин, нативные протеазы переходят из мицелл казеина в плазму молока:

- распад β -казеина под действием протеиназ молока
- увеличивается количество γ -казеина и протеосоматической фракции

Данные изменения отрицательно влияют на сычужную свертываемость, синергетические свойства белковых сгустков, термоустойчивость молока и др. технологические свойства.

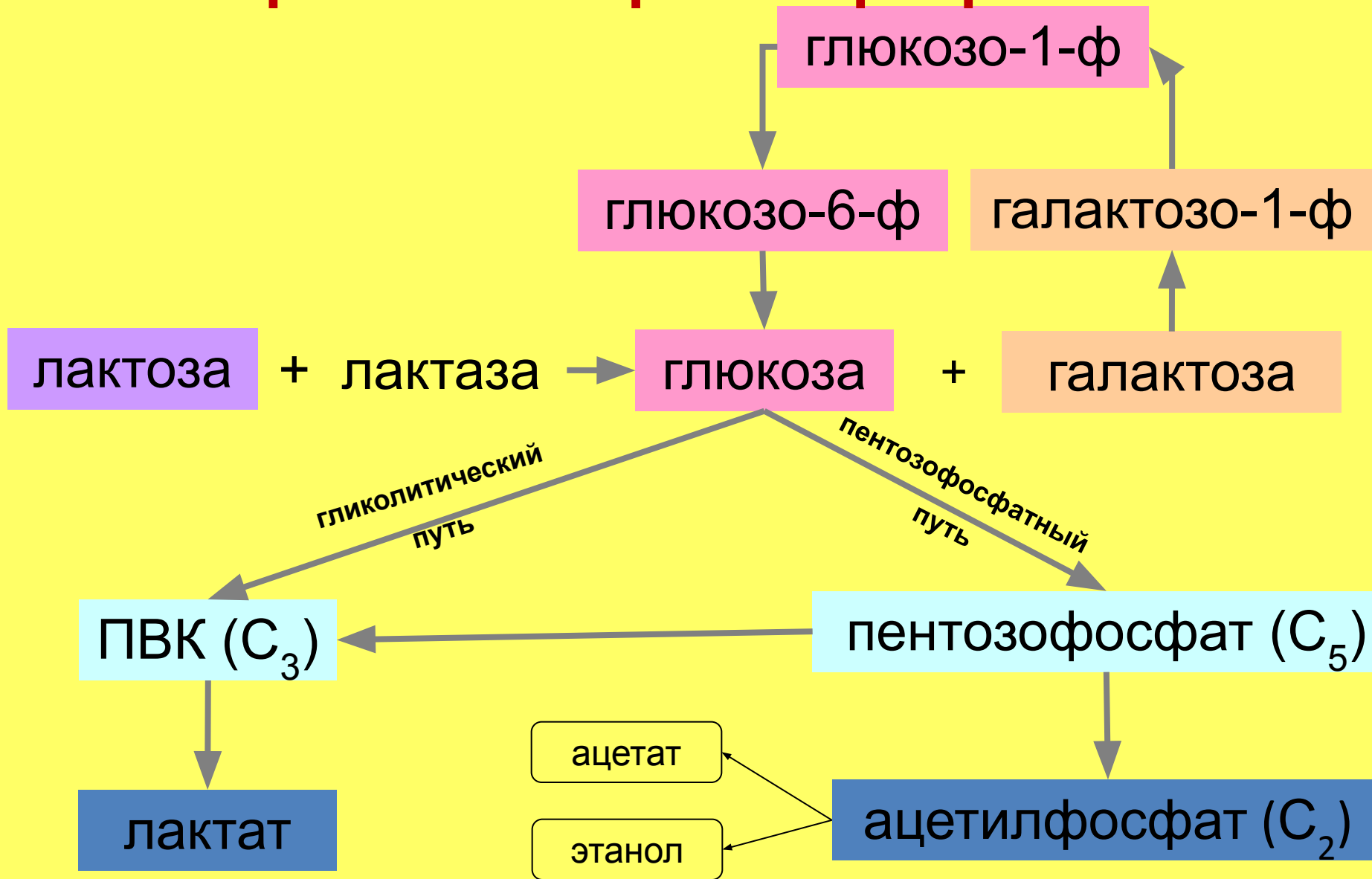
Изменение белков молока при транспортировке

В процессе хранения и обработки молока (перекачивание, гомогенизация, пастеризация и т. д.)

- укрупняются белковые частицы
- адсорбция белков на поверхности шариков жира

Изменение углеводов молока при его брожении и окислительном расщеплении

хранении и транспортировке

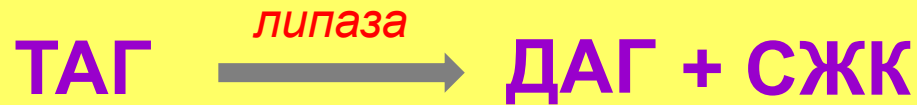


По количеству пирувата (ПВК) можно прогнозировать продолжительность хранения и стойкость молока

Изменение жиров молока при его хранении и транспортировке

- **Жир из жидкого состояния переходит в твердое.**
- **Жировые шарики становятся хрупкими.**
- **Дестабилизация жировой фазы из-за разрушения жировых шариков.**
- **Начинается липолиз.**

Липолиз молочного жира



Спонтанный (самопроизвольный)

- В процессе охлаждения **плазменная липаза** связывается с оболочками шариков жира и вызывает его гидролиз.
- Характерен для стародойного молока и молока, полученного от больных маститом животных.

Индукцированный (наведенный)

- При разрушении жировых шариков происходит активация **липазы (мебранной и плазменной)** и гидролиз ускоряется.
- Нарушение техники машинного доения.
- При транспортировке.
- При многократном перемешивании.

Содержание СЖК в молоке к концу первых суток хранения при 3-5 °С увеличивается в среднем на 30%, к концу вторых суток - на 50%, кислотность увеличивается на 0,5-2⁰Т.

Основной причиной липолиза является интенсивное смешивание молока с воздухом (явление кавитации). Это происходит при любой обработке, вызывающей сильное взбалтывание или встряхивание. В молоке, перемешанном в отсутствие воздуха, липолиз проявляется гораздо реже.

Изменение витаминов молока при его хранении и транспортировке

- При хранении и транспортировке молока количество витаминов не снижается, кроме витамина С: в течение двух суток он разрушается на 18%; в течение 3 суток на 67%.
- Соли. Происходит перераспределение их форм.

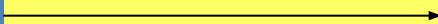
Вопросы контрольной работы

- 1. Брожение как основа производства кисломолочных продуктов. Виды брожения.**
- 2. Коагуляция казеина.**
- 3. Влияние состава молока, бактериальных заквасок, технологического режима на процессы брожения лактозы и коагуляции казеина.**
- 4. Пороки кисломолочных продуктов.**
- 5. Биохимические процессы при производстве сыра.**
- 6. Биохимические основы производства детских молочных продуктов и заменителей цельного молока.**

Биохимия кисломолочных продуктов

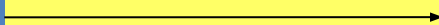
- 1. Кисломолочные продукты содержат все основные пищевые вещества в хорошо сбалансированной форме.**
- 2. Содержат белки в мелкодисперсном, частично расщепленном состоянии.**
- 3. Благодаря накоплению углекислоты, молочной кислоты и других вкусовых веществ кисломолочные продукты возбуждают аппетит, стимулируют выделение желудочного сока, улучшают обмен веществ.**
- 4. В кисломолочных продуктах находятся живые микроорганизмы, способных приживаться в кишечнике и подавлять гнилостную микрофлору.**

Кумыс



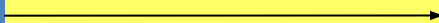
**Туберкулез
Хронический бронхит
Заболевания ЖКТ
Малокровие**

Кефир



**Заболевания ЖКТ
Легочные заболевания**

Творог



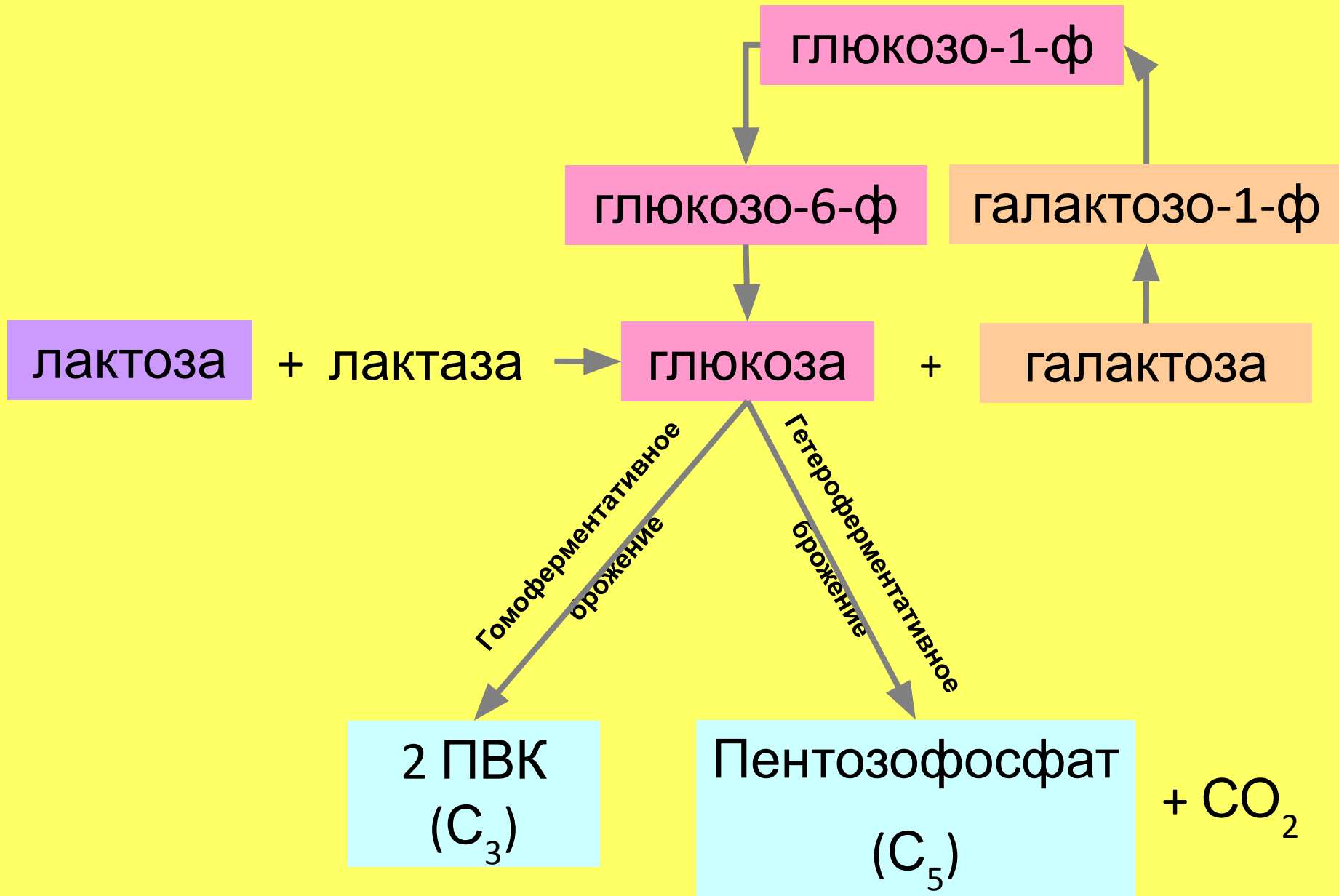
**Липотропное действие
Антисклеротическое
действие
Заболевания печени, почек,
сердечно-сосудистой
системы**

Классификация кисломолочных продуктов

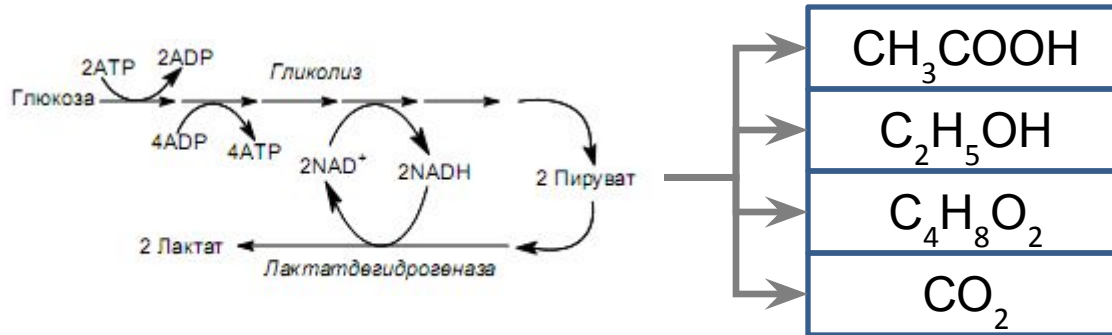
по характеру брожения молочного сахара



Брожение молочного сахара

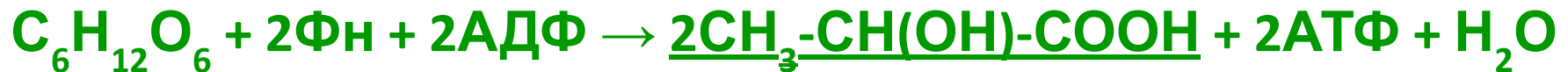


Гомоферментативное молочнокислое брожение = гликолиз



Небольшая часть образованного в процессе гликолиза пирувата превращается в уксусную кислоту, этанол, ацетон, CO₂

До 90% состава конечных продуктов представлено молочной кислотой



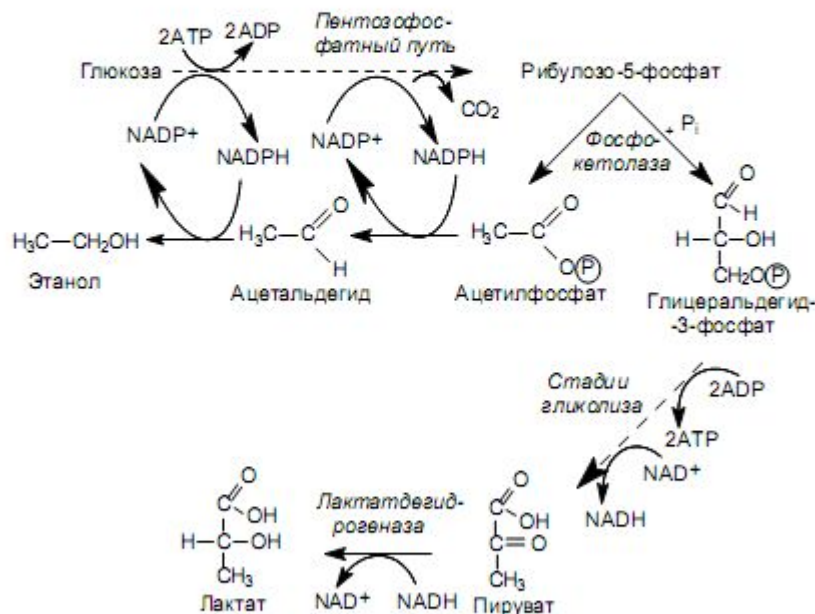
□ Основной процесс при изготовлении заквасок, сыра и кисломолочных продуктов

Ход брожения часто изменяется в зависимости от конкретных условий:

- наличия CO₂,
- кислорода,
- pH,
- температуры среды и т. д.

Гетероферментативное молочнокислое брожение

Обнаружено у бактерии рода *Lactobacillus*, *Leuconostoc mesenteroides*. Отсутствуют ферменты гликолитического пути — альдолаза и триозофосфатизомераза.

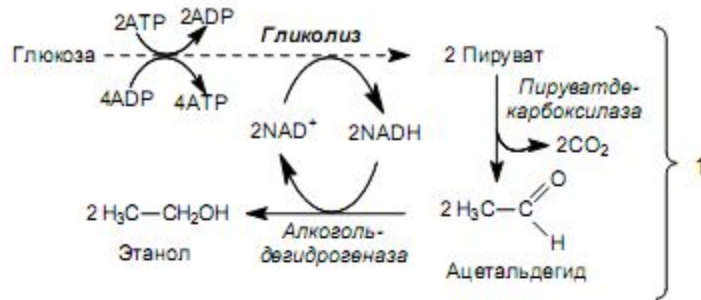
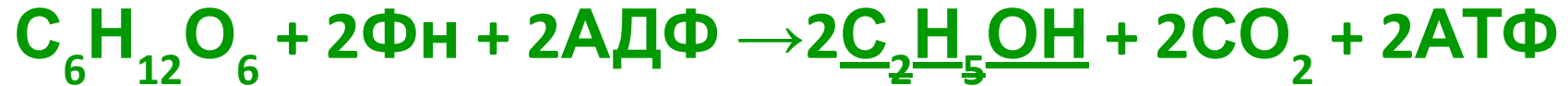


Среди продуктов брожения преобладают молочная кислота и этиловый спирт

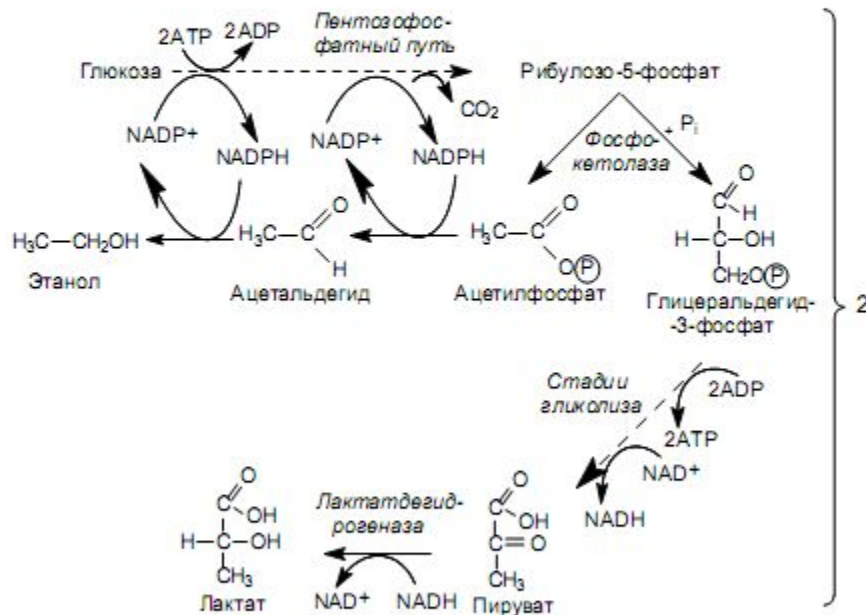


Спиртовое брожение

□ Имеет место при выработке кефира, кумыса, курунги...



способ спиртового брожения, основанный на гликолитическом расщеплении глюкозы

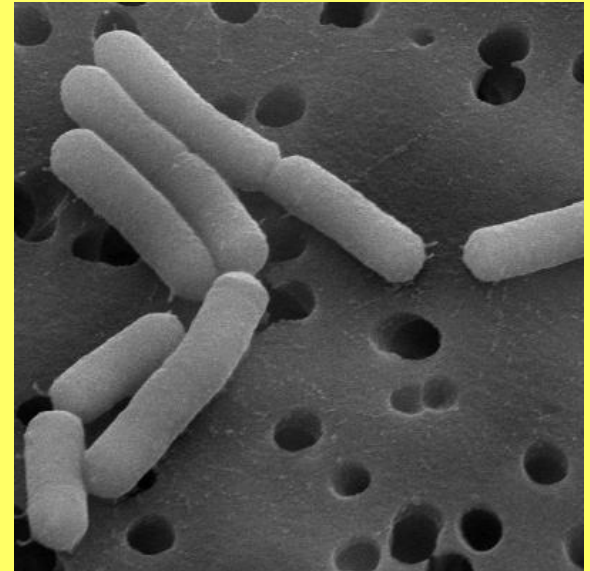


способ спиртового брожения, основанный на пентозофосфатном пути

Пропионовокислое брожение

□ Играет важную роль в процессе созревания твердых сыров:

- обогащает сыр витамином В₁₂
- пропионовая кислота придает сыру острый, насыщенный вкус, а также подавляет рост патогенных микроорганизмов
- СО₂ участвует в образовании «глазков»



□ Значительно увеличивает содержание витамина В₁₂ в кефире.



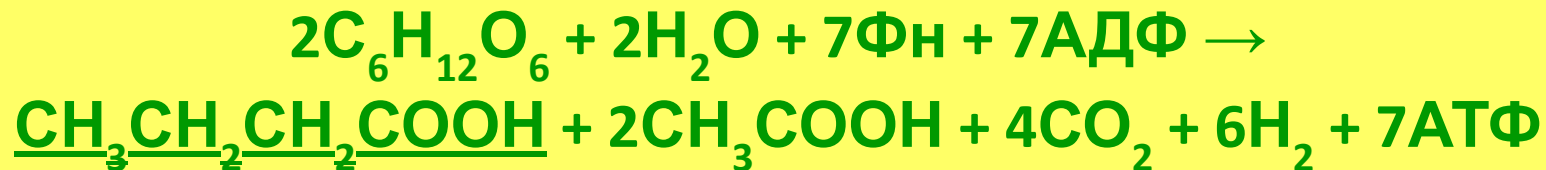
- При увеличении рН в среде образование уксусной кислоты увеличивается, а пропионовой заметно уменьшается.
- В анаэробных условиях количество пропионовой кислоты увеличивается.

Маслянокислое брожение

Строго анаэробный процесс!!!

- Нежелательный процесс в молочной промышленности, т.к. появляется неприятный вкус, запах в кисломолочных продуктах (прогоркание молока), происходит вспучивание сыров.

Известно несколько типов маслянокислого брожения.
Собственно масляное брожение:



Кроме масляной кислоты, в процессе брожения в заметных количествах образуется уксусная кислота, а при смещении рН до 5,5 — в больших количествах бутиловый спирт и ацетон.

В процессе брожения накапливаются:

- **молочная кислота**
- **этиловый спирт**
- **углекислота**
- **ароматические вещества (ацетальдегид, этиловый спирт, ацетон, ацетоин, диацетил)**
- **растворимые формы азота**
- **витамины**
- **антибиотики и т.д.**

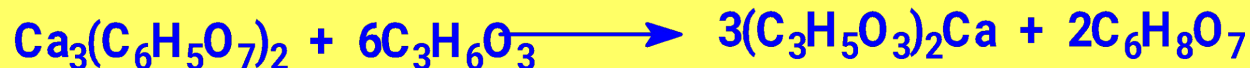
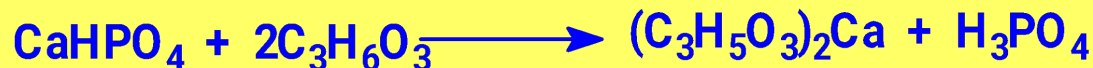
Коагуляция казеина

физико-химический процесс слипания мелких частиц дисперсных систем в более крупные под влиянием сил сцепления с образованием коагуляционных структур: осадок или застудневание.

- **Кислотная** – нейтрализация отрицательных зарядов казеина протонами кислоты. Применяют при выработке кисломолочных продуктов, пищевого и технического казеина.
- **Сычужная** – отщепление от κ -казеина отрицательно заряженных гликомакропротеидов сычужным ферментом. Применяют при производстве сыров, творога и казеина.
- **Кислотно-сычужная** – совместное осаждение казеина сычужным ферментом (или пепсином) и молочной кислотой. Применяют при производстве творога и сыра.
- **Кальциевая (термокальциевая)** - снижением отрицательного заряда казеина под влиянием Ca^{2+} . Применяют для осаждения молочных белков из обезжиренного молока. Коагуляцию хлоридом кальция обычно проводят при высокой температуре (90-95°C), поэтому она называется *термокальциевой коагуляцией*.

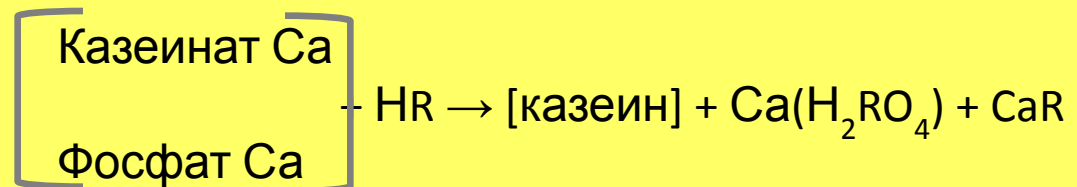
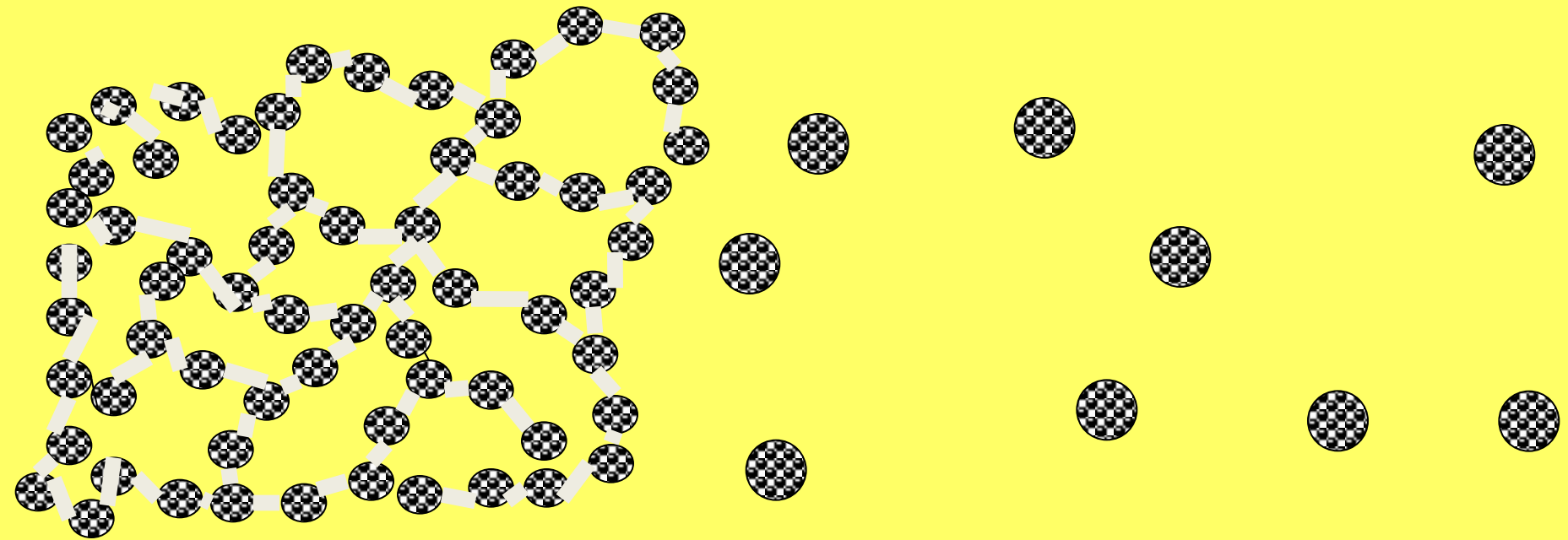
Кислотная коагуляция казеина

- Молочная кислота при накоплении в молоке снижает отрицательный заряд мицелл казеина.
- Наступает изоэлектрическое состояние казеина (при pH 4,6-4,7).
- Происходят конформационные изменения макромолекул белка и они теряют свою растворимость и устойчивость.
- Нарушается структура казеинаткальцийфосфатного комплекса:
 - отщепляется фосфат кальция и органический кальций
 - происходит дестабилизация мицеллы казеина
 - диспергирование мицелл казеина
- Молочная кислота вытесняет фосфорную и лимонную кислоты из их соединений, разрушая тем самым буферные системы молока.



- При этом фосфаты и цитраты кальция молока переходят в более растворимые лактаты кальция.

- При постепенном понижении рН молока начиная с рН 5,2-5,3 частицы казеина при столкновении образуют нерастворимые в воде агрегаты и нити, одновременно с этим наблюдается их распад.
- Затем процесс агрегирования начинает преобладать и происходит формирование единой пространственной сетки молочного сгустка, в петли которой захватывается дисперсионная среда с шариками жира и другими составными частями молока.



- Видео от молока до йогурта

Биохимические и физико-химические процессы при производстве сыра

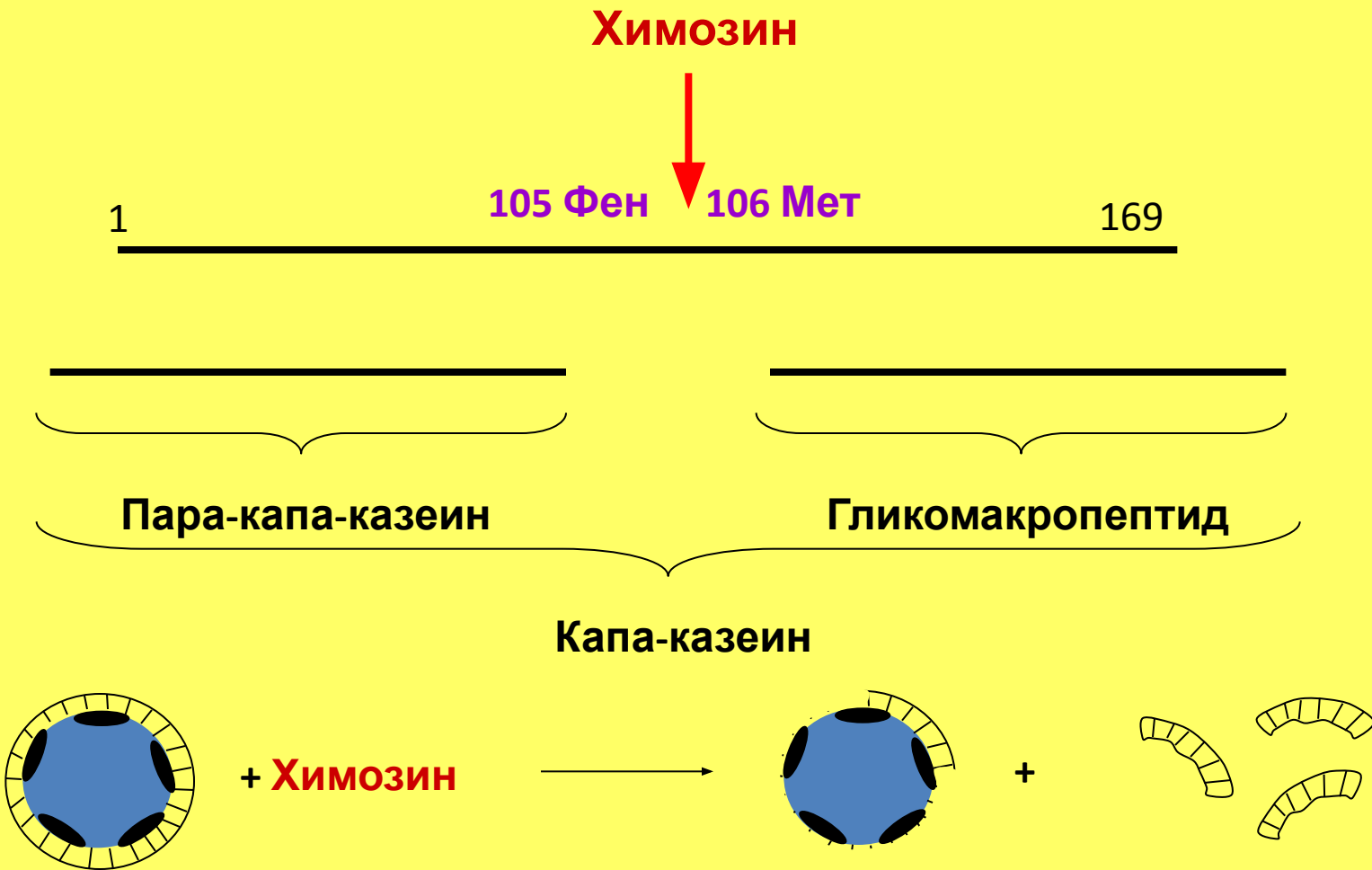
- 1. Сыр – молочный белковый продукт.**
- 2. Обладает высокой пищевой ценностью, поскольку содержит много (от 15 до 30%) полноценных молочных белков и продуктов их распада.**
- 3. В сырах белки хорошо сбалансированы с жиром ($\approx 1:1$).**

Требования к качеству молока

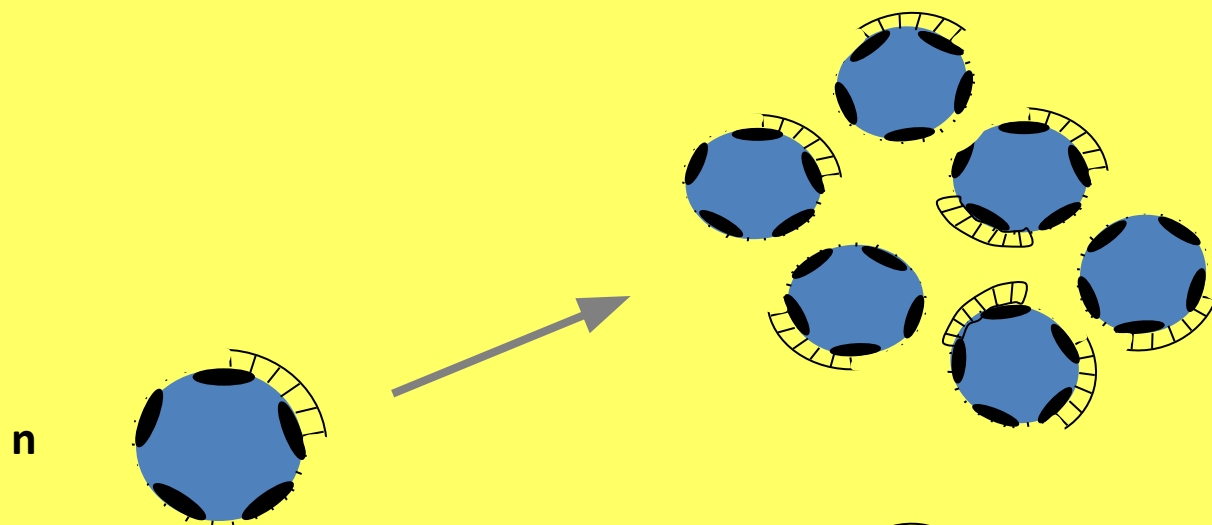
1. Крупные мицеллы казеина, высокое содержание в казеине фракций α_s , δ , χ (в сумме их должно быть 99% и более) и низкое количество γ -фракции.
2. Не менее 0,12% солей кальция.
3. Нормальная кислотность (не больше 17°Т).
4. Не годится стародойное, молозивное молоко и маститное.
5. По биологическим показателям молоко должно быть хорошей средой для развития молочнокислых микроорганизмов и не должно содержать антибиотиков, средств защиты растений, лекарств.

Свертывание молока

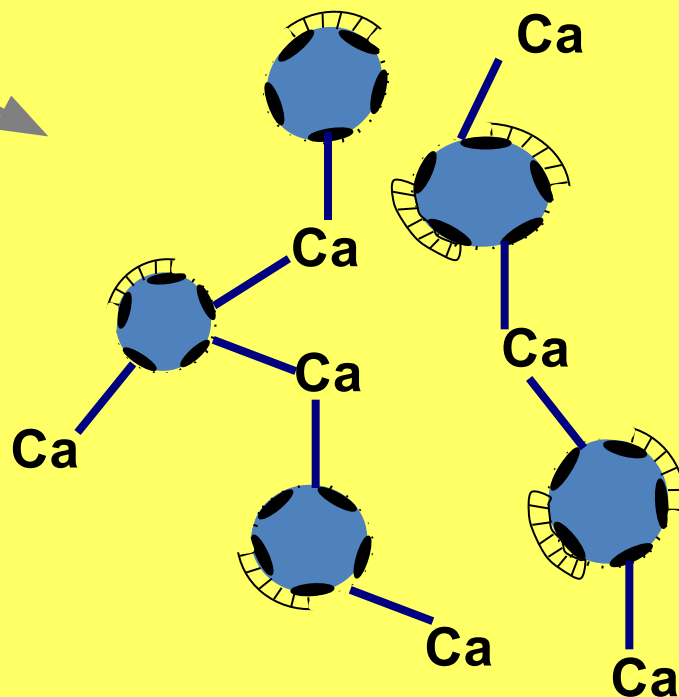
I. Ферментативная фаза



II. Коагуляционная фаза



Коагуляция
мицелл под
действием сил
гидрофобного
взаимодействия



Коагуляция
мицелл за счет
кальциевых
МОСТИКОВ

III. Протеолитическая

Лактоза → Молочная кислота → Лактат кальция

**Параказеин (белок) → остаточный параказеин;
пептиды, аминокислоты;
небелковые азотсодержащие
вещества**

Молочный жир → свободные жирные кислоты

Вкус и аромат сыров

- **Сырный аромат:**

- Метиональ (из метионина)
- Меркаптоацетальдегид (из цистеина)
- ЛЖК
- Метилкетоны
- Амины
- Сырный фон – альдегиды, спирты, лактоны и т.д.

- **Сырный вкус:**

- Молочная кислота
- Диацетил
- Формальдегид
- Уксусная кислота
- Спирты

Вкус аминокислот

Аминокислота	Вкус
аспарагиновая	приятный вкус
глутамин	вкус мясного бульона
треонин, серин, глицин, аланин	сладкий
пролин, фенилаланин	сладковатый
валин	слегка сладковатый
цистин	серный
метионин, изолейцин	легкая горечь
лейцин, тирозин, триптофан	горечь
лизин	сильная горечь
гистидин, аргинин	горечь хинина



Пороки сыра

Пороки	Причины возникновения	Способы устранения
<i>Пороки вкуса и запаха</i>		
Салистый вкус	Развитие маслянокислых бактерий. Сопровождается слащавым неприятным привкусом	Контролировать молоко на наличие маслянокислых бактерий, увеличивать количество закваски, снижать температуру воздуха при созревании продукта
Прогорклость	Развитие в молоке и сыре плесеней и флуоресцирующих бактерий, использование стародойного молока, перезревание сыра	Отбраковывать стародойное молоко, пастеризовать его, не задерживать реализацию сыра
Кислый вкус	Высокая кислотность молока, замедленная обработка сырного зерна, избыточное накопление летучих кислот во время созревания	Перерабатывать молоко нормальной зрелости, уменьшать количество закваски, не допускать избыточного нарастания кислотности сыворотки, добавлять к ней 10-20 % воды
Кормовой привкус	Поедание коровами растений, передающих вкус и запах молоку (лук, чеснок, полынь и т. п.), а также недоброкачественного силоса	Сортировать молоко по органолептическим показателям, не скармливать животным растений, передающих молоку привкусы
Горький вкус	Поедание коровами растений горького вкуса, посолка сыров не пищевой солью, значительное накопление пептонов, низкая температура созревания, загрязнение маммококками, использование маститного молока	Контролировать кормление, пользоваться только пищевой солью, выдерживать температурный режим созревания, пастеризовать молоко, не допускать в переработку молоко от коров, больных маститом

Гнилостные привкус и запах	Низкая кислотность сыра, слабая посолка, длительное вымачивание продукта при мойках	Не разбавлять сыворотку водой, использовать активную закваску, пастеризовать молоко, усилить посолку
Тухлый запах	Ненормальное брожение с образованием сероводорода, повышенная температура в подвале	Пастеризовать молоко, контролировать посолку и режим созревания, использовать активную закваску, усилить посолку
Губчатый, рваный рисунок	Развитие маслянокислых бактерий, избыточное газообразование	Контролировать молоко на содержание масляно кислых бактерий, снижать температуру в подвале
Пустотный рисунок (в сырах, которым такой рисунок несвойственен)	Наличие воздуха в сырной массе	Формовать пласт под сывороткой, использовать вибраторы и вакуумирование при формовании сыра
Аммиачные вкус и запах	Перезревание сыра, накопление на корке слизи	Улучшать уход за сыром, своевременно реализовывать его

Пороки консистенции

Резинистая	Недостаток молочной кислоты	Увеличивать дозу закваски, а также продолжительность свертывания и обработки сгустка, не разбавлять сыворотку водой
Ломкая, крошливая	Избыточная кислотность сыра, недостаточное набухание белка, замораживание продукта	Не использовать молоко высокой кислотности, добавлять к сыворотке воду, охлаждать сыр после прессования водой солить в рассоле пониженной концентрации (18 %), транспортировать сыр укрытым

Отсутствие глазков	Слабое развитие газообразования, избыточная посолка, низкая температура в подвале	Применять активную закваску, сокращать длительность посолки, повышать температуру созревания
Сетчатый рисунок	Энергичное газообразование в начале созревания в результате загрязнения кишечной палочкой, а также высокой температуры во время посолки	Вводить в молоко азотнокислый калий (см. ранее). Пастеризовать молоко, снижать температуру в соляном помещении, проводить частичную посолку в зерне
Трещины на корке	При сильном газообразовании шарообразная форма разрывается. Головки другой формы при недостаточной влажности воздуха покрываются мелкими трещинами	Тщательно проводить пастеризацию молока, следить за санитарным уровнем производства. Контролировать влажность воздуха в подвале

Пороки творога

Пороки	Причины возникновения	Меры предупреждения
Нечистые, старые, затхлые вкус и запах	Плохо вымытая тара, оборудование, неактивная закваска, наличие гнилостных бактерий	Соблюдать санитарно-гигиенические условия и технологические режимы производства
Прогорклый вкус	Наличие в твороге плесеней и бактерий, образующих фермент липазу	Соблюдать технологию и режимы хранения
Горький вкус	Передается с молоком при поедании коровой полыни, лютика и других растений с горьким вкусом. Развитие в молоке гнилостных бактерий, расщепляющих белки молока	Правильно оценивать молоко по качеству. Соблюдать санитарно-гигиенические и технологические режимы выработки продукта
Дрожжевой привкус	Обусловлен развитием дрожжей при хранении плохо охлажденного продукта	Строго соблюдать режимы охлаждения творога и условия хранения

Пороки кисломолочных напитков

Пороки	Причины возникновения
Жидкая консистенция с отстоем сыворотки	Использование молока плотностью менее 1027 кг/м ³ для всех кисломолочных напитков и менее 1028 кг/м ³ для кефира
	Недостаточный режим тепловой обработки исходного молока, в результате которого не происходит денатурация сывороточных белков
	Отсутствие гомогенизации молока
	Несоблюдение режимов перемешивания
Хлопьевидная консистенция	Низкая термоустойчивость белков молока. Местная коагуляция белков при взаимодействии закваски с первыми порциями молока, подаваемого в резервуар с закваской
Неспецифический простоквашный привкус для кефира	Недостаточное развитие дрожжей, ароматобразующих и уксуснокислых бактерий
Слишком быстрое сквашивание кефира и повышенная кислотность	Отсутствие нормальных температурных условий для процесса сквашивания кефира, при которых интенсивно развиваются термофильные молочнокислые палочки

Биохимические показатели	Женское молоко	Коровье молоко
Белки, г	0,9-1,3	2,8-3,2
Сывороточные белки, %	65-80	20
Казеин, %	35-20	80
- лактальбумин, мг	26,0	9,0
- лактоглобулин, мг	-	30,0
Жиры, г	3,9-4,5	3,2-3,5
Линолевая кислота, %	13,0	1,6
ПНЖК/НЖК	0,40	0,04
Отношение омега-6/омега-3 ПНЖК	10:1-7:1	0,9:1
Углеводы, г	6,8-7,2	4,8
Минеральные соли:		
кальций, мг	34,0	120,0
фосфор, мг	14,0	95,0
кальций/фосфор	2,1-2,4	1,2-1,3
натрий, мг	17,0	77,0
калий, мг	50,0	143,0
Микроэлементы:		
железо, мг	0,05	0,04
цинк, мг	0,12	0,40
йод, мкг	6,0	12,0
селен, мкг	1,50-2,00	4,0

Направления адаптации коровьего молока:

1. Снижение общего содержания белка.
2. Коррекция белкового и аминокислотного состава (добавление сывороточных белков, цистеина и др.).
3. Повышение уровня общего жира и углеводов.
4. Оптимизация жирнокислотного и углеводного состава.
5. Уменьшение количества кальция, калия, натрия.
6. Обогащение комплексом витаминов, минеральных солей и микроэлементов.
7. Увеличение количества бифидогенных и защитных факторов.
8. Введение таурина, карнитина, инозита, полинуклеотидов и других биологически активных соединений.

Непереносимость лактозы

