

**Казахский агротехнический университет
им. С.Сейфуллина**

Профессор ОМАРКОЖАУЛЫ Н.

**РОЛЬ
РУБЦОВОГО МЕТАБОЛИЗМА
В ПИТАНИИ ЖВАЧНЫХ**

Астана 2012

Вопросы

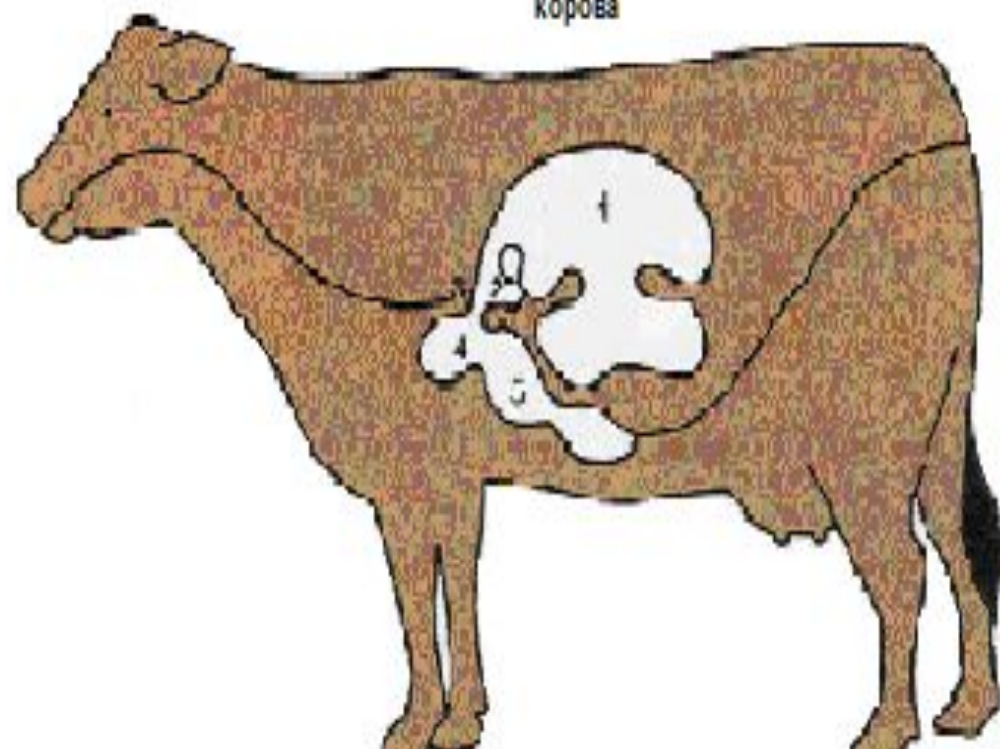
- *1 Эволюция и строение ЖКТ жвачных*
- *2 Микроорганизмы содержимого рубца*
- *3 Микробиальный метаболизм в рубце*
- *4 Дисфункция рубцового метаболизма*
- *5 Оптимизация рубцового метаболизма*



Новорожденный теленок



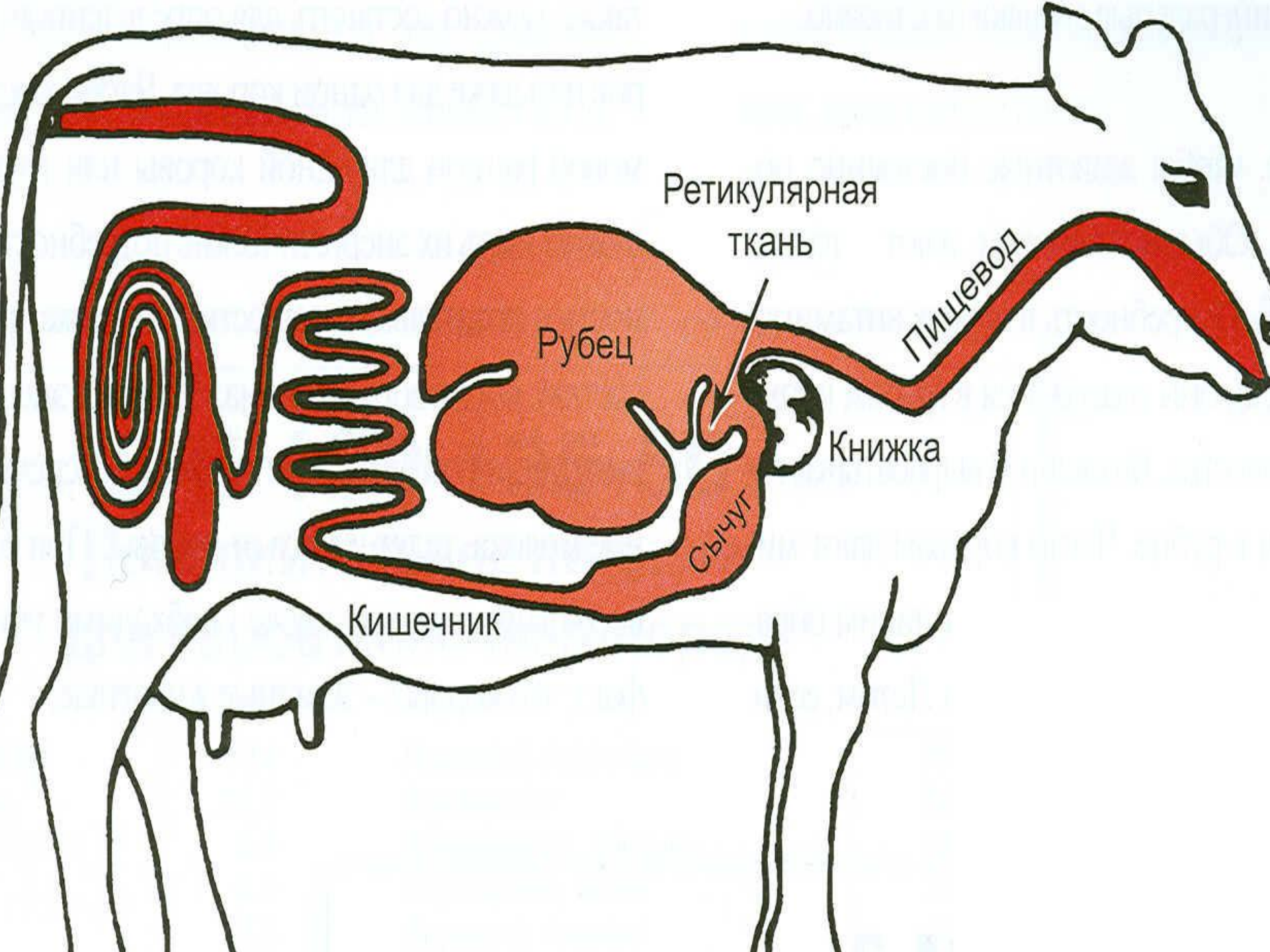
Корова



При потреблении теленком большого количества сена и кормового концентрата рубец развивается в настоящий многокамерный желудок с четырьмя отделами. Более того, раннее пережевывание жвачки окисит риск диарей у телят.

Соотношение между желудком новорожденного теленка и желудком коровы. Сычуг - самый большой отдел желудка новорожденного теленка. Все отделы желудка, а особенно рубец, должны достаточно развиться до того, как теленок начнет пережевывать жвачку.

	Новорожденный теленок	Корова
1: рубец	27 %	76%
2: сетка	3 %	5%
3: мышечный желоб	3 %	5%
4: кишечка	3 %	7%
5: сычуг	64 %	7%



Ретикулярная
ткань

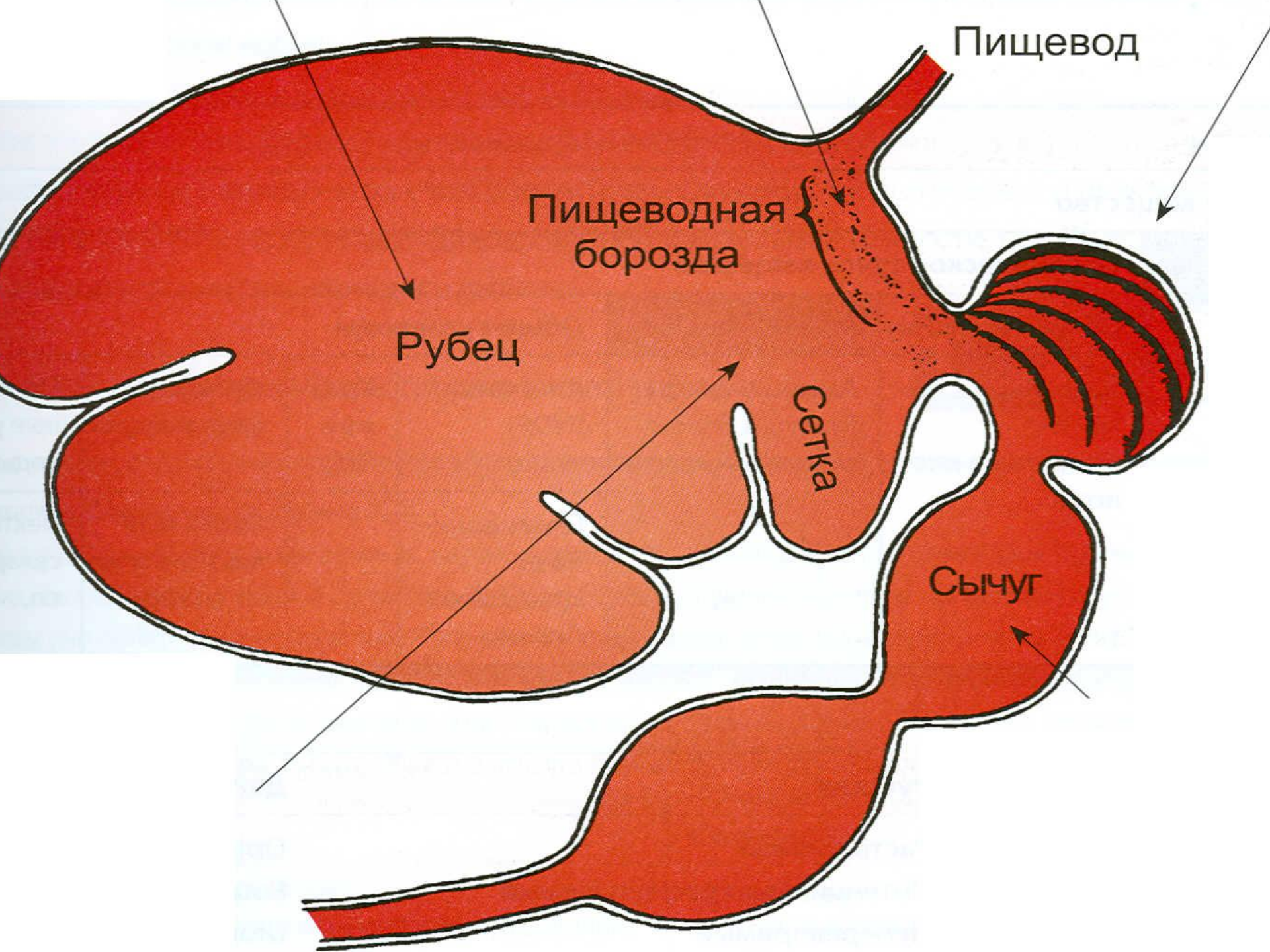
Пищевод

Рубец

Книжка

Сычуг

Кишечник





Сетка

Книжка

Сычуг

Отделы ЖКТ коровы	Вместимость		Длина
	%	кг	м
Рубец + сетка	67	+, - 100	
Книжка	5	+, - 11	
Сычуг	4	+, - 14	
Тонкая кишка	21	+, - 45	+, - 46
Слепая кишка		+, - 7	+, - 0,9
Толстая кишка	13	+, - 21	+, - 10
Общая емкость	100	+, - 198	

Строение рубца



Параметры рубца и рубцовой жидкости

- Объем (вместимость) – 160...240 л
- Температура: + 38...+ 42 °С
- Объем обр. газов – 600...1100 л/сут.
- рН рубцовой жидкости – 5,5...6,8
- При оптимальной рН 6,0...6,5 в сод. рубца:
 - - 150 млрд. живых клеток / мл (микроорганизмы)
 - - $10^3...10^5$ зооспор грибков / мл (микрофауна)
 - - $10^{10}...10^{11}$ бактерий / г (микрофлора)
 - - $10^5...10^6$ простейших / г (микрофауна)

Дислокация рубцовой микрофлоры:

- до 50 % бактерий – находятся в рубцовой жидкости
- до 75 % бактерий – могут быть прикреплены к частицам кормов
- до 5 % бактерий - прикреплены к стенкам рубца, соединены с колониями грибов и простейшими

Характеристика рубцовой микрофлоры

Класс бактерий	Ферментируемые углеводы	Потребность в азоте	Производимые ЛЖК	Оптимальная рН	Время удвоения популяции, час.
Целлюлозолитические	Целлюлоза Гемицеллюлоза	Аммиак	Уксусная	6,0...6,8	8...10
Амилолитические	Крахмал Сахар	Аммиак Аминокислоты	Пропионовая Масляная Молочная	5,5...6,0	1...2

БАКТЕРИИ

/8% всей микробной популяции/

*Расщепляют: клетчатку, крахмал,
сахара, протеины, жир*

Производят: ЛЖК H_2 CO_2 CH_4 NH_3

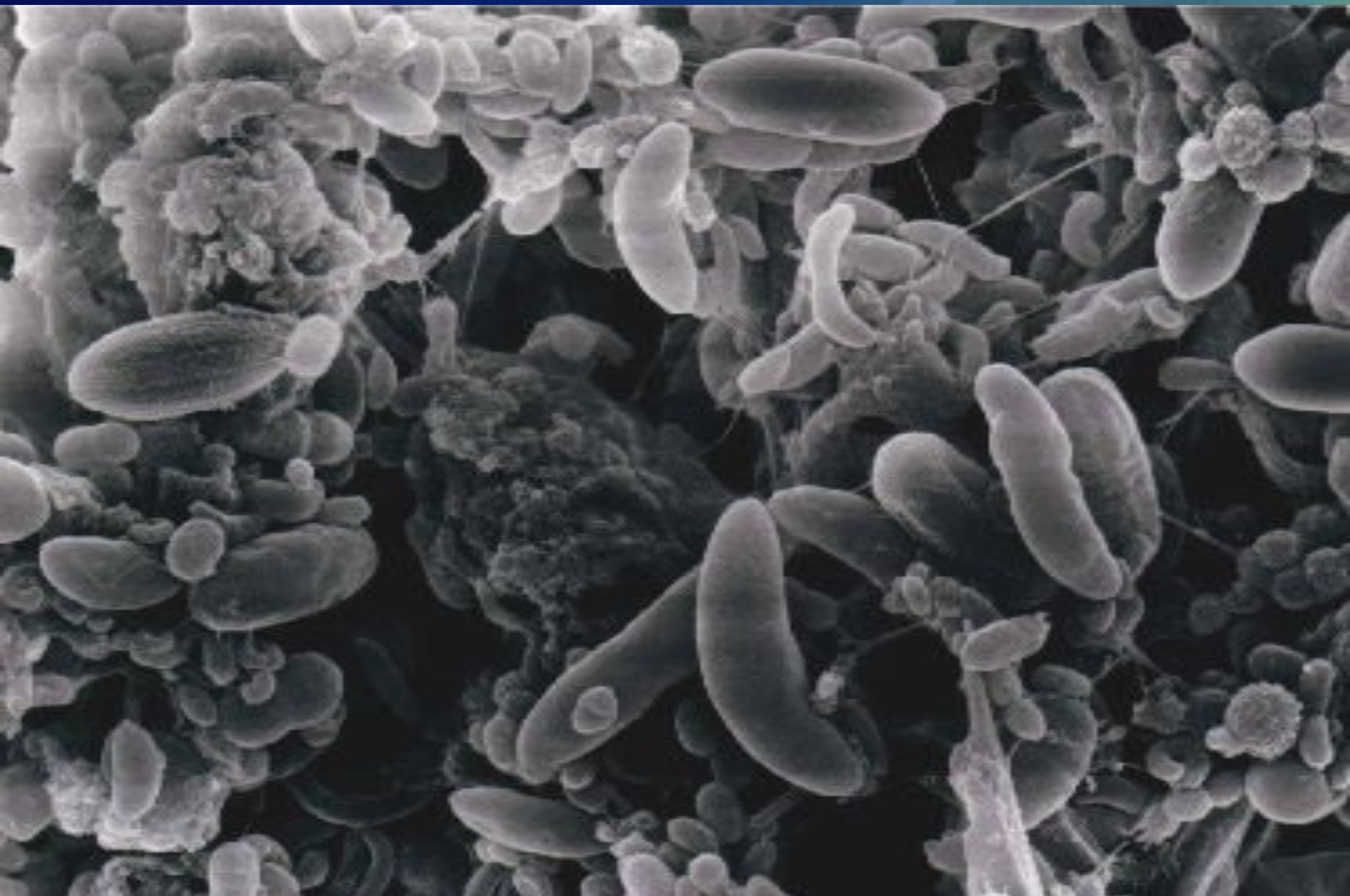
ПРОСТЕЙШИЕ /10%/

*Расщепляют: крахмал, сахара,
пектин, протеины*

Производят: ЛЖК CO_2 H_2 NH_3

ГРИБКИ /5%/

Расщепляют: клетчатку, пектин, сахар



поддержание оптимальных условий в рубце

Кормим бактерии

Источник
питательных
веществ

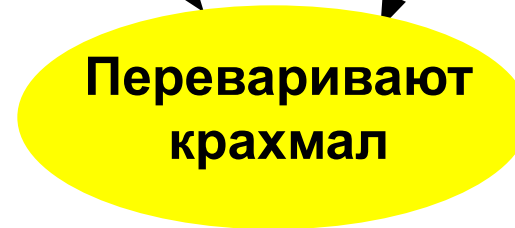
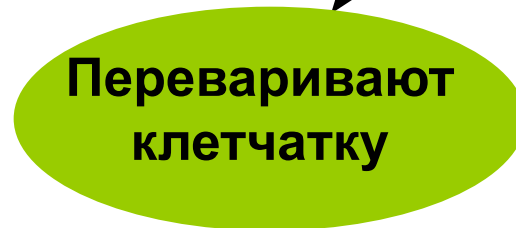
Целлюлоза
Гемицеллюлоза

Небелковый
азот

Крахмал
сахар

Амино-
кислоты

Бактерии в рубце



Конечный продукт

Микробиальный белок, ЛЖК,
аминокислоты, лактат, CO_2 , NH_3 , CH_4

УГЛЕВОДЫ

составляют 60-80% сухого вещества

рациона жвачных

из них важнейшее значение имеет

КЛЕТЧАТКА,

т.к. только клетчатка объёмистых

кормов нормализует рубцовое пищеварение

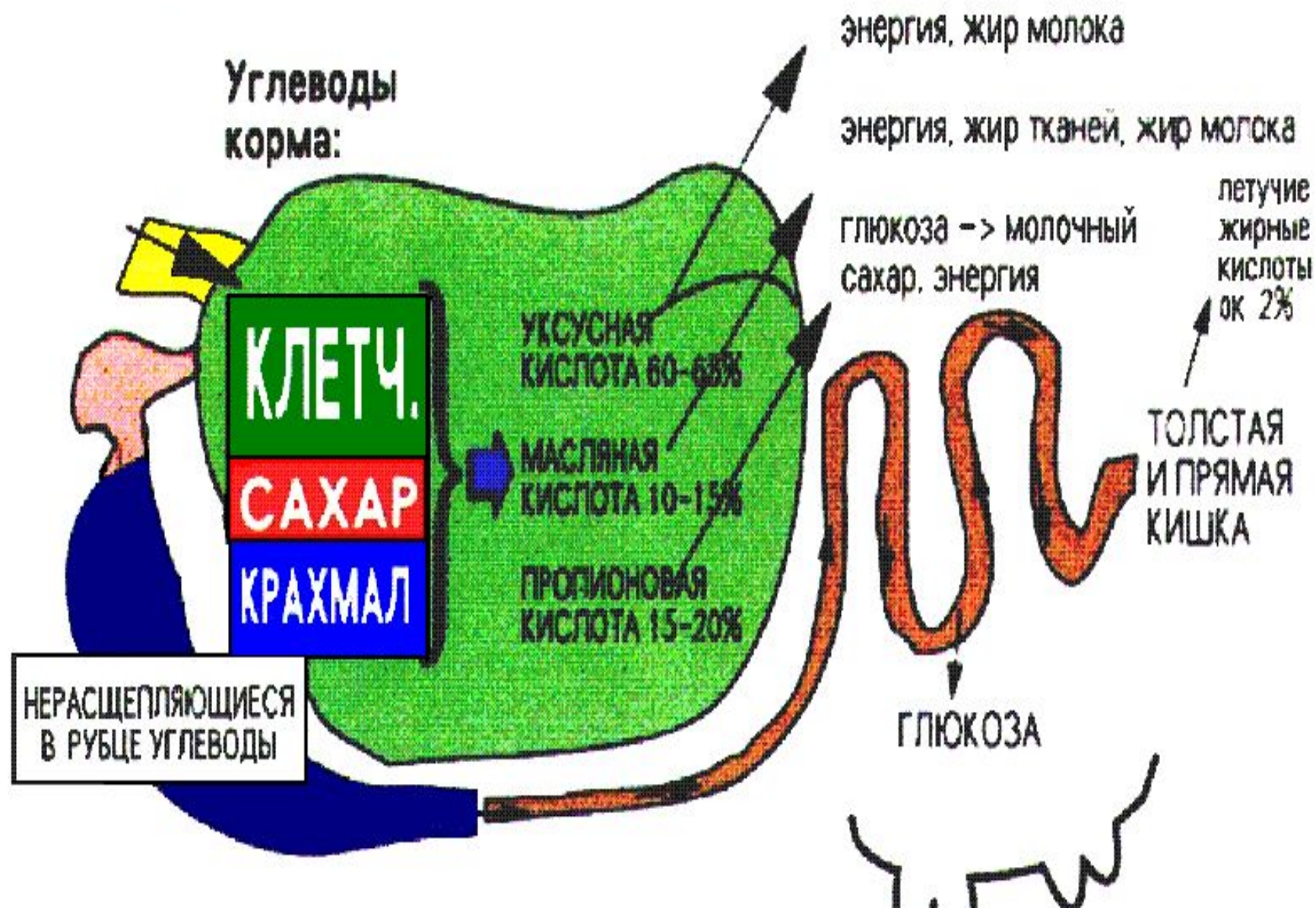
Сбраживание углеводов

- У/В сбраживаются микроорганизмами рубца в орг. кислоты (**ЛЖК**):
 - **уксусную, масляную и пропионовую**
 - **что сопр. обр. рубцовых газов**
 - **(~ 800 л CO₂ + 400 л CH₄/сут.)**
- **ЛЖК**, впитываясь через стенку рубца в кровь, обеспечивают корову большей частью **Э**, а также преобр. в **жир, сахар и белок** молока, **жир и белок** мяса:

V и соотношение ЛЖК

- ЛЖК, продуцируемое микрофлорой рубца, удовлет. 70-90% потребности в Э
- V и соотношение ЛЖК зав. от типа у/в (СНО):
- **сахара** → **масляная к-та**
- **крахмал** → **пропионовая к-та**
- **клетчатка** → **уксусная к-та**
- Остаточные у/в и растворимый крахмал быстро ферментируются и расщепляются на **орг. кислоты**, большое кол-во которых повышает кислотность содержимого рубца (снижение уровня рН)

«КОРОВА ПОЛУЧАЕТ 70-80 % СВОЕЙ ЭНЕРГИИ ИЗ ЛЕТУЧИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ»



Функции и дисфункции рубца

- В здоровом рубце интенсивность обмена должна составлять 6-8%/час.
- ... *если медленнее* - **снижается потребление**
- ... *если быстрее* - **снижается переваримость**
- Дисфункция рубцового метаболизма:
 - - *изменяет потребление корма*
 - - *снижает объем и эффектив. исп. крахмала*
 - - *снижает удой и ухудшают состав молока*
 - - *отражается на здоровье коров (ацидоз, выбраковка)*

Дисфункции из-за дефицита клетчатки

- Дисфункция пищеварения
Метаболический ацидоз
- Снижение активности незащищенных форм вит. А:
 - при объёмистом типе корм. – на 20 %
 - при концентратном типе – на 70 %

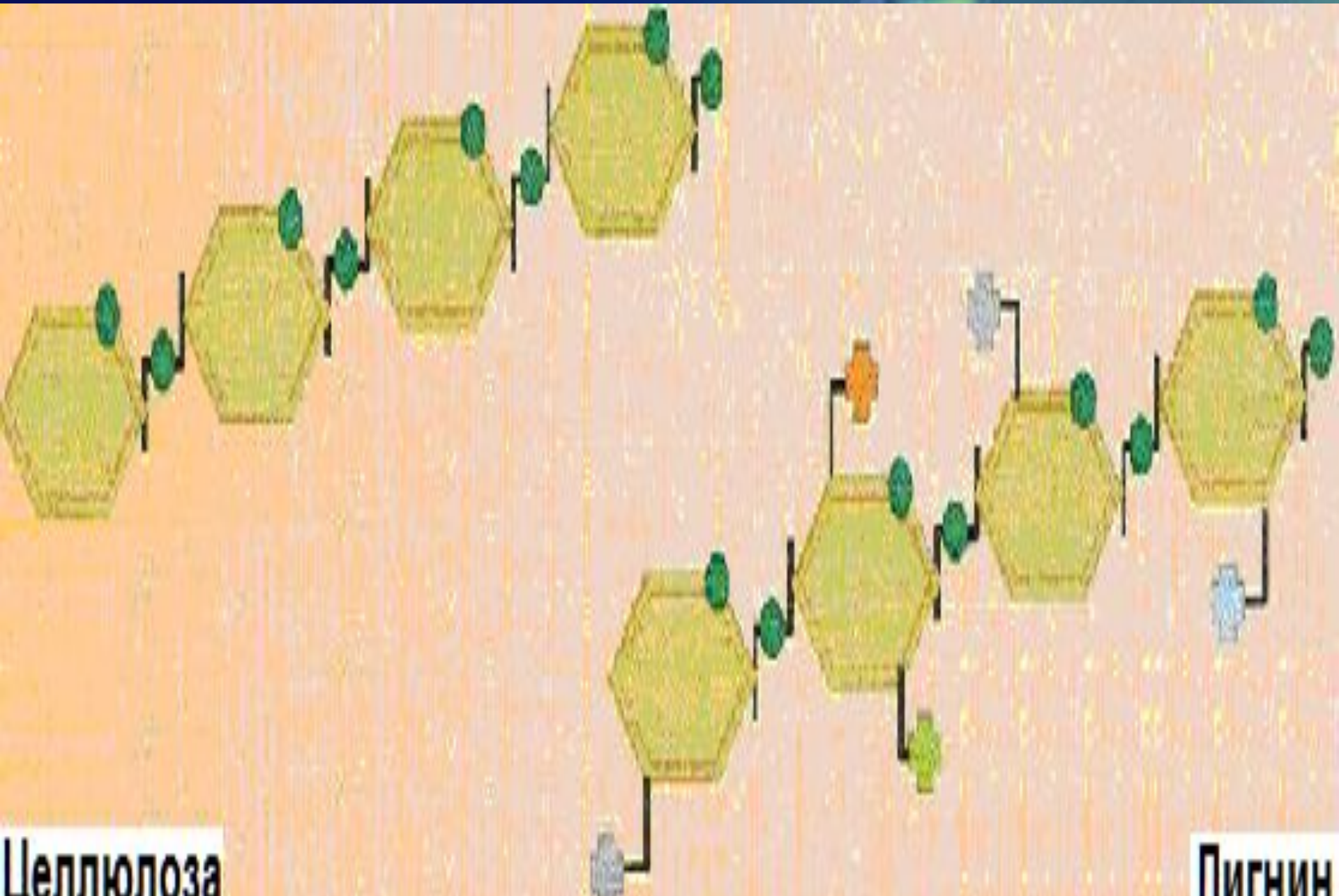
Повышение распада витамина А

Снижение синтеза витаминов: гр. В К С

Проблемы
НАРУШЕНИЯ РУБЦОВОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ (низкое качество
кормов, большое количество концентратов и т.д.)

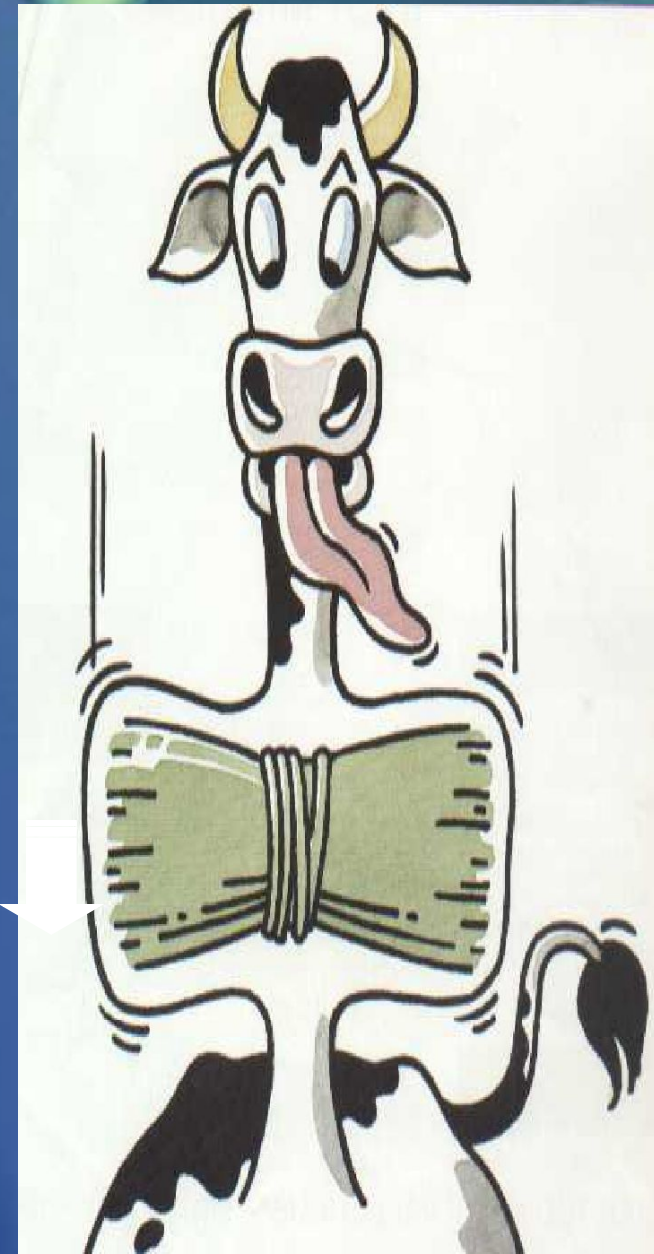
- **Ацидозы и кетозы причины:**
- **Снижение потребления корма**
- **Снижение продуктивности и качества молока**
- **Снижение иммунитета, маститы**
- **Потеря живой массы, хромота**
- **Ухудшение репродуктивных качеств**
- **Снижение жизнеспособности приплода**

«Сырая» клетчатка



Факт: целлюлоза расщеп. только в рубце!

- Долго: 20-70 часов, только целлюлолитическими бактериями
- Неполное переваривание:
 - при 70% □ потери = 1,2;
 - при 50% □ = 2 кг/сут.
 - 20% СК - 20 кг СВ =
= 4 кг гол/сут. + потери Э +
снижение наполняемости
рубца свежим материалом



Снижение кислотности в рубце:

- Угнетает микроорганизмы, ферментирует клетчатку и вызывает уменьшение *уксусной* (что снижает жирность молока) и увеличение *пропионовой* кислот (что способствует приросту массы тела)
- Снижение уровня pH понижает скорость прохождения через рубец клетчатки, *чем снижает потребление корма*
- Это может служить причиной *смещения сычуга, кетоза, ламинитов и др. заб.*

Содержание клетчатки и кислотность в рубце

Потребление сух. в-ва – 2...2,5% ж.м.

Сод. клетчатки

рН рубца

> 10 %

~ 5,5

✓ 14-15 %

~ 6.0

✓ 17-18 %

~ 6,5

✓ 21-24%

~ 6,7-6,9

Содержание клетчатки и соотношение ЛЖК

Уровень клетчатки	<i>Ацетат / пропионат</i>	Жирность молока
✓ 10-12 %	<i>1 - 1,5 : 1</i>	1,6 - 2 %
✓ 14-16 %	<i>2 - 2,2 : 1</i>	2,5 - 3 %
✓ 18-20 %	<i>2,5 - 3 : 1</i>	3,6 - 4 %

Изменение pH в рубце при разных типах кормления

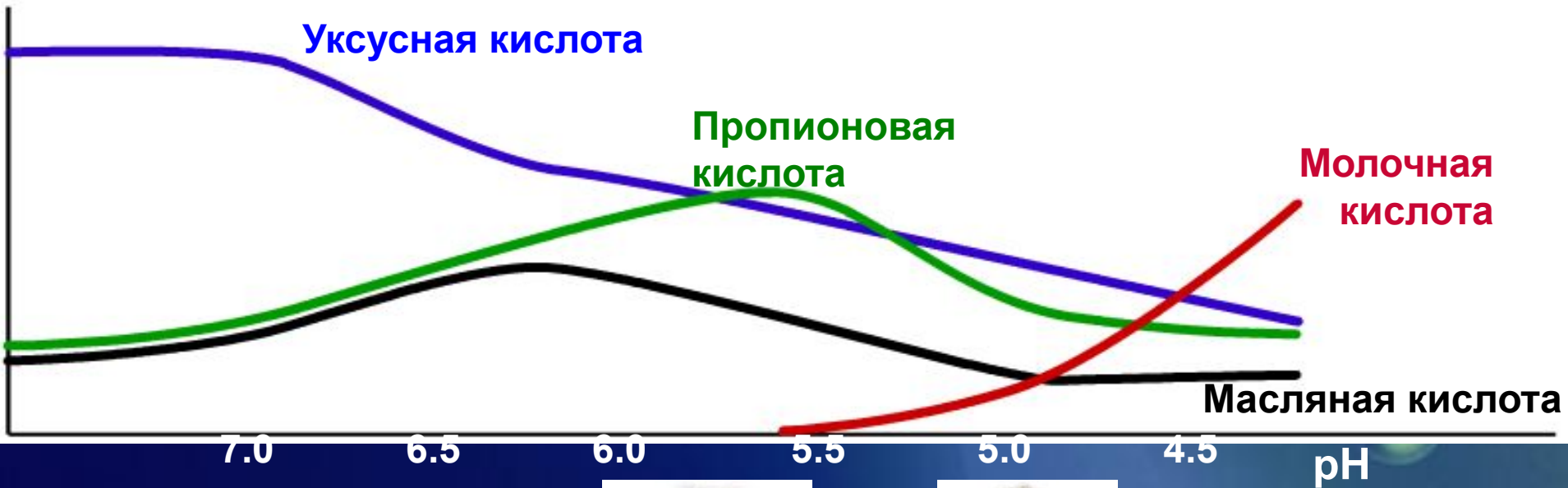
Целлюлозолитическая
микрофлора



Амилолитическая
микрофлора



Молочнокислые
бактерии



Объемистый



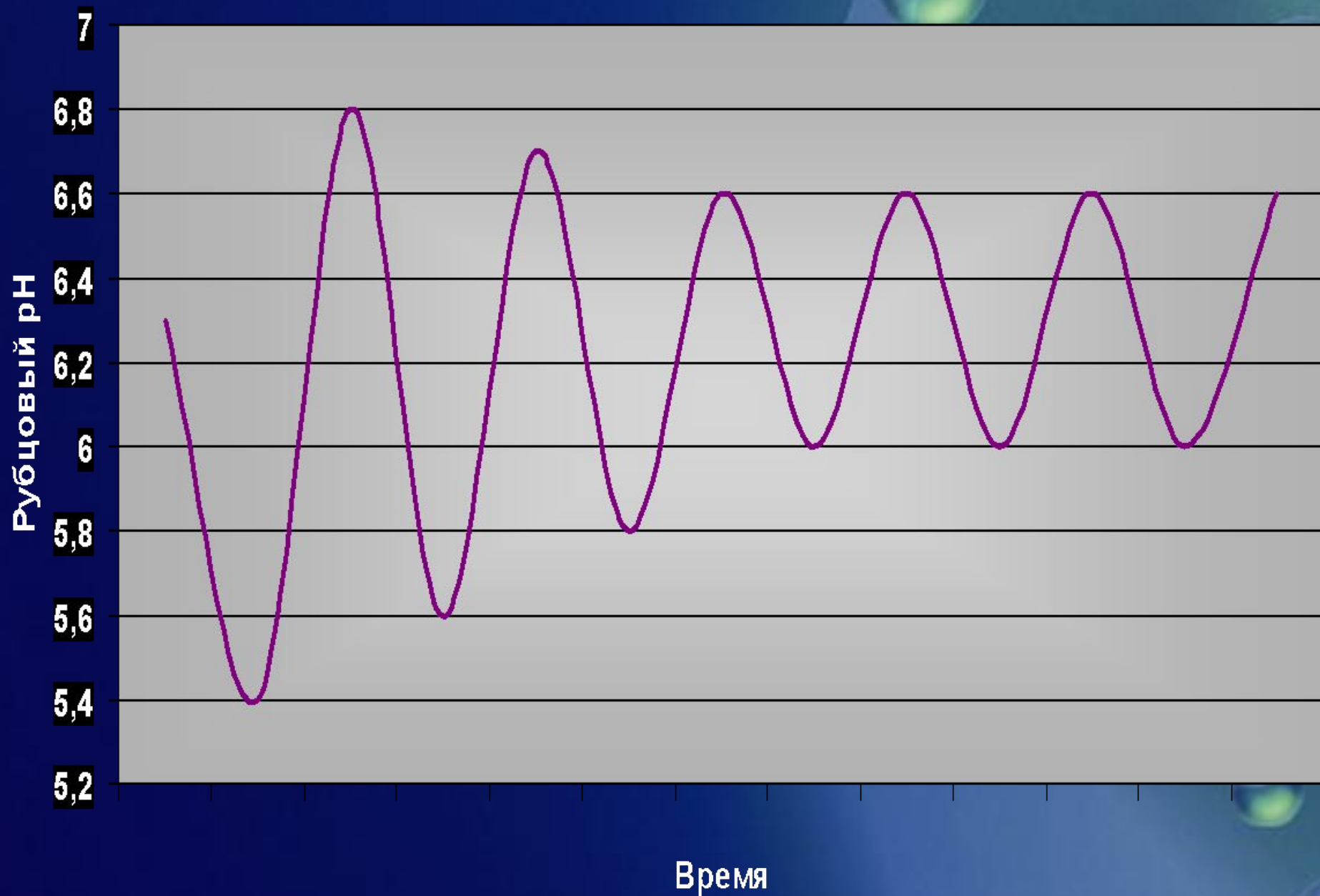
Предацид



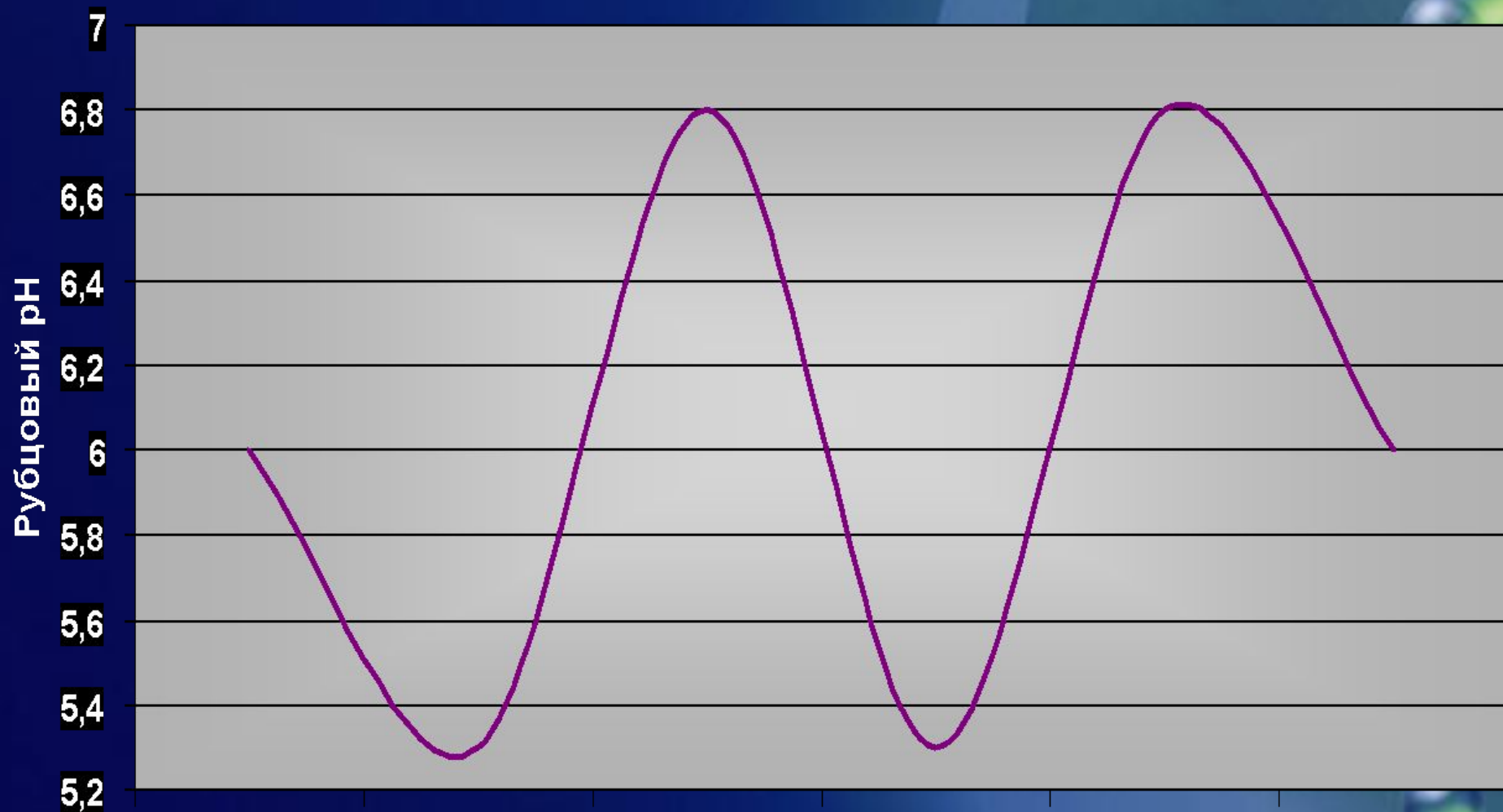
Ацидо

Комбикорм Зерно

Динамика рН при поедании разных кормов

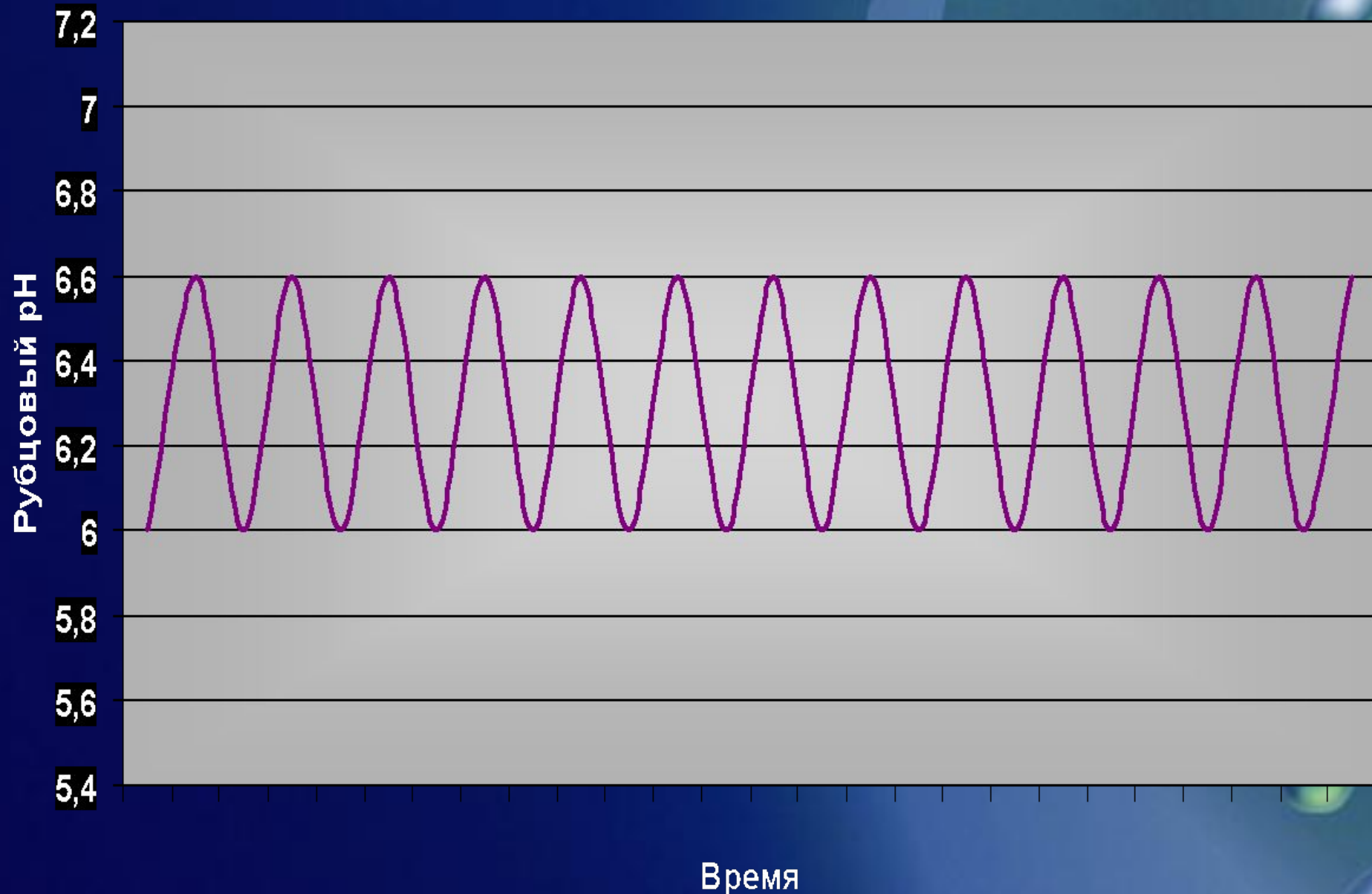


Динамика рН при скармливании объёмистых кормов и концентратов



Угнетение роста бактерий, переваривающих клетчатку, при низком рН

Динамика рН при скармливании кормосмеси



Резкое снижение уровня рН вызывает

- Гибель типичной микрофлоры
(прежде всего – целлюлозолитических бактерий и простейших)
- Рост вредной микрофлоры и плесневых грибов *(отсутствие конкуренции)*
- Микрофлора рубца адаптируется к новому рациону за 2...3 (мах. 6) недель

Прочие факторы, снижающие доступность клетчатки в рубце

- **Микробиологические процессы в силосованных кормах**
- **Излишне кислый корм**
(при рН 4,0 и > исп. буферную смесь)
- **Аэробная порча корма**
- **Развитие плесневых грибов**
- **Перемороженный корм**
(при скарм. снижается t в рубце)

Основные проблемы дефицита клетчатки

- **Снижение аппетита, молочности, жира в молоке**
- **Ацидоз, кетоз**
- **Эрозия стенок рубца, абсцессы печени**
- **Заболевания копыт (ламиниты)**
- **Проблемы с воспроизводством:**
аборты (эндотоксемия), низкая оплодотворяемость

Эрозия рубца



Ожирение печени



Поддержание **оптимума** в рубце:

- обеспечением питат. в-вами
- уст. правильного микроб баланса
- поддержанием оптимального рН

активизир. рубцовую **ассоциацию**

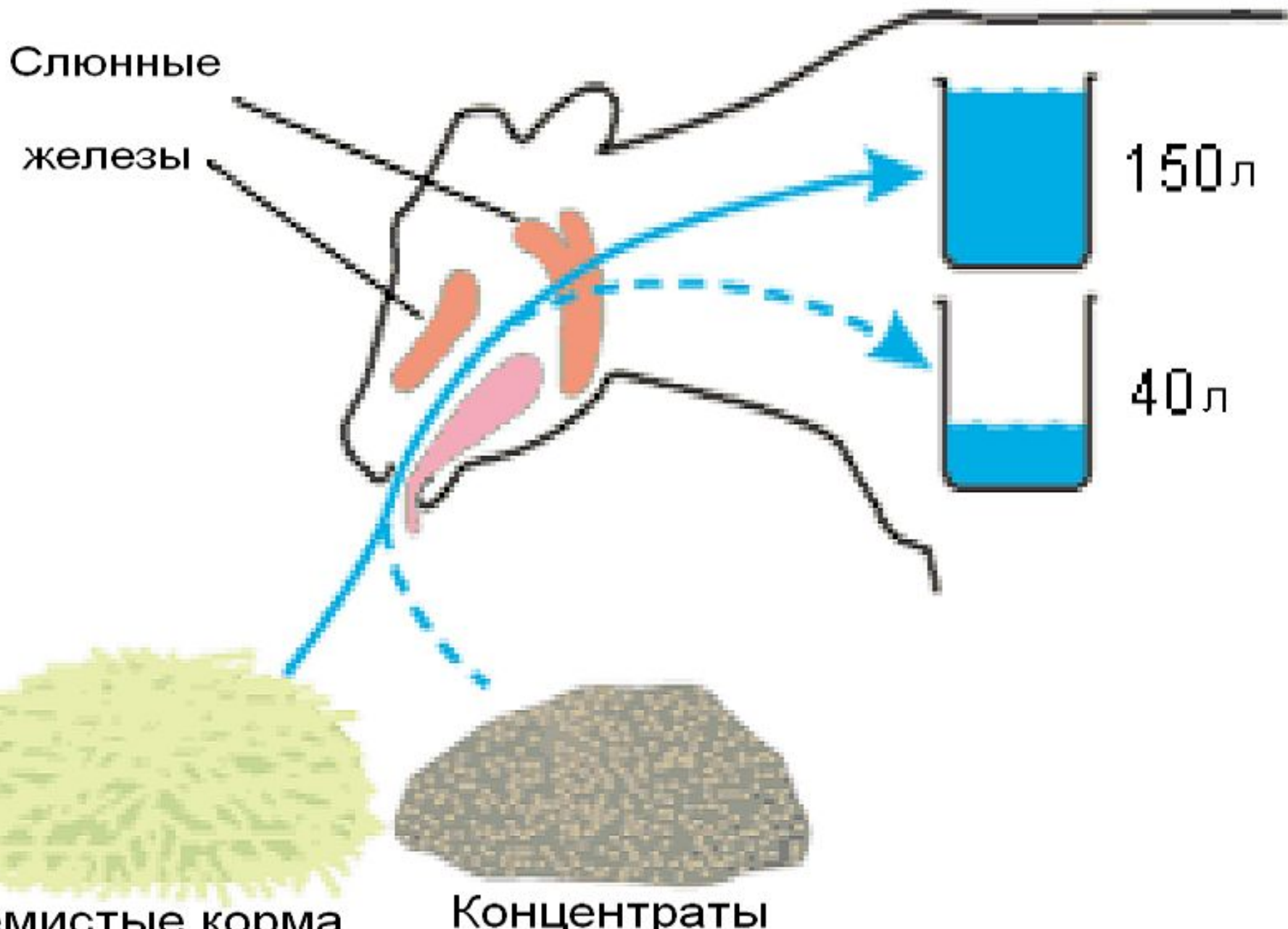
и ▼ **П Р И В О Д И Т** к: ▼

- выраженной ферментации
- нормализует оборот пит. в-в
- повышает потребления сух. в-ва
- усилив. микробиальный синтез

КЕ NorFor

- Оценка питательности кормов:
- В КЕ: \sum энергии питательных веществ корма, -
- т.е. **постоянная величина**
- По NorFor: хим. состав + V прохождения рубца + микробиальный синтез в рубце и толстой кишке + переваримость в отделах ЖКТ, т.е. **изменяется**
- **Основное различие** - в учете количества и качества растворимых фракций углеводов (CFat: FA CP: ЖК: ST NDF) + Продуктов ферментации (*молочной кислоты силоса и др.*) + Остаточных углеводов (*пектины, сахара и т.д.*), что позволяет **синхронизировать** состав рациона с метаболизмом рубца

Кол-во слюны при равном потреблении СВ



Слюноотделение коров (рН ~ 8,4)

- в период отдыха – 0,10...0,15 л/мин.
- при поедании корма – 0,18...0,22 л/мин.
- при жвачке – 0,18...0,27 л/мин.

На 1 кг сух. в-ва...

- сено + концентраты – 17; травы – 32; силоса - 14 л или на 26-39% ниже, чем при скармливании сена

На 20 кг: свеклы - 1,4 л зелени - 9,2 л овса - 24,6 л

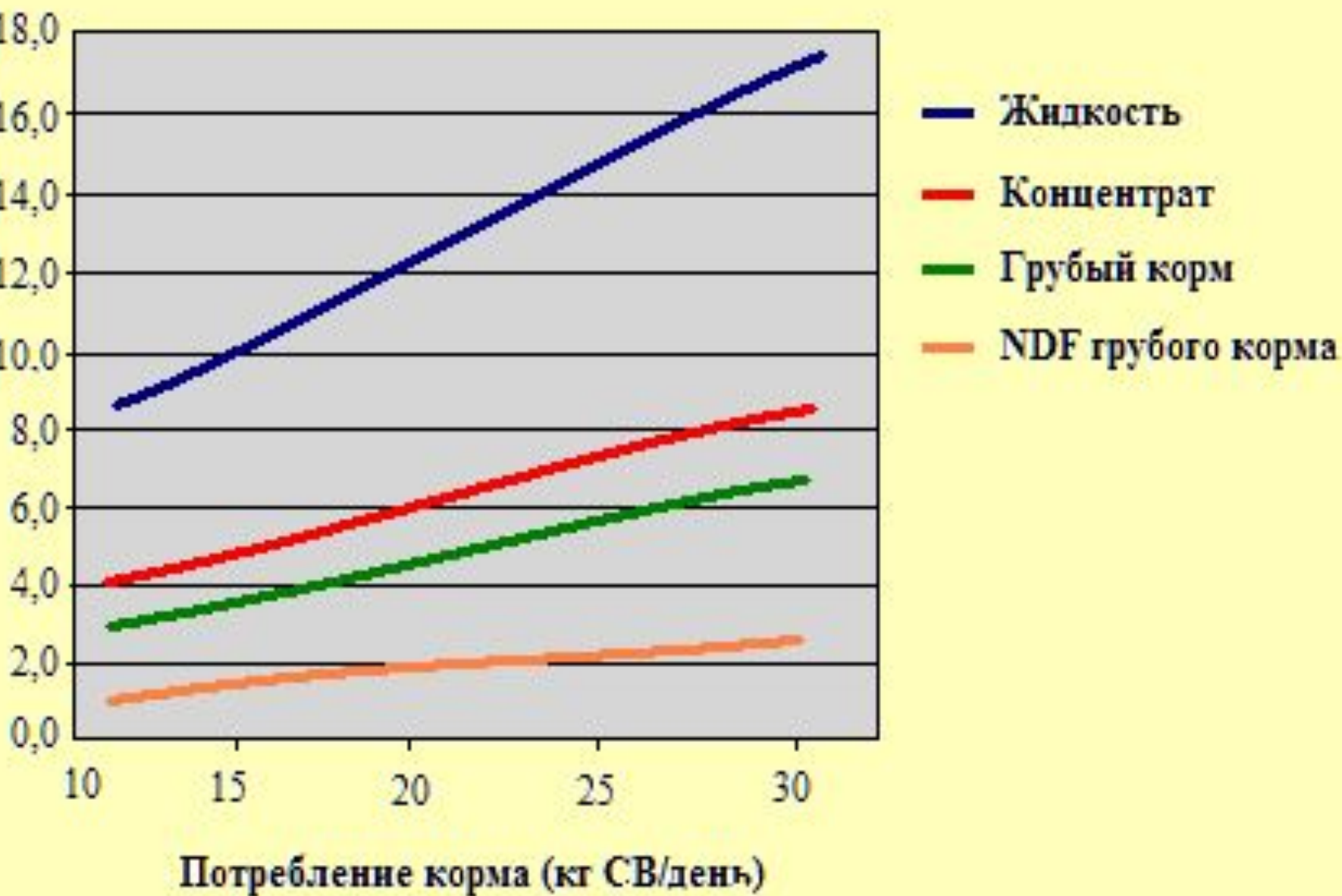
При соот. объем. / конц. кормов 6/4 - до 200 л/сут

- снижение при поедании травы или силоса с сод. СВ менее 20% → на 50%; при поедании концентратов → на 20%;
- на влажные мешанки и болтушки 3 : 1 - прекращается



Жвачка

- В идеале коровы должны жевать корм длительно, поскольку жвачка предотвращает закисление среды рубца
- Двуокись натрия в составе слюны, выраб. при жвачке, нейтрализует **кислотность** рубца и поддерживает постоянство **уровня рН**
- Выработка слюны зав. от времени жевания и может быть сокращена лишь при кормлении полноценным кормом
- При постоянном потреблении корма в течении суток **уровень рН** остается постоянным



Переваримость и скорость переваривания

Корма	Переваримость, %	V переваривания
Солома	40	40-55 часов
Сенаж	55	30-40 - « -
Хороший сенаж	65-70	25-35 - « -
Хороший силос	70	18-24 - « -
Клевер	70	12-18 - « -
Зеленая трава	70	18-24 - « -
Плохое сено	50-55	30-40 - « -
Зерно злаковых	80	12-14 - « -
Свекла, турнепс	85	2-6 - « -
Патока	95	0,5 - « -

При оптимальном метаболизме рубца:

- - отнош. *ацетат / пропионат*... > 2,2:1
- - переваримость орг. веществ... > 70 %
- - до 80% протеина корова получает за счет микробиального белка,
- *в т.ч. до 1/2 Э и протеина образуется микрофлорой расщеп. клетчатку*
- - протеин микробного происхождения может сост. 60-80% потребности в аминокислотах

Идеальное соотношение кислот

- ЛЖК рубца
- Для синтеза молока:
- Для откорма на мясо:

Уксусная

60 %

45 %

- *Пропионовая*

20 %

35 %

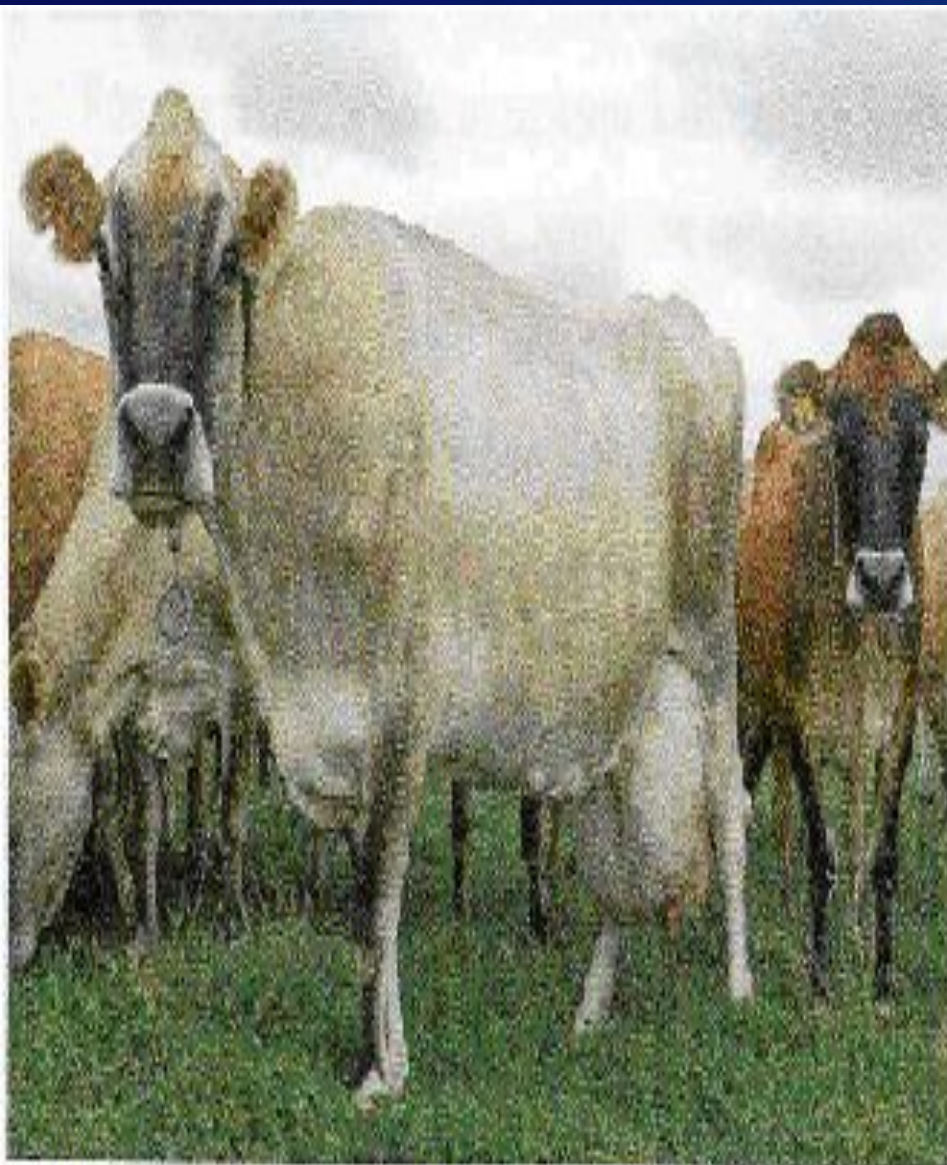
- *Масляная*

20 %

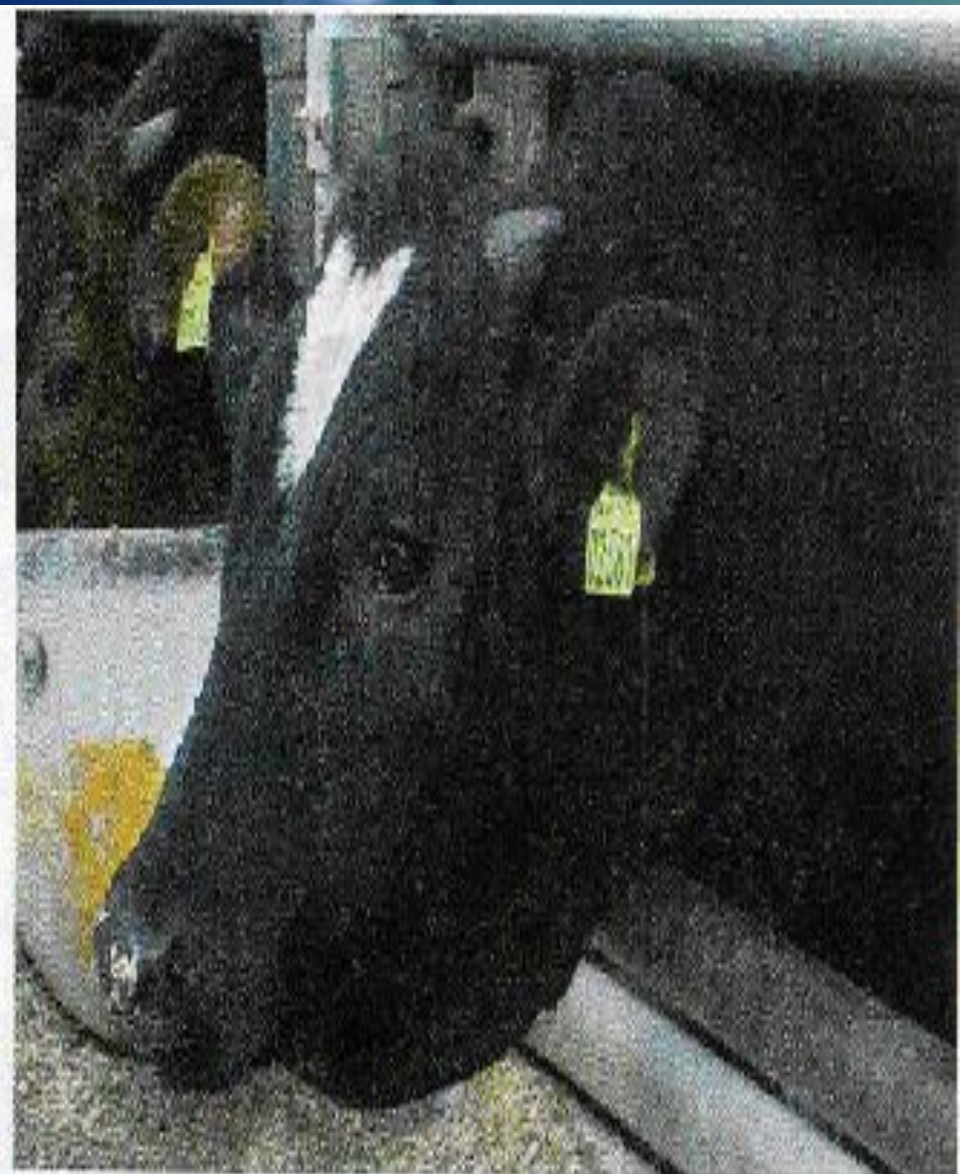
20 %

- *Мол. кислота в 10 раз сильнее др. ЛЖК*

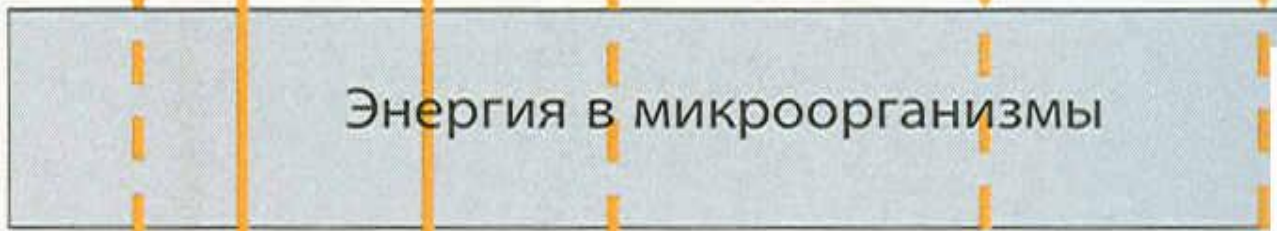
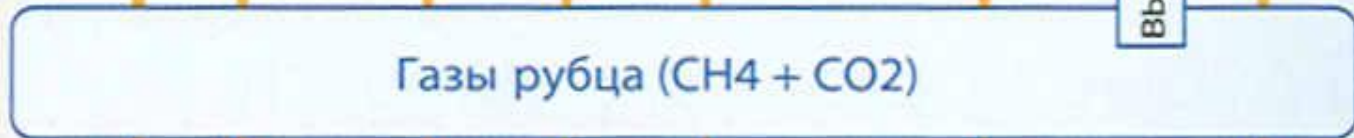
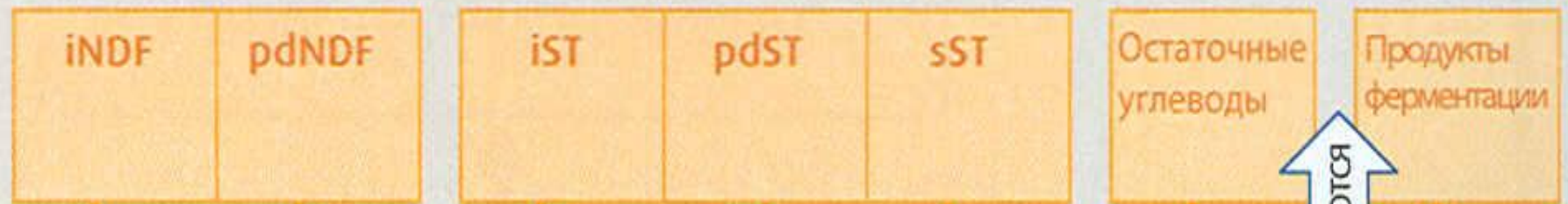
Соотношение ЛЖК в рубце



60% уксусной кислоты, 20% пропионовой кислоты, 20% масляной кислоты. Идеальное соотношение для

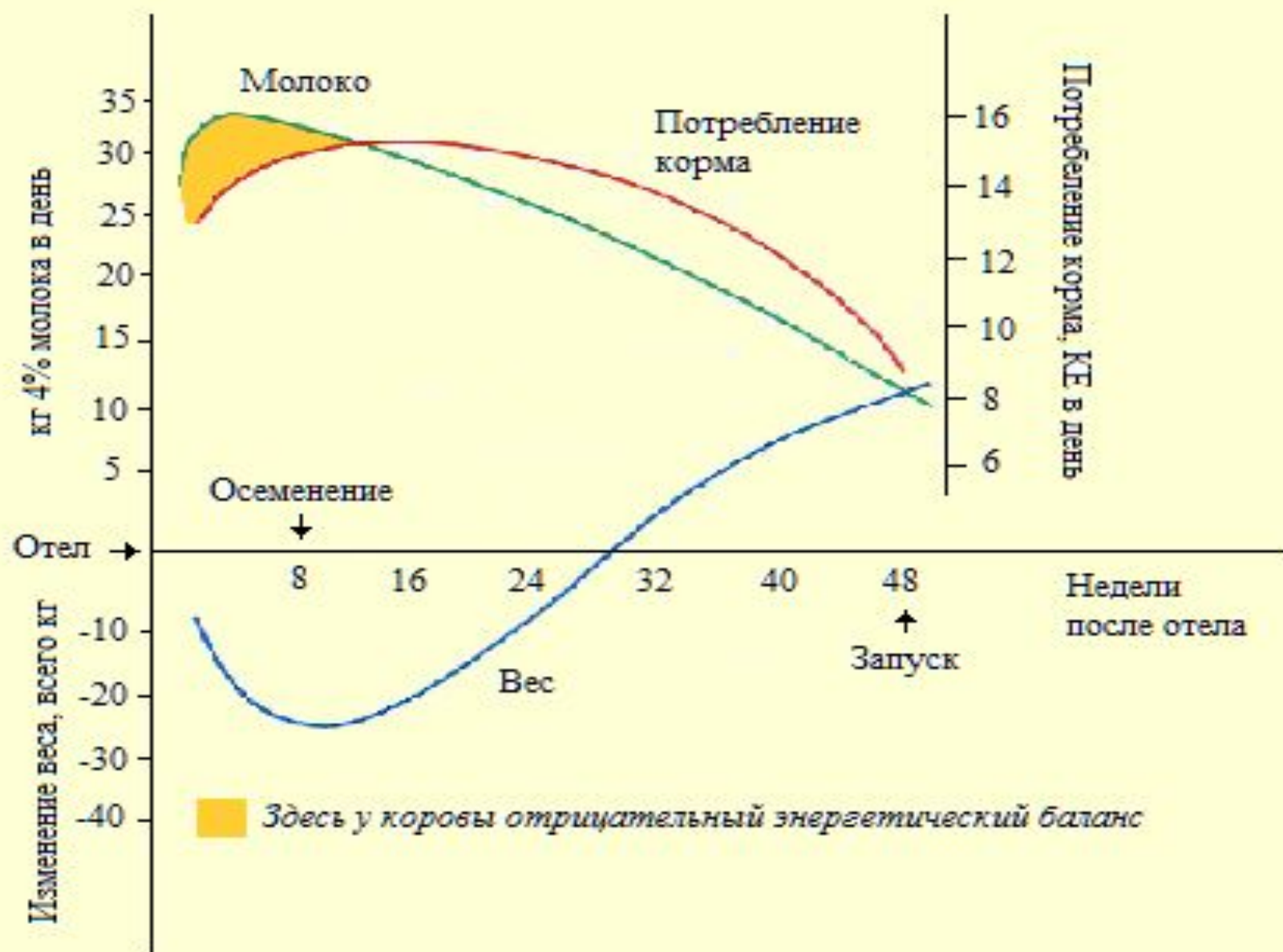


45% уксусной кислоты, 35% пропионовой кислоты, 20% масляной кислоты. Идеальное соотношение для

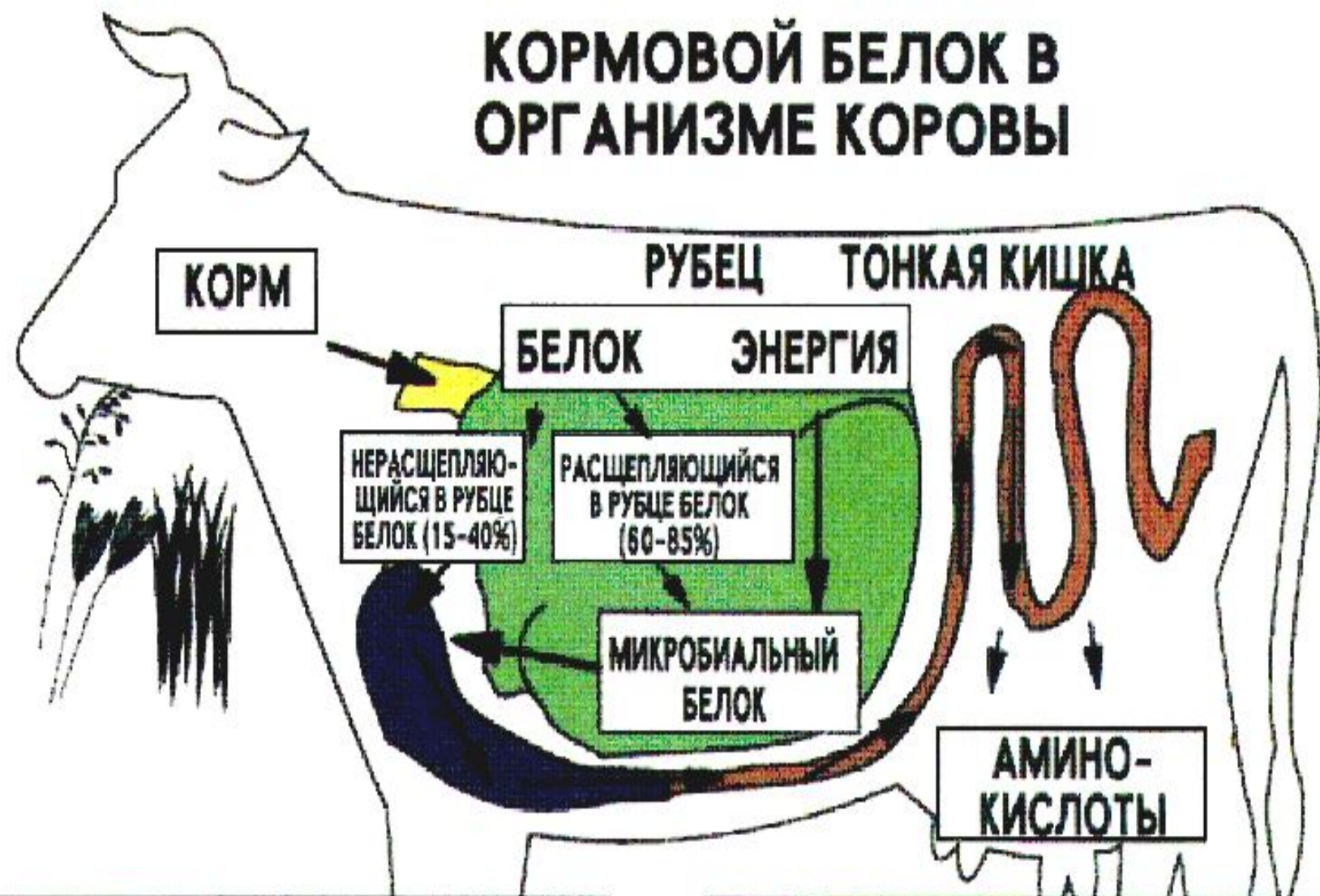


ББР

Энергетический баланс



КОРМОВОЙ БЕЛОК В ОРГАНИЗМЕ КОРОВЫ



**БЕЛКОВЫЙ БАЛАНС РУБЦА =
РАСЩЕПЛЯЮЩИЙСЯ В РУБЦЕ БЕЛОК -
МИКРОБИАЛЬНЫЙ БЕЛОК**

**АМИНОКИСЛОТЫ, УСВОЯЕМЫЕ ТОНКОЙ
КИШКОЙ = МИКРОБИАЛЬНЫЙ БЕЛОК +
НЕРАСЩЕПЛЯЮЩИЙСЯ БЕЛОК**

~2/3 протеина расщеп. на аминокислоты и NH₃,
исп. микроорганизмами для выработки белка
более лучшего качества новым поколением
бактерий

О степени расщепления судят по **ББР =**

Расщеп. белок корма – Белок микробный

- Не расщепленный и синтезированный белок
НСI сычуга и ферментами кишечника распад.
на аминокислоты и впитывается в кровь
- Нехватка N и аминокислот препят. росту
микроорганизмов и увеличивают **транзит**
через рубец **большой** части потенциально
расщепляемых пит. в-в

- Положительное значение ББР



Интервалы от 0 до 10 мм



Признаки нестабильной работы рубца

- **Выбраковка ежегодно $> 30\%$ голов**
- ***($> 8\%$ в течение 60 дней после отела)***
- **Смещение сычуга после отела в 3-5%**
- **Низкое потребление сухого вещества новоотельными коровами**
- **Плохая (жидкая) консистенция навоза**
- **Низкое содержание компонентов молока (жир $< 3.5\%$)**
- **Плохое состояние здоровья**

Всасывающий барьер рубца

- Патогенная микрофлора и грибы попадающие в кровоток и далее в печень:
- *Fusibacterium necrophorum*
- *Clostridium sporogenes*
- *Bacillus thiaminolyticus*
- *Actinomyces pyogenes*
- Вызывают:
- эндотоксины, микотоксины и пр. заболевания (маститы, метриты)

Алиментарные заболевания: *ламиниты, дерматиты*



A black and white cow is shown in profile, facing right, eating a piece of straw. The cow has large black patches on its white fur. The background is a field of dry, yellowish-brown grass under a clear sky. In the upper right corner, there is a thought bubble containing the Russian word "Вопросы?".

Вопросы?