

Российская сельскохозяйственная академия наук

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных



- «Определение эффективности усвоения питательных веществ
- корма у коров в зависимости от физиологического состояния,
- условий кормления с целью повышения эффективности
- использования кормов»

Харитонов Е.Л. Д.б.н., профессор

Физиологические особенности высокопродуктивных коров

1. Живая масса 400-500 - 600-750.
2. Нормативы продуктивности на 100кг
(800кг молока /100кг ЖМ, 1000, 1200, 1400).
3. Нормативы потребления (3,2-3,5кгСВ/100кг ЖМ; 3,8-4,2)
4. Динамика раздоя, кривая лактации, запуск
5. Уровень продуктивности
6. Состав молока (жир –белок)
7. Напряженность пищеварительных процессов
8. Напряженность метаболизма
9. Иммуитет
10. Воспроизводство

Содержание (беспривязное, новая техника, миксеры, обслуживание, доильные залы) кормопроизводство!!

=>

- > За 50 лет удои выросли в 4 раза:
 - 3.000 кг молока за лактацию 50 лет тому назад
 - Сегодня генетический потенциал коров обеспечивает 12.000 кг.
- > За 50 лет живая масса коров выросла только на 50 %
 - живая масса 50 лет тому назад – 450 кг
 - В настоящее время – 700 кг

=> РЕЗУЛЬТАТЫ ТАКОЙ ЭВОЛЮЦИИ :

- > Объем ЖКТ не соответствует увеличению *генетического потенциала* продуктивности
- > Скармливаемые рационы должны быть энергонасыщенными, хорошо перевариваться и поедаться
- > Рационы кормления должны быть тщательно сбалансированы (энергия, протеины, минералы и витамины)

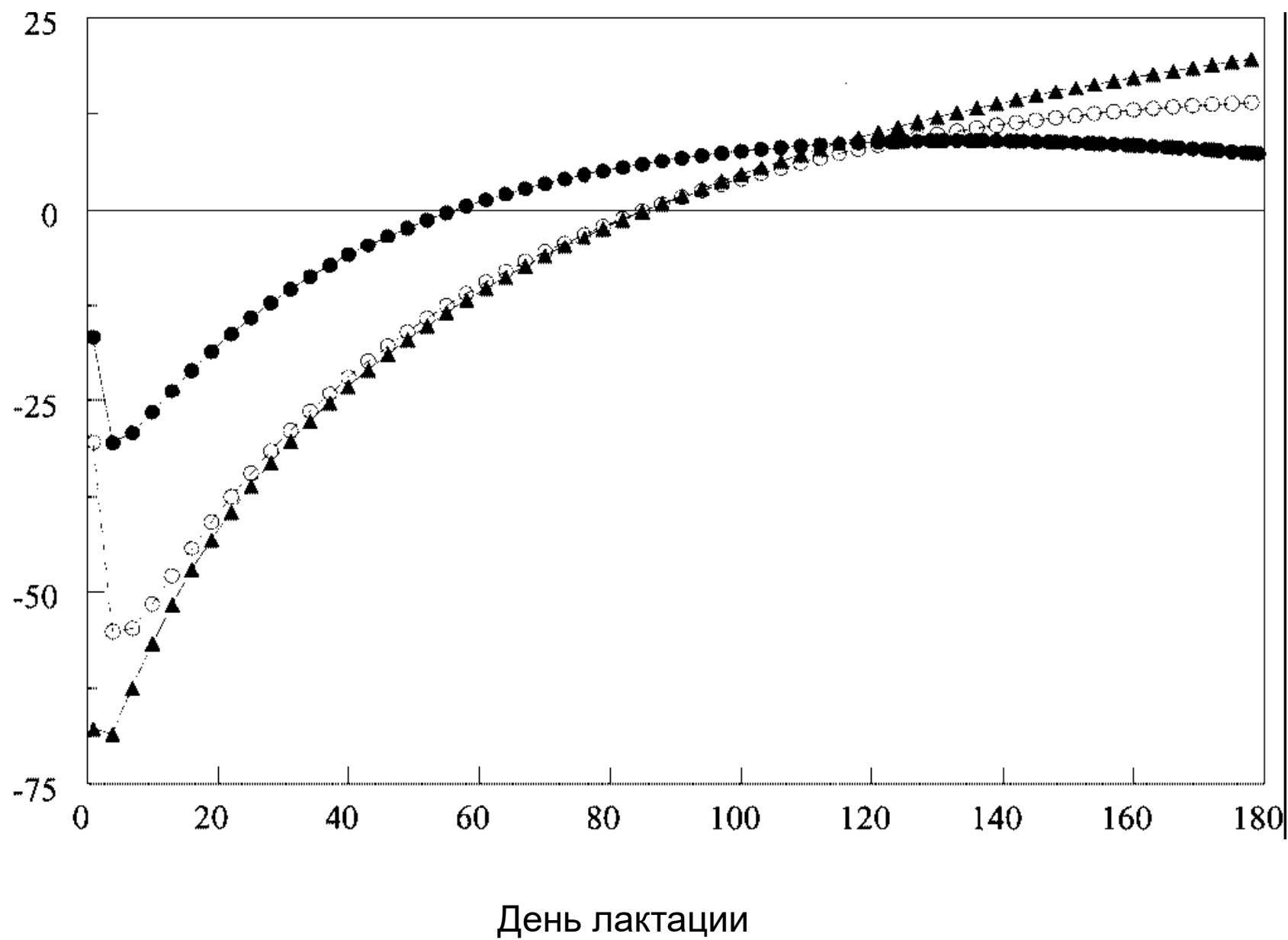
- Проблемы высокопродуктивного молочного скотоводства
 - 1. Дефицит энергии в первую фазу лактации (кетозы-ацидозы)
 - 2. Дефицит протеина (нормирование)-реализация генетического потенциала. Избыток распадаемого протеина-снижение воспроизводства
 - 3 Остеомалация (гипокальцемиа) родильный парез, снижение моторики гладкой мускулатуры после отела (задержание последа, слабая субинволюция матки, эндометрит)
 - 4. Левосторонне смещение сычуга
 - 5.Обменные и инфекционные заболевания в совокупности

Решаемые задачи при оптимизации рационов

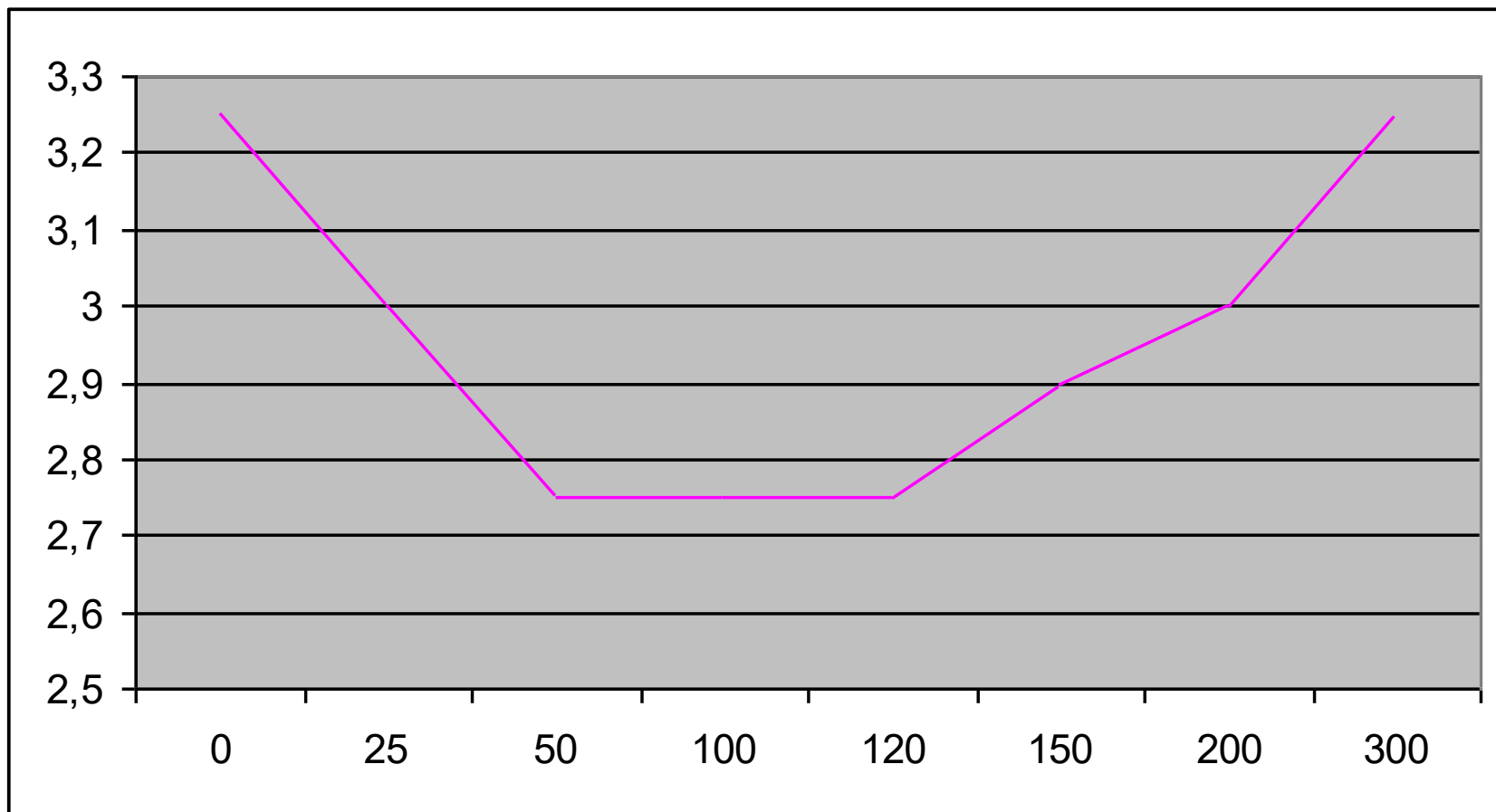
1. Обеспечение потребности в основных питательных веществах (нутриентах, субстратов, конечных продуктов переваривания) с учетом стадии лактации, живой массы, упитанности, уровня молочной продуктивности и состава молока.
 2. Снижение темпов мобилизации жировых депо
 3. Увеличение эффективности использования обменной энергии
 4. Увеличение эффективности использования обменного белка
 5. Снижение темпов падения кривой лактации
 6. Поддержание микробного синтеза в рубце, уровня потребления корма, переваривания клетчатки
 7. Поддержание или увеличение белково-молочности
 8. Поддержание нормального жирнокислотного состава молока
- !

- Потребление кормов 3,5-4,2 кг СВ на 100 кг ЖМ
- Жирность молока
- Белковость молока

Баланс энергии у коров



Оптимальное изменение упитанности коров



День лактации

- 1. Корова не должна терять более 1.5 баллов
- 2. максимальные потери веса 0,9кг в сут
- 3.Доительность анэструса увеличивается на 40 дней на каждый потерянный балл.
- 4. Переизбыток распадаемого протеина на 29% снижает воспроизводительную функцию



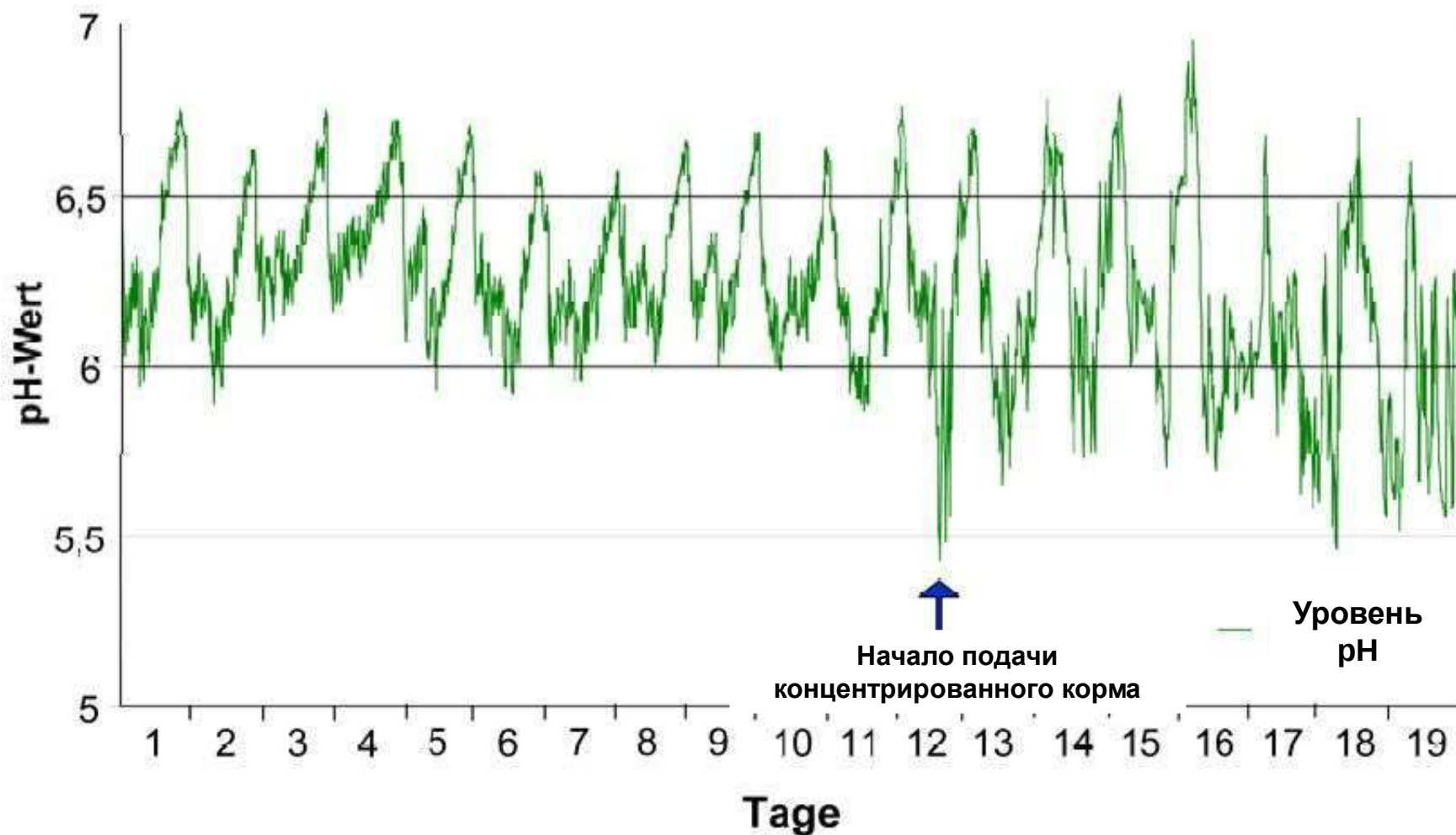
Жировая дистрофия печени



Здоровая печень

Колебания уровня рН в рубце

Общий смешанный рацион vs. концентрированные корма



(Гаштайнер, 2009)

Значения рН падают до 6,0 или ниже и при нормальных условиях кормления

Таблица 21. Показатели оценки рационов по эффективности использования обменной энергии

Наиболее полную информацию по обеспеченности организма молочных коров энергией дает комбинация показателей общей и парциальной эффективности использования обменной энергии на молокообразование.

При биохимическом контроле обеспеченности организма лактирующих коров энергией целесообразно использование коэффициента энергетической обеспеченности (КЭО) (Цюпко и др., 1982), который равен сумме концентраций летучих жирных кислот (ЛЖК, мг%) и кетоновых тел (КТ, мг%) отнесенной к концентрации неэтерифицированных жирных кислот (НЭЖК, мг%) в крови:

$$\text{КЭО} = (\text{ЛЖК} + \text{КТ})/\text{НЭЖК}$$

При уменьшении количества всосавшихся ЛЖК у лактирующих коров возрастает мобилизация жирных кислот из жировых депо. При высоком уровне энергетической обеспеченности значение КЭО приближается к 2,0, а при низкой обеспеченности не превышает 1,0 – 1,3. Для исследований берут кровь из яремной вены дважды: за 1 час до кормления и через 2,5 – 3 часа после кормления.

Биохимические показатели, используемые при диагностике жирового перерождения печени, включают в себя определение уровня в крови неэтерифицированных жирных кислот и билирубина (увеличение), общего холестерина и альбумина (снижение). Профилактические мероприятия – это прежде всего балансирование рациона в зависимости от фазы воспроизводительного цикла коров, особенно по сухому веществу и клетчатке.

Группы животных	Потребление СВ корма, % от живой массы	Э удоя/ОЭ, %	ТП/ОЭ, %	Э удоя/ОЭ – Эудоя, %
Лактирующие коровы	3 – 3,5	30 - 40	60 - 70	60 – 64
Сухостойные коровы	2 – 2,5	-	75 - 85	-
Коровы-первотелки	3 – 3,3	25 - 35	65 - 75	60 – 62
Нетели	2 – 2,3	-	70 - 80	-

Расчет потребности в обменном белке (ПОБ)

- 1. Потребность на поддержание= $ЖМ^{0,75} \times 3,17$ (г белка)
- 2. Продукция белка с молоком= $Удой \times 34/0,72$ (г белка)
- 3. Прирост тела
- 4. Прирост белка в продуктах беременности

Условия эффективного микробного синтеза

- **1. Снабжение доступной энергией** (углеводы переваримые в рубце)(из жиров микробы энергии не получают, из белков – слишком дорого). (переваримая клетчатка, распадаемый крахмал (ацидоз), сахар)_увеличение потребления (живая масса, структура(размер), уровень клетчатки (физической), уровень и вид жира, влажность кормосмеси, техника раздачи
- **2. Снабжение доступными формами азота** (аммиак+аминокислоты)) (НБА, растворимый, распадаемый (скорость распада)
- **3. Синхронное и плавное освобождение** в рубце энергии и азота.
- **4. Обеспечение минералами**
- **5. Поддержание pH** рубцовой среды выше 6,2 (количество и скорость ферментации углеводов, производство слюны (форма и количество структурной клетчатки), частота и последовательность раздачи кормов, применение буферных смесей.

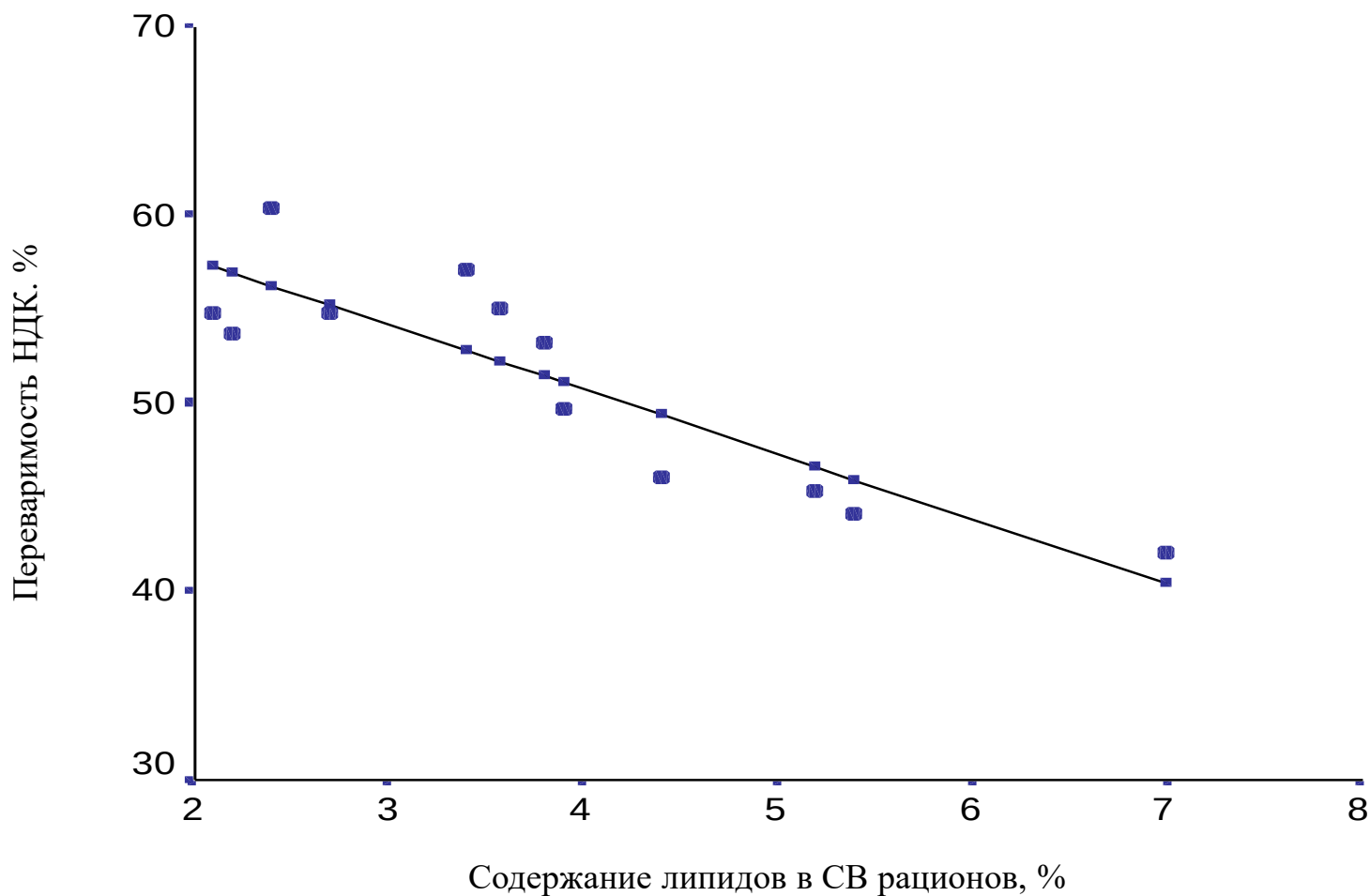
Практические рекомендации исходя из **вышеизложенного**

- :
- Содержание жира ниже 3% от СВ рациона жир не позволяет получать эффективно молоко при любом уровне продуктивности.
- Доводить рацион до 4% можно любыми источниками жиров. Это нужно производить у коров в начале лактации (первые 100 дней) при нормальной упитанности и удое свыше 25кг молока. У первотелок, коров низкой упитанности и низкой живой массы (350-400кг) при удое 20кг. Коровам с повышенной упитанностью норму жира следует держать на уровне 3,5%. Предпочтение следует отдавать источникам жира с пониженным содержанием ненасыщенных жиров.
- Предпочтение использования жиров: растительные масла, отходы маслопереработки, полнозерновая соя, жмыхи, кормовой жир, свиной жир, говяжий жир, специальные жиры.
- Использование «защищенных» жиров позволяет доводить содержание жира в рационе до 9%.
- Это требуется для коров в начале лактации с нормальной упитанностью и удоем свыше 30 кг молока, при среднем качестве грубых кормов. При этом норма дачи комбикорма может быть выдержана в 350г концентратов на кг молока при большем вводе в состав комбикорма белковых кормов.
- Для первотелок, коров низкой упитанности, с невысокой живой массой (400-450кг) и среднем качестве грубых кормов при удое свыше 25 кг молока.

Нормирование углеводного питания коров

- 1. Сырая клетчатка- Нейтрально-детергентная, кислотнo детергентная, лигнин.
- 2. Физическая форма (размер (1,5-3см)-70% от общей)
- 3. Доступность к перевариванию (лигнификация)
- 4. Значительно более низкие нормы в первую фазу (30-32%НДК (14-15%СК). Нормирование по месяцам лактации
- 5. Крахмал- распадаемый в рубце и переваримый нераспадаемый в кишечнике (кукуруза, сорго-пшеница, ячмень, овес)
- 6. Сахар – сумма быстро ферментируемых углеводов (сахар+ распадаемый крахмал+пектины)

Зависимость переваримости НДК от содержания липидов в рационе



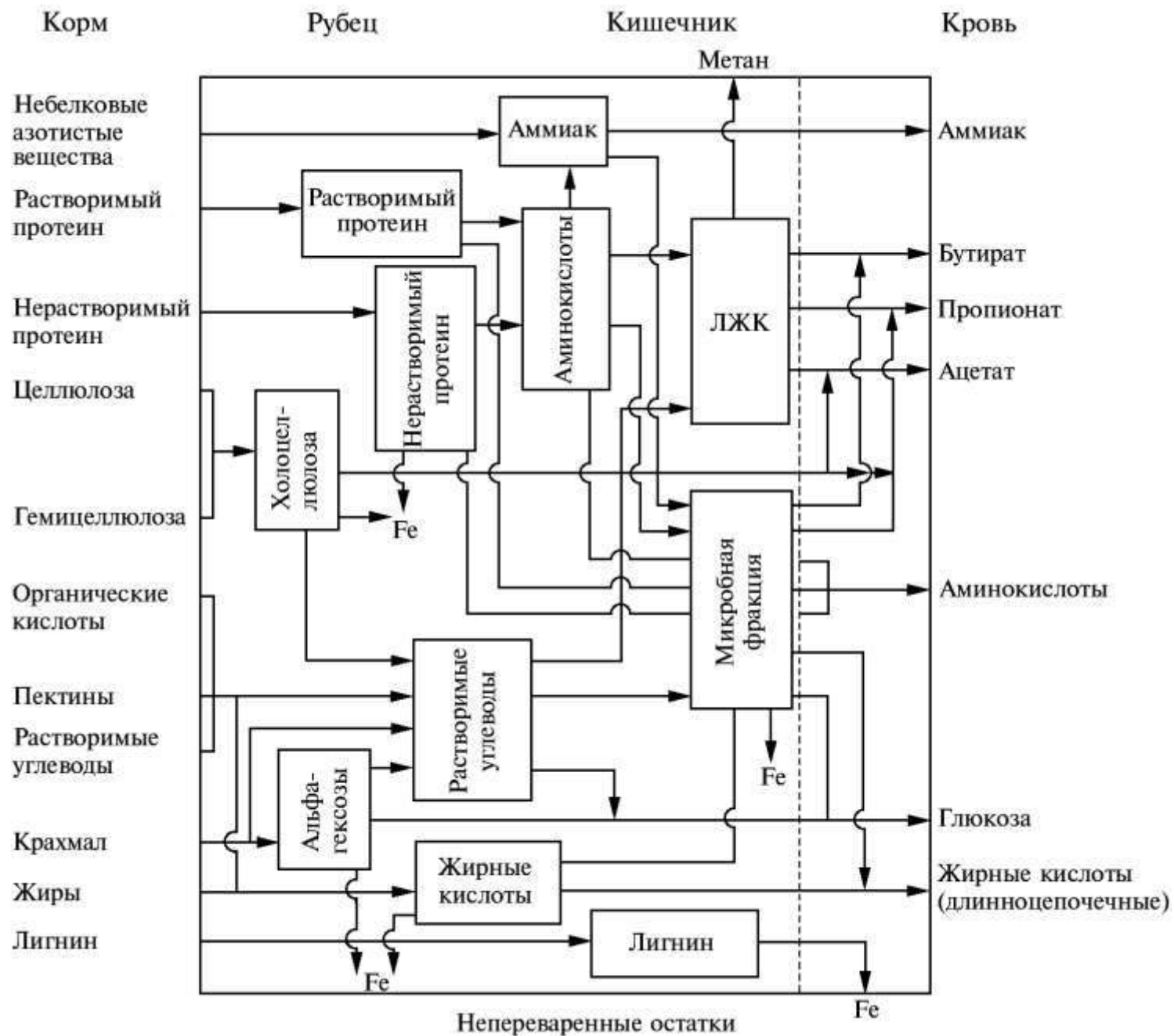


Схема метаболизма органической части рациона в пищеварительном тракте

Нормы кормления, г

ЖМ, кг	Удой, кг	Распад аемый СП	Перев нерасп · СП	Метио нин, доступ ный кормов ой	Лизин, доступ ный кормов ой	Гистид ин, доступ ный кормов ой	Перева римые гемице ллюлоз ы+целл юлоз	Распа даемы й крахм ал	Перева римый крахма л	Общий сахар	Пере- варимы й жир корма
	20	1382	565	8,2	34,5	14,5	3538	1521	400	894	530
	25	1652	675	9,5	38,9	17,0	3885	2066	635	1091	611
500	30	1837	794	11,9	47,8	20,8	3845	2475	841	1523	717
600	20	1512	548	7,6	32,8	14,0	3827	1758	426	895	515
	25	1693	668	9,5	39,7	17,2	3980	2129	590	1348	578
600	30	1956	794	11,0	45,3	20,0	4075	2542	787	1865	646
	35	2157	958	13,7	54,7	24,0	4250	3066	850	2030	709
	40	2356	1050	16,8	66,0	28,4	4095	3441	898	2090	875
700	20	1631	513	6,7	30,5	13,3	4099	1789	407	1244	534
	25	1815	695	10,0	42,2	17,8	3985	2252	600	1349	642
	30	1906	862	12,9	52,6	22,0	3779	2763	768	1786	785
	35	2256	938	13,6	55,1	24,0	4569	2851	816	2013	806
	40	2482	1074	15,4	61,5	27,1	4793	3404	817	2172	906
	45	2572	1252	13,9	56,1	25,6	4721	3974	953	2316	1037

Характеристика кормов по доступности к перевариванию (г/кгСВ корма)

[illegible]

База данных по доступности питательных веществ кормов и кормовых добавок

Корма	Распадаемость в рубце		Переваримость в кишечнике		Распадаемость крахмала в рубце	Переваримость крахмала в кишечнике	Переваримость НДК в рубце
	Сухого вещества	Сырого протеина	Сухого вещества	Сырого протеина			
	Жмыхи, шроты и остатки экстракции						
глютен кукурузный (20% СП)	42,7	62,21	38,6	72,4	45	70	38
глютен кукурузный (23% СП)	52,1	71,8	22,8	72,9	45	70	38
глютен кукурузный (63% СП)	12,5	14,8	40,5	54,4	45	70	38
глютен пшеничный	53,3	48,0	55,4	72,3	65	70	38
шрот кукурузный	83,7	42,9	56,8	81,4	55	70	38
шрот соевый нетостированный	53,8	42,7-65,1	82	92,8	45	70	34,4
соевый шрот тостированный	45,6	28-35	84,6	94,5	42	70	38
шрот подсолнечный	55,6	72,3-80,8	41,8	82,8	45	70	32,6
шрот рапсовый	61,4	55-75	44,2	75	45	70	28,4
шрот льняной	75,9	70,7	43,2	78,5	45	70	35,6
шрот пшеничный		48,0	48,6	72,1	50	75	38
жмых кукурузный		40	39,6	74,8	45	70	38
жмых рапсовый	48,7	53,4	41,3	74,7	45	70	38
жмых соевый (уреаза 0,1)		28,2	74,2	93,4	45	70	38
жмых соевый (уреаза 0,2)	54,3	33,4	85	92	45	70	38

Интервальные значения показателей мочи, рубцовой жидкости и молока, соответствующие физиологической норме для коров

Показатель	Размерность	Интервальные значения
Кровь (яремная вена)		
Моча		
Удельная плотность	г/мл	1,03-1,045
pH		7,8-8,4
Нетто кислотно-щелочная экскреция	мэкв/л	+100-200
продолжение таблицы 6		
Ацетон	мг%	до 12,0
Белок	%	до 0,015
Мочевина	г/л	8-18
Рубцовая жидкость		
pH		6-7,3
ЛЖК	моль/100мл	8-15
Уксусная кислота	молярный %	55-75
Пропионовая кислота	молярный %	15-28
Масляная кислота	молярный %	10-15
Аммиак	мг%	6,5-25
Инфузории	тыс/мл	250-500
Молоко		
Мочевина	мг%	10-25
Кальций	ммоль/л	28-33
Фосфор	ммоль/л	29-36
Магний	ммоль/л	4,1-5,8
Натрий	ммоль/л	17-30
Калий	ммоль/л	31-44
Хлор	ммоль/л	30-40
Сера	ммоль/л	10-14
Железо	мкмоль/л	35-70
Медь	мкмоль/л	1,6-3,0
Цинк	мкмоль/л	40-74
Марганец	мкмоль/л	1,0-2,7
Кобальт	мкмоль/л	0,02-0,08
Йод	мкмоль/л	0,4-1,2
Селен	мкмоль/л	0,004-0,005

Показатели рубцового метаболизма у коров (опыт в к-зе им. Ленина)

Группы	рН	ЛЖК. Моль/100мл	Аммиак ,мг%	Бактерии, млрд/мл	Инфузории, Тыс/мл	Амилолит. акт-ть Ед/мл	Целл. акт-ть.%
Опытная	6,75	9,90	13,54	9,98	441,67*	46,22*	12,48*
	0,06	0,31	0,25	0,13	75,30	1,78	0,84
контроль	6,69	9,83	16,37	7,73	271,67	26,67	6,59
	0,05	0,20	0,64	0,55	92,39	6,16	0,44

Показатели рубцового метаболизма у коров (опыт в ОПХ Ермолино -1месяц скармливания)

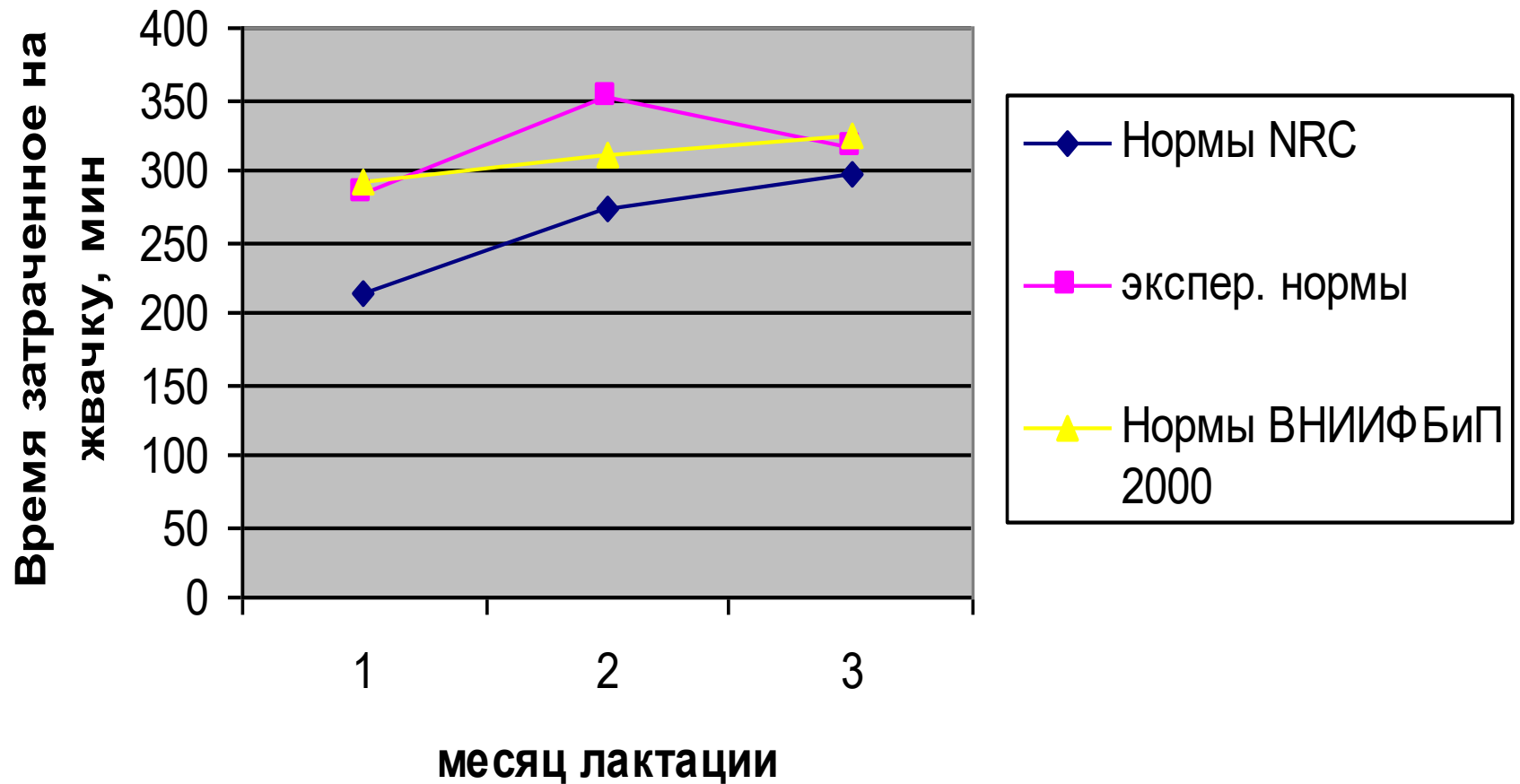
Группы	рН	ЛЖК. Моль/100мл	Аммиак ,мг%	Бактерии млрд/мл	Инфузории тыс/мл	Амилолит акт-ть Ед/мл	Целл. акт-ть.%
Опытная	7,0	7,8	5,6	10,6	538,3	39,4	17,3
	0,05	0,14	0,12	0,51	93,70	0,78	1,56
контроль	6,9	9,4	6,3	9,3	400,0	38,3	14,3
	0,04	0,23	0,64	0,35	77,62	0,93	0,57

Показатели рубцового метаболизма у коров (опыт в ОПХ Ермолино -2месяц скармливания)

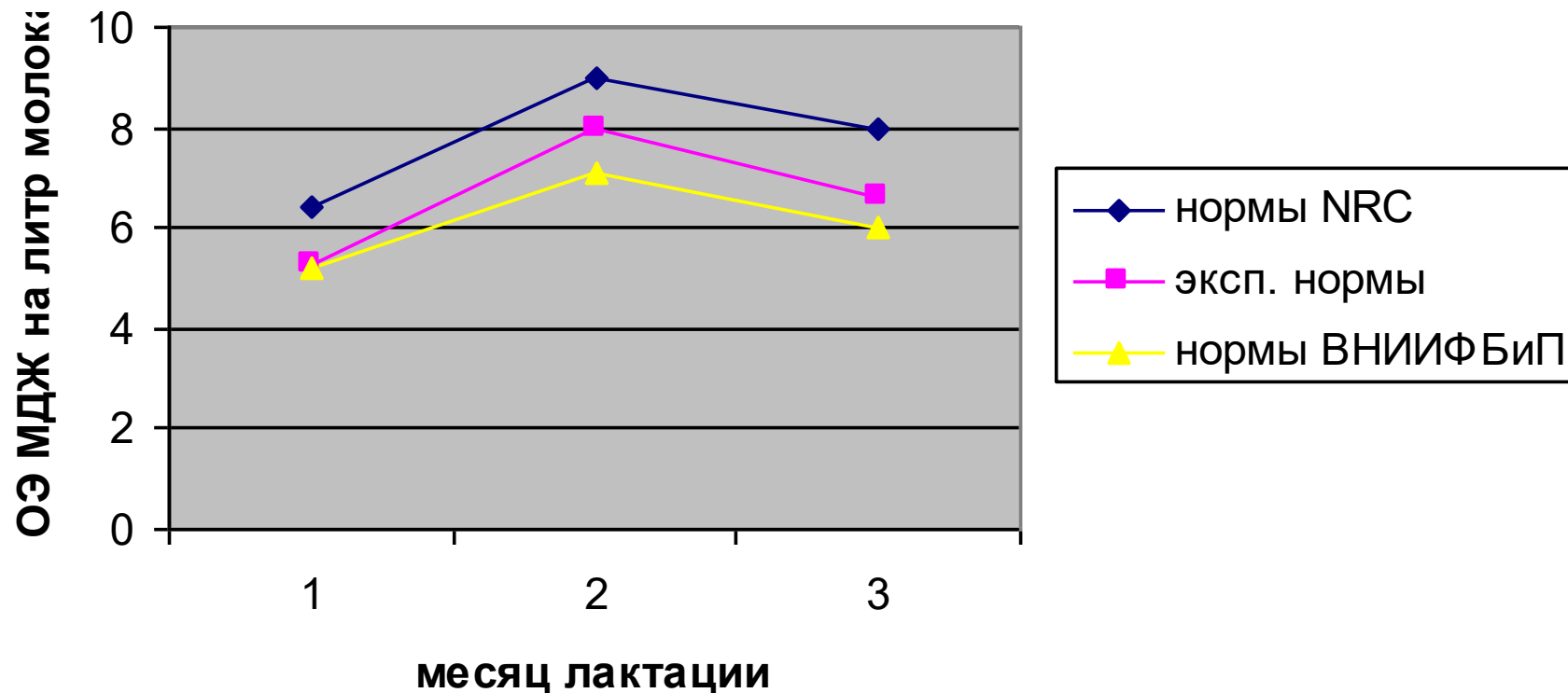
Группы	рН	ЛЖК. Моль/100мл	Аммиакмг%	Бактерии млрд/мл	Инфузории тыс/мл	Амилолит акт-ть Ед/мл	Целл. акт-ть.%
Опытная	7,03	9,73	14,05	11,73	116,67	25,18	21,73
	0,32	1,44	1,19	1,29	39,10	5,67	1,37
контроль	6,91	10,27	12,52	10,49	125,00	26,97	16,97
	0,23	0,81	1,03	0,43	17,56	5,69	3,21

Зона	Содержание ОЭ МДж/кг сухого вещества при разных методах расчета			Класс
	ГОСТ (1)	По переваримости (2)	По доступности (3)	
	Силос кукурузный			
1	10,17	9,8	9,6	2
2	10,14	9,9	9,8	2
3	10,16	10,2	10,1	1
4	10,26	10,0	9,8	2
	Силос разнотравный			
1	8,4	7,3	7,9	3
1	10,2	7,8	6,9	1
1	7,6	7,3	6,6	3
1	10,8	7,2	6,6	2
2	8,9	7,3	7,2	2
3	8,5	7,2	7	3
4	8,7	7,2	7,1	2
	Силос вико - овсяной			
1	9,6	7,1	7,4	1
2	11,4	7,2	7,2	1

Жевательная активность коров



Затраты энергии на производство молока



Темпы мобилизации жировых депо

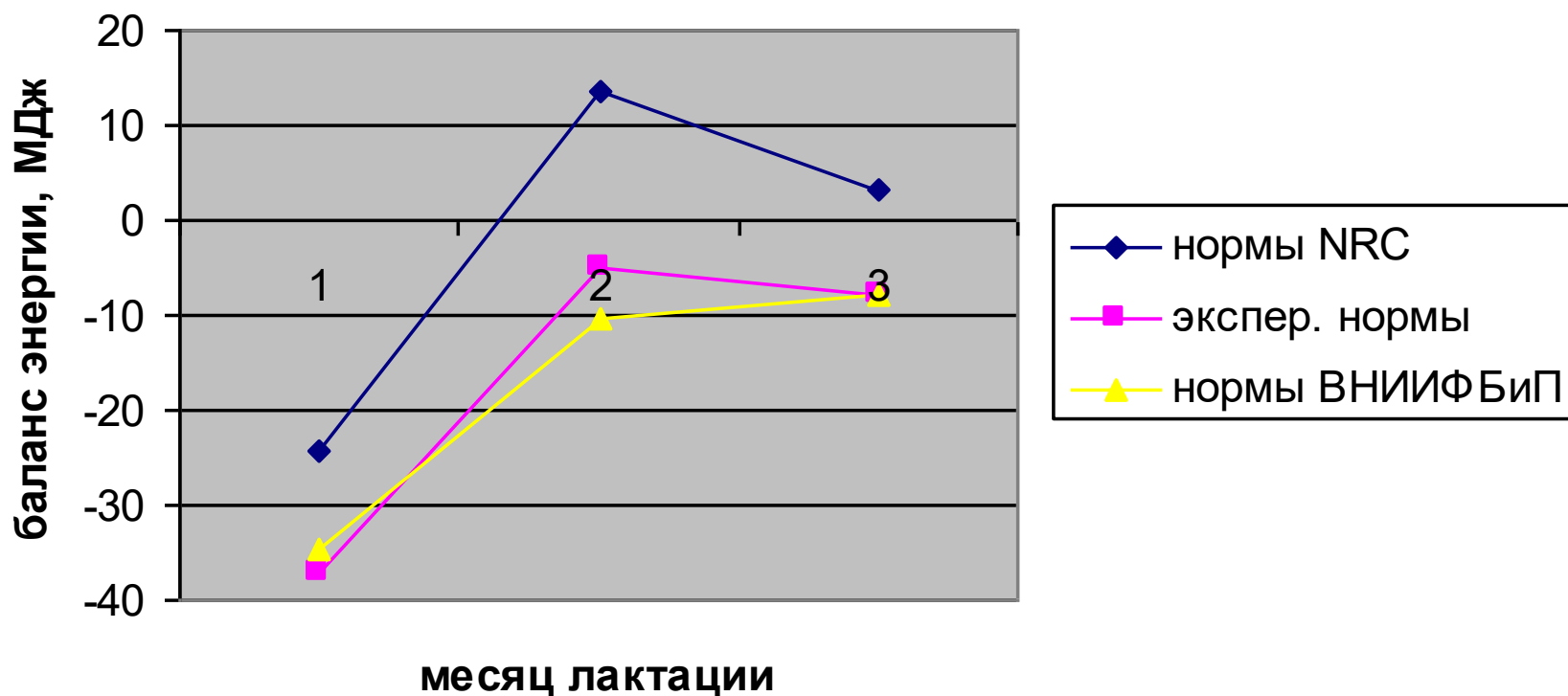


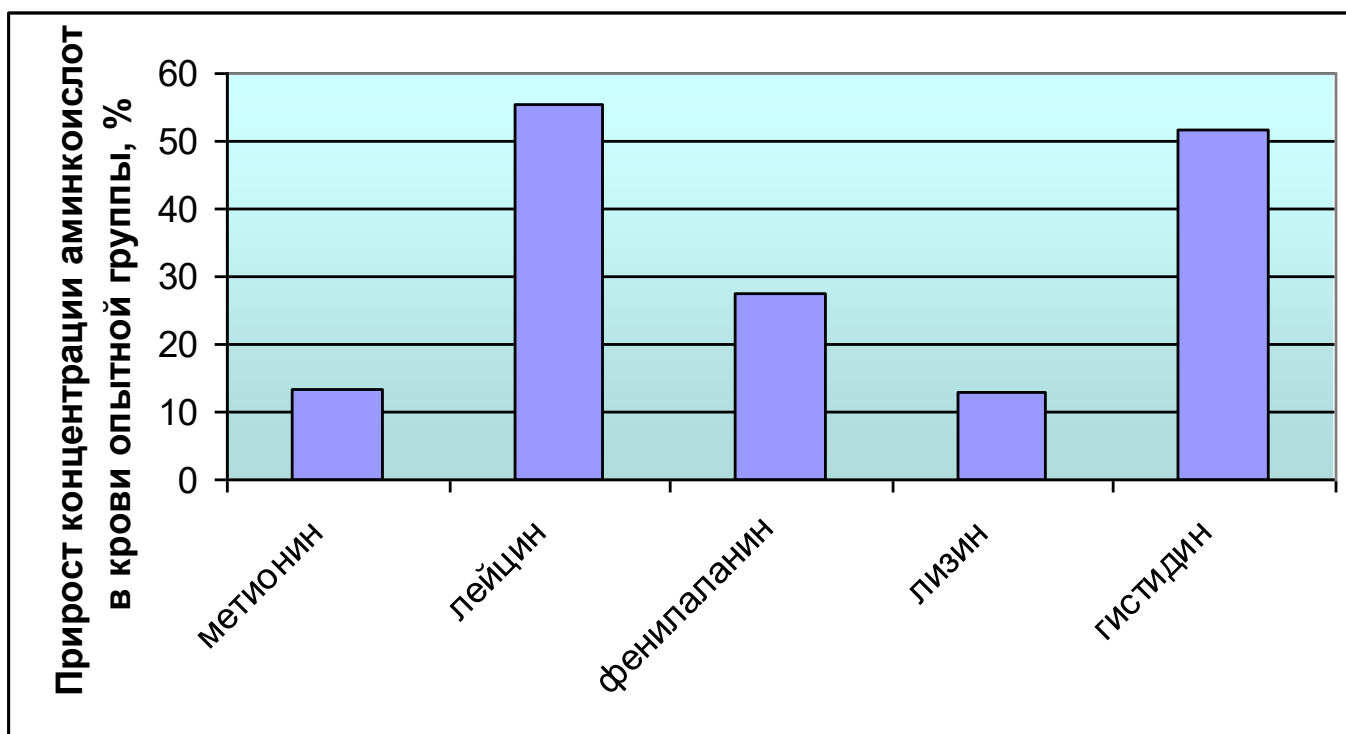
Схема эксперимента по оптимизации аминокислотного питания

	1 (0-25)	2-к (25-55)	2-о (25-55)	3-к (55-85)	3-о (55-85)	4 (85-115)
ОЭ, МДж	140,5	169,3	164,5	177,4	167,7	171,8
О Белок, г	1158	1709	1716	1740	1743	1573
Обменные аминокислоты % от обменного белка						
Метионин 2-2,7%	(1,9%)	(1,7%) 1,85	(1,9%) 2,0	(1,8%) 1,8	(2,1%) 1,9	(1,84%) 2,0
Гистидин 3,4-5,6%	(2,3%)	(2,3%) 1,4	(2,58%) 3,2	(2,2%) 1,4	(2,74%) 1,7	(2,2%) 1,48
Лизин 6,8-8%	(7,2 %)	(6,5%) 5,8	(7,3%) 7,5	(7%) 6,6	(7,7%) 7,5	(7,1%) 6,25
Лейцин 8,9-11,1%	(6,9%)	(6,6%) 7,1	(7,2%) 7,6	(6,3%) 6,8	(6,9%) 6,5	(6,4%) 7,0
Фенилаланин 4,6-5,8%	(4,7%)	(4,4%) 4,6	(4,7%) 5,9	(4,4%) 5,3	(4,86%) 5,45	(4,5%) 4,75

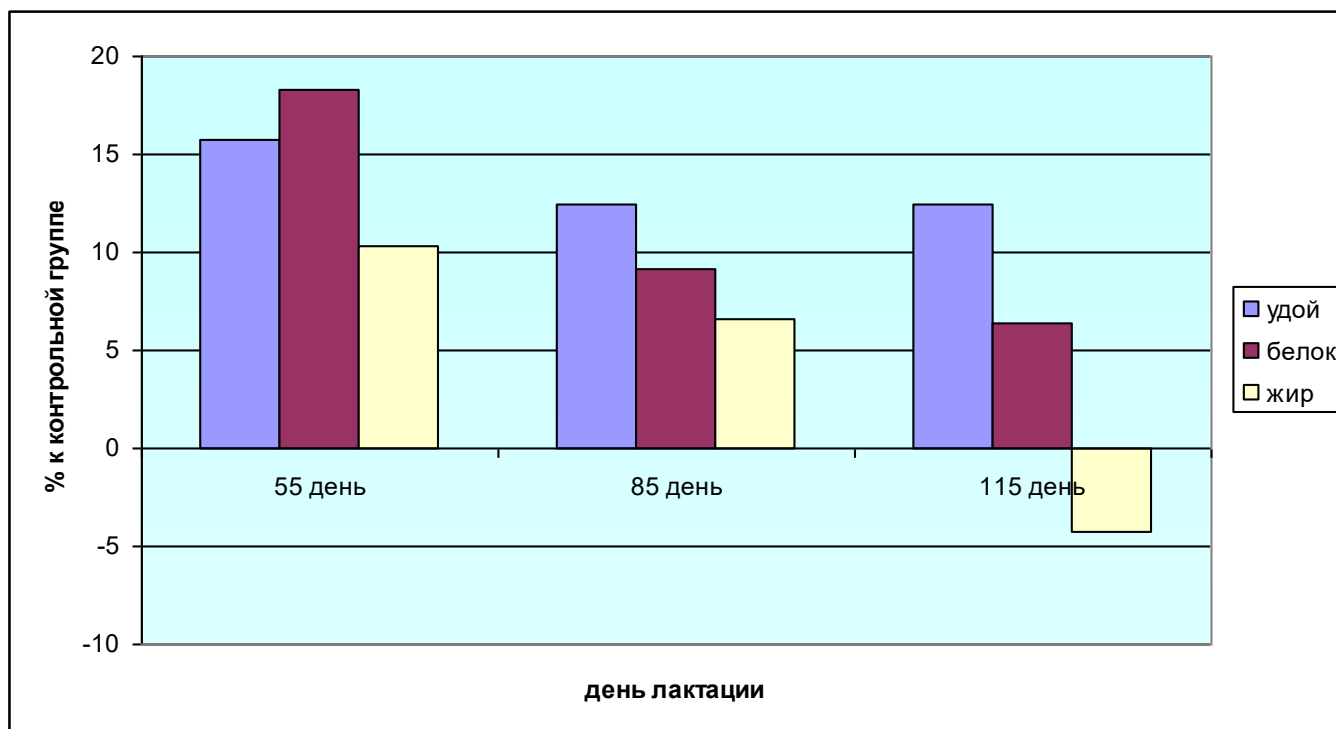
Содержание незаменимых аминокислот в химусе двенадцатиперстной кишки

Аминокислоты	Предварительный период	Контроль	Опыт	Заключительный период
Метионин	1,67	1,97	2,80	2,24
Лейцин	7,94	7,47	8,75	7,60
Фенилаланин	5,38	5,33	6,37	5,47
Лизин	6,60	6,00	7,48	6,13
Гистидин	1,98	1,44	2,54	1,56

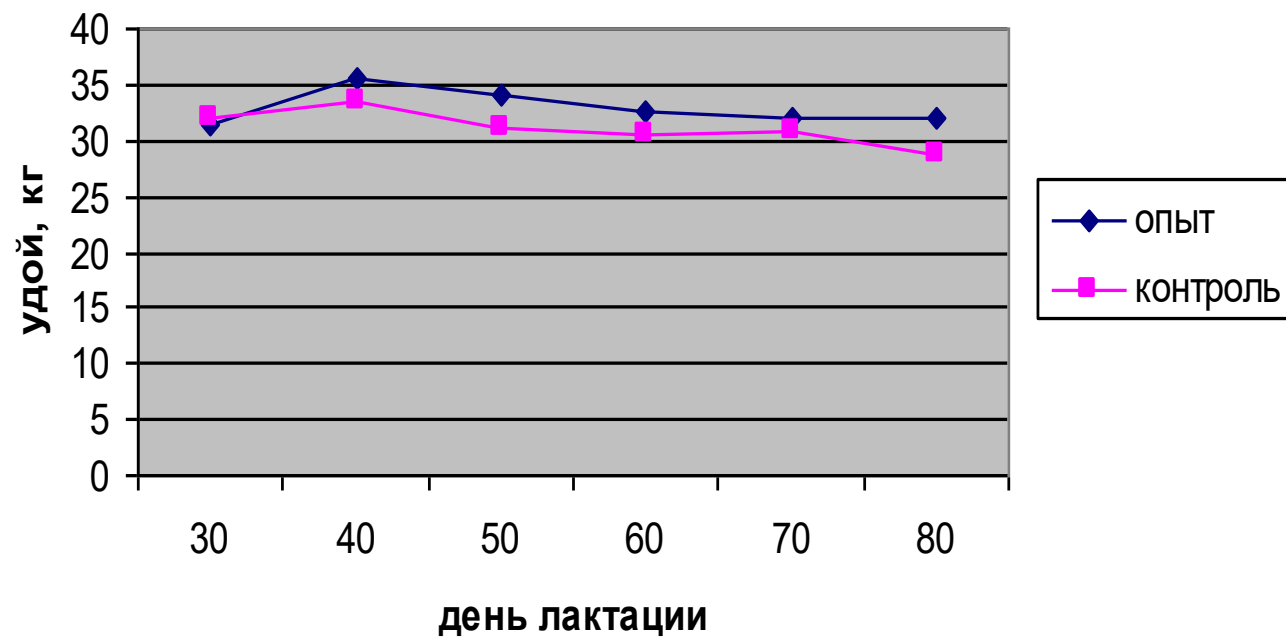
Увеличение концентрации свободных незаменимых аминокислот в артериальной крови коров опытной группы



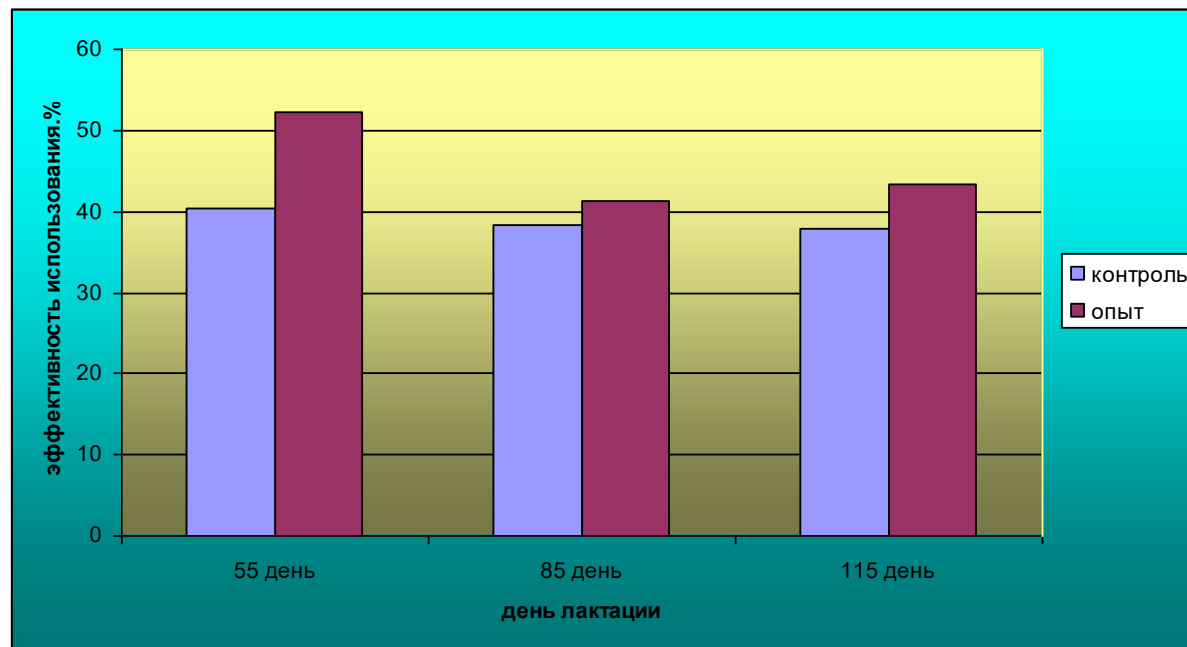
Изменение удоя, продукции молочного белка и жира у коров опытной группы



Динамика молочной продуктивности

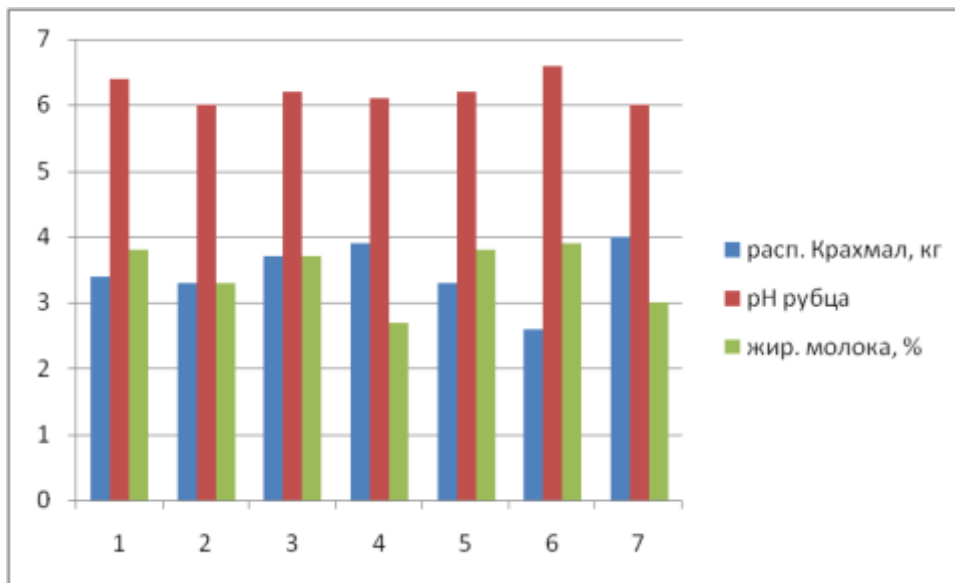


Эффективность использования переваренного протеина на производство
молочного белка, %
!



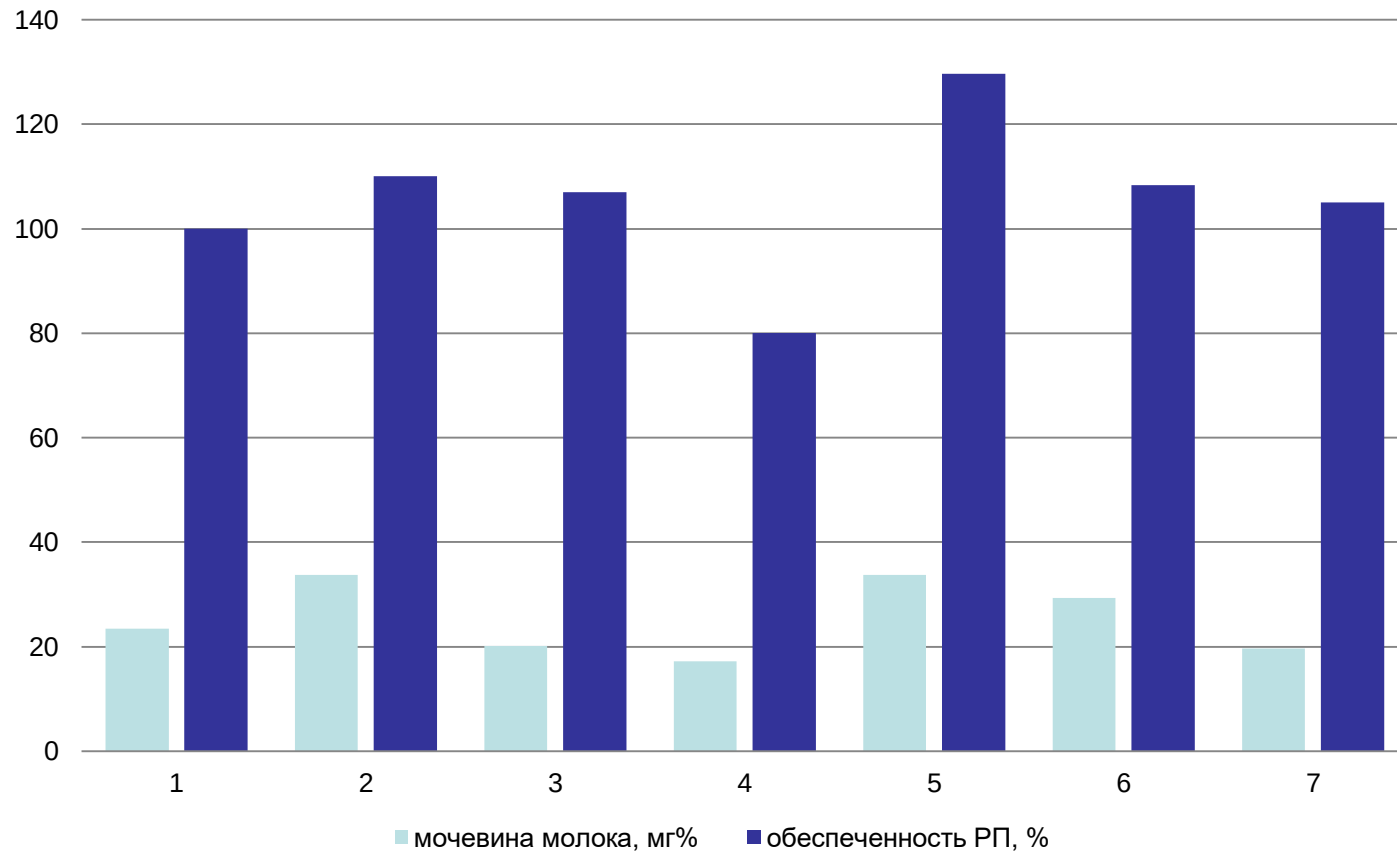
Обеспеченность организма питательными веществами и энергией в первую фазу лактации

Показатели	Первые 100 дней лактации							
	норма	группа						
		1	2	3	4	5	6	7
Удой, кг		30	35	35,9	35,9	41,3	42,5	46,8
Жир молока, %	4	3,8	3,3	3,7	2,7	3,8	3,9	3,0
Белок молока, %	3,4	3,2	3,0	3,0	3,1	3,28	3,2	2,7
потребление сухого вещества, % от живой массы	3,2-3,5 3,8-4,4	3,1	3,4	3,9	3,9	3,8	4,0	3,2
Обменная энергия рациона	± % от нормы	0	-8	-4,5	+2,2	+1%	-18	-12
Распадаемый протеин	± % от нормы	0	+10	+7	- 20	+29,7	+8,3	5
Нераспадаемый, переваримый протеин	± % от нормы	+13	-6	- 23	- 14	- 21,2	-12%	-48
Обменный белок (ОБ)	± % от нормы	+6,2	-8,6	- 10,5	- 4,8	- 8,1	-4	-29
%НДК в рационе	30-32	29	30,7	36,3	35,3	30,7	36,7	30,7
Распадаемый крахмал	3-3,5кг	3,4	3,3	3,7	3,9	3,3	3,0	4,0
% лизина от ОБ	7,6	6,9	6,8	6,8	6,9	6,8	6,1	6,6
% метионина	2,0	1,9	2,1	1,9	1,9	2,2	1,7	1,9
% гистидина	2,6	2,4	2,4	2,2	2,3	2,4	1,8	1,9

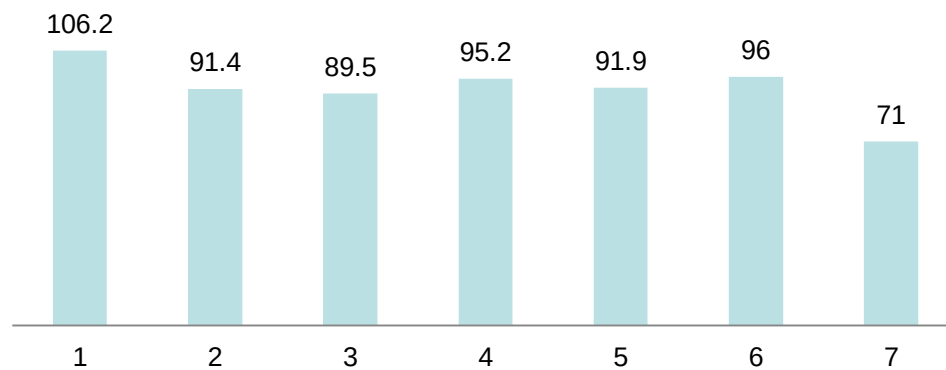


распадаемый крахмал – pH рубца $r=-0.76$
распадаемый крахмал – жир молока $r=-0.72$
pH рубца – жир молока $r=+0.72$

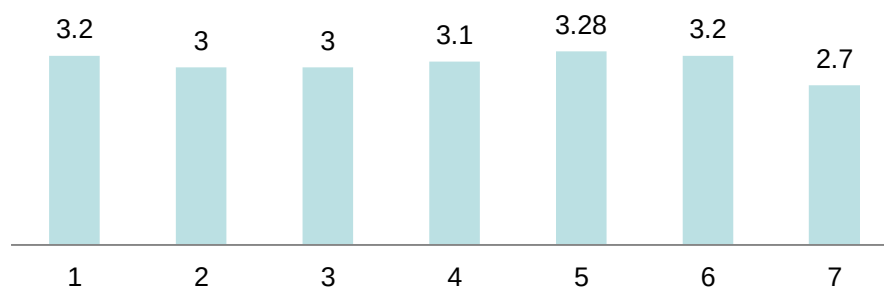
Оценка уровня распадаемого протеина в рационе



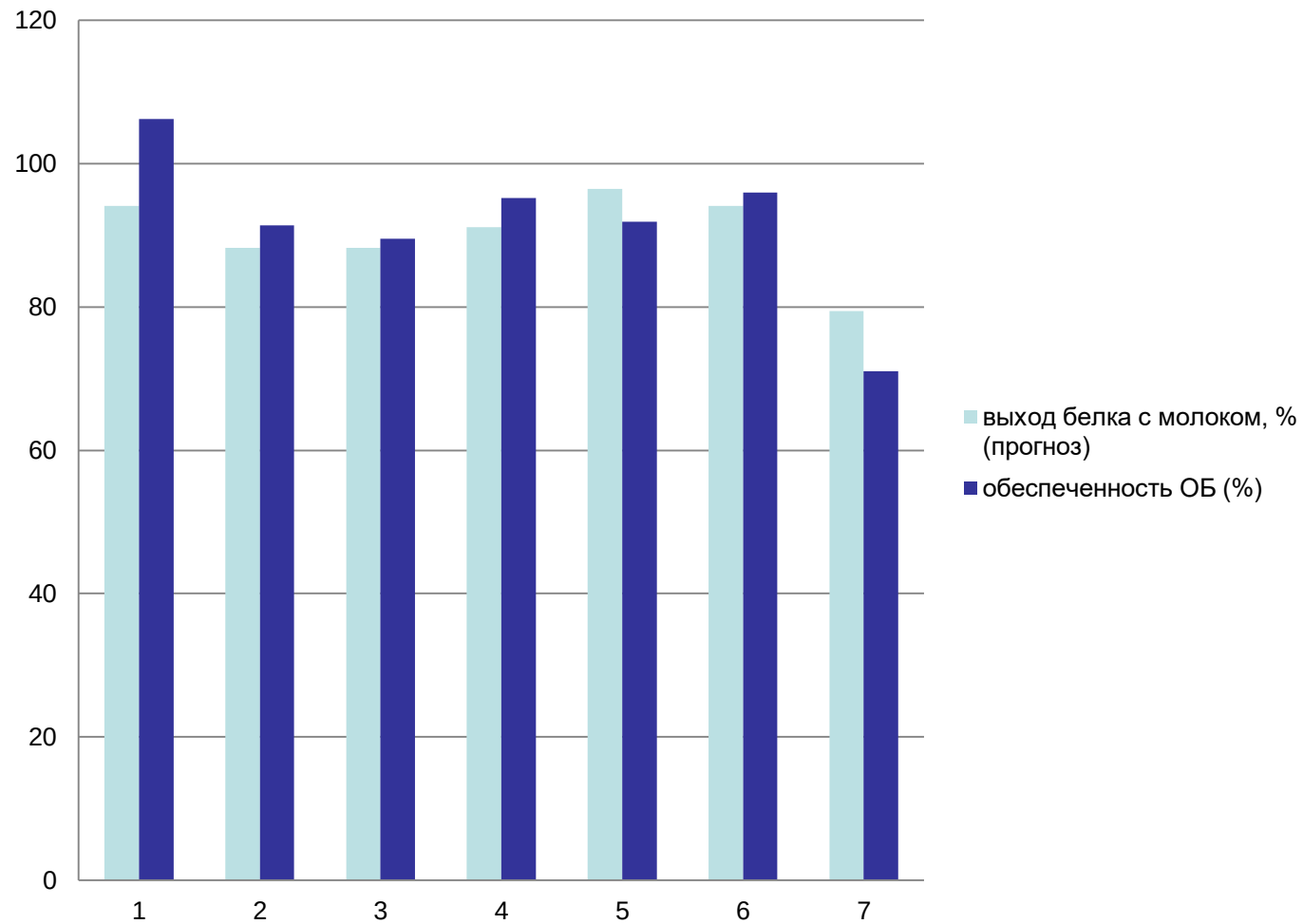
Обеспеченность ОБ, %



Белок молока. г%



Оценка уровня обеспечения ОБ



Тестовые показатели обеспеченности организма коров питательными веществами и энергией в первую фазу

Группы	Мочевина молока, мг%	Мочевина крови, мг%	Глюкоза, мг%	Кетоновые тела, мг%	ЛЖК, ммоль/л	НЭЖК, мг%
1 группа	23,4±2,53	23,9±1,47	34,9±1,53	3,33±0,3	2,8±0,25	21,6±2,64
2 группа	33,8±2,78	29,8±4,67	36,9±0,26	3,08±0,36	2,96±0,32	17,2±1,24
3 группа	20,1±2,63	18,5±1,72	35,8±4,08	4,0±0,76	3,93±0,17	-
4 группа	17,2±2,53	11,4±1,92	50,7±1,22	5,3±0,66	2,25±0,18	33,0±4,94
5 группа	33,8±2,78	29,8±4,67	36,9±0,26	3,08±0,36	-	-
6 группа	29,3±4,72	28,7±3,15	43,8±0,79	5,0±0,06	2,55±0,22	15,7±5,63
7 группа	19,7±1,19	16,4±1,08	35,6±3,96	-	3,1±0,15	9,9±1,66

Параметры рационов кормления коров в середине лактации (голландизированный скот)

№№	2 фаза				
Группа	норма	1	2	3	4
Удой		30	33,3	37	40,5
СВ	3,8-4,2	4,1	3,2	3,8	3,8
ОЭ		И	Н	н	нм
РП		Нб	н	н	и
НПР		и	и	н	Н
ОБ		И	и	н	н
%НДК	34-36	36,1	28,8	35,6	34,7
РК	3-3,5кг	3,9	3,4	4,3	3,3
% лизина	7,6	6,9	6,9	6,5	6,5
% мет	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9
% гист	2,6	2,3	2,4	1,9	1,9
Ж	4	3,4	3,7	3,8	3,8
Б	3,4	3,3	3,4	3,1	3,0

Показатели обеспеченности коров субстратами во вторую фазу лактации

№ периодов	Мочевина молока, ммоль/л	Мочевина крови, ммоль/л	Глюкоза, мг%	кетонотелы, мг%	ЛЖК	НЭЖК, мг%
1 группа	20,3	15,5	46,6	4,0	2,55	21,7
Ош.	4,30	3,00	1,26	0,76	0,26	2,16
2 группа	22,3	20,7	39,8	3,5	-	10,1
Ош.	1,90	2,44	1,38	0,50		0,93
3 группа	17,4	19,6	45,7	4,5	2,63	5,46
Ош.	1,68	2,96	2,48	0,67	0,03	0,93
4 группа	29,4	31,7	33,3	3,25	-	-
Ош.	0,73	2,18	2,49	0,52		

Параметры рационов кормления коров в конце лактации (голштинизированный скот)

№№	3 фаза				
Удой	норма	18	23,6	28,6	33,0
СВ	3,2-3,6	2,2	3,2	3,2	3,36
ОЭ		нб	ин	нм	ин
РП		и	нб	Н	н
НПР		н	н	и	н
ОБ		н	н	Ин	н
%НДК	38-42	46,9	38,7	29	33,9
РК	3-3,5кг	1,6	3,0	3,3	4,0
% лизина	7,6	7,4	7,2	6,6	7,2
% мет	2,0	2,4	1,9	1,9	1,9
% гист	2,6	2,3	2,3	1,9	2,3
Ж	4	3,7	3,9	3,8	3,7
Б	3,4	3,2	3,4	3,3	3,4

Показатели обеспеченности коров субстратами в третью фазу лактации

№ периодов	Мочевина молока, ммоль/л	Мочевина крови, ммоль/л	Глюкоза, мг%	кетоновые тела, мг%	ЛЖК	НЭЖК, мг%
1 группа	31,2	39,5	46,1	4,6	-	-
Ош.	0,73	0,86	1,26	0,37		
2 группа	15,5	12,8	52,9	4,4	2,76	14,2
Ош.	0,56	1,48	0,96	1,02	0,18	0,37
3 группа	29,5	24,8	41,2	3,2	-	14,2
Ош.	3,27	0,24	0,18	0,50		4,29
4 группа	17,7	28,4	39,8	3,73	2,95	3,64
Ош.	1,19	5,55	3,24	1,48	0,05	0,01