

Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных



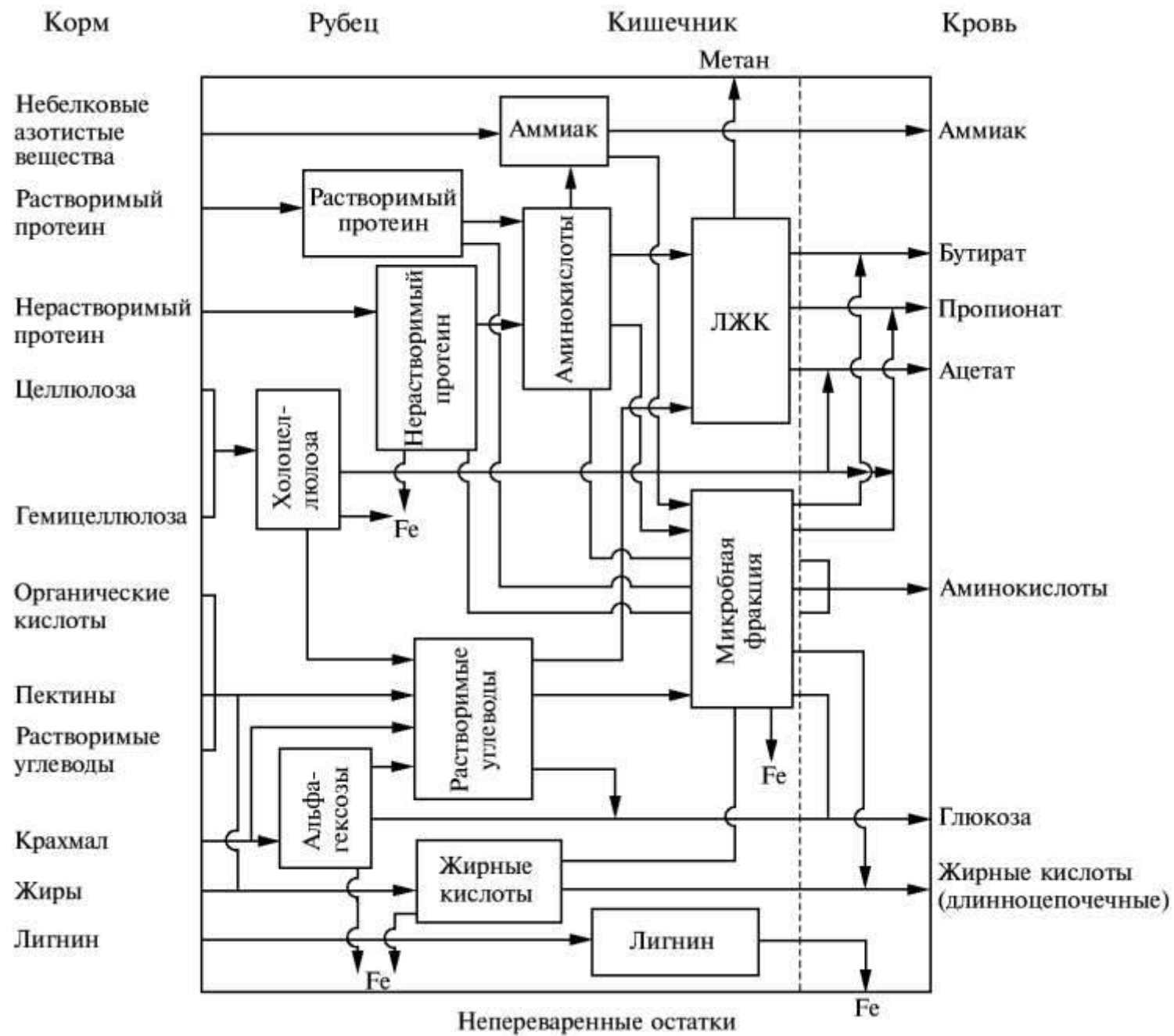


Схема метаболизма органической части рациона в пищеварительном тракте

Энергия всосавшихся субстратов – 110 МДж
 Энергия молока 50 МДж
 Теплопродукция 85 МДж
 Баланс энергии – 27 МДж

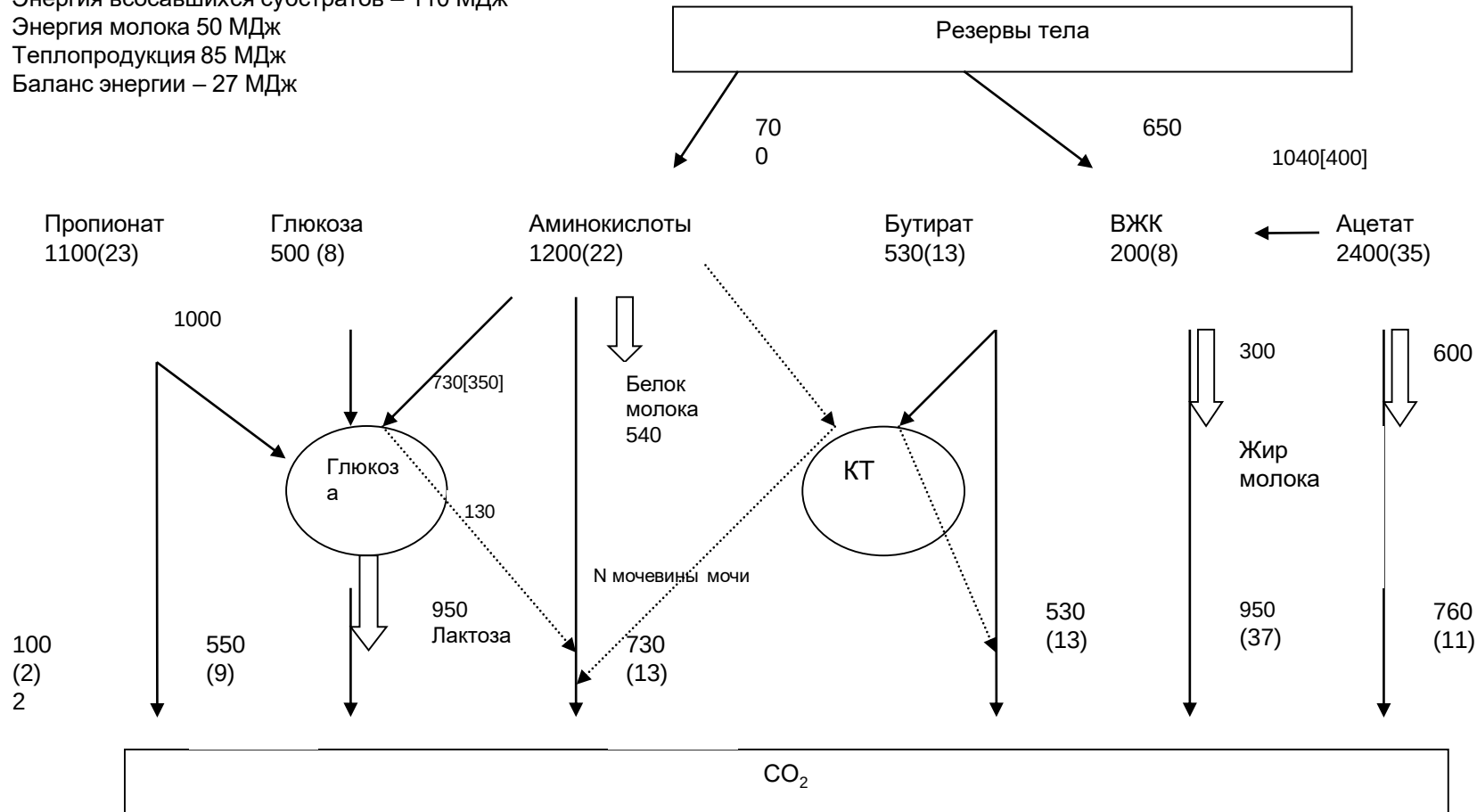


Рис. 2. Параметры взаимопревращения, использования для синтеза компонентов молока и окисления до CO₂ основных групп нутриентов у коровы с удоем 17 кг в начальной фазе лактации (жирность 3,6%, белок 3,2%, ДК=0,8). Цифры при обозначениях нутриентов означают потоки всасывания, г/сут; то же в круглых скобках - в МДж/сут. Цифры справа или слева от черной стрелки, обозначающей поток использования, означают скорость использования данного субстрата в организме по данному метаболическому пути (г/сут). Светлые стрелки – потоки использования субстрата для продукции компонентов молока. В квадратных скобках указано значение потока, выраженное по отношению к продукту (г продукта/сут). Пунктирная стрелка означает, что данный поток учитывается при вычислении калорического эквивалента прямого пути окисления субстрата.

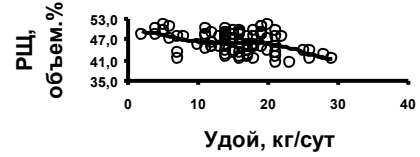
Образование субстратов для всасывания из пищеварительного тракта коров (г/сут) (расчетные данные)

Субстраты	Периоды опыта		
	1 (патока)	2 (ячмень)	3 (кукуруза)
Ацетат	3610	3363	3374
Пропионат	1786	1694	1700
Бутират	803	750	756
Глюкоза	482	469	578
Аминокислоты	1437	1389	1411
ВЖК	334	384	392

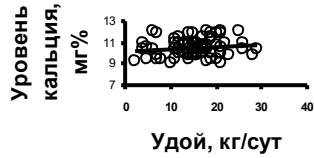
Поглощение молочной железой основных предшественников молока ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели	Периоды опыта		
	1 (патока)	2 (ячмень)	3 (кукуруза)
α -аминоазот, ммоль/ч	384 $\pm$ 31,4	364 $\pm$ 43,6	403 $\pm$ 42,9
Глюкоза, ммоль/ч	377 $\pm$ 15,1	406 $\pm$ 32,6	460 $\pm$ 23,3 ¹
Триацилглицеролы, ммоль/ч	12,2 $\pm$ 1,10	12,2 $\pm$ 1,86	16,9 $\pm$ 2,32
НЭЖК, ммоль/ч	15 $\pm$ 10,6	37 $\pm$ 22,9	-6 $\pm$ 12,0
β -гидроксибутират, ммоль/ч	190 $\pm$ 18,3	151 $\pm$ 27,1	178 $\pm$ 29,7
Ацетат, ммоль/ч	1059 $\pm$ 85,9	1040,9 $\pm$ 41,2	864,0 $\pm$ 15,8

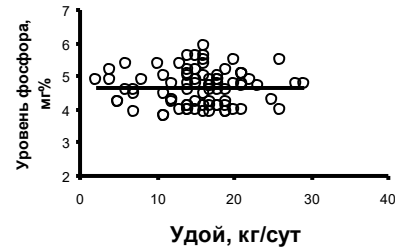
Резервная щелочность сыворотки крови у коров в зависимости от удоя



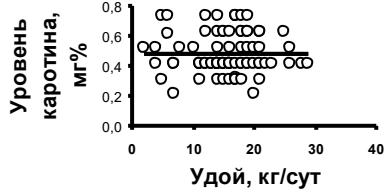
Уровень кальция в крови коров в зависимости от удоя



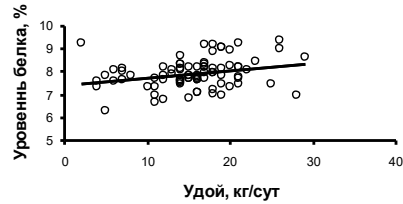
Уровень фосфора в крови у коров в зависимости от удоя



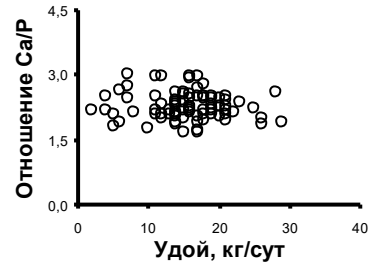
Уровень каротина в сыворотке крови у коров в зависимости от удоя



Уровень белка в сыворотке крови коров разного удоя



Отношение Са/Р в крови в зависимости от удоя



Концентрация в крови зависит: 1. Плазма, сыворотка, цельная кровь; 2. Время после кормления; 3. Стадия лактации; ;4. Антикоагулянт; 5. время до анализа; 6. Сосуд (Яремная вена, Артерия (сонная, подвздошная, подхвостовая артерия), молочная вена); 7. приток-расход и регуляция; 8. наличие депо

Колебания уровня ментаболита в крови

Общий смешанный рацион vs. концентрированные корма

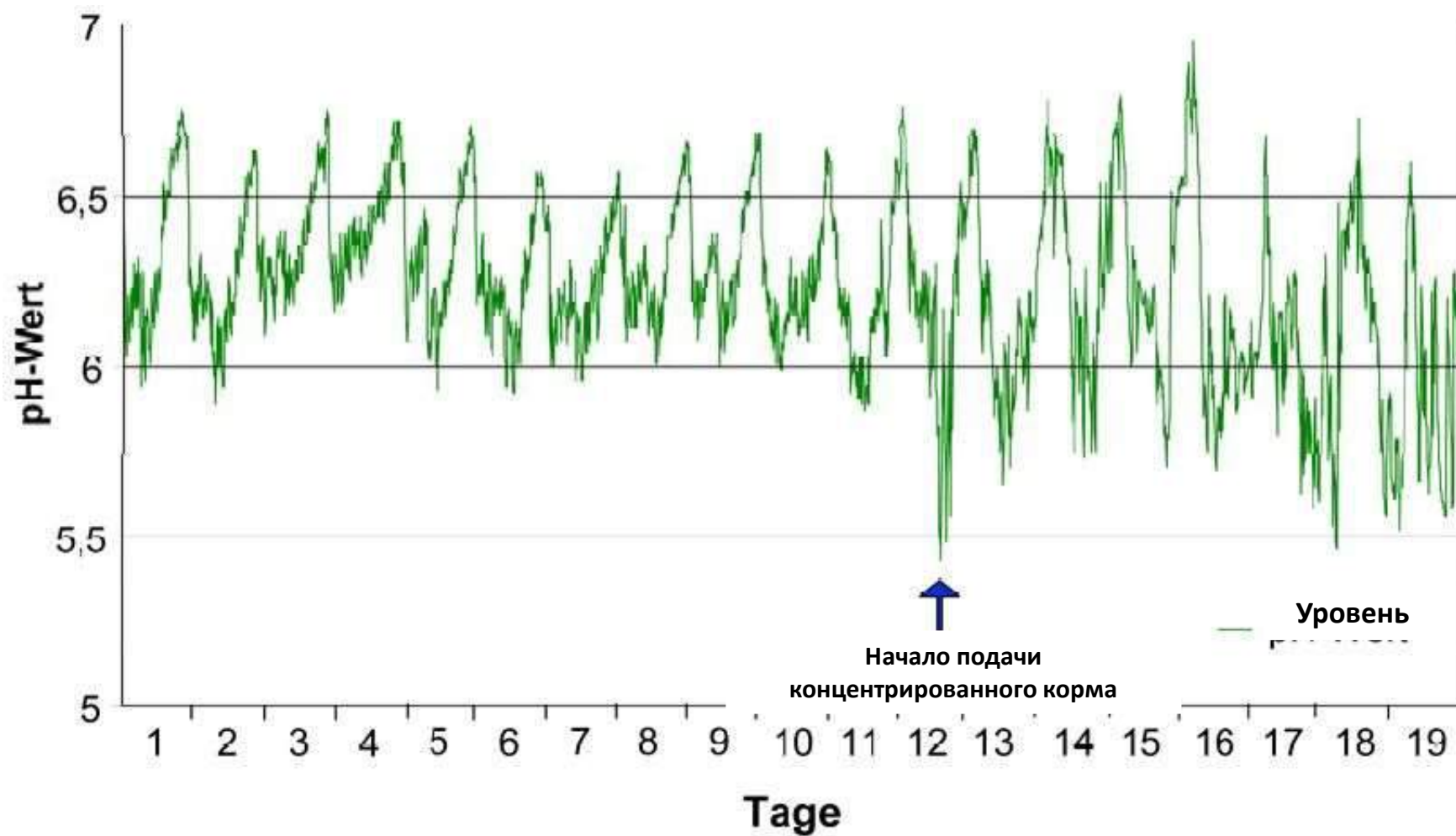


Таблица 1. Минеральный состав крови коров молочного направления продуктивности

снижение концентрации многих минеральных элементов в крови при их дефиците в организме животных. Однако необходимо учитывать, что концентрация некоторых катионов (Ca, Na, K, Mn) в крови поддерживается на сравнительно постоянном уровне и снижается только после исчезновения их резерва в тканях. Следовательно, минеральный состав крови не всегда быстро реагирует на дефицит и особенно избыток определенных элементов, подвержен суточным колебаниям и зависит от вторичного метаболизма.

Элемент	Плазма (сыворотка)		Ц е л ь н а я к р о в ь	
	среднее	min-max	среднее	min-max
К о н ц е н т р а ц и я м а к р о э л е м е н т о в , м м о л ь / л				
Ca	2,6	2,1-3,1	1,8	1,6-2,3
Робщ.	4,0	2,9-5,2	6,0	5,5-6,5
Рнеорг.	1,8	1,3-2,6	—	—
Mg	1,0	0,7-1,4	0,95	0,7-1,3
Na	135	118-152	115	90-125
K	5,5	4,4-6,7	10	9,0-11,5
Cl	105	100-115	80	75-85
S	37	28-50	55	50-62
Fe	0,03	0,02-0,04	5,7	4,5-8,1
К о н ц е н т р а ц и я м и к р о э л е м е н т о в , м к м о л ь / л				
Cu	15	9-23	14	9-19
Zn	16	9-25	43	23-77
Mn	2,0	0,7-3,6	2,7	0,9-4,6
Co	0,5	0,25-0,7	0,8	0,5-1,4
J	0,45	0,3-0,6	0,7	0,6-0,8
Se	0,75	0,5-1,0	1,4	0,9-1,9
Mo	0,10	0,03-0,15	0,3	0,1-0,5
Pb	—	—	0,15	0,1-0,2
Ni	—	—	0,85	0,5-1,2
Li	—	—	0,70	0,6-0,9

Примечание. Прочерк означает отсутствие достоверных данных.

Таблица 5. Схема дифференциальной диагностики субклинической формы минеральной недостаточности сельскохозяйственных животных

Элементы	Корм	Плазма крови	Печень	Почки	Костная ткань	Кишечник	Моча	Слюна	Молоко	Волос
Ca	++	+	–	–	+++	–	–	–	–	–
		↑Р, ↑Mg, ↑ЩФ	↓АТ	↑ЦН	↓Р, ↓ПП	↓ АТ	↑ЦН, ↑ОП, ↑Р, ↑Mg			
P	+	++	–	–	+++	–	++	+	–	–
		↑Mg, ↑Ca, ↑ЩФ		↑ ЦН	↑Ca, ↑Mg, ↓ПП		↑Mg, ↑Ca, ↑ЦН			
Mg	+	++	–	–	++	–	++	–	–	–
					↓Р, ↓ Ca					
Na	++	–	–	–	–	–	+++	++	–	–
								↑К		
K	++	+	–	–	–	–	+	+	–	–
								↑Na		
Cl	++	+	–	–	–	–	++	–	–	–
S	++	+	–	–	–	–	++	–	–	–
Fe	+	+++	++	++	++	++	–	–	–	–
		↓Нв, ↓ФР, ↓НТ	↓СД	↓СД		↓СД				
Cu	+	+	+++	++	+	+++	–	–	–	+
		↓ЦП, ↓СОД	↓ЦХО	↓ЦХО	↑ГАГ	↓ЦХО				
Zn	+	+	+	+	++	++	–	+	+	+
		↓МТ, ↓КА	↓АД		↓ЩФ	↓МТ				
Mn	++	–	+	+	+	++	–	–	–	+
			↓АР		↓ГАГ					
Co	+	+	++	+	–	+	–	–	+	++
		↑ММ, ↓В ₁₂	↓В ₁₂				↑ФГ		↓В ₁₂	
I	+	+++	+++	++	–	++	+++	–	+++	++
		↓Т ₄					↑ТЦ			
Se	+	++	+++	+++	+	++	++	–	+	++
		↓ГП, ↑АТ	↓ГП							

Интервальные значения показателей цельной крови, плазмы, сыворотки, мочи, рубцовой жидкости и молока, соответствующие физиологической норме для коров

Показатель	Размерность	Интервальные значения
Кровь (яремная вена)		
рН		7,38-7,44
Гематокрит	об.%	35-45
Гемоглобин	%	9-14
Метгемоглобин	мкмоль/л	до 350
Эритроциты	млн/мкл	5,0-7,5
Лейкоциты	тыс./мкл	6,1-9,1
Кетоновые тела	мг%	1-6
Ацетон+ацетоуксусная кислота	мг%	0,2-1,4
продолжение таблицы 6		
Бета-масляная кислота	мг%	0,8-4,6
Резервная щелочность	об.%	46-66
Плазма крови		
Общий белок	г/%	6-8,5
Альбумины	%	39-43
Альфа-глобулины	%	17,21
Бета-глобулины	%	12-16
Гамма-глобулины	%	24-28
Аммиак	мг%	0,1-0,4
Глюкоза	мг%	35-65
Мочевина	мг%	10-35
Молочная кислота	мг%	5-20
Пировиноградная кислота	мг%	0,25-1,7
Сыворотка крови		
НЭЖК	мг%	3,0-15,0
Каротин		
В пастбищный период	мг%	0,9-2,8
В стойловый период	мг%	0,4-1,0
Кальций	мг%	9,0-13,0
Фосфор неорганический	мг%	4,5-7,5
Магний	мг%	2,0-3,6
Натрий	ммоль/л	130-145
Калий	ммоль/л	5,1-6,4
Хлор	ммоль/л	100-115
Сера	ммоль/л	37-50
Железо	мкмоль/л	20-36
Медь	мкмоль/л	13-20
Цинк	мкмоль/л	11-18
Марганец	мкмоль/л	1,8-3,6
Кобальт	мкмоль/л	0,3-0,7
Йод	мкмоль/л	0,3-0,6
Селен	мкмоль/л	0,6-1,4
Моча		
Удельная плотность	г/мл	1,03-1,045
рН		7,8-8,4
Нетто кислотно-щелочная экскреция	мэкв/л	+100-200
продолжение таблицы 6		
Аммиак	мг%	до 13,0

Биохимические показатели артериальной крови коров, через 3 часа после кормления ($M \pm m$, $n=3$)

Показатели	Периоды опыта		
	1 (патока)	2 (ячмень)	3 (кукуруза)
α -аминный азот, ммоль/л	3,95 $\pm$ 0,072	3,86 $\pm$ 0,155	3,41 $\pm$ 0,031 ^{1,2}
триацилглицеролы, ммоль/л	0,08 $\pm$ 0,014	0,082 $\pm$ 0,007	0,09 $\pm$ 0,003
глюкоза, ммоль/л	3,36 $\pm$ 0,062	3,45 $\pm$ 0,126	3,51 $\pm$ 0,075
ЛЖК, ммоль/л	2,95 $\pm$ 0,27	2,5 $\pm$ 0,17	2,6 $\pm$ 0,11
β -оксибутират, ммоль/л	1,27 $\pm$ 0,150	1,11 $\pm$ 0,190	1,27 $\pm$ 0,158
НЭЖК, ммоль/л	0,26 $\pm$ 0,104	0,27 $\pm$ 0,126	0,20 $\pm$ 0,080
пируваткарбоксилаза, мкмоль/л/мин	3,22 $\pm$ 1,00	4,75 $\pm$ 0.66	5,21 $\pm$ 1,19
Пируват, мкг/мл	18,62 $\pm$ 2,02	14,887 $\pm$ 1,14	13,818 $\pm$ 0,58
Тиамин, мкг/мл	0,578 $\pm$ 0,055	0,640 $\pm$ 0,051	0,730 $\pm$ 0,134
Ацетоальдегид, мкг/мл	9,99 $\pm$ 1,51	12,49 $\pm$ 2,77	10,00 $\pm$ 2,07
α -токоферол, мкг/мл	5,28 $\pm$ 0,714	5,39 $\pm$ 0,42	7,38 $\pm$ 1,23
ретинол, мкг/мл	0,37 $\pm$ 0,046	0,39 $\pm$ 0,04	0,41 $\pm$ 0,03

Соотношение белка и мочевины в молоке

Мочевина, мг/100мл	Белок, г%	Отношение мочевина/ белок	Дефицит в рационе		Избыток в рационе	
			энергии	протеина	энергии	протеина
<15	<3.2	3.0-4.7	+	+		
	>3.3<3.6	2.9-4.4		+		
	>3.6	2.6-4.1		+	+	
>15<30	<3.2	6.3-9.3	+			
	>3.3<3.6	5.9-8.8	Баланс энергии и протеина в рационе			
	>3.6	5.4-8.1			+	
>30	<3.2	>10.9	+			+
	>3.3<3.6	>10.3				+
	>3.6	>9.5			+	+

Таблица 4. Оценка сбалансированности протеинового и углеводного питания по данным определения азота мочевины молока (АММ, мг/дл) и молочного белка

АММ < 10 и белок молока < 3% (низкий)	Низкий уровень распадаемого протеина и низкое потребление углеводов
АММ < 10 и белок молока 3,0-3,2 (нормальный)	Низкий уровень распадаемого белка и углеводы сбалансированы с белком
АММ < 10 и белок молока > 3,2 (высокий)	Низкий уровень распадаемого протеина и высокий- углеводов
АММ 10-14 и белок молока < 3%	Адекватный уровень распадаемого белка, низкое содержание углеводов
АММ 10-14 и белок молока 3,0-3,2%	Распадаемый протеин и углеводы сбалансированы
АММ 10-14 и белок молока > 3,2	Адекватный уровень распадаемого белка, высокое содержание углеводов
АММ > 14 и белок молока < 3%	Высокий уровень распадаемого белка, низкое потребление углеводов
АММ > 14 и белок молока 3,0-3,2%	Высокий уровень распадаемого белка и сбалансированное содержание углеводов
АММ > 14 и белок молока > 3,2	Высокий уровень распадаемого протеина, высокое потребление углеводов

Таблица 5. Интерпретация значений азота мочевины молока (АММ, мг/дл) с учетом стадии лактации и содержания белка в молоке

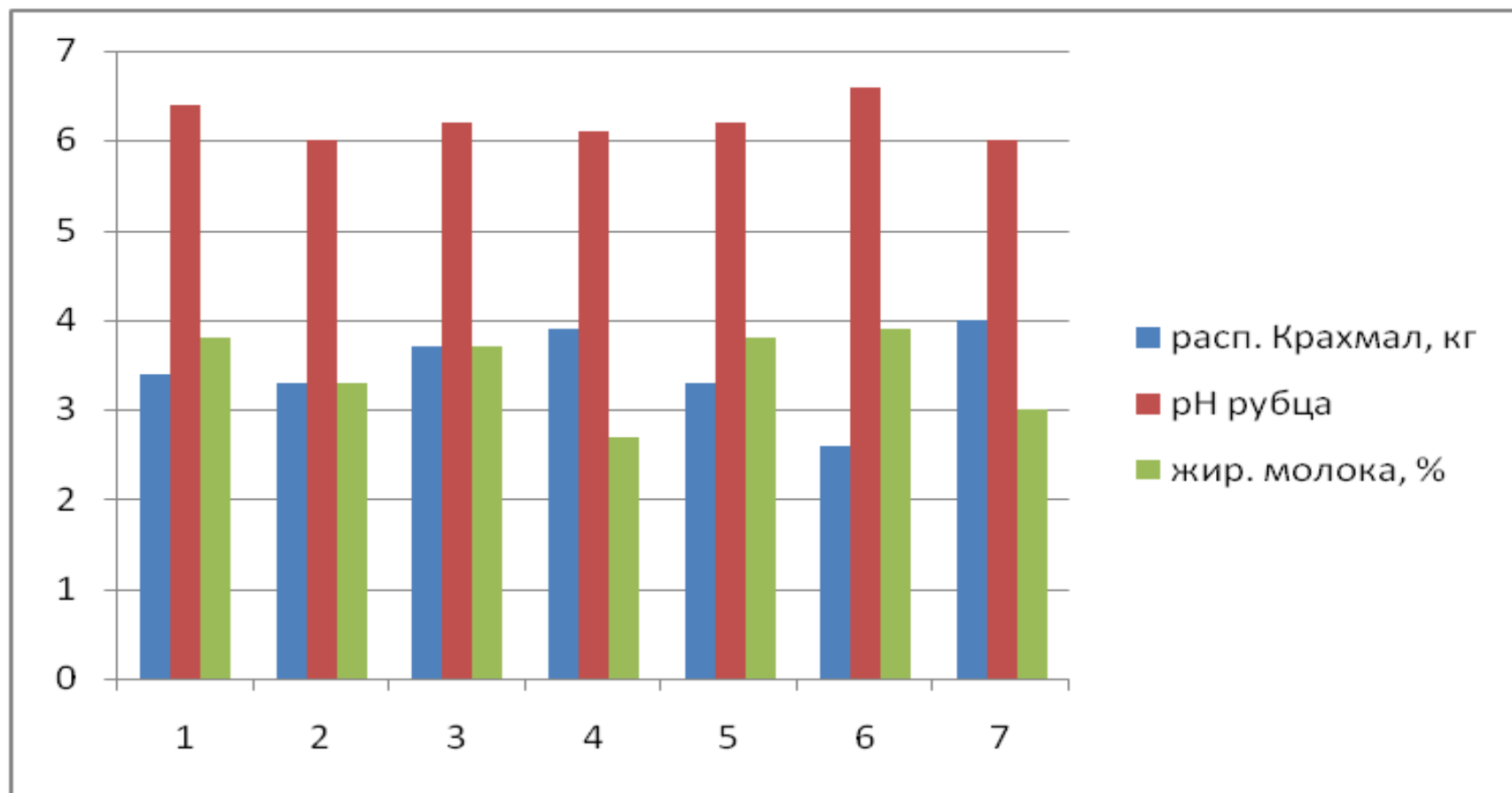
Стадия	Белок, %	Низкий уровень АММ (< 12 мг/дл)	Высокий уровень АММ (> 16 мг/дл)
Отел - 45 дней лактации	<3,0	Низкое потребление протеина и низкий уровень неструктурных углеводов	Высокое потребление протеина, низкое потребление трудно ферментируемых углеводов, высокое потребление нераспадаемого протеина
	3,0-3,2	Низкий уровень протеина	Высокое потребление распадаемого протеина, адекватный уровень энергии
	>3,2	Низкое потребление протеина, высокий уровень энергии	Высокое потребление распадаемого протеина, высокий уровень энергии
46 – 150 дней лактации	<3,0	Низкие уровни протеина и энергии	Высокое потребление распадаемого протеина по отношению к ферментируемым углеводам, высокое потребление нераспадаемого протеина
	3,0-3,2	Низкое потребление протеина	Избыточное потребление распадаемого протеина
	>3,2	Низкое потребление протеина, высокое потребление неструктурных Углеводов	Избыточное потребление протеина по отношению к ферментируемым углеводам
>150 дней	<3,2	Низкое потребление протеина и энергии	Избыточное потребление распадаемого протеина по отношению к ферментируемым углеводам, низкий уровень энергии
	3,2-3,4	Низкое потребление протеина	Высокое потребление распадаемого протеина, адекватный уровень энергии
	>3,4	Низкий уровень энергии	Высокое потребление распадаемого протеина, адекватный уровень энергии

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, %	3,2-3,4	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

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

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	15,7±5,63 -
4 группа	17,2±2,53	11,4±1,92	50,7±1,22	5,3±0,66	2,25±0,18	9,9±1,66
5 группа	29,8±4,67	33,8±2,78	36,9±0,26	3,08±0,36	-	7,5±0,76
6 группа	29,3±4,72	28,7±3,15	43,8±0,79	5,0±0,06	2,55±0,22	33,0±4,94
7 группа	19,7±1,19	16,4±1,08	35,6±3,96	-	3,1±0,15	21,2±0,76



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

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	2,98-	2,22-
Ош.	0,73	0,86	1,26	0,37	0,12	0,02
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

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

[illegible]