

Российская сельскохозяйственная академия наук

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

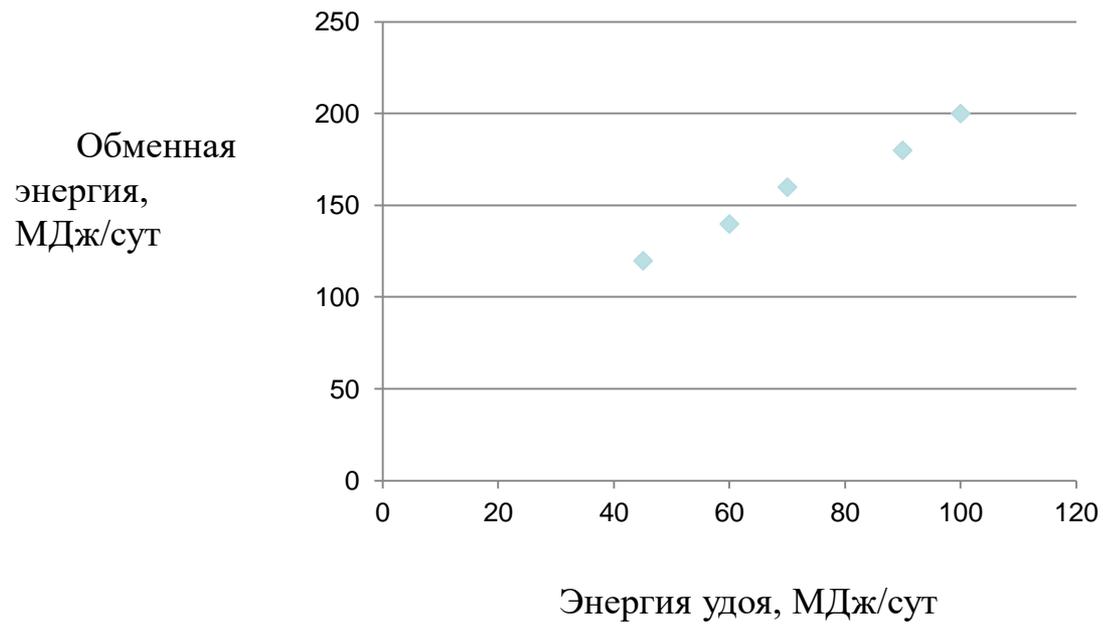


**Система нормированного питания
высокопродуктивных молочных коров
Д.б.н., профессор Харитонов Е.Л.**

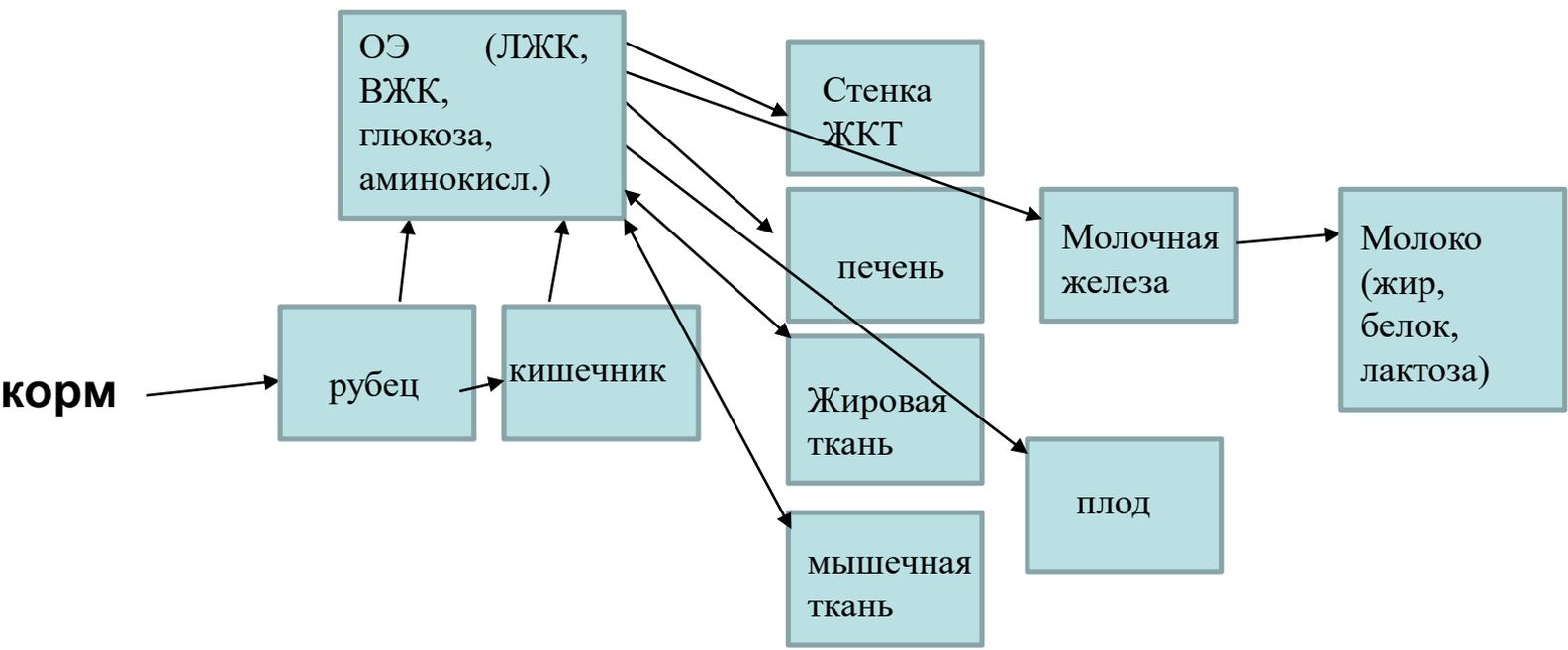


Основные положения системы питания высокопродуктивного молочного скота

- Эффективность использования обменной энергии на молокообразование зависит от ее состава, а эффективность использования обменного протеина от сбалансированности его аминокислотного состава (Блэкстер).
- Вне конкретных условий кормления (уровень кормления, состав рациона) нельзя определить (прогнозировать) питательность корма (энергетическую –обменная энергия и протеиновую- обменный протеин) (Денисов Н.И.) Рациона!

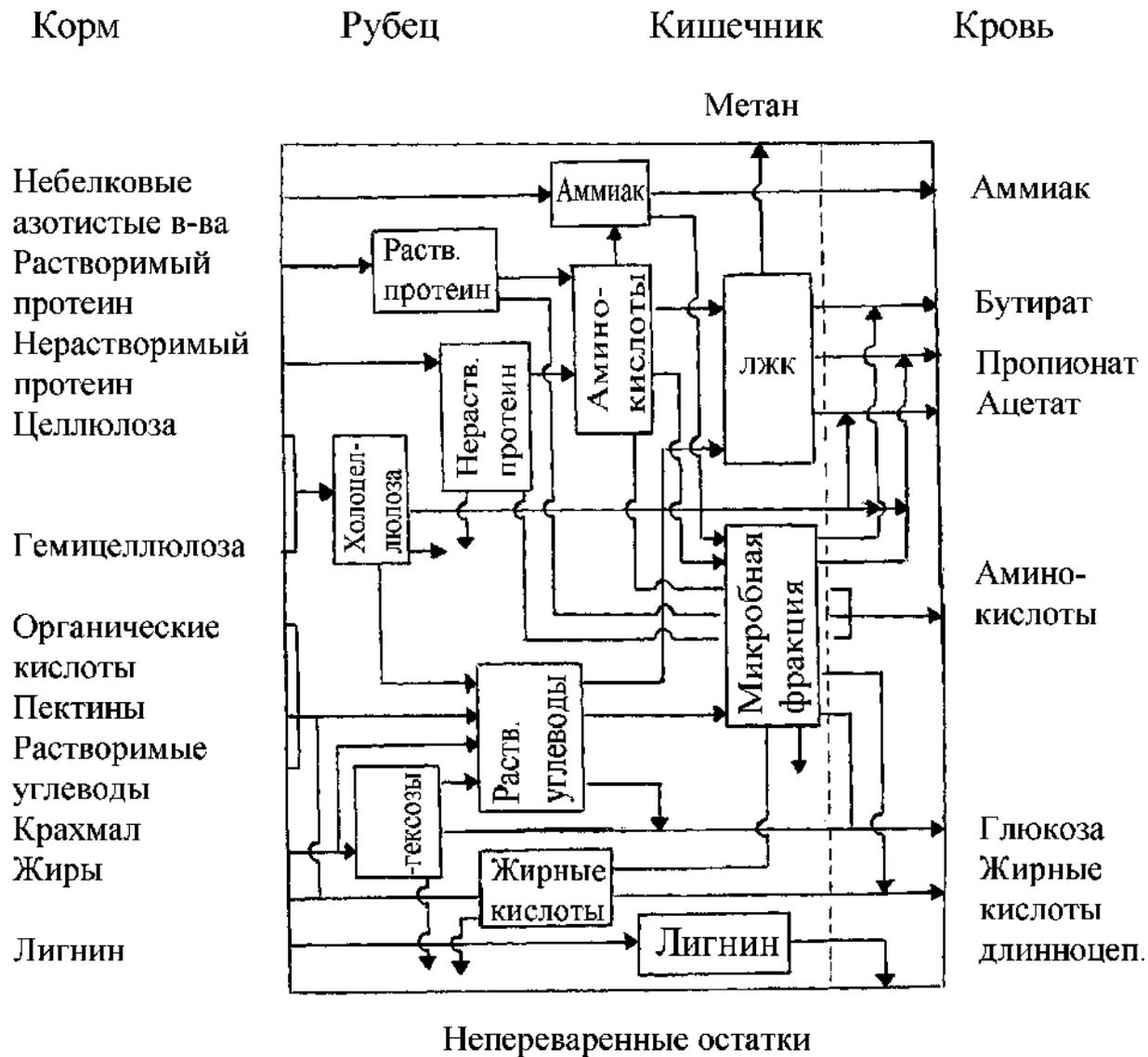


Потребность $OЭ = Э_{подд} + Э_{молока} * Э_{фл} + Э_{привес} + Э_{фп} + Э_{плод} * Э_{фпл} - Э_{мобилизации} * Э_{фмоб}$



Сравнение методов анализа кормов

Зооанализ		Химический анализ		
100%	Сырая зола	Сырая зола		Содержимое клетки
	Сырой протеин	Сырой протеин		
	Сырой жир	Липиды		
	БЭВ	Сахара		
Фруктозаны				
Крахмал				
пектины				
50%	Сырая клетчатка	Гемицеллюлозы	НДК	
		Целлюлоза		
0%		Лигнин		КДК



Сравнение методов расчета ОЭ:

1. Сумма энергетической питательности кормов рациона
(по справочным таблицам – 140 МДж (107%))

2. Сумма переваримых питательных веществ

$$\text{ОЭ} = 17,46 \text{ пП} + 31,23 \text{ пЖ} + 13,65 \text{ пК} + 14,78 \text{ пБЭВ}$$

$$\text{ОЭ} = 17,3 \text{ ПП} + 34 \text{ ПСЖ} + 15,9 \text{ Крах.} + 15,1 \text{ Сах.} + 15,4 \text{ ПЦелл.}$$

где ПП–переваримый протеин, ПСЖ–переваримый сырой жир, Крах–крахмал рациона, ПЦелл.–
Переваримая целлюлоза.

(данные переваримости из опыта) -145МДж (111%)

3. Сумма всосавшихся субстратов

ОЭ = ЭАмин. + Э Жк. + Э Глюк. + Э Ацет. + Э Проп. + Э Бут; где ЭАмин. – энергия всасывающихся аминокислот; Жк - энергия жирных кислот, Глюк. - энергия глюкозы, Проп. - энергия пропионата, Ацет. - энергия ацетата, Бут. - энергия бутирата.

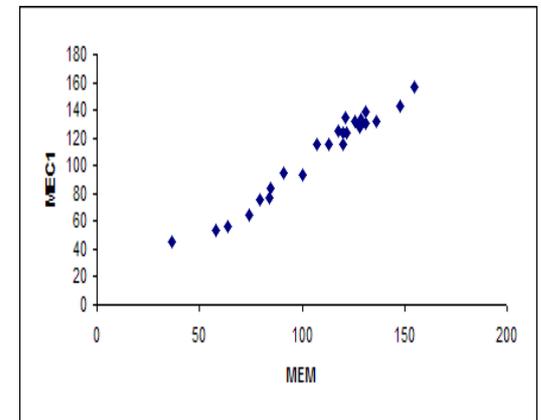
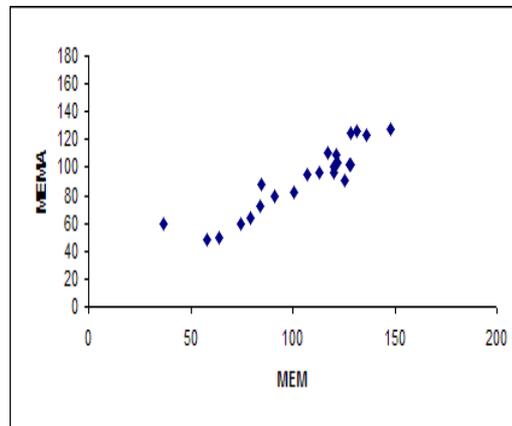
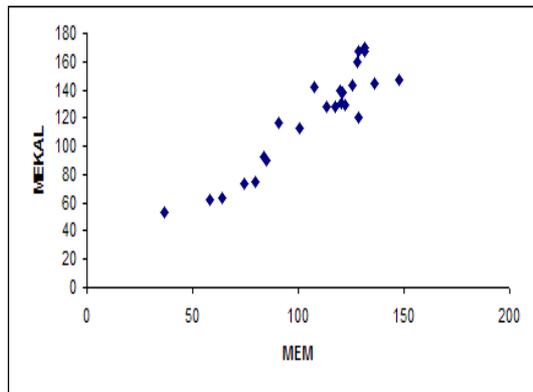
129 МДж (99,2%)

4. ОЭ = ВЭ - (Э кала + Э мочи + Э газов + Э ферм.)

ОЭ корма = ВЭ - (Э кала + Э мочи + Э метана) (9)

(данные прямых измерений)

130 МДж (100%)



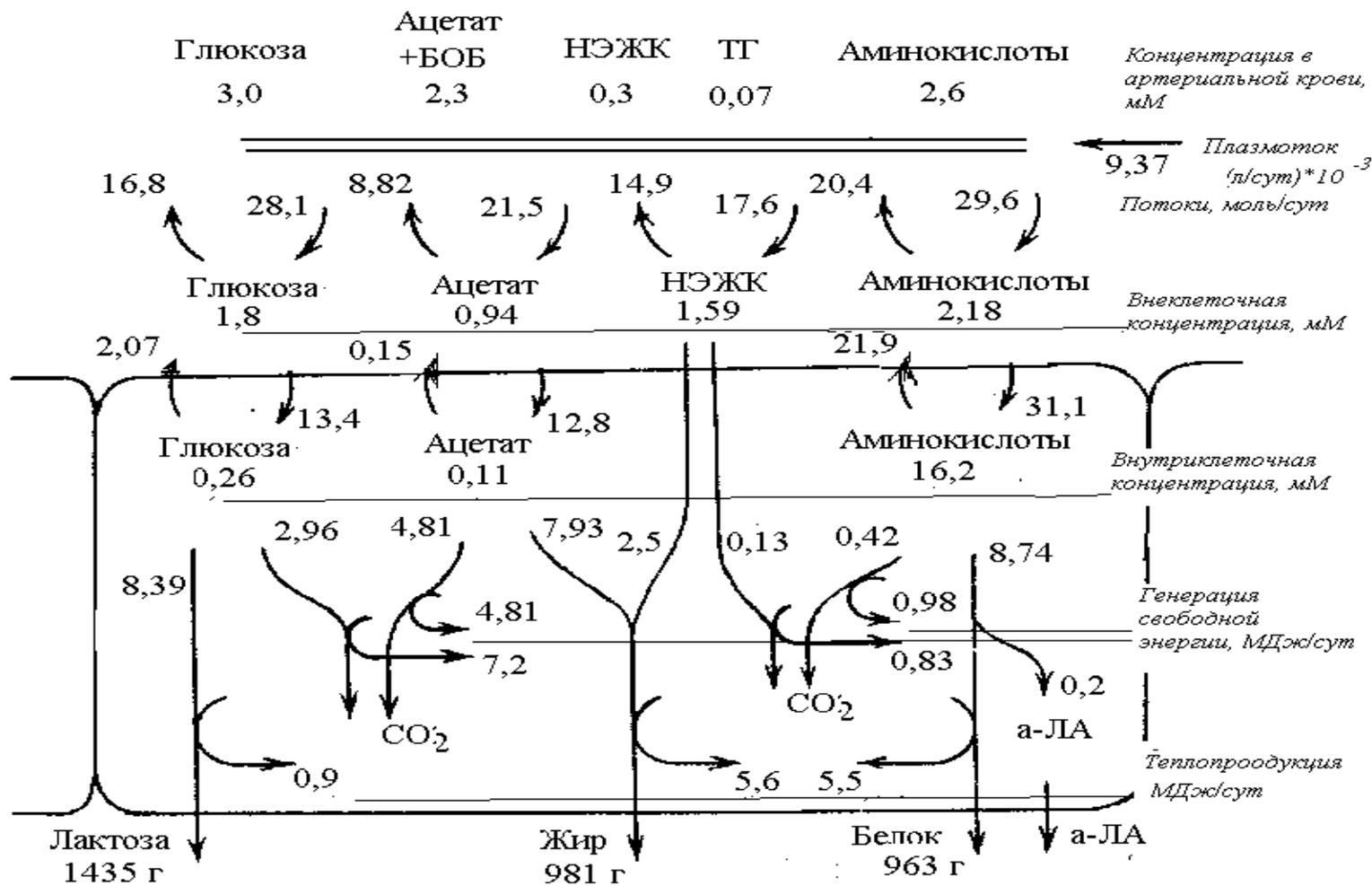


Рис. Диаграмма метаболических потоков в молочной железе коровы с удоем 30 кг во второй половине лактации при содержании белка 3,2%, жира 3,3% и заданных концентрациях субстратов в крови. Приведены значения стационарных тканевых концентраций, метаболических потоков, генерации свободной энергии (при окислении глюкозы, ацетата, жирных кислот и аминокислот) и теплопродукции.

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

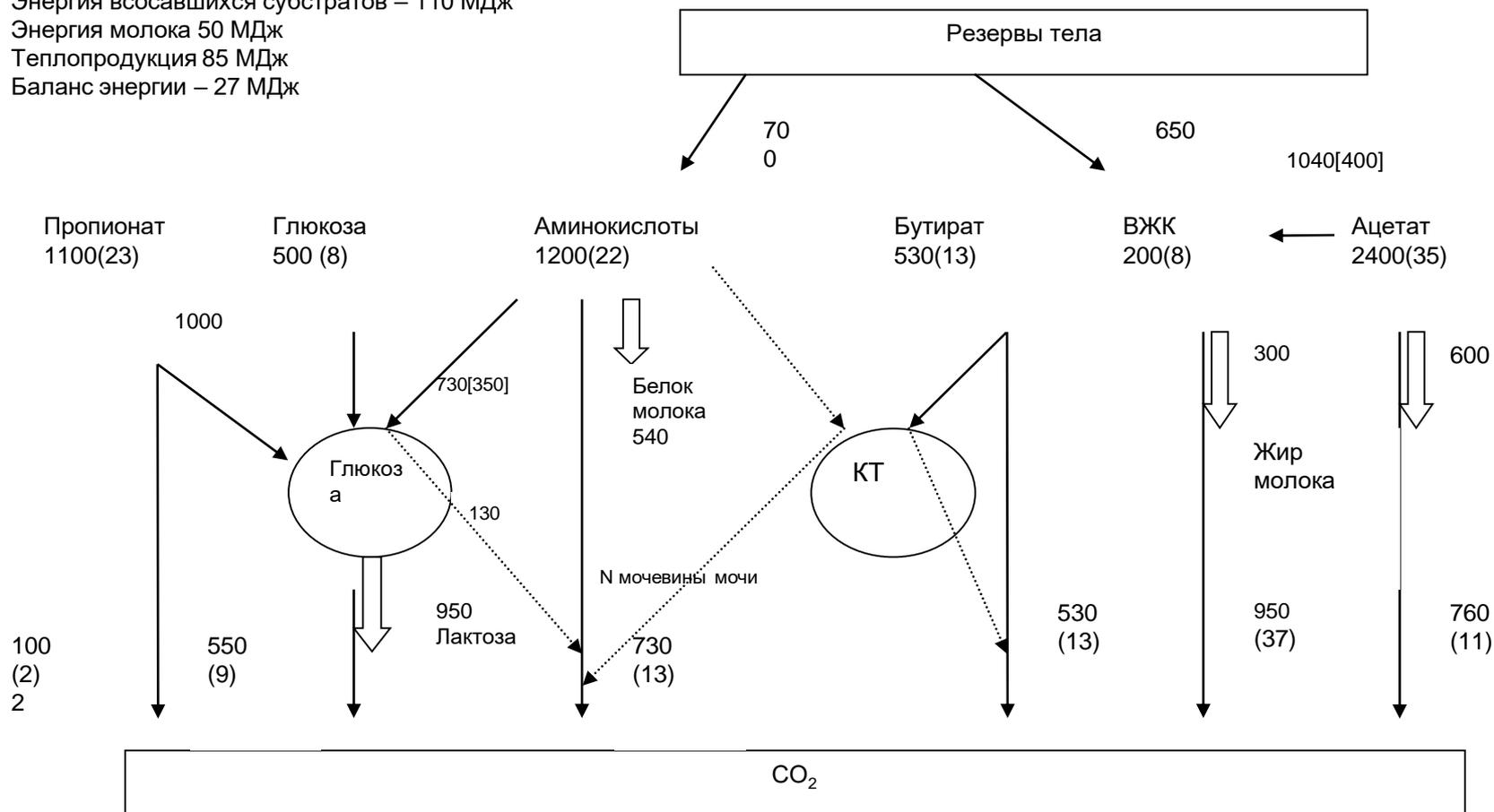


Рис. 2. Параметры взаимопревращения, использования для синтеза компонентов молока и окисления до CO₂ основных групп нутриентов у коровы с удоем 17 кг в начальной фазе лактации (жирность 3,6%, белок 3,2%, ДК=0,8). Цифры при обозначениях нутриентов означают потоки всасывания, г/сут; то же в круглых скобках - 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.

Использование сложнооперированных животных –
необходимое условие для проведения исследований



Определение объемной скорости кровотока по молочной железе при инфузии различных субстратов в пищеварительный тракт.





Анализ биологических объектов современными методами – важная часть исследований питания животных



Проведение газообмена в условиях ПХ»Пушкинское»



Получение проб рубцового содержимого в ОПХ
«Ермолино»

Потребность молочной железа в энергетических и пластических субстратах (на основе биохимических реакций)

Продукт на 100г	Пластический предшественник				Энергетические потребности	
	глюкоза	ацетат	Аминокислоты	ВЖК	АТФ, моль (ацетат, г)	НАДФН, моль (глюкоза, г)
Лактоза	105,3	0	0	0	0,6 (3,5)	0
Белок	100		100		7,2 (43,2)	0
Липиды:						
пальмитат	0	187,5	0	0	9,43 (59,2)	5,46 (81,5)
глицерин	90	0	0		4 (24)	0
триглицериды	0	0	0	89,3	0,7 (4,2)	0

На производство 20 кг молока
(846г лактозы, 680г белка, 800г жира) требуется:

1244г глюкозы (на синтез лактозы и НАДФН)

99 моль АТФ (593г ацетата)

675 г ацетата (на синтез 50% ВЖК)

360г ВЖК

675г аминокислот

Потребности молочных коров в субстратах и энергетических эквивалентах на основе биохимических реакций в организме при нулевом балансе энергии (молоко лактоза-4,5, жир 4, белок 3,4)

ЖМ	У Д О Й	АТФ, моль						НАДФН моль	Субстраты,г						
		КГ	К Г	Синтез мол.	Глюко- неогенез	Синтез мочевины	Пище- варение		Основной обмен	сумма	Амино кислоты				Глюкоза
350	1 5		77	39	9,8	315,1	303,7	745,4	18,5	1049	1059	421			
400			77,35	39,4	10,4	316,5	335,7	779,6	19,01	1076	1066	438			
450			77,3	40,3	11,0	326,6	366,8	822,1	19,52	1103	1074	456			
350	2 0		103,1	50,4	11,2	388,9	303,7	857,5	23,49	1314	1394	519			
400			103,1	51,1	11,8	396,2	335,7	898,1	23,99	1341	1402	537			
450			103,	52,1	12,4	408,0	366,8	942,5	24,50	1367	1409	555			
500			103,14	52,8	12,9	416,2	396,9	982,1	25,01	1392	1417	573			
450	2 5		128,9	62,9	13,8	484,4	366,8	1057,	29,48	1631	1744	654			
500			128,9	63,5	14,3	489,9	396,9	1093	29,99	1657	1752	672			
550			128,9	63,6	14,8	489,9	426,3	1123	30,50	1682	1760	689			

ЖМ	УД	АТФ, моль						НАДФН · моль	Субстраты,г			Эф1	Эф2
		Синтез м о л о к а	Глюко- нео ген ез	Синтез моч евин ы	Пище- ва ре ни е	Основно й обм ен	сумм а		Амино- кислот ы	Глюкоз а	ВЖ		
450	30	154,7	72,92	15,31	548,6	366,8	1158	34,46	1896	2080	753	0,60	0,80
500		154,7	73,88	15,85	560,1	396,9	1201	34,97	1921	2087	770	0,60	0,80
550		154,7	74,77	16,41	570,4	426,3	1242	35,48	1946	2095	788	0,60	0,80
600		154,7	75,59	16,91	580,0	455,1	1282	35,99	1970	2103	806	0,60	0,80
500	35	180,4	84,39	17,32	630,6	396,9	1309	39,95	2186	2423	869	0,60	0,80
550		180,4	85,11	17,86	638,8	426,3	1348	40,46	2211	2430	887	0,60	0,80
600		180,4	86,04	18,35	651,0	455,1	1391	40,97	2235	2438	905	0,60	0,80
600	40	206,2	97,77	19,79	719,8	455,1	1498	45,95	2499	2773	1004	0,60	0,80
650		206,2	98,92	20,35	733,4	483,2	1542	46,46	2523	2781	1021	0,59	0,80
700		206,2	99,66	20,87	741,6	510,9	1579	46,97	2546	2788	1039	0,60	0,80

Нормы обменной энергии и оптимальные соотношения основных субстратов (% в энергетических эквивалентах) для половозрелых молочных коров с 15 по 90 день лактации (содержание жира в молоке – 4%, белка – 3,4%)

Показатели				
Удой 20 кг				
Живая масса, кг	400	450	500	550
ОЭ, МДж	137, 3	140, 2	144, 5	148, 0
ВЖК	14, 0	13, 7	13,0	11, 0
Аминокислоты	22, 0	22, 0	21, 7	21, 5
Глюкоза	8, 4	8, 2	9, 0	8, 8
Бутират	9, 0	9, 5	10, 0	10, 0
Пропионат	17, 0	16, 5	16, 0	16, 0
Ацетат	29, 6	30, 1	30, 3	32, 7
Удой 35 кг				
Живая масса, кг	550	600	650	700
ОЭ, МДж	211, 8	218, 8	226, 1	233
ВЖК	14,4	13,9	13,0	12
Аминокислоты	23, 8	22, 8	22, 3	22, 6
Глюкоза	6, 6	6, 4	6, 7	6, 7
Бутират	10, 5	9, 0	9, 0	9, 3
Пропионат	17, 0	18, 0	18, 5	17, 5
Ацетат	28, 2	29, 9	30, 5	31, 9

Нормы обменной энергии и оптимальные соотношения основных субстратов (% в энергетических эквивалентах) для половозрелых молочных коров с 90 по 180 день лактации (содержание жира в молоке – 4%, белка – 3,4%)

Показатели				
Удой 20 кг				
Живая масса, кг	400	450	500	550
ОЭ, МДж	148,6	155,8	159,5	163,0
ВЖК	11	10,5	9,3	8,2
Аминокислоты	20,2	20,1	20,0	20,0
Глюкоза	7,0	7,0	7,2	7,0
Бутират	10,0	10,0	11,0	12,0
Пропионат	19,0	19,0	17,2	16,5
Ацетат	32,8	33,4	35,3	36,3
Удой 35 кг				
Живая масса, кг	550	600	650	700
ОЭ, МДж	229,1	232,5	235,9	239,2
ВЖК	11,5	11,0	10,5	10,0
Аминокислоты	21,5	21,46	21,4	21,3
Глюкоза	6,1	6,0	6,5	6,4
Бутират	9,6	9,7	9,8	11,0
Пропионат	19,6	19,8	19,0	17,0
Ацетат	31,7	32,0	32,8	34,3

Расчет потребности в обменной энергии

Потребность $ОЭ = Э_{подд} + Э_{молока} * Э_{фл} + Э_{привес} + Э_{фп} + Э_{плод} * Э_{фпл-}$
 $Э_{мобилизации} * Э_{фмоб}$

• **Потребность на поддержание $0,5 \text{ МДж/кг}^{0,75}$ (было $0,46$)** + поправки на температуру, влажность и передвижение

• Эффективность использования продуктивной части обменной энергии на кг нормализованного молока - от **$0,62$** до **$0,68$** в зависимости от доли ВЖК (высших жирных кислот в составе обменной энергии и жира молока) ---- или постоянный коэффициент $0,62$ или зависимость от доли концентратов в рационе или концентрации ОЭ в кг СВ рациона (от $0,59$ до $0,64$) или обменности (ОЭ/ВЭ)

• Калорийность привеса и отвеса, эффективность использования на прирост и эффективность использования отвеса на молоко (без изменений)

• Отложение энергии в плоде, эффективность на это отложение (без изменений)

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**

Нормы содержания обменных аминокислот для высокопродуктивных лактирующих коров

Аминокислоты	% от обменного белка
Метионин	2,0
Лейцин	6,8
Фенилаланин	4,3
Лизин	7,6
Гистидин	2,6

Таблица 1 Белково-аминокислотная характеристика «защищенного подсолнечного шрота»

Показатель	корм
	Подсолнечный шрот «защищенный»
Растворимость, а%	10,2
Нерастворимая распадаемая часть, в%	84,8
Скорость распада фракции в, %/час	2,0
Эффективная распадаемость при скорости оттока 8%/час, %	27,1
Переваримость протеина нераспавшейся части в кишечнике, %	93,1
Содержание доступного протеина в кг натурального корма, г	247,6
Содержание доступных аминокислот в кг натурального, г	232,1
Содержание доступного лизина в кг натурального корма, г	10,1
Содержание доступного метионина в кг натурального корма, г	4,3
Содержание доступного гистидина в кг натурального корма, г	6,5
Содержание доступного лейцина в кг натурального корма, г	20,5

Средняя скорость переваривания фракций клетчатки различных кормов в рубце

Корма	Скорость переваривания, %/час			
	НДК	КДК	Гемицел- люлозы	Целлюлозы
Сено разнотравное	0,012	0,013	0,011	0,017
Сено злаковое	0,021	0,018	0,025	0,023
Сено зл.-бобовое	0,029	0,026	0,033	0,031
Силос-кукурузный	0,015	0,0125	0,017	0,014
Силос зл.-боб. трав	0,017	0,017	0,011	0,029
Кукуруза	0,045	0,031	0,053	0,05
Пшеница	0,043	0,032	0,057	0,056
Ячмень	0,051	0,046	0,065	0,051
Соевый шрот	0,042	0,035	0,035	0,03
Свекла корм.	0,086	0,11	0,17	0,12
Трава зл.-бобовая	0,025	0,022	0,029	0,026

**Средние величины распадаемости сахаров в рубце
различных кормов.**

Корм	Распадаемость сахара за 12 часов инкубации	Скорость распада, %/час
Свекла кормовая	93,25	22,4
Сено разнотравно- злаковое	96,5	14,4
Силос кукурузный	95,9	13,1
Комбикорм	97,8	11,8
Шрот соевый	86,4	11,6
Пшеница	97,36	15,7
Ячмень	88,27	17,1
Кукуруза	96,01	20,0
Овес	94,5	16,8

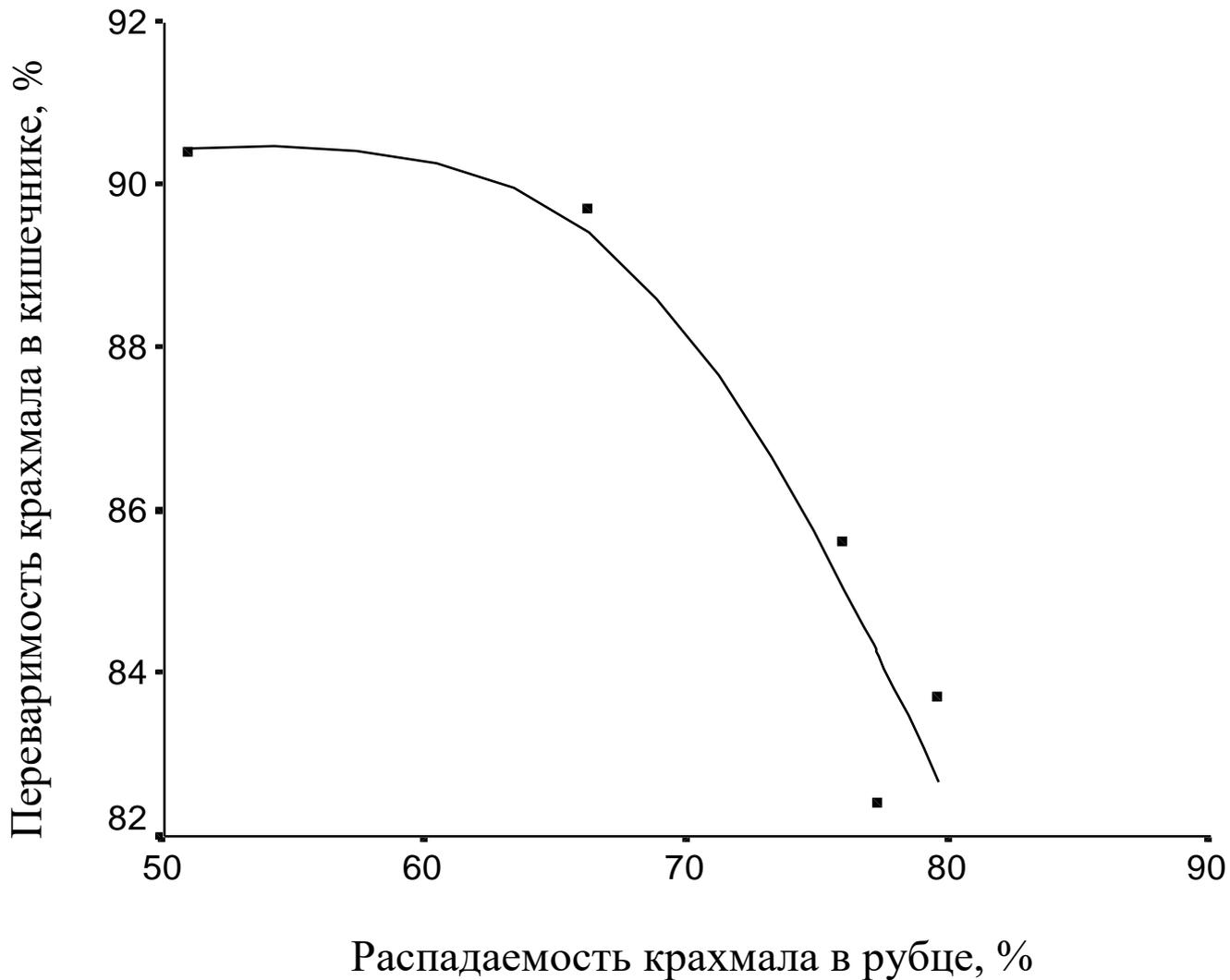
Характеристика распадаемости крахмала в рубце различных зерновых кормов

Показатели	Корма		
	Кукуруза	Ячмень	Пшеница
Распадаемость, % за 3 ч	38±1,23	51±0,78	48,4±1,89
6 ч	51,8±2,05	66,2±0,86	67,9±2,14
12 ч	67±1,69	77,3±2,01	76,5±1,25
Скорость распада, %/ч	6,9±0,02	8,2±0,03	8,2±0,04
Растворимость in vivo, %	25,3±1,25	40,21±1,69	39,7±1,56
Растворимость in vitro, %	7,2±0,98	5,6±0,69	5,3±0,25

Эффективная распадаемость крахмала зерновых в зависимости от скорости оттока кормовых частиц

Вид корма	Скорость оттока		
	0,02/час	0,05/час	0,08/час
Кукуруза	79	64	57
Ячмень	88,3	77	70
Овес	95	89	84
Пшеница	88,2	77,1	70

Переваримость крахмала кукурузы в кишечнике при разной степени распада в рубце



Нормы кормления лактирующих коров, г

ЖМ, кг	Месяц лактации	Удой, кг/сут	Обменная энергия, МДЖ	Распадаемый СП	Переваренный СП	Переваримые гемицеллюлозы+целлюлоза	Распадаемый крахмал	Переваримый крахмал	Общий сахар	Переваримый жир корма
500	1-2	20	145	1240	620	3200	1620	680	800	620
	3-9	20	157	1383	565	3539	1521	400	894	530
	1-2	25	167	1450	720	3400	1800	780	900	720
	3-9	25	180	1652	6745	3885	2067	635	1091	611
	1-2	30	175	1620	840	3600	2000	880	1100	820
	3-9	30	205	1837	794	3945	2476	841,0	1523	717
600	1-2	20	165	1350	648	3600	1850	540	850	615
	3-9	20	173	1513	548	3827	1758	427,9	895	515
	1-2	25	172	1450	748	3750	1940	670	1000	670
	3-9	25	196	1693	668	3980	2129	590,0	1348	578
	1-2	30	190	1600	890	3900	2250	880	1500	690
	3-9	30	221 237	1956 2120	794	4175	2542	787	1865 2440	645
	1-2	35	205	1800	1050	4100	2700	920	1800	780
	3-9	35	246	2157	958	4250	3066	850	2030	709
	1-2	40	220	1950	1250	4100	2900	1000	1950	900
	3-9	40	269 296	2356 2650	1050	4095	3441	898,0	2090 3400	875
	1-2	45	235	1950	1250	4100	2900	1000	2050	900
	3-9	45	290	2356	1250	4395	3641	1100	2290	875

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

	Зерна и семена бобовых						
горох	40,3	82,5	65,4	74,2	69,3	85	50
люпин	43,2	76,3	72,3	85,2	62,3	75	55
кормовые бобы	63,2	73,6	78,6	72,3	68,3	70	50
нут	69,8	81,7	72,3	74,6	65,2	70	45
вика	72,1	80,5	76,9	72,1	48,9	70	45
соевые бобы	68,6-72	68-72	68,9	76,9	45	70	45
соевые бобы экстудированные	54,1	37,5-50	70,9	82,8	45	70	45
	Зерна и семена злаковых						
кукуруза плющенная	54,2	50,6	74,2	62,3	81,2	89,3	40
кукуруза	41,1	15,9-34,0	78,9	58,9	76,2	90,4	36,0
овес	72,3	82,9	39,8	43,1	92,5	93,6	34,2
пшеница	79,6	79,2-91,2	45,6	55,2	84,2	84,2	39,9
пшеница (твердая)	61,38	61,37	55,4	69,9	97,7	91,2	45
пшеница (мягкая)	75,07	73,09	59,6	58,7	95,3	88,6	45
ячмень	70,3	71,4-86,9	62,7	72,3	93,9	84,6	37,9
третикале	78,7	72,7	69,3	65,3	87,6	86,9	45
рожь	78,7	76,3	75,2	71,3	85,6	84,2	42

