

**Г. А. НАЗАРОВА**  
Студентка IV курса зоофака  
Кафедра кормления с.-х. животных

## **ГАЗООБМЕН У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ МОЛОЧНЫХ КОРОВ**

Советская зоотехническая наука и практика достигли огромных успехов в разведении крупного рогатого скота и выращивании молодняка, в создании новых, высокопродуктивных пород животных и получении большого количества и высокого качества продуктов животноводства.

Несмотря на эти и многие другие достижения, остаются до сих пор неразрешенными вопросы физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, что особенно ярко подчеркнуто на научной сессии, посвященной физиологическому учению академика И. П. Павлова.

В настоящей работе делается попытка изучить одну из физиологических особенностей организма, а именно — газообмен у высокопродуктивных коров.

Изучая газообмен по количеству потребленного кислорода и выделенной углекислоты, мы с известной точностью определили интенсивность обменных процессов.

Еще в 1777 году было установлено, что при дыхании потребляется  $O_2$  и выделяется  $CO_2$ , а уже в 1780 году было введено определение респирационного коэффициента. Несколько позднее, в 1790 году, были опубликованы исследования по выяснению влияния пищи, работы, внешней температуры воздуха на газообмен.

Многие важные вопросы методики исследования и теории обмена осветил в своих работах проф. А. А. Кудрявцев. Он установил изменение интенсивности обмена у свиней под влиянием температуры среды. Занимаясь изучением газообмена у высокопродуктивных коров (племхоз Караваяево), он показал, что количество воздуха, выды-

хаемого в одну минуту, колеблется от 60 до 140 литров, при этом состав его изменяется для  $\text{CO}_2$  в пределах от 2,9 до 4,9%; для  $\text{O}_2$  — от 14,4 до 18%.

Заслуживают внимания работы проф. А. К. Скороходько и А. А. Шилова о влиянии температуры воздуха на газообмен. По их данным, при понижении температуры воздуха на  $1^\circ$  в течение одной ночи, температура кожи коров снижается на  $5 - 6^\circ$  против нормы. В связи с этим усиливаются обмен веществ, газоэнергетический обмен и потребление кислорода. Это возникает вследствие повышения интенсивности окислительных процессов. При этом аппетит у животных увеличивается, улучшается переваривание пищи.

Из других факторов воздействия внешней среды на организм животного влияют также влажность воздуха и его движение.

Проф. А. К. Скороходько, исходя из собственных наблюдений и литературных данных, считает, что оптимально относительная влажность воздуха в помещении для животных должна быть около 60—80%.

О влиянии движения воздуха на организм животного мнения расходятся. Некоторые авторы совсем отрицают влияние этого фактора на газообмен (И. А. Кассирский).

Однако опытами проф. А. К. Скороходько и А. А. Шилова на крупном рогатом скоте установлено, что скорость движения воздуха 0,014 м/мин. (при перпендикулярном его направлении) способна оказать на животное заметное охлаждающее действие.

Большое влияние на газообмен оказывают также мышечная работа и беспокойство (А. А. Шилов).

Интересно отметить, что наряду с другими показателями легочная вентиляция у молодняка, выращенного на рационах, состоящих из 83% объемистых кормов и 11,7% концентрированных, на 34% выше, чем у молодняка, выращенного на рационах, состоящих на 46% из объемистых кормов и на 54% из концентрированных (В. М. Селянский).

Для изучения газообмена и учета процессов теплообразования выработано много различных методов с использованием респирационных (открытых и закрытых) и калориметрических аппаратов различных систем и модификаций, в большинстве случаев весьма сложных и дорогостоящих.

Калориметрический метод, которым пользовались несколько десятков лет, дал возможность разрешить основные вопросы питания и энергетики животных.

В 1913 году академик М. И. Дьяков сконструировал респирационный аппарат закрытой системы для животных средней величины. В настоящее время предложен усовершенствованный респирационный аппарат модификации М. Н. Шатерникова. Для мелких животных применяются пневматические камеры.

Наиболее распространенным и доступным является метод маски, которым пользовались и мы при исследованиях.

Наш опыт проводился на экспериментальной базе опытной станции под руководством А. С. Емельянова и А. А. Шилова. Для опыта было взято 50 молочных коров помеси остфризской породы. Средний удой их по стаду был: в 1948 году 5008 кг, в 1949 году 5751 кг, в 1950 году 5786 кг.

Всё стадо было разделено на две группы, по 25 голов.

Первая группа кормилась рационами первой системы, то-есть более сухими, с меньшим количеством сочных кормов (отношение сухих веществ к влаге 1 : 1 — 1 : 1,5).

Вторая группа кормилась рационами второй системы, то-есть с большим содержанием сочных кормов (отношение сухих веществ к влаге 1 : 3). Эти рационы приближались по сочности к зеленым кормам.

Система раздоя, разработанная на Вологодской опытной станции животноводства, для обеих групп применялась одна. Кормились и доились коровы четырехкратно. Новотельные доились 5—6 раз, через равные промежутки времени. В летнее время зеленые корма скармливались так: 50% в виде выпаса на культурном пастбище и 50% в виде зеленой подкормки (в июне, июле—злаково-бобовые травы, клевер, вико-овес; в августе, сентябре — отава клевера, вико-овес; в октябре — кормовая капуста).

Из каждой группы было выделено по пяти коров для физиологических балансовых опытов. Основной опыт продолжался 17 месяцев.

В данной работе мы освещаем результаты части исследований по пяти коровам, содержащимся на втором типе рациона.

Для изучения легочного газообмена, как уже указано выше, мы пользовались методикой респирационных ма-

сок, которая позволила проводить опыт в условиях скотного двора.

Движение воздуха определяли с помощью кататермометра, а влажность — психрометром Ассмана.

В задачу нашего исследования входило изучение литража выдыхаемого воздуха и интенсивность газообмена в зависимости от объема кормового рациона и состояния животного.

В течение всего опытного периода мы регулярно определяли микроклимат воздуха, который характеризует внешнюю среду.

По нашим данным, микроклимат воздуха на скотном дворе в осенний период (сентябрь—октябрь) значительно отличается от микроклимата в зимний период (декабрь—январь), особенно по содержанию углекислоты и движению воздуха (см. таблицу 1).

Т а б л и ц а 1

Изменение микроклимата воздуха на скотном дворе

Показатели	Периоды			
	осенний		зимний	
	календарные месяцы			
	сентябрь	октябрь	декабрь	январь
Температура воздуха . . . . .	15,6°	15°	12°	11°
Относительная влажность, в % . . . . .	88,0	86,0	72,2	81,1
Скорость движения воздуха, м/сек. . . . .	0,114	0,126	0,096	0,026
Содержание углекислоты, в % . . . . .	0,11	0,15	0,21	0,23
Содержание аммиака и сероводорода . . . . .	не обнаружено			
Содержание кислорода, в % . . . . .	в среднем 20,05			

Усиленное движение воздуха в осенний период объясняется более быстрым обменом его не только через вентиляционную систему, но и через окна, двери. Это обстоятельство приводило к уменьшению углекислоты.

Нам приходилось замечать изменение движения воздуха в течение суток. В середине дня движение воздуха максимальное.

Например, 10 октября в 9 ч. 30 м. движение воздуха 0,094 м/сек, в 1 ч. дня 0,122 м/сек, в 5 ч. 30 м. 0,098 м/сек.

Факторы воздушной среды (влажность, движение воздуха, содержание углекислоты) не оказали значительного влияния на газообмен; они находились в пределах нормы.

Согласно опытам, проведенным нами 13 и 15 декабря 1950 года, снижение температуры воздуха на 2° С увеличивало легочную вентиляцию от 3 до 8 литров в минуту (8 литров наблюдалось у Желанной).

Основными и самыми важными факторами, влияющими на газообмен и теплопродукцию, оказались кормление, лактация и беременность животных, что отражено в таблице 2.

Приведенные данные об изменении газообмена по ходу лактации и в период сухостоя отражают состояние животного.

После запуска коровы, газоэнергетические процессы уменьшаются, к концу беременности они возрастают, что связано с развитием плода; газоэнергетические процессы достигают максимума в период раздоя.

При сравнении полученных результатов можно наблюдать разницу по газообмену у Иглы и Желанной. Но, несмотря на то, что лактация Желанной приближается к запуску, а у Иглы только начинается, газоэнергетические показатели у Желанной выше, что зависит от индивидуальных особенностей организма; но самое важное состоит в том, что Желанная по продуктивности превосходит Иглу.

Из этой же таблицы вытекает, что при увеличении в кормовом рационе белка респирационный коэффициент понижается, и наоборот.

Большие изменения в газообмене наблюдались также в переходный период с пастбищного содержания на стойловое (таблица 3, стр. 402).

Газоэнергетические процессы у коров в переходный период выше, чем в стойловый, по количеству:

- а) выдохнутого воздуха на 8,44%;
- б) потребленного  $O_2$  на 1 кг живого веса на 38,2%;
- в)  $CO_2$  на 1 кг живого веса на 22,5%;
- г) теплопродукции на 1 кг живого веса на 27,1%.

Следовательно в переходный период окислительные процессы протекали интенсивнее.

Газообмен в зависимости от физиологического состояния животного

Показатели	Корова Желанная						В среднем по группе
	Корова Игла						
	месяцы лактации						
	V	VII	VIII	сух.	I	декабрь	
	октябрь	декабрь	январь	октябрь	декабрь		
Среднесуточный удой, кг . . . . .	22,8	27,2	21,5	сух.	33,6	—	
Скормлено кормов, кг . . . . .	61,6	56,6	60,71	60,6	60,2	—	
Кормовых единиц, кг . . . . .	19,0	18,3	17,7	9,8	17,2	—	
Переваримого протеина, кг . . . . .	2,23	2,32	2,52	1,04	1,72	—	
Грубых кормов, % (от к. ед.) . . . . .	—	23	13	—	11	—	
Сочных кормов, % (от к. ед.) . . . . .	45	42	53	100,0	54	—	
Конц. кормов, % (от к. ед.) . . . . .	55	35	34	—	35	—	
Выдохнуто воздуха, л/мин. . . . .	97,4	95,1	91,7	69,13	96,7	84,73	
Потреблено O <sub>2</sub> , % . . . . .	4,95	3,53	2,76	1,29	4,39	3,07	
Выделено CO <sub>2</sub> , % . . . . .	3,42	3,47	2,707	1,03	3,78	2,82	
Потреблено O <sub>2</sub> , л/час . . . . .	258,9	178,8	147,0	70,98	218,7	150,74	

Показатели	Корова Желанная						Корова Игла		В среднем по группе
	месяцы лактации						октябрь	декабрь	
	V		VII		VIII				
	октябрь	декабрь	декабрь	январь	октябрь	декабрь			
Выделено CO <sub>2</sub> , л/час . . . . .	178,92	174,99	144,18	56,82	187,5	118,66			
Потреблено O <sub>2</sub> на 1 кг живого веса, л/час. . . . .	0,456	0,315	0,259	0,149	0,459	0,312			
Выделено CO <sub>2</sub> на 1 кг живого веса, л/час. . . . .	0,315	0,309	0,254	0,119	0,393	0,249			
Теплопродукция на весь организм, б/кал. в час . . . . .	1213,2	897,9	738,18	339,6	1060,3	741,46			
Теплопродукция на 1 кг жив. веса, б/кал. в час. . . . .	2,14	1,584	1,302	0,712	2,223	1,554			
Респирационный коэффициент . . . . .	0,70	0,97	0,97	0,80	0,98	0,88			
Состав воздуха:									
углекислота . . . . .	2,49	3,43	3,12	1,42	3,36	2,86			
кислород . . . . .	17,8	17,58	16,23	16,82	18,67	17,51			
азот . . . . .	79,71	78,99	80,65	81,76	77,97	79,65			

## Влияние переходного периода на газообмен

Показатели	Периоды		Увеличение	
	пере- ходный	стойло- вый	абсолют- ный вес	в %
В среднем количество съеденного корма, кг . . . . .	64,33	48,32	16,01	24,87
Количество выдохнутого воздуха, л/мин. . . . .	87,75	81,85	6,90	8,44
Потреблено O <sub>2</sub> , % . . . . .	4,43	3,59	0,84	2,34
Выделено CO <sub>2</sub> , % . . . . .	3,58	3,05	0,53	1,74
Количество потребленного O <sub>2</sub> на 1 кг живого веса, л/час. . . . .	0,394	0,285	0,109	38,20
Выделено организмом CO <sub>2</sub> на 1 кг живого веса, л/час. . . . .	0,315	0,257	0,058	22,50
Теплопродукция на 1 кг живого веса, в б. кал., в час. . . . .	1,843	1,450	0,393	27,10

Объясняется это усилением функций пищеварительного аппарата вследствие поедания большого объема сочных, легкопереваримых, витаминных кормов.

При изменении уровня кормления в сторону понижения или повышения газообмен соответственно повышается или понижается.

Из таблицы 4 видно, что с уменьшением питания соответственно изменяются все показатели, за исключением респирационного коэффициента, так как в октябре Динаме было скормлено 3,96 кг жмыха, что отразилось на респирационном коэффициенте. Подобные данные были у Еги и Звонкой. Несколько иное наблюдалось у Желанной. Объясняется это индивидуальными особенностями организма.

В итоге нашей работы мы получили следующее (таблица 5).

Показатели газообмена и теплопродукции, полученные в нашем опыте, очень близки к аналогичным данным А. А. Шилова и М. В. Калитаева. По данным А. А. Шилова, количество потребленного кислорода в час на 1 кг живого

Т а б л и ц а 4

**Влияние типа уровня кормления на газообмен по данным  
коровы Динамы (живой вес 621 кг)**

Показатели	Октябрь	Декабрь	Январь
Среднесуточный удой, кг. . . . .	20,9	16,2	16,5
Съедено корма, кг . . . . .	66,4	52,7	50,6
» грубых кормов, % (от. к. ед.)	—	17,1	17
» сочных кормов, % (от. к. ед.)	52	56	55
» концентратов, % (от. к. ед.)	48	27	28
» кормовых единиц, кг. . . . .	18,1	14,4	14,3
Переваримого протеина, кг . . . . .	2,42	1,58	1,89
Выдохнуто воздуха, л/мин. . . . .	95,76	100,1	90,7
Потреблено O <sub>2</sub> , % . . . . .	5,98	3,85	3,01
Выделено CO <sub>2</sub> , % . . . . .	4,22	3,62	2,707
Потреблено O <sub>2</sub> , л/час. . . . .	341,76	180,66	153,18
Выделено CO <sub>2</sub> , л/час. . . . .	241,62	169,74	136,92
Теплопродукция на весь организм, б/кал. в час . . . . .	1502,80	898,44	736,10
Теплопродукция на 1 кг жив. веса, б/ кал. в час. . . . .	2,42	1,446	1,185
Респирационный коэффициент . . . .	0,71	0,939	0,808

го веса в среднем равно 0,277 (с колебаниями от 0,112 до 0,597), а в нашем опыте аналогичный показатель составлял в среднем 0,313 (с колебаниями от 0,109 до 0,584).

По теплопродукции у А. А. Шилова на 1 кг живого веса в час колебания составляли от 0,55 до 2,7 больших калорий; по данным М. В. Калитаева — от 0,59 до 2,7; по нашим данным — от 0,543 до 2,569.

### В ы в о д ы

1. Главными факторами, влияющими на интенсивность газоэнергетического обмена у высокопродуктивных молочных коров, являются: а) величина кормового рациона, б) продуктивность коровы.

С увеличением питания увеличиваются продуктивность коровы и все показатели газоэнергетического обмена.

2. В период лактации газоэнергетический обмен выше, чем в сухостойный период, на 25—45%.

3. В период перехода с пастбищного содержания к стойловому окислительные процессы протекают интенсивнее, чем в стойловый: по теплопродукции на 27,1%, а по потреблению кислорода на 38,2%.

Т а б л и ц а 5

Последние данные по газообмену и теплопродукции

Показатели	В среднем	Колебания	
		минимум	максимум
Выдохнуто воздуха, л/мин. . . . .	86,37	59,0	111,52
Частота дыхания в минуту . . . . .	26	12	40
Глубина дыхания, литров . . . . .	3,32	1,73	4,79
Потреблено O <sub>2</sub> , % . . . . .	3,73	1,29	5,98
Выделено CO <sub>2</sub> , % . . . . .	3,19	1,03	4,22
Потреблено O <sub>2</sub> , л/час. . . . .	178,26	58,2	341,76
Выделено из организма CO <sub>2</sub> , л/час .	152,28	56,82	241,62
Количество потребленного O <sub>2</sub> на 1 кг живого веса, л/час. . . . .	0,313	0,109	0,584
Выделено из организма CO <sub>2</sub> на 1 кг живого веса, л/час. . .	0,268	0,104	0,413
Теплопродукция на организм в час. б/кал. . . . .	785,799	287,82	1502,89
Теплопродукция на 1 кг жив. веса в час, б/кал. . . . .	1,389	0,543	2,569
Респирационный коэффициент . . . . .	0,827	0,71	0,98
Состав выдохнутого воздуха:			
азот . . . . .	79,5	78,95	80,96
кислород . . . . .	17,68	15,20	18,86
углекислота . . . . .	2,82	1,42	4,63

4. Установлено, что чем больше минутный литраж выдыхаемого воздуха, тем учащеннее дыхание, а это ведет к уменьшению литража воздуха на вдох, то-есть уменьшается глубина дыхания. Но, несмотря на это, общее количество выдыхаемого воздуха возрастает. Например: Желанная при частоте дыхания 35 раз в минуту выдохнула 97,4 литра воздуха; глубина дыхания равнялась 2,77 литра. При частоте дыхания 28 раз в минуту она выдохнула 84,8 литра, глубина дыхания равнялась 3,03 литра.

5. С увеличением выдохнутого воздуха в одну минуту закономерно повышается потребление кислорода и выделение углекислоты.

6. Большое влияние на газообмен оказывает состав рациона: чем больше в рационе объемистых (сочных) кормов, тем газообмен выше, а концентрированные корма действуют несколько угнетающе на окислительные процессы в организме. Сочные корма благоприятно действуют на обменные процессы, протекающие в организме, и тем самым способствуют повышению продуктивности. Это очень выгодно с экономической стороны, поскольку понижается себестоимость продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянов А. С. Как создать высокопродуктивное стадо молочных коров. Вологодское обл. издательство, 1950.
  2. Калитаев М. В. Особенности терморегуляции у молодняка крупного рогатого скота. Труды 29-го пленума ветеринарной секции ВАСХНИЛ.
  3. Коштыяц Х. С. Основы сравнительной физиологии. АН СССР, Москва, 1950.
  4. Кудрявцев А. А. Особенности физиологии высокопродуктивных пород. Журнал «Советская зоотехния», 1950, № 5.
  5. Селянский В. М. Некоторые особенности питания быков, выращенных на различных по типу рационах. Автореферат. Издание ВИЖ, 1950.
  6. Скороходько А. К., Шилов А. А. Гигиена, уход и содержание крупного рогатого скота. Труды ВМИ, вып. 5, 1942.
  7. Скороходько А. К., Шилов А. А. Индивидуальная тепловая зона коров. Труды ВМИ, вып. 7, 1946.
  8. Томмэ М. Ф. Обмен веществ и энергии у сельскохозяйственных животных. СХГ, 1949.
  9. Шилов А. А. Газообмен у высокопродуктивных коров. Труды ВМИ, вып. 11, 1951.
  10. Шилов А. А. Газоэнергетический обмен у высокопродуктивных молочных коров. Труды ВМИ, вып. 9, 1948.
  11. Шилов А. А. Легочный газообмен и теплопродукция у высокопродуктивных коров. Труды 29-го пленума ветеринарной секции ВАСХНИЛ.
-