

Т. Г. АРУТЮНЯН

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУХИХ ВЕЩЕСТВ И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В ОТДЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЯХ СОДЕРЖИМОГО РУБЦА

Для изучения механизма превращения составных частей кормов в процессе пищеварения в преджелудках жвачных, в частности, в рубце, первостепенное значение имеет вопрос распределения сухих веществ, в том числе, углеводов, азотсодержащих и других соединений между отдельными фракциями содержимого рубца — бесклеточный сок, бактерии, инфузории и остатки кормов.

Выяснение этого вопроса даст возможность понять ряд еще мало известных сторон пищеварения в рубце, а именно передвижение питательных веществ через последовательные разделы пищеварительного тракта, степень и интенсивность процессов распада питательных веществ кормов, степень распределения этих веществ между отдельными представителями микрофлоры рубца при разных условиях кормления и содержания жвачного животного.

В литературе относительно редки данные, касающиеся распределения сухих веществ и азотсодержащих соединений между отдельными фракциями содержимого рубца, особенно в суточной динамике. Это объясняется, в основном, трудоемкостью четкого разделения суммарных фракции бактерий, инфузорий как друг от друга, так и от остатков кормов.

Первые достоверные источники по данному вопросу приведены в работах Шварна, Фербера, Шмидт-Крамера [3].

Распределение сухих веществ и азотистых соединений в суточной динамике между бесклеточным соком и твердой частью содержимого рубца исследованы М. А. Тер-Карапетяном и А. М. Огаджанян [4]. Авторы установили суммарные количества сухих веществ и азотсодержащих соединений содержимого рубца и бесклеточного центрифугата без разделения бактериальной и инфузорной фракций.

Работы Т. Д. Ильиной и Г. В. Тяпцурова [2] посвящены изучению динамики общего и аммиачного азота рубцового содержимого овец в разные периоды суток до и через определенные промежутки после скармливания.

**Методика.** Разрешение такой задачи осуществлялось благодаря разработке тщательных приемов и режимов фракционирования содержимого рубца; некоторые данные по применению этого метода были сообщены ранее [4, 5, 6].

Опытными животными служили валухи помесной породы (тонкорунный  $\times$  балбас) возрастом в 2—3 года. Животные носили хронические фистулы на рубце, физиологическое состояние их было нормальным.

В период отбора проб корм давался один раз в день (1 кг люцернового сена), в 9 часов утра, а вода давалась произвольно один раз с кормом.

Пробы содержимого рубца брались 4 раза в сутки: в 9 час. утра — натощак, через 3, 6, 9 час. после скармливания.

Фракционирование содержимого рубца на одной навеске производилось с помощью схемы, разработанной в нашей лаборатории (Тер-Капетян, Арутюнян, Семорджян [6]). Принцип фракционирования следующий: бесклеточный сок и твердые компоненты содержимого (остатки корма + инфузории + бактерии) центрифугированием при 16000 об/мин; инфузорная фракция — многократной декантацией содержимого рубца в среде ацетатного буфера с глюкозой [7]; бактериальная фракция — фракционной центрифугацией при 2—3000 об/мин. сначала отделялись остатки корма и инфузории, затем из налета при 16000 об/мин. и многократным промыванием (физиологический р-р) отделялись бактерии. Чистота отделения указанных фракций проверялась микроскопически.

Сухое вещество содержимого рубца и отдельных фракций определялось путем высушивания проб при 90°C, а общий азот — методом микродляла.

### Сухие вещества содержимого рубца и отдельных фракций

Полученные по отдельным фракциям содержимого рубца данные по сухим веществам представлены в табл. 1.

На основании приведенных в табл. 1 данных, выведены средние значения и доли сухих веществ содержимого рубца и отдельных его фракций (табл. 2).

Из данных табл. 2 видно, что замечается упадок сухих веществ целого содержимого рубца, суммы твердых остатков ( $k+b+i$ ) и остатков корма к трем часам после скармливания; одновременно с этим происходит повышение сухих веществ бесклеточного центрифугата.

В период скармливания животного, когда происходит определенное экстрагирование корма жидкостью рубца, твердые остатки принятого корма как бы обедняются в единице объема содержимого рубца, что и дает значительно низкий показатель сухих веществ остатка по сравнению с состоянием натощак. За счет усадки сухих веществ в остатке ( $k+b+i$ ) наблюдается возрастание таковых в центрифугате.

От 3-х до 9-и час. после скармливания наиболее наглядные превращения в сухих веществах происходят между центрифугатом и микробными фракциями содержимого (бактерии, инфузории), указывающие на прямую коррелятивность между падением сухих веществ центрифугата и постоянным накоплением их в микробной массе.

Данные табл. 2 показывают также долю сухих веществ отдельных фракций от сухих веществ целого содержимого рубца. Доля сухих веществ твердых остатков в целом и для таковых только фракции кормов сильно падает в первые 3 часа после скармливания с соответствующим повышением сухих веществ центрифугата. Доля сухих веществ бактериальной и инфузорной фракций в рубцовом содержимом все время

Таблица 1  
Данные в г на 100 мл сод. рубца

Дата и № животного	Время отбора проб	Целые содержимое рубца	Бесклеточный сок	Твердые остатки (к + б + и)	Бактериальная фракция	Инфузорная фракция	Сумма с н. бесклеточного сока и твердого остатка (1+5)	Колебание от прироста содержания
23 V 1964 г. ов. 4	9	8,4	1,2	7,2	0,24	0,30	8,4	0
	12	4,6	1,6	2,9	0,22	0,23	4,5	-0,1
	15	5,2	1,4	3,7	0,25	0,28	5,1	-0,1
	18	6,2	1,3	4,9	0,30	0,29	6,2	0
3 X 1964 г. ов. 5	9	5,5	1,2	4,3	0,21	0,33	5,5	0
	12	4,5	1,3	3,0	0,25	0,12	4,3	-0,2
	15	4,2	1,4	3,1	0,25	0,14	4,5	+0,3
	18	4,7	1,1	4,1	0,34	0,22	5,2	+0,5
4 XI 1964 г. ов. 5	9	6,8	1,2	5,2	0,24	0,34	6,4	-0,4
	12	4,2	1,6	2,5	0,25	0,20	4,1	-0,1
	15	5,1	1,4	3,8	0,25	0,28	5,2	-0,1
	18	4,0	1,2	3,7	0,33	0,30	3,9	-0,1
26 XI 1964 г. ов. 5	9	5,9	0,5	4,7	0,10	0,18	5,2	-0,7
	12	5,7	1,3	4,3	0,10	0,19	5,6	-0,1
	15	4,9	1,0	4,2	0,22	0,27	5,2	+0,3
	18	4,3	1,1	3,0	0,23	0,26	4,1	-0,2
29 XII 1964 г. ов. 5	9	6,0	1,4	4,7	0,30	0,43	6,1	+0,1
	12	4,3	1,8	2,4	0,26	0,33	4,2	-0,1
	15	4,5	1,7	3,0	0,25	0,34	4,7	+0,2
	18	4,5	1,3	3,2	0,28	0,38	4,5	0

Таблица 2

I — Сухие вещества (г) в 100 мл целого содержимого рубца. II — Доля сухих веществ отдельных фракций в % от г в целого содержимого рубца

Время отбора проб (к. час.)	Содержимое рубца	Твердые компоненты содержимого рубца									
		Бесклеточный центрифугат		остатки (к + б + и)				бактериальная фракция (б)		инфузорная фракция (и)	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
9	1,10	16,8	6,52	5,20	79,8	4,68	71,7	0,21	3,2	0,31	4,7
12	1,52	32,7	4,66	2,62	56,2	2,20	47,2	0,21	4,5	0,21	4,5
15	1,38	28,8	4,78	3,55	74,2	3,05	63,6	0,24	5,0	0,26	5,4
18	1,20	25,3	4,74	3,66	77,2	3,08	65,0	0,29	6,0	0,29	6,1

\* Выведены по расчету (к + б + и) — (б + и)

возрастает в течение суток с незначительным падением инфузорной фракции через 3 часа после скармливания. Это явление нами объясняется существующей разницей во времени размножения (деления) двух

представителей микроорганизмов рубца. Если период деления бактерий исчисляется в 1—1,5 часа, то инфузории за сутки дают 4—5 поколений [7].

Данные о динамике сухих веществ отдельных фракций содержимого рубца и распределение сухих веществ между ними дают не только четкое представление о передвижении веществ в содержимом, но также основы для изучения динамики азотсодержащих и других компонентов содержимого рубца.

### Азотсодержащие соединения содержимого рубца и отдельных фракций

По исследованию особенностей пищеварения в рубце интересно изучение процессов постепенного отщепления белковых соединений от корма и их превращения, процессов распада аминокислот, их усвоение микроорганизмами рубца и синтез микробного белка, процессов превращения неорганического азота, в частности, аммиачного, и азота простых органических молекул (мочевина) в аминокислоты и белки.

Полученные по отдельным фракциям содержимого рубца данные на 5 образцах по общему азоту представлены в табл. 3.

Таблица 3  
Данные в мг на 100 мл содержимого рубца

Дата и № животного	Время отбора проб (в час.)	Целое содержимое рубца*	Бесклеточный сок	Твердые остатки (к + б + н)	Бактериальная фракция	Инфузорная фракция	Сумма с бесклеточ. соком и твердых остатков	Колебания от прямого определения
28.V 1961 г. ов. 4	9	221,0	22,2	202,8	28,4	42,0	225,0	+ 1,0
	12	216,6	36,2	190,4	20,2	29,6	226,0	+ 10,0
	15	186,0	25,0	171,0	22,5	33,3	196,0	+ 10,0
	18	185,0	22,5	182,5	25,7	41,4	205,0	+ 20,0
3.X 1964 г. ов. 5	9	160,0	12,1	148,0	23,6	27,5	160,1	- 0,1
	12	145,0	19,1	135,9	11,7	18,4	145,0	0
	15	117,0	12,4	83,9	13,8	20,1	96,3	- 20,7
	18	93,0	11,4	81,6	15,9	28,2	93,0	0
4.XI 1961 г. ов. 5	9	163,2	6,8	156,4	23,8	30,7	153,2	- 10,0
	12	130,2	13,8	116,4	11,7	19,6	130,2	0
	15	117,3	12,7	104,6	13,7	19,8	117,3	0
	18	102,0	10,0	88,0	16,8	27,5	98,0	- 4,0
26.XI 1964 г. ов. 5	9	210,0	12,6	190,8	18,8	26,2	203,4	- 6,6
	12	178,5	25,7	145,3	10,8	12,2	171,2	- 7,3
	15	171,5	16,2	158,0	16,8	16,8	174,2	+ 2,7
	18	181,5	15,7	160,2	20,7	24,8	175,9	- 5,6
29.XII 1964 г. ов. 5	9	208,0	12,5	182,3	21,4	28,5	194,8	- 13,2
	12	184,8	21,0	165,0	10,5	19,7	186,0	+ 1,2
	15	192,2	15,7	172,0	12,1	22,8	187,7	- 4,5
	18	193,2	12,7	179,5	24,2	25,4	192,2	- 1,0

\* Прямое определение

На основании приведенных в табл. 3 данных, выведены средние значения динамики общего азота в целом содержимом и в его фракциях (табл. 4).

Как видно из приведенной таблицы, в целом содержимом рубца и в твердых компонентах происходит постепенный, но умеренный упадок концентрации азота. Такое падение общего азота в 9-часовой динамике объясняется определенным разжижением содержимого рубца, при котором фактор волопоения превалирует над фактором скармливания, в результате чего концентрация азотсодержащих веществ в единице объема снижается.

Таблица 4

I — в мг на 100 мл содержимого рубца; II — в г на 100 г абсолютно сухого веса содержимого рубца; III — доля азота отдельных фракций содержимого рубца в общем азоте

Время отбора пробы (в час.)	Содержимое рубца		Бесклеточный центрифугат			Твердые компоненты содержимого рубца								
						остатки кормов			бактериальная фракция			инфузорная фракция		
	I	II	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
9	193,0	2,9	13,2	0,20	6,8	125,9	1,88	68,9	23,2	0,35	12,0	30,9	0,47	16,2
12	171,0	3,6	23,1	0,49	13,5	117,7	2,51	70,5	13,0	0,27	7,7	19,9	0,42	11,7
15	156,6	3,3	16,4	0,31	10,0	96,3	1,93	60,0	15,8	0,33	9,8	25,9	0,54	16,1
18	150,8	3,1	14,1	0,30	9,3	88,0	1,85	58,7	20,6	0,43	13,0	29,4	0,62	19,6

Центрифугат содержимого рубца в противоположность остатку корма заметно обогащается азотсодержащими соединениями в период интенсификации пищеварительных процессов, когда происходит определенное извлечение этих соединений из корма. Затем в последующие периоды (6,9 час.) после скармливания картина состояния паточек восстанавливается, что можно приписать комплексному действию процессов всасывания, усвоения азотистых веществ микрофлорой рубца и перехода их в другие отделы пищеварительного тракта. Это уменьшение общего азота в центрифугате содержимого рубца происходит коррелятивно с увеличением его в бактериальной и в инфузорной фракциях, что указывает на динамику и степень перехода азотсодержащих соединений от корма к микрофлоре через бесклеточный центрифугат содержимого рубца. Степень и направленность перехода азотсодержащих соединений корма между отдельными фракциями содержимого наглядно видно при пересчете данных общего азота на сухой вес содержимого.

Как известно, для оценки белкового питания животного имеет значение не только количество азотсодержащих веществ, но и форма азота, что имеет определенное отношение к выявлению доли легкопереваримого белка для животного.

По данным таблицы видно, что доля азота бактерий в общем азоте колеблется в пределах 7,7—13,0%, инфузорий—11,7—19,6%. В общей сумме они составляют приблизительно  $\frac{1}{5}$  всего имеющегося в рубце азота в виде удобоваримого белка микроорганизмов.

## В ы в о д ы

1. Динамика сухих веществ содержимого рубца в целом и в отдельных его фракциях показывает, что происходит постепенное передвижение сухих веществ от корма в бесклеточный центрифугат и затем от центрифугата в микробные (бактериальную и инфузорную) фракции. Первый процесс более интенсивно выявлен в первые три часа, второй, в основном, от 3-х до 9-и час. после скармливания.

Максимальная концентрация сухих веществ целого содержимого рубца и остатков кормов в единице объема (100 мл) найдена в состоянии патошак, что является результатом снижения содержания воды в рубце. Несмотря на увеличение абсолютного количества сухих веществ в содержимом рубца, концентрация сухих веществ после скармливания значительно падает в результате одновременного водопоения и поступления большого количества слюны, что создает лучшие условия для развития микрофлоры рубца и интенсификации процессов брожения.

В условиях проведенных опытов минимальное накопление микрофлоры отмечено в состоянии патошак — сумма бактерий и инфузори = 7,9, а максимальное накопление к 9-и часам после скармливания и достигает суммарно 12,1% от общих сухих веществ содержимого рубца. С учетом роста объема рубца после скармливания это составляет огромное накопление микробных тел в процессе пищеварения в рубце.

2. Найдена более или менее постоянная концентрация общего азота в единице объема (100 мл) содержимого рубца на протяжении всего исследуемого срока. В это время обнаружено постоянное уменьшение суммы азотсодержащих соединений остатков корма с момента патошак и в первые 3 часа после скармливания.

Относительно общего азота содержимого в целом, в остатках кормов и бесклеточном центрифугате найдена, подобно динамике сухих веществ, закономерность, а именно: резкое повышение его в первые три часа после скармливания, тогда как относительная концентрация азота бактериальной и инфузорной фракции в этот период падает.

Здесь также показан двухступенчатый переход азотсодержащих соединений от корма в бесклеточный центрифугат и от центрифугата в микробные фракции.

Установлено, что максимальное накопление азота в микрофлоре рубца (в бактериальной—13,0, в инфузорной—19,6%), суммарно—32,6% от общего азота всего содержимого, происходит к 9-и часам после скармливания.

Эти данные показывают важность синтеза микробного протеина в период интенсификации бродильных процессов в рубце.

Տ. Գ. ԱՐՄԵՆԻԱՆԵԱՆ

ՉՈՐ ՆՅՈՒԹԵՆԻԻ ԵՎ ԱՂՈՏ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՎ ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ՐԱԿԱՆՈՒՄԸ ԿՏՐԻՉԻ ՊԱՐՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՆՁԻՆ ԶՐԱԿՑՈՒՆԿՐՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Կերարաժիւնների բաղկացուցիչ մասերի վերափոխման մեխանիզմը պարզելու համար առանձնահատուկ նշանակություն ունի որոշող կենդանիների կտրիչի պարունակության տարրեր ֆրակցիաների (անբջիջ հյութ-բակակրիաներ, ինֆուզորիաներ և կերի մնացորդ) ուսումնասիրությունը, մասնավորապես բացահայտելու սննդանյութերի ձեռքման պրոցեսների ինտենսիվությունը և աստիճանը, ինչպես նաև այդ նյութերի բաշխումը կտրիչի միկրոֆլորայի առանձին ներկայացուցիչների միջև:

Կատարված աշխատանքները բերել են հետևյալ արդյունքներին.

1. Կտրիչի ամբողջական պարունակության և նրա առանձին ֆրակցիաների շոր նյութերի զինամիկայի ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս նրանց աստիճանական անցումը կերարաժիւնի անբջիջ հյութի, իսկ վերջինից՝ միկրոբային ֆրակցիայի (բակտերիալ և ինֆուզորիալ):

Կտրիչի ամբողջական պարունակության և կերի մնացորդի շոր նյութերի մարսիմալ քանակությունը դիտվել է միավոր ծախսում 100 մլ) կենդանու ծոմ վիճակում, որը արդյունք է կտրիչում ջրի պարունակության նվազման: Կերակրումից հետո կտրիչի պարունակության մեջ շոր նյութերի բացարձակ քանակի ավելացմանը հետևում է նրանց քանակի նվազում՝ շնորհիվ ընդունած ջրի և արտադրած լորջուրի: Դա բարենպաստ պայմաններ է ստեղծում կտրիչի միկրոֆլորայի զարգացման և խմորման պրոցեսների ինտենսիվացման համար:

Կատարված փորձերից հետևում է, որ միկրոֆլորայի մինիմալ կուտակում նկատվում է կենդանու ծոմ վիճակում, իսկ մաքսիմալ կուտակում՝ կերակրումից 9 ժամ հետո, և կազմում է կտրիչի պարունակության ընդհանուր շոր նյութերի 12.1%-ը:

2. Հետազոտության ընթացքում նկատվել է ընդհանուր ազոտի բիւ թիւ շատ հաստատուն քանակություն կտրիչի պարունակության միավոր ծախսում (100 մլ): Կենդանու ծոմ վիճակում և կերակրումից 3 ժամ հետո կերային մնացորդում ազոտ պարունակող միացությունների ընդհանուր զուգարը որինաչափորեն իջնում է:

Ինչպես շոր նյութերի, այնպես էլ ընդհանուր ազոտի քանակությունը կտրիչի ամբողջական պարունակությունում, կերային մնացորդում և անբջիջ հյութում փոփոխվում է օրինաչափորեն, նրանց քանակությունն զգալիորեն աճում է կերակրման առաջին 3 ժամվա ընթացքում, մինչդեռ բակտերիալ և ինֆուզորիալ ֆրակցիայում ազոտի հարաբերական քանակությունը նշված ժամանակամիջոցում նվազում է:

Հաստատված է, որ ազոտի մաքսիմալ կուտակումը կտրիչի միկրոֆլորայում (բակտերիալ ֆրակցիայում՝ 13.0%, ինֆուզորիալ ֆրակցիայում՝ 19.6%) տեղի է ունենում կերակրումից 9 ժամ հետո և կազմում է կտրիչի ամբողջական պարունակության ընդհանուր ազոտի 32.6%-ը:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Арутюнян Т. Г. Тезисы I Всесоюз биох. съезда, 1961.
2. Ильина Л. Д., Танцуров Г. В. Науч. тр. Киев. опыти. ст. животноводства, 9, 1963.
3. Руководство по кормлению и обмену веществ с/х животных. Т. II. 1937
4. Тер-Карапетян М. Н., Оганджянян А. М. ДАН СССР, т. 125, 3, 1959.
5. Тер-Карапетян М. А., Арутюнян Т. Г. Тез. XVIII науч. сессия Ер. ГУ, 1963.
6. Тер-Карапетян М. А., Арутюнян Т. Г., Семерджян Г. А. ДАН Арм. ССР, 1966 (в печати).
7. Томиз М. Ф., Модянов А. В. Заменители кормового протеина, 1963.
8. Heald P. J., Oxford A. E. *Visc. J.*, 53, 506, 1953.