

УДК 591.53.036.531.1

КРИТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ ДЛЯ САЙГАКОВ (*SAIGA TATARICA*) НА ЕСТЕСТВЕННОМ ПАСТБИЩЕ В ПОЛУПУСТЫНЕ

©1999 г. Б. Д. Абатуров

Институт проблем экологии и эволюции РАН, Москва 117071

Поступила в редакцию 16.07.98 г.

На основе изучения питания ручных сайгаков в неволе и в условиях вольной пастбы оценены пороговые уровни переваримости и содержания протеина в растительном корме, обеспечивающие потребности для поддержания жизнедеятельности, для увеличения веса тела, для лактации. Определения выполнены регрессионным анализом соотношения между количеством поглощенной обменной энергии и привесом тела, переваримостью корма и количеством обменной энергии, содержанием протеина в корме и количеством потребленного переваримого протеина. Установлена тесная связь переваримости с содержанием в корме органогенного кремния, что позволяет оценивать качество (переваримость) корма по содержанию в нем кремния. Для поддержания жизнедеятельности переваримость корма должна быть не ниже 59%, содержание протеина - не менее 7.7%, кремния - не более 1.03%. Для роста и лактации минимальная переваримость 61-68%, содержание протеина 14%, кремния - не более 0.77-0.97%. Необходимое качество рациона достигается путем высокой избирательности питания сайгаков. Кормовая масса с достаточным уровнем качества составляет лишь небольшую долю фитомассы пастбища, что следует учитывать при оценке кормовой емкости местобитаний сайгака.

Избирательность питания растительноядных млекопитающих, их стремление к потреблению наиболее питательных кормов - широко известное явление. "Потребители как зеленого и веточного корма, так и концентрированных кормов - семян, плодов, луковиц и корневищ - очень быстро и с большой точностью определяют качество имеющейся пищи. (...) животные безошибочно избирают пищу, в которой выше содержание каротина и наиболее выгодно соотношение белка и клетчатки" (Формозов, 1976, стр. 26, 28). Сейчас можно считать очевидным, что даже при обилии кормов потребности животных в питательных веществах и энергии могут не удовлетворяться, если их качество низкое (Gwynne, Bell, 1968; Bell, 1971; Sinclair, 1974; Stanley Price, 1978; Berry, Louw, 1982; Pellew, 1984; Eisfeld, 1985; Абатуров, Магомедов, 1988; Owen-Smith, Cooper, 1989; Абатуров и др., 1996). Тем не менее требования диких животных к качеству корма остаются слабо изученными. Имеющиеся немногие данные показывают, что вольнопасущиеся растительноядные млекопитающие оказываются весьма чувствительными к изменению питательности поедаемой растительности, в частности к ее переваримости и содержанию протеина (Eisfeld, 1974; 1985; Robbins et al., 1974; Smith et al., 1975; Mould, Robbins, 1981; Sinclair et al., 1982; Regelin et al., 1987; Schwartz et al., 1987; Jiang, Hudson, 1992). Стало ясно, что для понимания естественных механизмов динамики и устойчивости популяций

растительноядных млекопитающих необходимо точное знание их кормовой обеспеченности, важнейшим показателем которой выступает качество корма.

В предыдущей работе нами охарактеризованы общие показатели количества и качества растительных кормов, питания, энергетического и азотного баланса пасущегося сайгака на естественном пастбище в полупустыне (Абатуров и др., 1998). В данной статье изложены результаты исследования параметров качества (переваримости, содержания протеина), необходимых для устойчивого функционирования популяции на естественном пастбище. Эти исследования нужны для оценки требований животных к кормовым ресурсам, для установления пригодности различных биотопов для их жизни, кормовой емкости местобитаний и влияния качества растительного корма на динамику и устойчивость популяций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в северном Прикаспии на территории Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН (Западно-Казахстанская и Волгоградская области) в разные годы (1978-1980 и 1995-1996 гг.). Данная территория находится в пределах современного ареала сайгака и представляет собой типичную глинистую полупустыню с трехчленным комплексным почвенно-растительным покровом (Гордеева, Ларин,

1965; Большаков, Базыкина, 1974; Абатуров и др., 1998).

Исследования проводили на группе прирученных сайгаков. Для изучения питания использовали два подхода: прямые определения традиционным балансовым методом при кормлении животных в клетках и непрямой метод инертных (непереваримых) индикаторов, содержащихся в растениях, на свободнопасущихся животных в естественных условиях с применением каловых мешков. Методика исследований подробно изложена в предыдущих работах (Абатуров и др., 1982; 1997; 1998). Отметим лишь, что при изучении питания в неволе (в балансовых клетках) были определены величины суточного потребления корма и переваримость естественных и культурных видов трав и других кормов: прутняка простертого (*Kochia prostrata*), пырея посевного (*Agropyron* sp.), майского и июльского разнотравья, листьев вяза мелколистного (*Ulmus pumila*), смеси трав или люцернового сена с дробленным ячменем и т.д. В продолжение каждого опыта от начала до конца животное взвешивали для учета изменений веса тела.

Для оценки питания свободнопасущегося сайгака животное в период эксперимента держали на привязи на естественном пастбище с известным составом и кормовым запасом растительности. Экспериментальная пастьба производилась в разные сезоны: ранней весной с первыми всходами растений, в начале лета в период максимальной вегетации, в конце лета в период окончания вегетации основных видов растений, осенью после завершения вегетации и зимой с полным прекращением вегетации. Соотношение поедаемых видов трав в рационе определяли двумя методами: визуально по числу щипков (скусываний) каждого вида растений и путем анализа остатков растений в фекалиях под микроскопом (Абатуров, Петрищев, 1998). Суточное потребление корма рассчитывали из суточного количества выделенных фекалий и переваримости (Абатуров и др., 1997). Суточное количество фекалий определяли с помощью калосборного мешка, навешиваемого на животное на время эксперимента. Переваримость рассчитывали по соотношению концентрации инертного вещества в корме и в фекалиях. В качестве инертного индикатора использовали преимущественно органогенный кремний, химически связанный в тканях растений. Как показали специальные опыты, возврат кремния с фекалиями составлял 97.4-99.5% от потребленного с кормом (Абатуров и др., 1997). Анализ органогенного кремния выполняли специально разработанным методом кислотного (HNO_3) гидролиза, который исключает посторонний кремний, попадающий в корм с почвой (Колесников, Абатуров, 1997). Химический состав питательных веществ растений и фекалий (сырой

протеин, сырой жир, сырая клетчатка, БЭВ, зола) определяли стандартными методами (Инструкция..., 1968; Абатуров и др., 1997). Содержание энергии в корме определяли перемножением количества отдельных питательных веществ на их энергетический эквивалент: протеин 18.9 кДж, жир 39.0, углеводы 17.6 кДж. Для перевода переваримой энергии в обменную использовали коэффициент 0.87, применяемый для овец (Мак-Дональд и др., 1970; Калошников, Клейменов, 1985). Оценку потребностей энергии на поддержание жизнедеятельности¹ и на продуктивные процессы (привес) определяли путем анализа регрессии между суточным потреблением обменной энергии (кДж/кг^{0.75} веса тела) и суточным привесом животного (г/кг^{0.75} веса тела). Оценку параметров переваримости для различных энергетических нужд (энергия поддержания, привес, лактация) устанавливали регрессионным анализом соотношения между суточным потреблением обменной энергии (кДж/кг^{0.75} веса тела) и переваримостью сухого вещества корма (%).

Минимальные поддерживающие потребности в азоте рассчитывали как сумму фекального обмена азота, определенного нами экспериментально, и эндогенного азота мочи. Величину обменного фекального азота определяли путем регрессионного анализа соотношения между содержанием протеина в рационе (%) и количеством видимого переваримого протеина в потребленном корме (г/100 г корма) (Robbins, 1983). Величина эндогенного азота мочи принята равной 0.12 г/кг^{0.75} живого веса тела (Потребность жвачных..., 1968; Eisfeld, 1974; Robbins et al., 1974; Robbins, 1983; Schwartz et al., 1987 и др.). Для определения потребностей в протеине на рост и лактацию использовали известные данные для овец (Потребность жвачных..., 1968; Мак-Дональд и др., 1970). Оценку пороговых уровней концентрации протеина в корме выполняли путем анализа линейной регрессии между суточным потреблением переваримого протеина (г/кг^{0.75} веса тела) и содержанием протеина в рационе (%).

Все показатели питания, энергетического и азотного баланса приводили к обменному весу тела животного (кг^{0.75} живого веса тела).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Химический состав кормов. В балансовых опытах при кормлении в балансовых клетках наиболее высоким качеством по содержанию питательных веществ отличались пырей

¹Потребности энергии на поддержание жизнедеятельности в нашем случае включали энергетические траты в состоянии покоя пасущегося животного плюс затраты на пастбищную (локомоторную) активность при нулевом балансе веса пасущегося животного.

посевной, зерно ячменя и листья вяза, наименьшим - прутняк и сено (табл. 1).

В экспериментах со свободно пасущимся сайгаком на естественном пастбище содержание питательных веществ в рационе, оцененное по видовому составу поедаемых растений с учетом их доли в рационе и их химическому составу (Абатуров и др., 1998), было относительно стабильным в разные сезоны (табл. 1). Поступление с кормом протеина было максимальным лишь ранней весной (18,4%), когда в питании преобладали высокопитательные всходы тюльпанов. Обращает на себя внимание большая изменчивость содержания в рационе органического кремния, количество которого в рационе от весны к зиме поступательно увеличивалось (от 0.60 до 1.39%) (табл. 1). Известно, что кремний отрицательно влияет на переваримость кормов, не уступая в этом лигнину (Van Soest, Jones, 1968).

Показатели питания сайгаков существенно менялись в зависимости от типа корма (табл. 2). Переваримость колебалась от 50 (прутняк) до 75-77% (смесь зерна и трав, всходы весенних трав при вольной пастьбе), суточное потребление сухого вещества корма в летнее время - от 45 (пырей посевной) до 105 г/кг^{0.75} веса тела (смесь зерна с травой или сеном, летние травы при вольной пастьбе). Следует заметить, что низкий уровень потребления сухой массы пырея посевной при его относительно высокой переваримости (64-66%) целиком объяснялся его чрезмерно высокой полевой влажностью (до 80%), вызывающей пониженное количество при пере-

счете потребления на сухое вещество (Абатуров и др., 1982). Таким образом, если исключить пырей посевной, колебания уровня потребления сухого вещества находились в пределах 63-105 г/кг^{0.75} в сутки. Суточное поглощение обменной энергии изменялось в летнее время от 470 (прутняк) до 1270 кДж/кг^{0.75} (травы при вольной пастьбе). В зимнее время суточное потребление сухого вещества корма и обменной энергии было существенно ниже (до 42.3 г/кг^{0.75} и 380 кДж/кг^{0.75}) (табл. 2).

Усвоение (переваримость) корма как показатель обеспеченности энергией. Для установления затрат энергии для поддержания жизнедеятельности и на образование привеса было проанализировано соотношение величин поглощенной обменной энергии (y) и привесов тела (x). Регрессионный анализ показал, что характер связи этих величин у животных в клетках и у вольнопасущихся животных практически одинаков: значения коэффициентов a и b (в уравнении регрессии $y = a + bx$) в случае балансовых опытов в клетках составляли соответственно 731.5 ± 40.52 и 16.9 ± 3.758 ($r = 0.83$; $F = 20.25$), в объединенном варианте (в клетках и на пастбище) - 735.0 ± 40.60 и 11.86 ± 2.27 ($r = 0.83$; $F = 27.0$). Отсюда следует, что активность животных и в целом траты энергии в клетках и в условиях вольной пастьбы сходны. Таким образом, соотношение между суточными величинами поглощенной обменной энергии и привесом животных описывается уравнением регрессии $y = 735 \pm 11.86x$ (рис. 1). Из уравнения видно, что траты энергии

Таблица 1. Химический состав кормов сайгаков (% на сухую массу) (по данным: Абатуров и др., 1982; 1998)

Тип корма	Месяц	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Зола	Органический кремний	Энергия, кДж/г
Дробленое зерно ячменя		16.7	2.10	4.5	72.6	4.07	-	16.88
Люцерновое сено	-	12.5	3.09	27.6	46.9	9.14	-	16.84
Прутняк протертый	май	11.3	1.19	24.5	54.0	8.70	-	16.47
Пырей посевной (молодая зелень)	май	21.1	3.37	24.1	51.4	10.5	-	19.00
Листья вяза мелколистного	август	12.8	5.22	8.4	68.3	13.7	-	17.35
Зеленые травы при вольной пастьбе	апрель	18.4	2.70	27.1	46.8	4.84	0.60	17.53
»	июнь	14.2	2.77	32.1	45.1	5.76	0.61	17.35
»	август	12.7	2.54	32.9	45.7	6.16	0.73	17.22
»	сентябрь	13.3	2.69	33.6	43.8	6.67	0.94	17.19
»	декабрь	13.4	2.59	30.1	48.0	6.03	1.14	17.29
Сухие травы стравленного пастбища	октябрь	9.6	2.79	33.7	46.1	7.73	1.39	17.00

на поддержание жизнедеятельности, соответствующие нулевому балансу, составляют у сайгаков в летнее время 735 ± 40.6 кДж/кг^{0.75} веса тела. Зимой эта величина значительно ниже: по данным трех зимних экспериментов (в клетках и на пастбище) она приблизительно равна 500 кДж/кг^{0.75} веса тела (табл. 2).

Эти величины близки расчетным, полученным на основании имеющихся данных по другим видам жвачных (Hudson, Christopherson, 1985). По оценкам для 5 видов диких жвачных (*Odocoileus hemionus*, *Capreolus capreolus*, *Cervus elaphus*, *Alces alces*, *Rangifer tarandus*, *Antilocapra americana*) усредненная величина поддерживающей энергии в состоянии покоя (отдых лежа) летом равна $0.64 \pm \pm 0.04$, зимой - 0.49 ± 0.02 МДж/кг^{0.75}. Учитывая

поправку на пастбищную активность, которая у сайгака в разные сезоны равна 1.18-1.24 (Абатуров и др., 1998), потребности пасущегося сайгака в поддерживающей энергии в теплый период года составляют 0.76-0.79, зимой - 0.59 МДж/кг^{0.75} и мало отличаются от экспериментальных. Характерно, что траты на поддержание жизнедеятельности зимой, определенные тем и другим способами, в 1.3-1.5 раза меньше, чем летом, что отражает сезонное изменение уровня основного обмена сайгаков.

Итак, по нашим экспериментальным данным суточные траты обменной энергии на жизнедеятельность при нулевом балансе веса тела, соответствующие энергии поддержания пасущихся животных, у сайгаков составляют 0.74 МДж/кг^{0.75}

Таблица 2. Показатели питания и привес сайгаков в кормовых опытах в клетках и на пастбище (Абатуров и др., 1982;1998)

Состав корма	Дата	Пол	Вес тела, кг	Привес, г/особь в сутки	Переваримость, %	Потребление в сутки		
						сухого вещества		обменной энергии кДж/кг ^{0.75}
						г/особь	г/кг ^{0.75}	
Теплый период								
Степные травы и зерно ячменя	13-19.V	самец	34.2	164	75	1280	90.8	1118
»	7-15. VII	самец	34.7	250	68	1505	105.2	1046
Люцерновое сено и зерно ячменя	1-6.VIII	самка	22.4	150	64	843	81.8	767
»	6-12.V	самец	32.8	229	73	993	72.4	962
»	19-26.IX	самец	39.4	-42.8	70	1253	79.8	853
»	»	самка	32.2	0	68	952	70.4	797
Степное разнотравье	18-24. VII	самец	32.0	-	54	1165	86.6	822
Пырей посевной	12-20.V	самец	28.8	-102	64	637	51.4	611
»	»	самка	25.5	-73	66	511	45.2	537
Прутьяк простертый	13-18.VI	самец	29.9	-14	53	1037	81.0	685
»	1-7. VI	самка	26.8	-80	52	744	63.0	470
»	4-9.VI	самка	23.0	-138	49	700	66.7	472
Листья вяза мелколистного	10-15. VIII	самка	27.3	0	57	948	79.7	839
Смесь трав при вольной пастьбе	12-17.IV	самка	20.0	-	77	986	104.2	1270
»	21-24.VI	самка	22.3	530	73	1054	102.7	1179
»	28-31.VIII	самка	26.4	250	68	1207	104.1	1099
»	21-27. IX	самка	20.5	80	57	854	89.0	822
Холодный период								
Дробленый ячмень и люцерновое сено	25-31.1	самец	36.3	4.8	71	702	47.4	504
»	4-8.III	самец	34.5	20	71	699	49.2	521
Травы при вольной пастьбе	1-4.XII	самка	27.2	-100	56	503	42.3	380

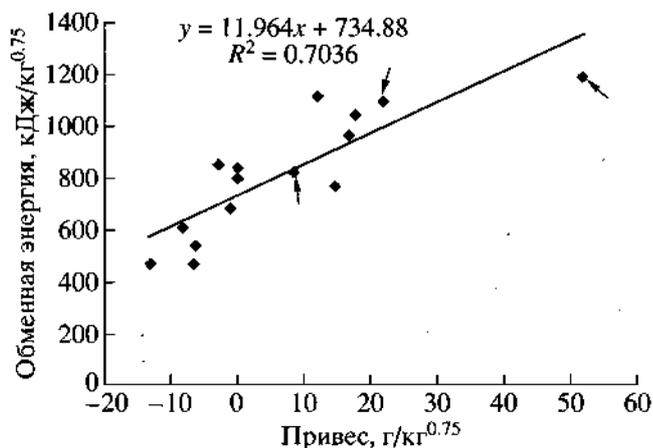


Рис. 1. Соотношение между суточным поглощением сайгаками обменной энергии (y , ось ординат, $\text{кДж/кг}^{0.75}$ массы тела в сутки) и привесом тела животных (x , ось абсцисс, $\text{г/кг}^{0.75}$ массы тела в сутки) в теплый период года по данным опытов в балансовых клетках и экспериментов в условиях вольной пастбы (отмечены стрелками): $y = 735.0 + 11.86x$; $r = 0.835$; $F = 27.6$; $P < 0.01$.

в теплое время года и $0.50 \text{ МДж/кг}^{0.75}$ зимой. Из уравнения регрессии, отражающего связь между привесом сайгаков и потребленной обменной энергией (рис. 1), следует, что для образования 1 г привеса животные затрачивают $11.86 \pm 2.27 \text{ кДж}$ обменной энергии сверх поддерживающего уровня. Следует отметить, что эта величина отличается от имеющихся для других животных. Известно, что у вапити (*Cervus elaphus*) она колеблется у взрослых животных разного пола и в разные сезоны от 26 до 55 кДж/г , и лишь у телят оказывается ниже - 16 кДж/г (Simpson et al., 1978; Fennessy et al., 1981; Suttie et al., 1987; Jiang, Hudson, 1992).

В природных популяциях у сайгаков рост массы тела наблюдается только в теплое время года (Банников и др., 1961; Абатуров и др., 1982). При этом у 1-2-летних еще растущих животных увеличение веса тела за 5 теплых месяцев (май-сентябрь) в среднем достигает 10 кг/особь , т.е. около 65 г/особь в сутки (6 $\text{г/кг}^{0.75}$). Из приведенного выше уравнения следует, что в этом случае суммарные траты энергии (на поддержание и рост) составляют 806 $\text{кДж/кг}^{0.75}$ веса тела. Следует отметить, что при избытке высококачественных кормов рост массы тела бывает более интенсивным и может завершаться в короткие сроки. В условиях нашего пастбищного эксперимента максимальный суточный прирост веса тела в июне равнялся 530 г/особь (51 $\text{г/кг}^{0.75}$). В этом случае суточные траты обменной энергии согласно уравнению достигали 1340 $\text{кДж/кг}^{0.75}$. В августе-сентябре суточный привес 21 $\text{г/кг}^{0.75}$ требовал потребления 984 $\text{кДж/кг}^{0.75}$ обменной энергии.

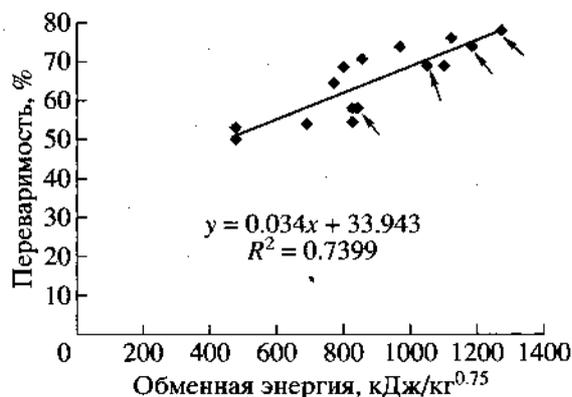


Рис. 2. Соотношение между переваримостью корма (y , ось ординат, %) и потребленной сайгаками обменной энергией (x , ось абсцисс, $\text{кДж/кг}^{0.75}$ массы тела в сутки) в теплый период года по данным опытов в клетках и экспериментов в условиях вольной пастбы (отмечены стрелками): $y = 33.94 + 0.0340x$; $r = 0.86$; $F = 34.13$. Исключены данные по кормлению пыреем посевным, потребление которого было существенно ниже нормы.

Для расчета затрат энергии у сайгаков на лактацию необходимые данные (суточное количество молока, калорийность) отсутствуют. Однако, исходя из имеющихся данных для овец (Потребность жвачных..., 1968; Мак-Дональд и др., 1970), суточная потребность в обменной энергии лактирующих самок в первые 10 недель лактации близка 1000-1020 $\text{кДж/кг}^{0.75}$. Как видим, траты на лактацию сходны с максимальными тратами на образование привеса.

Величина поглощенной обменной энергии зависит в основном от двух показателей: от количества потребленного корма и от его переваримости. Поскольку потребление корма ограничивается насыщением пищеварительного аппарата и поэтому относительно постоянно, основное влияние на величину поглощенной обменной энергии оказывает переваримость, зависящая от качества корма и колеблющаяся в больших пределах. Анализ соотношения переваримости рациона (y) и потребления обменной энергии (x) показал, что связь этих показателей в наших условиях описывается уравнением регрессии $y = 33.94 \pm 0.034x$ (рис. 2). Из уравнения следует, что приведенные выше траты энергии на поддержание жизнедеятельности (735 $\text{кДж/кг}^{0.75}$) (без учета расхода на рост) могут быть обеспечены только при переваримости корма не ниже 59%. Именно эту переваримость следует считать критической величиной, обеспечивающей поддерживающий уровень потребления энергии и в целом положительный энергетический баланс пасущегося немножающегося животного. Нужно при этом иметь в виду, что возможны ситуации, когда отрицательный

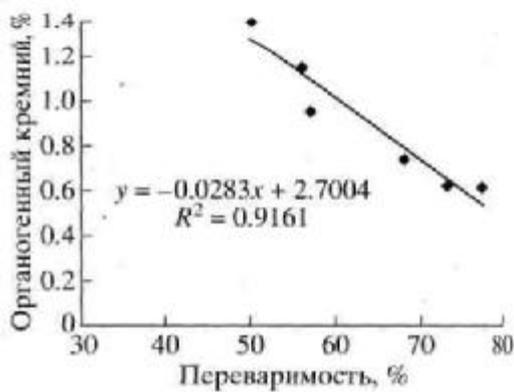


Рис. 3. Соотношение ($y = a + bx$) между содержанием органического кремния в рационе сайгака (y , %) и переваримостью рациона (x , %) у вольнопасущихся сайгаков: $a = 2.1 + 0.128$; $b = -0.028 \pm 0.0005$; $r = 0.957$; $F = 32.7$.

баланс энергии наблюдается и при высокой переваримости (см., например, табл. 2). Это наблюдается в случаях с заниженным по каким-либо причинам уровнем потребления корма или завышенным расходом энергии.

Для обеспечения среднего суточного прироста веса тела (роста) животных ($6 \text{ г/кг}^{0.75}$), который, как показано выше, требует потребления в теплый период года в среднем $806 \text{ кДж/кг}^{0.75}$ в сутки обменной энергии, переваримость корма согласно данному уравнению должна быть не ниже 61%.

Более высокие траты обменной энергии на лактацию ($1000\text{--}1020 \text{ кДж/кг}^{0.75}$) в соответствии с приведенным уравнением требуют увеличения переваримости корма до 68–69%. Следует учитывать, однако, что увеличение потребления обменной энергии во время лактации происходит не только за счет повышения переваримости корма, но и в результате характерного для лактирующих животных значительного роста уровня потребления сухого вещества корма. У сайгаков суточное потребление корма в период наиболее интенсивной лактации возрастает почти в 1.5 раза и зависит, как и у других животных, от количества детенышей (одиноц или двойня) (Абатуров и др., 1982; Arnold, 1985). Можно полагать поэтому, что достижение необходимого уровня потребления обменной энергии во время лактации может быть обеспечено и без улучшения качества (переваримости) корма.

Таким образом, пороговый уровень переваримости корма для взрослых неразмножающихся сайгаков, необходимый для обеспечения положительного энергетического баланса, в нашем случае составляет 59%, а с учетом роста и лактации – выше 61%. Известно, что уровень переваримости у растительноядных животных зависит прежде

всего от содержания в корме таких его фракций как клетчатка и протеин. В наших экспериментах с вольнопасущимся животным содержание этих элементов, как отмечено выше, было относительно однородным, поэтому их влияние на переваримость корма не прослеживалось. Связь между переваримостью и содержанием как клетчатки, так и протеина была низкой (коэффициенты корреляции равны соответственно 0.46 и 0.68 при статистически недостоверных уровнях значимости). Между тем в кормовых травах значительной изменчивостью отличалось содержание органического кремния (Абатуров и др., 1998). Известно, что кремний оказывает существенное влияние на переваримость корма, сравнимое с отрицательным влиянием лигнина (Van Soest, Jones, 1968). В нашем случае в рационе вольнопасущихся сайгаков содержание кремния менялось в 2.3 раза (от 0.60 до 1.39%) (табл. 1). Анализ корреляции между переваримостью и содержанием в рационе органического кремния подтвердил тесную отрицательную связь этих величин ($r = 0.96$, $P < 0.001$), которая описывается уравнением регрессии $y = 2.7 - 0.0283x$ (рис. 3). Из уравнения следует, что в заданных условиях (при однородном содержании клетчатки и протеина и в указанном диапазоне концентрации органического кремния) изменение содержания кремния в рационе на 0.1% меняет переваримость более чем на 3.5%. В целом в данных условиях при увеличении содержания кремния в рационе пасущегося сайгака с 0.60% до 1.39% переваримость уменьшилась с 77 до 50%. Из уравнения следует, что для обеспечения минимальной переваримости (59%), необходимой для поддерживающего уровня потребления обменной энергии, содержание органического кремния в рационе сайгака в среднем не должно превышать 1.03%, а с учетом расходов на рост (при переваримости 61%) – должно быть менее 0.97%.

Обеспеченность протеином и пороговые концентрации протеина в корме. Для оценки потребностей в азоте использованы показатели потребления и переваримости протеина, полученные в экспериментах со свободнопасущимся животным и в опытах по кормлению в неволе (табл. 3). Как мы уже отмечали, минимальные поддерживающие потребности жвачных в азоте складываются из суммы обменного азота фекалий и эндогенного азота мочи. Обменный протеин фекалий, рассчитанный из соотношения величин содержания протеина в рационе и количества видимого переваримого протеина в потребленном корме, в нашем случае у свободно-пасущихся животных был равен 3.498 г/100 г съеденного корма (рис. 4). Следовательно, для животного весом (в разные сезоны) $20.0\text{--}26.4 \text{ кг}$ и потребляющего $854\text{--}1207 \text{ г}$ сухого вещества в сутки (Абатуров и др., 1998) суточное содержание

Таблица 3. Показатели потребления и переваримости протеина у сайгаков в условиях свободной пастбы и в опытах по кормлению в неволе (1996-1997 гг.) (Абатуров и др., 1997; 1998)

Корм	Дата	Содержание, %		Переваримость, %		Суточное потребление		
		в рационе	в фекалиях	видимая	истинная	протеина рациона, г/особь	переваримого протеина	
							г/особь	г/кг ^{0.75}
Пастбищные травы	12-17.IV	18.4	15.0	81	100	181.4	181.4	19.19
»	20-24.VI	14.2	14.0	73	98	150.0	147.1	14.33
»	28-31.VIII	12.7	14.1	65	92	153.3	141.3	12.12
»	21-26.XI	13.3	15.7	50	76	113.2	85.8	8.92
»	1-4.XГ1	13.4	11.2	63	89	67.2	60.0	5.00
Латук татарский <i>Lactuca tatarica</i>	2-17.VIII	17.3	17.8	54	74	130.5	97.1	9.93
Листья вяза	»	10.5	11.0	54	88	110.3	97.2	9.94
»	»	10.5	9.8	62	96	101.9	97.3	9.95

обменного протеина в фекалиях равнялось 35.86 ± 2.57 г/особь или в пересчете на обменный азот - 5.73 ± 0.41 г/особь (3.50 ± 0.25 и 0.56 ± 0.04 г/кг^{0.75} веса тела соответственно для протеина и азота). Вместе с эндогенным азотом мочи (0.12 г/кг^{0.75} или в нашем случае $1.229 + 0.06$ г/особь азота в сутки) это составило 0.68 ± 0.02 г/кг^{0.75} азота (4.25 ± 0.13 г/кг^{0.75} протеина), что соответствует минимальным суточным поддерживающим потребностям сайгака в азоте (протеине) для теплого периода года. Эти величины близки имеющимся в литературе оценкам поддерживающей потребности в азоте для других жвачных ($0.41-0.82$ г/кг^{0.75}) (Robbins, 1983).

Известно, что затраты на отложение азота в тканях тела во время роста и образования привеса у взрослых животных составляют 2.5% на единицу привеса (Потребности жвачных ..., 1968). Учитывая поправку на биологическую ценность азота корма, согласно которой эффективно используется в организме только около 70% всосавшегося азота корма (Потребность жвачных..., 1968; Мак-Дональд и др., 1970), легко рассчитать, что на образование 1 г привеса необходимо 0.0357 г переваримого азота (0.223 г протеина). В нашем случае, когда суточный привес у пасущегося сайгака в июне, конце августа и в сентябре был равен соответственно 530, 250 и 80 г/особь, суммарные потребности в переваримом протеине только для роста (привеса) составляли соответственно 11.53; 4.80; 1.86 г/кг^{0.75}, а суммарно для привеса и поддержания жизнедеятельности - 15.88; 9.16 и 5.71 г/кг^{0.75} веса тела в сутки. При среднем суточном увеличении веса на протяжении теплого периода года, равном, как показано выше, 65 г/особь, средние потребности

в переваримом протеине должны быть равны 5.67 г/кг^{0.75}.

Количество поглощенного переваримого протеина зависит от трех показателей; уровня потребления корма, его переваримости и концентрации протеина в корме. В нашем случае у свободнопасущегося животного при колебаниях уровня потребления от 89 до 104 г/кг^{0.75} веса тела в сутки и истинной переваримости протеина - от 75 до 100% (см. табл. 2 и 3), корреляция между суточным потреблением переваримого протеина (x) и концентрацией протеина в рационе (y) была

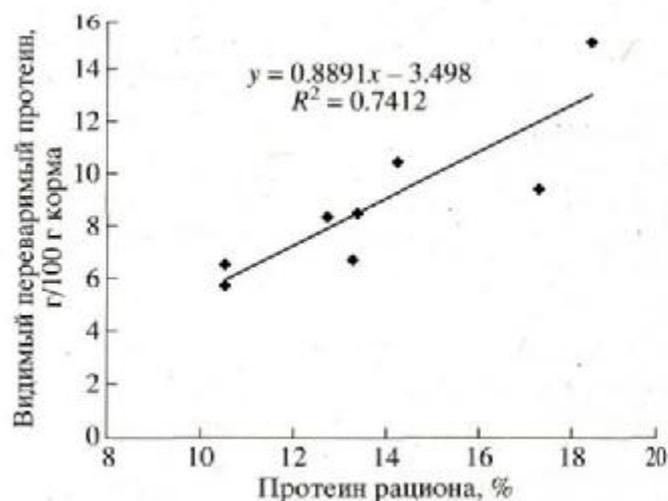


Рис. 4. Оценка обменного протеина фекалий сайгака и истинной переваримости протеина по соотношению ($y = a + bx$) между содержанием протеина в рационе сайгака (x, %) и видимым переваримым протеином съеденного корма (y, г/100 г корма): $a = -3.498 \pm 2.089$; $b = 0.889 \pm 0.139$; $r = 0.861$; $F = 14.31$.

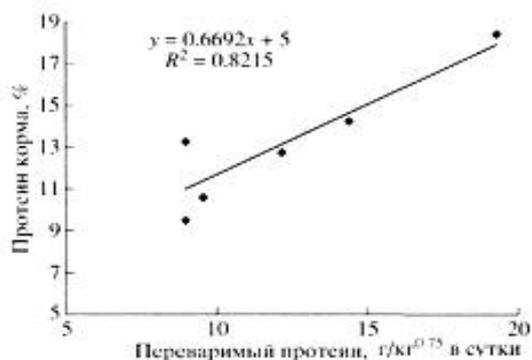


Рис. 5. Оценка соотношения ($y = a + bx$) между содержанием протеина в рационе сайгака (y , %) и суточным потреблением переваримого протеина (x , г/кг^{0.75} веса тела): $a = 4.836 \pm 2.237$; $b = 0.6799 \pm 0.1584$; $r = 0.8968$; $F = 12.33$; $P < 0.01$.

высокой ($r = 0.897$), а соотношение между этими величинами описывалось уравнением регрессии $y = 4.836 + 0.6799x$ (рис. 5). Из уравнения следует, что для обеспечения пасущегося животного минимальным (поддерживающим) количеством переваримого протеина (4.25 г/кг^{0.75}) концентрация протеина в растительном корме должна быть не менее 7.73%. Именно эта величина отражает минимальный (пороговый) уровень содержания протеина в корме, который обеспечивает поддерживающий азотный баланс пасущегося животного. При учете других потребностей (на рост, линьку, беременность, лактацию) этот уровень выше: в июне, когда привес достигал 530 г/особь в сутки, потребности в переваримом протеине (15.88 г/кг^{0.75}) могли быть удовлетворены только при содержании протеина в рационе не ниже 15.6%, а при среднегодовом приросте веса тела, когда потребности составляют 5.67 г/кг^{0.75}, - не ниже 8.69%. Существенно возрастают потребности в протеине во время лактации животных. В первые недели лактации, если использовать данные для овец (Потребности жвачных..., 1968;

Мак-Дональд и др., 1970), потребности в переваримом протеине составят 14.0 г/кг^{0.75}. В этом случае содержание протеина в потребляемом корме не должно быть ниже 14.35%.

ОБСУЖДЕНИЕ

Итак, полученные данные позволили определить минимальные потребности животных в энергии и протеине для разных нужд и основные параметры качества (переваримости, содержания протеина) кормовых ресурсов сайгака, обеспечивающих эти потребности и отражающие требования сайгаков к качеству корма (табл. 4).

Для обеспечения энергетических затрат на поддержание жизнедеятельности (суммарные траты, энергии на поддержание в состоянии покоя и на пастбищную активность) взрослым неразмножающимся животным требуется кормовая растительность с переваримостью не ниже 59% и содержанием протеина не ниже 7.73%. При данном уровне качества могут обеспечиваться только минимальные поддерживающие потребности животных, не включающие траты на другие жизненно необходимые процессы. Полноценное устойчивое функционирование популяции, включающее рост и размножение, требует более высоких показателей качества потребляемого корма. Действительно, с учетом потребностей на рост переваримость съеденного корма должна быть >61%, содержание протеина >8.69%, а с учетом расходов на размножение, в частности на лактацию, переваримость корма должна достигать 68%, содержание протеина - 14.35%. Близкие данные порогового качества корма ранее были получены для европейской косули (*Capreolus capreolus*) (Eisfeld, 1974; 1985). Для взрослых неразмножающихся животных минимальная переваримость корма здесь также равнялась 60%, содержание протеина 5.5%, для молодых растущих животных требовалась более высокая переваримость - до 75%, а для лактирующих самок еще выше.

По нашему экспериментальным данным переваримость большинства кормовых пастбищных растений сайгаков оказывается ниже указанных

Таблица 4. Пороговые показатели качества корма, необходимые для обеспечения минимальных потребностей сайгака в энергии и протеине

Компоненты бюджета энергии и протеина	Потребности		Пороговые показатели качества корма		
	в обменной энергии, МДж/кг ^{0.75}	в переваримом протеине, г/кг ^{0.75}	минимальное содержание протеина, %	минимальная переваримость, %	максимальное содержание кремния, %
Поддержание жизни	0.74	4.25	7.73	59	1.03
Поддержание жизни и рост	0.81	5.67	8.69	61	0.97
Поддержание жизни и лактация	1.01	14.0	14.35	68	0.77

критических величин: у прутняка даже в период активной вегетации (июнь) - 52%, у скошенной смеси степного разнотравья в мае-июне - 52-56% (Абатуров и др., 1982). Характерно, что в балансовых опытах по кормлению в клетках питание этими растениями сопровождалось отрицательным энергетическим балансом и потерями веса тела. Вместе с тем при питании теми же травами в условиях свободной пастбы переваримость рациона всегда была выше (60-77%), а энергетический баланс положительным (Абатуров и др., 1998). Высокая переваримость в последнем случае объясняется избирательностью питания, свойственной сайгакам. Как было показано нами ранее, при свободной пастбе они поедают исключительно наиболее питательные растения или их самые питательные части: верхушки побегов с бутонами или семенами (у прутняка, грудницы волосистой и др.) или молодые боковые побеги и отдельные листья (у кермека, солянки листовичной и др.) (Абатуров и др., 1998). Совершенно очевидно, что эти части растений отличаются повышенным пищевым качеством, в частности высокой переваримостью, косвенным свидетельством которой служит пониженное содержание в тканях этих частей органогенного кремния (табл. 5). Кремний имеет тесную отрицательную корреляцию с переваримостью (см. рис. 3). Таким образом, даже в случае, когда в наших опытах в условиях свободной пастбы основную часть рациона (60%) составлял прутняк, избирательное поедание только его верхушек с

содержанием кремния 0.61% обеспечивало высокую переваримость (до 73%) (Абатуров и др., 1998). При кормлении прутняком в клетках, когда поедалось все растение с содержанием кремния 1.29%, переваримость как по данным прямых балансовых опытов (Абатуров и др., 1982), так и расчетная по уравнению регрессии (табл. 5) составляла всего 51%. То же происходило и при кормлении другими степными травами. Ранее мы уже отмечали, что сайгаки в наших условиях почти полностью исключали из питания злаки (Абатуров и др., 1982; 1998). Судя по характерному для злаков высокому содержанию органогенного кремния, их переваримость весьма низка (табл. 5), что, очевидно, и служит основной причиной их слабой поедаемости сайгаками.

Что касается требований к обеспеченности животных азотом, то растительность полупустынной зоны, в пределах которой располагается основная часть ареала популяции сайгака, практически во все сезоны года характеризуется высоким уровнем протеина (~14%) (Абатуров и др., 1998), достаточным для поддержания нормального функционирования популяции с учетом всех нужд в протеине. Как правило, он превышает уровень, необходимый для удовлетворения минимальных потребностей сайгака, или, по крайней мере, не опускается ниже его (табл. 4). Особенностью растительности полупустыни является и большое видовое разнообразие, включающее как типично пустынные, так и степные виды, разнообразие экологических типов растений, состоящее

Таблица 5. Содержание органогенного кремния в разных видах и частях поедаемых растений и расчетный коэффициент переваримости* (июнь 1996 г.)

Растение	Части растения	Si, %	Переваримость, %
Прутняк простертый (<i>Kochia prostrata</i>)	Верхушки побегов	0.61	72.9
	Верхняя половина растения со стеблем	1.29	50.9
Грудница волосистая (<i>Linosyris villosa</i>)	Верхушки растения	0.52	75.8
	Верхняя половина растения со стеблем	0.74	68.7
	Все растение (надземная часть)	0.97	61.3
Кермек Гмелина (<i>Limonium gmelinii</i>)	Верхушки (соцветия)	0.82	66.1
	Листья	0.47	77.5
	Молодые побеги	0.69	70.3
	Все растение (надземная часть)	1.16	55.1
Житняк пустынный (<i>Agropyron desertorum</i>)	Листья	1.97	28.9
Типчак (<i>Festuca sulcata</i>)	Листья	1.84	33.2
Острец ветвистый (<i>Aneurolepidium ramosum</i>)	Листья	1.84	33.2
Мятлик луковичный (<i>Poa bulbosa</i>)	Листья	1.58	41.6

* Коэффициент переваримости (y) рассчитан по уравнению регрессии: $y = 92.66 - 32.35x$ ($r = 0.957$, $F = 32.77$), где x - содержание органогенного кремния в растительном образце корма.

из травянистых форм, кустарничков и полукустарничков, для многих из которых характерна длительная и даже круглогодичная вегетация. В целом последовательная смена вегетирующих видов в данных условиях обеспечивает животных большую часть года зеленым кормом с достаточно высоким содержанием протеина. Эта особенность растительности полупустыни отличает ее от других растительных типов, в частности от травяных формаций (злаковники, степное разнотравье), для которых характерна короткая сезонная (весенне-летняя) вегетация, сменяющаяся полным отмиранием надземной фитомассы и трансформацией ее в ветошь с низким содержанием протеина и плохой переваримостью. Именно такая картина отмечается в луговых (саванновых) растительных сообществах Африки, где снижение содержания протеина в травяной растительности в сухой сезон до 4-5% служит причиной острого азотного дефицита у пастбищных животных (Sinclair, 1974; Arman, Hopcraft, 1975; Berry, Louw, 1982; Stanley Price, 1978; Abaturov et al., 1995). Очевидно, именно этими особенностями следует объяснять ограничение ареала сайгака полупустынной зоной с редким эпизодическим выходом в степную.

Следует подчеркнуть, что установленные критические параметры качества корма относятся только к теплому периоду года. В холодный период у сайгаков, как и у других копытных высоких широт, в связи с ухудшением состояния растительных кормовых ресурсов происходит сопряженное снижение уровня метаболизма и потребления корма. Энергетические траты на поддержание жизнедеятельности зимой в 1.5 раза, а максимальное (до насыщения) потребление сухого вещества корма в 2.5 раза ниже, чем летом (Абатуров и др., 1998). Очевидно, и пороговые уровни качества корма здесь должны быть иными. Можно предполагать, что качество корма в данном случае играет не меньшую, а возможно и большую роль в поддержании положительного энергетического баланса. Существенное снижение веса тела у сайгаков зимой (Банников и др., 1961; Абатуров и др., 1982; Лопатин и др., 1987) свидетельствует об отрицательном энергетическом балансе в это время. В нашем пастбищном эксперименте зимой при переваримости корма 56% наблюдался отрицательный баланс энергии даже при максимальном для этого времени потреблении сухого вещества корма. Мы предположили, что поддержание положительного баланса зимой возможно только при высокой питательности корма (Абатуров и др., 1998). Действительно, в опытах при кормлении в неволе более питательными кормами (смесь зерна с люцерновым сеном) с переваримостью корма 71% баланс энергии был положительным (см. табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценивая отношение популяции сайгаков к состоянию и качеству растительных кормовых ресурсов в теплое время года, можно заключить, что при пониженном качестве корма, когда переваримость потребляемой фитомассы достигает лишь 59%, положительный энергетический баланс могут поддерживать только взрослые прекратившие рост животные. При этом у особей популяции не будет обеспечен ни рост, ни другие продуктивные процессы, включающие страховое накопление необходимых жировых запасов. Это состояние кормовой растительности можно считать критическим. В данном случае на предельном уровне выживания могут существовать только взрослые нерастущие животные.

Более высокое качество с переваримостью 61% обеспечивает положительный энергетический баланс особей и удовлетворяет потребности в росте и других продуктивных процессах. Однако данный уровень переваримости недостаточен для воспроизводства популяции, в частности для энергоемких затрат, связанных с лактацией и выкармливанием потомства.

Полное обеспечение жизнедеятельности популяции, включающее основные компоненты энергетического бюджета, в том числе траты на воспроизводство популяции и выкармливание приплода, требует максимального качества корма с переваримостью не ниже 68%.

Что касается протеина и азотного баланса, то минимальное (критическое) содержание протеина в корме для поддержания жизнедеятельности и роста должно быть не ниже 8.65%. Практически все растения в условиях полупустыни в разные сезоны содержат более высокое количество протеина и, таким образом, качество корма по протеину почти всегда превышает критический уровень. Лишь в период лактации, когда потребности животных в протеине резко возрастают, критический уровень достигает 14.35% и может превышать реальное содержание протеина в кормовых растениях.

Таким образом, для полноценного функционирования популяции переваримость растительных кормов должна быть не менее 61-68%, а содержание протеина - не ниже 14%. Косвенным показателем качества может служить содержание в растениях кремния, концентрация которого в этом случае не должна превышать 0.97%. И лишь в отдельные периоды, когда отсутствует необходимость роста и накопления жировых запасов, нет затрат, связанных с репродуктивными процессами, животные могут существовать при более низких показателях: по переваримости до 59%, по содержанию протеина в пастбищном корме - до 7.7%, при этом предельное содержание кремния 1.03%.

Из всего сказанного следует важный вывод о том, что лишь часть имеющейся на пастбище кормовой растительной массы обладает необходимым качеством. Ее доля обычно невелика и включает или единичные виды доминирующих растений (в нашем случае люцерна, тюльпаны), или только их отдельные части и органы (верхушки, бутоны, соцветия, молодые листья и побеги). Многие из доминирующих видов (например, большинство злаков) вообще не входят в состав пригодных по качеству кормов. Можно предполагать, что при высокой численности животных выедание этой небольшой по массе части растительности будет сопровождаться постепенным ухудшением качества пастбищных кормов, что в первую очередь отрицательно отразится на воспроизводстве популяции и выкармливании потомства. Дальнейшее более глубокое ухудшение качества негативно скажется на выживании молодых растущих особей. При снижении качества корма до предельных величин (по переваримости до 59%, содержанию протеина до 7.7%) смогут существовать только взрослые прекратившие рост животные. При данном качестве растительности будет полностью прекращено воспроизводство и пополнение популяции, а устойчивость оставшихся взрослых особей снизится из-за ограничения страховых накоплений энергетических (жировых) запасов.

Полученные результаты подтверждают представления о высокой напряженности трофических отношений животных с кормовыми ресурсами и позволяют сделать вывод о том, что при оценке обеспеченности животных кормом, устойчивости популяции и определении кормовой емкости местообитаний следует исходить не из общего запаса доступного растительного корма, а лишь из той его части, которая по содержанию протеина, переваримости и т.д. превышает пороговые значения. Даже при обилии и максимальном потреблении растительного корма, качественные показатели которого ниже пороговых значений, животные не могут быть обеспечены необходимым количеством питательных веществ и энергии и их популяции не способны устойчиво функционировать в таких местообитаниях.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 97-04-48241).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абатуров Б.Д., Колесников М.П., Лихнова О.П., Петрищев Б.И., Никонова О.А., 1997. Использование лигнина и кремния кормовой растительности в качестве индикаторов переваримости для количественной оценки потребления пищи свободнопасающимися сайгаками // Зоол. журн. Т. 76. Вып. 1. С. 104-113.
- Абатуров Б.Д., Кузнецов Г.В., Магомедов М.-Р.Д., Петелин Д.А., Фекаду Кассайе, 1996. Оценка кормовой обеспеченности диких копытных в сухой сезон на луговых пастбищах Эфиопии // Зоол. журн. Т. 75. Вып. 3. С. 439-450.
- Абатуров Б.Д., Магомедов М.-Р.Д., 1988. Питательная ценность и динамика кормовых ресурсов как фактор состояния популяций растительноядных млекопитающих // Зоол. журн. Т. 67. Вып. 2. С. 223-234.
- Абатуров Б.Д., Петрищев Б.И., 1998. Сравнительная оценка рациона свободнопасающегося сайгака микроскопическим анализом растительных остатков в фекалиях и визуальным подсчетом поедаемых растений // Зоол. журн. Т. 77. Вып. 8. С. 964-970.
- Абатуров Б.Д., Петрищев Б.И., Колесников М.П., Субботин А.В., 1998. Сезонная динамика кормовых ресурсов и питание сайгака на естественном пастбище в полупустыне // Успехи современной биол. Т. 118. Вып. 5. С. 564-584.
- Абатуров Б.Д., Холодова М.В., Субботин А.Е., 1982. Интенсивность питания и переваримость кормов у сайгаков // Зоол. журн. Т. 61. Вып. 12. С. 1870-1881.
- Банников А.Г., Жирное Л.В., Лебедева Л.С., Фандеев А.А., 1961. Биология сайгака. М.: Изд. сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов. С. 1-336.
- Большаков А.Ф., Базыкина Г.С., 1914. Природные биогеоценозы и условия их существования // Биогеоценологические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия. М.: Наука. С. 6-34.
- Гордеева Т.К., Ларин И.В., 1965. Естественная растительность полупустыни Прикаспия как кормовая база животноводства. М.: Наука, С. 1-160.
- Инструкция для зональных агрохимических лабораторий по анализу кормов и растений. 1968. М.: Колос. С. 1-55.
- Калошиников А.П., Клейменов П.И., 1985. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат. С. 1-351.
- Колесников М.П., Абатуров Б.Д., 1991. Формы кремния в растительном материале и их количественное определение // Успехи современной биол. Т. 117. Вып. 5. С. 534-548.
- Лопатин В.Н., Абатуров Б.Д., Росоловский С.В., 1987. Математическая модель энергетических процессов роста сайгаков // Журн. общей биологии. Т. 48. №4. С. 513-524.
- Мак-Дональд П., Эдварде Р., Гринхалдж Дж., 1970. Питание животных. М.: Колос. С. 1-504.
- Потребность жвачных животных в питательных веществах и энергии. 1968. М.: Колос. С. 1-414.
- Формозов А.Н., 1976. Звери, птицы и их взаимоотношения со средой обитания. М.: Наука. С. 1-309.
- Abaturou B.D., Fekadu Kassaye, Kuznetsov G.V., Magomedov M.-R.D., Petelin D.A., 1995. Nutritional estimate of populations of some wild free-ranging African ungulates in grassland (Nechisar national park, Ethiopia) in dry season // Ecography. V. 18. № 2. P. 164-172.
- Arman P., Hopcraft D., 1975. Nutritional studies on East African herbivores. 1. Digestibilities of dry matter, crude

- fibre and crude protein in antelope, cattle and sheep // Brit. J. Nutr. V. 33. P. 255-264.
- Arnold G.W., 1985. Regulation of forage intake // Bioenergetics of wild herbivores / Eds. Hudson R.Y. and White R.G. Florida: CRC Press, Inc. Boca Raton. P. 81-101.
- Bell R.H.V., 1971. A grazing ecosystem in the Serengety // Sci. Amer. V. 225. P. 86-93.
- Berry H.H., Louw G.N., 1982. Nutritional measurements in a population of free-ranging wildebeest in Etosha National Park // Madoqua. V. 13. P. 101-125.
- Eisfeld D., 1974. Protein requirements of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) for maintenance // Intern. Congr. Game Biol. №11. P. 133-138.
- Eisfeld D., 1985. Ansprüche von Rehen an die Qualität ihrer Nahrung // XXII Congr. Intern. Union of Game Biol. (Brussels). P. 1027-1034.
- Fennessy P.F., Moore G.H., Gorson I.D., 1981. Energy requirements of red deer // Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod. V.41.P. 167-173.
- Jiang Z., Hudson R.J., 1992. Estimating forage intake and energy requirements of free-ranging wapiti (*Cervus elaphus*) // Can. J. Zool. V. 70. P. 675-679.
- Gwynne M.D., Bell R.H.V., 1968. Selection of vegetation components by grazing ungulates in the Serengety National Park // Nature. V. 220. P. 390-393.
- Hudson R.J., Christopher son R.J., 1985. Maintenance metabolism // Bioenergetics of wild Herbivores / Eds. Hudson R.J. and White R.G. Florida: CRS Press, Inc. Boca Raton. P. 121-142.
- Mould ED., Robbins Ch.T., 1981. Nitrogen metabolism in elk // J. Wildl. Manage. V. 45. № 2. P. 323-334.
- Owen-Smith N., Cooper S.M., 1989. Nutritional ecology of a browsing ruminant, the kudu (*Tragelaphus strepsiceros*), through the seasonal cycle // J. Zool. L. V. 219. P. 29^13.
- Pellew R.A., 1984. Food consumption and energy budgets of the giraffe // J. Appl. Ecol. V. 21. P. 141-150.
- Regelin W.L., Schwartz Ch.C, Franzmann A.W., 1987. Effects of forest succession on nutritional dynamics of moose forage // Swedish Wildlife Research. Suppl. 1. Part LP. 247-263.
- Robbins Ch.T., 1983. Wildlife feeding and nutrition. N.Y.: Academic press. P. 1-343.
- Robbins Ch.T., Prior R.L., Moen A.N., Visec W.J., 1974. Nitrogen metabolism of white-tailed deer // J. Anim. Sci. V. 38. №1.P. 186-191.
- Schwartz Ch.C, Regelin W.L., Franzmann A.W., 1987. Protein digestion in moose // J. Wildl. Manage. V. 51. № 2. P. 352-357.
- Simpson A.M., Webster A.J.F., Smith J.S., Simpson C.A., 1918. The efficiency of utilization of dietary energy for growth in sheep (*Ovis aries*) and red deer (*Cervus elaphus*) // Corp. Biochem. Phisiol. A. V. 69. P. 1166-1175.
- Sinclair A.R.E., 1974. The natural regulation of buffalo populations in East Africa. IV. The food supply as a regulations factor, and competition // East Afr. Wildl. J. V. 12. P. 291-311.
- Sinclair A.R.E., Krebs C.I., Smith T.N.M., 1982. Diet quality and food limitation in herbivores: the case of the snowchoc hare // Can. J. Zool. V. 60. P. 889-897.
- Smith S.H., Holter J.B., Hayes H.H., Silver H., 1975. Protein requirement of white-tailed deer fawns // J. Wildl. Manage. V. 39. № 3. P. 582-589.
- Stanley Price M.R., 1978. The nutritional ecology of coce's hartebeest (*Alcelaphys buselaphus cocei*) in Kenya // J. Appl. Ecol. V. 15. P. 33-49.
- Suttie J.M., Fennessy P.F., Veenvliet B.A., et al. 1987. Energy nutrition of young red deer (*Cervus elaphus*) hinds and a comparison with young stags // Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod. V. 47. P. 111-114.
- Van Soest P.J., Jones L.H.P., 1968. Effect of silica in forages upon digestibility // J. Dairy Sci. V. 51. № 10. P. 1644-1648.

THRESHOLDS OF FORAGE QUALITY FOR

SAIGA TATARICA IN NATURAL PASTURES OF SEMIDESERT

B. D. Abaturvov

Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow 117071, Russia

The threshold levels of digestibility and the protein content in natural plant forage that provide needs for vital activity, requirements for an increase of body mass and lactation were estimated from studying the feeding of tame captive and free-ranging saigas. Relations between the energy consumption and body mass gain, energy consumption and forage digestibility, the content of protein in forage and that of the digested protein were analyzed by using the regression analysis. A tight correlation between the digestibility and the silica content in forage was found that made it possible to estimate the forage quality (digestibility) by the silica concentration in its composition. The digestibility of forage should be >59%, the protein and silica concentrations >7.7% and <1.03%, respectively, to sustain the vital activity of animals. For growth and lactation these characters should be 61-68%, 14%; 0.77-0.97%, respectively. A high selective ability of animals promotes consuming forage of necessary quality. The forage mass of the required quality comprises a rather small portion of the pasture phytomass. This fact should be taken into account for assessing a forage capacity of saiga habitats.

