

<https://doi.org/10.33647/2713-0428-20-3E-49-53>



ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ОСОБЕННОСТЕЙ ПИЩЕВАРЕНИЯ КАБАРГИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ ПИТОМНИКА

А.М. Зубалий*, М.М. Гусева

ФГБУН «Научный центр биомедицинских технологий» ФМБА России
143442, Российская Федерация, Московская обл., Красногорский р-н, п. Светлые горы, 1

Для полноценного кормления кабарги в вольерных условиях необходимы данные о переваримости питательных веществ корма. В работе проведена косвенная оценка особенностей пищеварения кабарги в осенний и зимний периоды. Анализировалось влияние возраста, пола, физиологического состояния и сезона на экскрецию питательных веществ. Наиболее чувствительными являются показатели минерального обмена, особенно фосфора. Также нестабильностью отличается экскреция клетчатки, жира и протеина. Результаты позволяют судить о переваримости корма и обосновывают необходимость балансирующих подкормок для разных половозрастных групп кабарги в вольерных условиях.

Ключевые слова: *Moschus moschiferus*, переваримость, экскреция, органические вещества корма, питательные вещества, биохимический состав, рубцовое пищеварение

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: государственное задание по теме «Разработка концепции и научно-технического обоснования рационального кормления и содержания животных-производителей для получения биологически активных веществ для производства фармацевтических субстанций» (шифр: «Питомник-2») ФГБУН НЦБМТ ФМБА России.

Для цитирования: Зубалий А.М., Гусева М.М. Подходы к изучению особенностей пищеварения кабарги сибирской в условиях питомника. *Биомедицина*. 2024;20(3E):49–53. <https://doi.org/10.33647/2713-0428-20-3E-49-53>

Поступила 19.03.2024

Принята после доработки 13.07.2024

Опубликована 01.11.2024

INVESTIGATION OF THE DIGESTION PECULIARITIES OF SIBERIAN MUSK DEER KEPT UNDER FARM CONDITIONS

Anastasiia M. Zubalii*, Mariya M. Guseva

Scientific Center of Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia
143442, Russian Federation, Moscow Region, Krasnogorsk District, Svetlye Gory Village, 1

In order to ensure adequate nutrition of musk deer in captivity, it is essential to have data on the digestibility of feed nutrients. In this work, we carry out an indirect assessment of the digestive characteristics of captive musk deer in the autumn and winter periods. The influence of age, gender, physiological state, and seasonal changes on nutrient excretion is analyzed. The most sensitive parameter was found to be mineral metabolism, phosphorus metabolism in particular. Other unstable parameters include excretion of fiber, fat, and protein. The results obtained provide information on the digestibility of feed and justify the need for balancing feedings for different age and sex groups of musk deer kept under farm conditions.

Keywords: *Moschus moschiferus*, digestibility, excretion, feed organics, nutrients, biochemical composition, ruminal digestion

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Funding: the research topic “Development of the concept and scientific and technical justification of rational feeding and keeping of producing animals for the production of biologically active substances for the pharmaceutical industry” (code: “Nursery-2”) of state assignment of Scientific Center of Biomedical Technologies of FMBA of Russia.

For citation: Zubalii A.M., Guseva M.M. Investigation of the Digestion Peculiarities of Siberian Musk Deer Kept under Farm Conditions. *Journal Biomed.* 2024;20(3E):49–53. <https://doi.org/10.33647/2713-0428-20-3E-49-53>

Submitted 19.03.2024

Revised 13.07.2024

Published 01.11.2024

Введение

Ключевым показателем полноценности рациона является сбалансированность пищевых компонентов, соответствующих потребностям животных [3, 4]. В связи с тем, что рациональное кормление кабарги в вольерных условиях недостаточно изучено, наша работа по сбору и анализу данных и апробации методов кормления кабарги является актуальной.

Для обеспечения полноценности кормления разных половозрастных групп кабарги необходимо учитывать не только количество и питательность кормов, но и переваримость их компонентов. Из-за особенностей нервной системы кабарги классические балансовые опыты трудно провести [2, 4], поэтому биохимический состав экскрементов может служить косвенным показателем оценки функциональных особенностей ЖКТ кабарги в условиях питомника.

Материалы и методы

Для установления влияния различных факторов на экскрецию основных питательных веществ рациона был произведён отбор проб фекалий вольерной кабарги различного возраста, пола и физиологического состояния в осенний и зимний периоды в питомнике филиала «Алтайский» ФГБУН НЦБМТ ФМБА России (Россия, Республика Алтай). Пробы отбирались два-

жды: в осенний период — в сентябре 2023 г. (15.09.2023 г.) и в зимний период — в феврале 2024 г. (29.02.2024 г.). Биохимический анализ полученных проб проведён в ООО «Клиническая ветеринарная лаборатория» (Калужская обл.). В табличных данных далее приводятся значения массовой доли определяемого вещества/элемента в абсолютно сухом веществе (АСВ), в процентах в виде $M \pm m$. Определялись органические вещества (сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка) и минеральные компоненты (общий азот, сырая зола, кальций, фосфор). Для определения статистической значимости различий использовали U-критерий Манна — Уитни.

Результаты и их обсуждение

Для выявления *влияния физиологического состояния* кабарги на переваримость питательных веществ рациона мы выделили следующие группы животных: самки без детёнышей (т. е. яловые в 2023 г.), самки с детёнышами (т. е. лактирующие в летне-осенний период 2023 г.), все самки и все самцы. При сравнении биохимического состава фекалий животных этих физиологических групп статистически значимых различий по определяемым показателям в осенний период не выявлено.

Для установления *влияния фактора сезонности* на биохимический состав фека-

Таблица 1. Результаты биохимического анализа фекалий самцов и самок кабарги в сезонном аспекте
Table 1. Results of a biochemical analysis of male and female musk deer feces from the seasonal perspective

Группа	n	Общий азот	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	Кальций	Фосфор
Взрослые самки								
Осенний период	6	2,607± 0,0889	16,292± 0,5551	3,380± 0,3789*	5,075± 0,2649	16,100± 0,7081	4,213± 0,4310	0,658± 0,0860*
Зимний период	6	2,278± 0,1261	14,278± 0,7923	4,800± 0,2811	6,001± 0,2790	13,427± 1,1482	4,798± 0,4869	0,233± 0,0167
Взрослые самцы								
Осенний период	5	2,646± 0,1022	16,538± 0,6387	4,354± 0,2132	6,930± 1,2327	14,490± 1,4559	3,842± 0,4951	0,764± 0,1055*
Зимний период	5	2,316± 0,1232	14,566± 0,7854	5,320± 0,6071	5,754± 0,5517	13,948± 0,3987	4,494± 0,5986	0,262± 0,5986

Примечание: * — значимость по критерию Манна — Уитни при $p \leq 0,01$.

Note: * — significance according to the Mann–Whitney criterion at $p \leq 0.01$.

лий кабарги, по которому можно косвенно судить об уровнях экскреции основных веществ рациона, мы сравнивали показатели, полученные от одних и тех же животных в сентябре 2023 г. и в феврале 2024 г. (табл. 1).

Выявлено достоверное снижение массовой доли фосфора в фекалиях кабарги в зимний период в сравнении с осенним — как у самцов, так и самок. У самок было выявлено статистически значимое сезонное увеличение секреции сырого жира в зимний период. На этот факт следует обратить внимание и продолжить сбор эмпирических данных для выявления факторов, влияющих на липидный обмен.

Для выявления **возрастных особенностей** переваримости корма и экскреции основных веществ рациона было проведено сравнение показателей биохимического состава экскрементов кабарги в феврале 2024 г. Были проанализированы данные, полученные в зимний период от взрослых половоз-

релых особей и молодняка 2023 г.р., соответствующего пола. Установлено, что в зимний период различия по биохимическому составу экскрементов как между взрослыми самками и самцами, так и при сравнении разновозрастных групп одного пола не достигают статистически значимых уровней. Это может косвенно свидетельствовать о том, что интенсивность экскреции и переваримость указанных веществ у молодняка кабарги в возрасте 6–7 мес. находится на уровне взрослых животных.

Особенности переваривания и экскреции питательных веществ у **молодняка кабарги в зависимости от пола** приведены в табл. 2. У молодых самцов 2023 г.р., рождённых в питомнике, в сравнении молодыми самками 2023 г.р., рождёнными в питомнике, выявлен достоверно больший уровень экскреции сырого жира. Липидный обмен требует особого внимания, т. к. имеет непосредственное влияние на интенсивность стероидогенеза, обеспечивающего

Таблица 2. Результаты биохимического анализа фекалий молодняка кабарги в зимний период
Table 2. Results of a biochemical analysis of the feces of young musk deer in winter

Группа	n	Общий азот	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	Кальций	Фосфор
Самки, рождены в питомнике	3	2,430± 0,1155	15,250± 0,7304	3,873± 0,2785	6,420± 0,4416	16,127± 1,4896	6,633± 0,2028	0,237± 0,0176
Самцы, рождены в питомнике	3	2,577± 0,0441	16,170± 0,2740	4,740± 0,1646*	5,947± 0,6563	14,803± 0,6479	5,867± 1,0478	0,230± 0,0208

Примечание: * — значимость по критерию Манна — Уитни при $p \leq 0,05$.

Note: * — significance according to the Mann–Whitney criterion at $p \leq 0.05$.

Таблица 3. Результаты биохимического анализа фекалий самцов и самок кабарги в зависимости от предыдущих условий содержания (зимний период)

Table 3. Results of a biochemical analysis of the feces of male and female musk deer, depending on the previous conditions of keeping (winter period)

Группа	n	Общий азот	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	Кальций	Фосфор
Взрослые самки								
Содержавшиеся в вольерах больше года	6	2,278±0,1261	14,278±0,7923	4,800±0,2811	6,001±0,2790	13,427±1,1482	4,798±0,4869	0,233±0,0167
Изъятые из природы в декабре 2023 г.	2	2,460±0,2300	15,455±1,4550	5,080±0,1000	8,095±0,1850*	11,700±2,1600	4,890±1,5100	0,370±0,0300*
Взрослые самцы								
Содержавшиеся в вольерах больше года	5	2,316±0,1232	14,566±0,7854	5,320±0,6071	5,754±0,5517	13,948±0,3987	4,494±0,5986	0,262±0,5986
Изъятые из природы в декабре 2023 г.	1	2,725↑	17,138↑	5,16	7,23↑	17,15↑	5,90	0,49↑

Примечание: * — значимость по критерию Манна — Уитни при $p \leq 0,05$ (самки, отловленные в природе, в сравнении с вольерными самками); ↑ — показатели выше, чем $M \pm 3m$, по половозрастной группе (самцы, отловленные в природе, в сравнении с вольерными самцами).

Note: * — significance according to the Mann–Whitney criterion at $p \leq 0.05$ (wild-caught females compared to captive females); ↑ — indicators are higher than $M \pm 3m$, by age and sex group (wild-caught males compared to captive males).

посредством нормализации эндокринных функций организма оптимальное состояние здоровья, рост и развитие молодняка, и, в дальнейшем, воспроизводительные функции и секрецию мускуса у взрослых животных. Поскольку в этот показатель могут вносить свой вклад метаболиты стероидных гормонов, то высока вероятность, что он будет зависеть также от индивидуальных особенностей нейрогуморальной регуляции и стресс-чувствительности животных. Этот вопрос требует дальнейшего изучения и разработки с применением других методических подходов.

Для установления возможного **долгосрочного влияния условий кормления и содержания кабарги** на функциональное состояние желудочно-кишечного тракта проведено сравнение экскреции питательных веществ взрослых самцов и самок кабарги, содержащихся в питомнике более года, и особей, изъятых из природы в декабре 2023 г. (табл. 3). На момент отбора проб биоматериалов вновь прибывшие животные находились в питомнике более 2 мес., визуальных отклонений в поедании

корма, поведении и пищеварении у них не наблюдалось. Тем не менее, результаты, приведённые в табл. 3, показывают определённые статистически значимые различия.

Установлено, что экскреция сырой клетчатки и фосфора была снижена как у самок, так и у самцов, содержащихся в условиях питомника более года, в сравнении с вновь прибывшими. Кроме того, у самца, относительно недавно изъятых из природы, отмечалась тенденция к большей экскреции протеина и золы, чем у вольерных. Такие изменения свидетельствуют о возможной нестабильности деятельности рубцовой микрофлоры при изменении условий кормления животных.

Выводы

1. Наиболее чувствительными показателями, характеризующими особенности пищеварения у кабарги в условиях неволи в половозрастном и сезонном аспекте, являются показатели минерального обмена — прежде всего, фосфора и, возможно, кальция. Также нестабильностью отличается экскреция клетчатки, жира и протеина.

2. У особей, которые содержатся в питомнике более года и адаптировались к имеющимся условиям кормления и содержания, наиболее выражено сезонное снижение экскреции фосфора, независимо от пола.

3. У вольерных и недавно изъятых из природы особей кабарги наблюдаются различия в уровнях экскреции клетчатки.

4. Уровень экскреции сырого жира достоверно повышается у взрослых самок в зимний период, а также у молодых самцов в сравнении с молодыми самками.

Полученные результаты позволяют косвенно судить об особенностях переваримости питательных веществ корма у кабарги в условиях питомника. Это может стать обоснованием необходимости тех или иных

балансирующих подкормок для различных половозрастных групп вольерной кабарги. Следует отметить, что кабарга — это жвачное животное с многокамерным желудком, для которой важнейшим компонентом, обеспечивающим нормальное состояние здоровья и физиологических процессов организма, является рубцовое пищеварение [1, 2, 4]. Наблюдаемые нами колебания экскреции различных компонентов корма являются отражением нестабильности деятельности рубцовой микрофлоры при изменении условий кормления животных [3, 5, 6]. В связи с этим требуется дальнейшее изучение данного вопроса для разработки приёмов и методик нормализации пищеварения в преджелудках кабарги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Доманов Т.А. *Экология кабарги Moschus moschiferus (Linnaeus, 1758) хребта Тукурингра*: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2013. [Domanov T.A. *Ekologiya kabargi Moschus moschiferus (Linnaeus, 1758) khrebtu Tukuringra* [Ecology of the musk deer Moschus moschiferus (Linnaeus, 1758) of the Tukuringra ridge]: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Abstract of the Dissertation of Cand. Sci. (Biol.)]. Irkutsk, 2013. (In Russian)].
2. Приходько В.И. *Кабарга: ресурсы, сохранение вида в России*. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. [Prihod'ko V.I. *Kabarga: resursy, sohranenie vida v Rossii* [Musk deer: Resources, conservation of the species in Russia]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2021. (In Russian)].
3. Gong R., Song S., Ai Y., Wang S., Dong X., Ren Z., Xie H., Jiang B., Zhao L. Exploring the growing forest musk deer (*Moschus berezovskii*) dietary protein requirement based on gut microbiome. *Front. Microbiol.* 2023;14:1124163. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1124163
4. He L., Li L.-H., Wang W.-X., Liu G., Liu H.-Q., Liu W.-H., Hu D. Welfare of farmed musk deer: Changes in the biological characteristics of musk deer in farming environments. *Applied Animal Behaviour Science*. 2014. DOI: 10.1016/j.applanim.2014.03.011
5. Hu X., Liu G., Li Y., Wei Y., Lin S., Liu S., Zheng Y., Hu D. High-throughput analysis reveals seasonal variation of the gut microbiota composition within forest musk deer (*Moschus berezovskii*). *Front. Microbiol.* 2018;9:1674. DOI: 10.3389/fmicb.2018.01674
6. Zhao G., Ma T., Tang W., Li D., Mishra S.K., Xu Z., Wang Q., Jie H. Gut microbiome of chinese forest musk deer examined across gender and age. *Biomed. Res. Int.* 2019;2019:9291216. DOI: 10.1155/2019/9291216

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Зубалий Анастасия Михайловна*, к.б.н., доц., ФГБУН «Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России»;
e-mail: amzubaliy@gmail.com

Anastasiia M. Zubalii*, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Scientific Center of Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia;
e-mail: amzubaliy@gmail.com

Гусева Мария Михайловна, ФГБУН «Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России»;
e-mail: borisova_mm@mail.ru

Mariya M. Guseva, Scientific Center of Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia;
e-mail: borisova_mm@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author