

Научная статья
УДК 574.24
DOI: 10.18101/2542-0623-2022-4-115-126

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ФЕКАЛИЙ АБОРИГЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

**Д. Д. Цыренова, В. Б. Дамбаев, Э. В. Данилова,
Е. В. Лаврентьева, С. В., Базарсадуева, Д. Д. Бархутова**

© **Цыренова Дулма Доржиевна**
кандидат биологических наук
baldanovad@rambler.ru

© **Дамбаев Вячеслав Борисович**
кандидат биологических наук
slavadmb@rambler.ru

© **Данилова Эржена Викторовна**
кандидат биологических наук
erzhena_danilova@mail.ru

© **Лаврентьева Елена Владимировна**
кандидат биологических наук
lena_1@mail.ru

© **Базарсадуева Сэлмэг Владимировна**
кандидат биологических наук
bselmeg@gmail.com

© **Бархутова Дарима Дондоковна**
кандидат биологических наук
darima_bar@vail.ru

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
Россия, 670011, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

Аннотация. Проведен сравнительный анализ жирнокислотных профилей в фекалиях аборигенных сельскохозяйственных животных — верблюдов забайкальской породы и бурятских лошадей. Тридцать восемь образцов фекалий животных были отобраны и извлеченные ЖК были проанализированы методом хромато-масс-спектрометрии. В образцах фекалий животных обнаружено 39 различных жирных кислот. Жирнокислотный состав представлен насыщенными, мононенасыщенными и одной полиненасыщенной кислотами. Наряду с прямоцепочечными жирными кислотами в образцах фекалий найдены характерные для растений коричная и фенилбензойная кислоты, а также разветвленные изо-, антеизо- кислоты, альдегиды и спирты, характерные для бактерий и микроскопических грибов.

Ключевые слова: жирные кислоты, микробиом, аборигенные сельскохозяйственные животные, верблюд забайкальской породы, бурятская лошадь.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта ФНТП развития генетических технологий на 2019–2027 годы «Широкомасштабный поиск и изучение микроорганизмов и микробных сообществ, ассоциированных с сельскохозяйственными животными и продуктами животного происхождения» (Соглашение № 075-15-2021-1401)

Для цитирования

Жирнокислотный состав фекалий аборигенных сельскохозяйственных животных / Д. Д. Цыренова, В. Б. Дамбаев, Э. В. Данилова [и др.] // Природа Внутренней Азии. Nature of Inner Asia. 2022. № 4(22). С. 115–126. DOI: 10.18101/2542-0623-2022-4-115-126

Введение

На территории Бурятии и Забайкальского края распространены аборигенные виды сельскохозяйственных животных — бурятская овца, бурятская лошадь, бурятская корова, забайкальский верблюд, як бурятской популяции, а также тофаларские олени. Биологические особенности этих животных позволяют им почти круглогодично обеспечивать себя за счет использования подножного корма [Тайшин и др., 1999].

Забайкальские верблюды — это отделившиеся особи монголо-бурятской породы, которые были выведены в течение многих лет и проживали отдельно от монгольской породы. Они представлены видом двугорбый верблюд или бактриан (*Camelus bactrianus*). Забайкальские верблюды приспособлены к жизни в суровых климатических условиях и нетребовательны к содержанию и кормлению. Почти круглый год питаются подножным кормом. Они способны использовать естественные пастбища, недоступные другим видам животных.

Бурятская порода лошадей распространена на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока, в частности Бурятии и Забайкальского края. Бурятские лошади — одна из самых древних пород, которые активно используются в сельском хозяйстве и конном спорте в наши дни [Тайшин и др., 1999]. Они отлично приспособлены для разведения табунным методом и идеально приспособлены для содержания на степных пастбищах, независимо от времени года.

Экология, структура и разнообразие микробного сообщества желудочно-кишечного тракта верблюдов и лошадей являются предметом исследований в последние годы [Gharechahi, Salekdeh, 2018; He et al., 2018; Fernandes et al., 2021]. Различия в пищеварительной системе, экстремальная окружающая среда и пищевые привычки верблюдов и лошадей могут привести к возникновению отличительной кишечной микробиоты. Изменения фекальной микробиоты являются адаптацией к изменениям кормовой базы и окружающей среды [Ming et al., 2017].

Учитывая, что менее 1% всех встречающихся в природе микроорганизмов можно культивировать на синтетических средах, широко применяются независимые от культивирования методы, такие как анализ жирных кислот (ЖК) в качестве биомаркеров [Willers, Jansen van Rensburg and Claassens, 2015]. Этот метод используется как средство для характеристики микробных сообществ. Жирнокислотный состав микробных сообществ может свидетельствовать об их реакции на изменения окружающей среды, вызванные климатическими условиями или антропогенной деятельностью. ЖК в микробных клетках функционируют как основные составляющие мембран для хранения углерода, облегчают передачу сигналов и

могут использоваться для идентификации бактерий на уровне видов. Количественная оценка и идентификация этих ЖК способствуют пониманию функционирования микробных сообществ, могут быть применены при скрининге патогенных бактерий и выявлении структуры и разнообразия микробного сообщества.

Исследования состава жирных кислот фекалий аборигенных сельскохозяйственных животных и факторов, влияющих на микробное сообщество желудочно-кишечного тракта, ранее не проводились.

Цель настоящей работы — изучение качественного и количественного состава жирных кислот фекалий аборигенных сельскохозяйственных животных

Материал и методика

Сбор проб фекалий у верблюдов и лошадей проводился в ноябре 2021 г., всего отобрано 38 проб (маркировка 1–38). Образцы (примерно по 200 г каждый) были собраны с земли сразу же после наблюдаемой дефекации у каждой идентифицированной особи верблюда и лошади и помещены в герметичные пластиковые пакеты для определения жирнокислотного состава. В течение 6 часов после сбора образцы были транспортированы при 5 °С и помещены на хранение в лаборатории при -20°С до физико-химических анализов

Жирнокислотный состав в образцах фекалий определяли хромато-масс-спектрометрическим методом. Метилвые и триметил-силильные эфиры ЖК исследовали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent 6890 с квадрупольным масс-спектрометром MSD 5973N в качестве детектора. Процентный состав смеси вычислялся по площади газо-хроматографических пиков. Качественный анализ основан на сравнении времен удерживания и полных масс-спектров соответствующих чистых соединений с использованием библиотеки данных NIST14.L и стандартных смесей (Bacterial Acid Methyl Esters (CP Mix, Supelco, Bellefonte, PA, USA) [Radnaeva L. D. et al., 2020]. Полученные данные были обработаны методом главных компонент (МГК) с помощью программного пакета Sirius, фирмы Pattern Recognition Systems a/s (г. Берген, Норвегия) [Померанцев, 2008; Зиновьев, 2000; Эсбенсон, 2005].

Результаты и обсуждение

Образцы фекалий двугорбых верблюдов забайкальской породы были отобраны 15.11.2021 г. в местности Хапшур, с. Цаган-Ола (Агинский Бурятский округ) (табл. 1), и бурятских лошадей в местности Зурган-Дэбэ, с. Нойохон (Селенгинский район Республики Бурятия), 25.11.2021 г. (табл. 2). Верблюды и лошади находятся на свободном выгуле, питанием является подножный корм.

Возраст, пол животных, характеристика образцов фекалий представлены в табл. 1, 2. Значения рН в образцах фекалий варьировали от 8 до 9, что характерно для здоровых животных.

В образцах фекалий обнаружено 39 различных ЖК (табл. 3–6). Жирнокислотный состав представлен насыщенными, мононенасыщенными и одной полиненасыщенной кислотами. Активность ферментов синтеза жирных кислот определяется внешними факторами, что и обуславливает различие в путях синтеза жирных кислот [Wang, Meng, Zhang, 2010]. В связи с этим меняются относительное содержание различных жирных кислот, длина их цепей, насыщенность.

Таблица 1

Характеристика верблюдов забайкальской породы
и образцов их фекалий

Образец	Пол, возраст	Фекалии	pH фекалий
1	самка, 7 лет	жидкий, не оформленный	9
2	самка, 15 лет	жидкий, не оформленный	8
3	самец, 2,5 года	жидкий, не оформленный	8
4	самец, 3 года	жидкий, не оформленный	9
5	самка, 5 лет	жидкий, не оформленный	9
6	самка, 12 лет	более твердый	9
7	самка, 14 лет	жидкий, не оформленный	9
8	самка, 17 лет	жидкий, не оформленный	8
9	самец, 3 года	жидкий, не оформленный	9
10	самка, 9 лет	жидкий, не оформленный	9
11	самка, 7 лет	жидкий, не оформленный	8
12	самец, 3 года	жидкий, не оформленный	9
13	самка, 6 лет	жидкий, не оформленный	9
14	самец, 4 года	жидкий, не оформленный	9
15	самка, 7 лет	жидкий, не оформленный	9
16	самка, 12 лет	жидкий, не оформленный	9
17	самка, 8 лет	жидкий, не оформленный	9
18	самка, 18 лет	жидкий, не оформленный	9
19	самка, 17 лет	жидкий, не оформленный	9
20	самка, 5 лет	жидкий, не оформленный	9
21	самец, 1,5 года	жидкий, не оформленный	9
22	самка, 16 лет	твердый, оформленный	9
23	самка, 12 лет	твердый, оформленный	9
24	самец, 4 года	твердый, оформленный	9

В ЖК составе всех образцов (табл. 3) встречается коричневая кислота с содержанием от 0,8 до 3,0 отн. %, а в образцах в основном лошадей — фенилпропионовая кислота с содержанием от 0,3 до 2,2 отн.%. Известно, что фенольные соединения имеют универсальное распространение в растительном мире и свойственны каждому растению и даже каждой растительной клетке. На долю веществ этой группы приходится до 2–3% массы органического вещества растений, а в некоторых случаях — до 10% и более. Сумма дикарбоновых кислот в исследуемых образцах фекалий верблюдов составила от 1,1 до 3,0 отн.%, а в образцах фекалий лошадей — от 2,0 до 5,7 отн. %. Гексацикарбоновая кислота не обнаружена в образцах верблюдов.

Таблица 2

Характеристика бурятских лошадей и образцов их фекалий

Образец	Пол, возраст	Фекалии	pH фекалий
25	самец, 8 мес.	твердые, оформленные	8
26	самка, 8 мес.	твердые, оформленные	8
27	самка, 8 лет	твердые, оформленные	8
28	самка, 1,5 лет	твердые, оформленные	9
29	самка, 8 лет	не оформленные, жидкие	8
30	самец, 8 мес.	не оформленные, жидкие	8
31	самка, 8 лет	твердые, оформленные	8
32	самка, 9 лет	твердые, оформленные	8
33	самка, 13 лет	твердые, оформленные	8
34	самка, 1,7 лет	твердые, оформленные	8
35	самка, 11 лет	не оформленные, жидкие	8
36	самка, 1,7 лет	твердые, оформленные	8
37	самец, 8 мес.	менее твердые	9
38	самка, 11 лет	твердые, оформленные	8

Таблица 3

Содержание фенолсодержащих и дикарбоновых кислот
 в образцах фекалий верблюдов и лошадей, отн. %

ЖК	Верблюд (n=24)	Лошадь (n=14)
Фенилпропионовая кислота	$\frac{0,11-0,62}{0,396 \pm 0,253}$	$\frac{0,31-2,17}{0,847 \pm 3,539}$
Коричная кислота	$\frac{1,53-3,16}{2,194 \pm 4,841}$	$\frac{0,75-2,1}{1,278 \pm 2,025}$
7dca	$\frac{0,06-0,23}{0,133 \pm 0,03}$	$\frac{0,05-0,22}{0,137 \pm 0,033}$
8dca	$\frac{0,11-0,45}{0,241 \pm 0,252}$	$\frac{0,18-0,65}{0,42 \pm 0,288}$
9dca	$\frac{0,89-1,93}{1,363 \pm 2,205}$	$\frac{1,17-4,16}{2,446 \pm 9,763}$
11dca	$\frac{0,14-0,35}{0,233 \pm 0,099}$	$\frac{0,19-0,53}{0,369 \pm 0,157}$
16dca	$\frac{0,24}{0,24 \pm 0}$	$\frac{0,18-0,52}{0,323 \pm 0,117}$

n — количество образцов

Все насыщенные ЖК, в том числе и разветвленные, представлены в табл. 4. Принято считать, что насыщенные жирные кислоты с прямой цепью 14:0, 15:0, 16:0, 17:0 и 18:0 имеют бактериальное происхождение [Гладышев, 2012]. Среди насыщенных ЖК доминирующими являются пальмитиновая 16:0 (около 19,6 отн. %) и стеариновая 18:0 кислоты (около 13,4 отн. %). Сумма изо и антеизо разветвленных кислот в образцах фекалий составило около 10 отн.%. Терминально разветвленные насыщенные жирные кислоты, такие как i14:0 (до 1,86 отн. %), i15:0 (до 3,96 отн. %), i16:0 (до 2,02 отн. %), i17:0 (до 2,86 отн. %), указывают на присутствие грамположительных бактерий [Willers, Jansen van Rensburg and Claassens, 2015], тогда как грамотрицательные бактерии представлены мононенасыщенными жирными кислотами, гидроксилсодержащими биомаркерами.

Таблица 4

Содержание насыщенных жирных кислот
в образцах фекалий верблюдов и лошадей, отн. %

ЖК	Верблюд	Лошадь	ЖК	Верблюд	Лошадь
9:0	$\frac{0,08-0,28}{0,137\pm 0,042}$	$\frac{0,01-0,22}{0,066\pm 0,034}$	16:0	$\frac{17,32-20,29}{18,449\pm 13,405}$	$\frac{19,03-27,31}{22,555\pm 72,628}$
10:0	$\frac{0,33-0,64}{0,437\pm 0,134}$	$\frac{0,12-0,45}{0,267\pm 0,149}$	ai17:0	$\frac{0,77-1,54}{1,147\pm 0,989}$	$\frac{0,7-1,23}{0,965\pm 0,414}$
11:0	$\frac{0,05-5,06}{0,406\pm 23,833}$	$\frac{0,02-0,32}{0,134\pm 0,101}$	i17:0	$\frac{1,42-2,68}{2,175\pm 2,946}$	$\frac{0,8-1,86}{1,161\pm 1,402}$
12:0	$\frac{4,99-8,74}{6,703\pm 17,340}$	$\frac{0,74-1,24}{0,953\pm 0,245}$	17:0	$\frac{4-5,48}{4,797\pm 3,398}$	$\frac{2,76-4,46}{3,813\pm 2,033}$
13:0	$\frac{0,23-5,14}{0,591\pm 21,898}$	$\frac{0,23-0,65}{0,450\pm 0,179}$	18:0	$\frac{10,45-14,8}{12,365\pm 36,757}$	$\frac{12,49-19,38}{15,94\pm 41,69}$
i14:0	$\frac{0,64-0,99}{0,845\pm 0,202}$	$\frac{0,94-1,89}{1,235\pm 0,735}$	i20:0	$\frac{0,12-0,31}{0,18\pm 0,065}$	$\frac{0,48-1,57}{0,822\pm 1,644}$
14:0	$\frac{4,09-5,78}{4,667\pm 4,676}$	$\frac{5,5-8,53}{7,242\pm 15,575}$	20:0	$\frac{0,65-1,66}{0,968\pm 1,676}$	$\frac{1,12-2,2}{1,47\pm 1,312}$
ai15:0	$\frac{1,06-1,76}{1,444\pm 0,802}$	$\frac{1,28-1,76}{1,504\pm 0,275}$	22:0	$\frac{1,78-3,51}{2,440\pm 4,043}$	$\frac{1,74-4,18}{2,888\pm 8,264}$
i15:0	$\frac{1,06-4,28}{3,561\pm 2,777}$	$\frac{1,89-3,04}{2,508\pm 1,485}$	23:0	$\frac{1,1-2,21}{1,661\pm 2,075}$	$\frac{0,46-1,98}{1,13\pm 2,326}$
15:0	$\frac{1,49-4,72}{3,9\pm 9,576}$	$\frac{6,81-10,19}{8,36\pm 20,585}$	24:0	$\frac{2,56-6,5}{3,856\pm 16,267}$	$\frac{1,95-6,21}{3,313\pm 26,035}$
i16:0	$\frac{0,77-1,23}{1,015\pm 0,228}$	$\frac{0,98-2,02}{1,445\pm 1,006}$	Σ РЖК	$\frac{7,77-12,4}{10,227\pm 28,8}$	$\frac{7,56-12,23}{9,538\pm 26,261}$
			Σ НЖК	$\frac{57,6-66,25}{61,348\pm 83,648}$	$\frac{63,05-71,8}{68,168\pm 73,35}$

Сумма ненасыщенных жирных кислот в образцах фекалий верблюдов была выше и составила около 16,7 отн. %, а в образцах фекалий лошадей — около 11,2 отн. % (табл. 5). Основной вклад в сумму ненасыщенных жирных кислот

вносят олеиновая 18:1n9, пальмитолеиновая 16:1n7 и вакценовая 18:1n7 кислоты, содержание которых также выше в образцах фекалий верблюдов. Среди полиненасыщенных ЖК обнаружена только незаменимая линолевая 18:2n6 кислота, которая поступает в организм только с пищей (с содержанием около 2,7 отн. % во всех исследуемых образцах). Известно, что высшие растения имеют гены, кодирующие десатуразы $\Delta 15$ и $\Delta 12$, т. е. они способны синтезировать ЖК с двойными связями в положении n-6 и n-3 [Harwood, 1996; Tocher et al., 1998; Cohen et al., 1995; Heinz, 2002]. В растениях из стеариновой кислоты (18:0) образуется ненасыщенная олеиновая 18:1n9 кислота. Наличие в растениях характерных десатураз способствует превращению олеиновой кислоты в линолевую 18:2n6 кислоту.

Таблица 5

Содержание ненасыщенных жирных кислот
 в образцах фекалий верблюдов и лошадей, отн. %

ЖК	Верблюд (n=24)	Лошадь (n=14)
12:1n7	$\frac{0,16 - 0,37}{0,24} \pm 0,077$	$\frac{0,05 - 0,11}{0,082} \pm 0,005$
15:1	$\frac{0,51 - 1,18}{0,882} \pm 0,552$	$\frac{0,43 - 0,97}{0,722} \pm 0,518$
16:1n7	$\frac{0,1 - 0,35}{0,196} \pm 0,094$	$\frac{0,06 - 0,12}{0,09} \pm 0,001$
16:1n9	$\frac{0,58 - 6,54}{2,255} \pm 38,891$	$\frac{0,1 - 0,32}{0,193} \pm 0,063$
16:1n5	$\frac{0,22 - 1,69}{0,61} \pm 1,915$	-
17:1n9	$\frac{0,07 - 0,69}{0,252} \pm 0,487$	$\frac{0,09 - 0,32}{0,146} \pm 0,042$
18:1n9	$\frac{4,61 - 6,44}{5,641} \pm 5,812$	$\frac{2,27 - 6,02}{3,764} \pm 12,93$
18:1n7	$\frac{2,03 - 4,32}{2,895} \pm 6,797$	$\frac{0,98 - 2,09}{1,46} \pm 1,845$
18:1n5	$\frac{0,75 - 4,32}{1,125} \pm 1,432$	$\frac{0,99 - 3,13}{2,031} \pm 4,805$
22:1n9	$\frac{0,1 - 0,36}{0,217} \pm 0,117$	$\frac{0,19 - 0,31}{0,24} \pm 0,007$
18:2n6	$\frac{1,76 - 3,99}{2,677} \pm 5,785$	$\frac{1,89 - 3,73}{2,777} \pm 3,548$
Σ ННЖК	$\frac{13,47 - 21,97}{16,882} \pm 112,232$	$\frac{7,74 - 14,09}{11,172} \pm 44,365$

Количество альдегидов в образцах фекалий верблюдов составило около 4,5 отн. %, а в образцах фекалий лошадей — 2,9% от суммы всех компонентов (табл. 6). В составе липидных компонентов обнаружено 2 спирта. Докозанол (C22OH) присутствует только в некоторых образцах фекалий верблюдов, а в образцах лошадей — около 0,9 отн. %. Содержание стерина холеста-7-ол и холеста-5-ен-3-ол невысокое (до 0,77 отн. %), а копростанол обнаружен практически во всех образцах фекалий (верблюдов — 2,1 отн. %, лошадей — 0,8 отн. %).

Таблица 6

Содержание альдегидов, спиртов и стерина
в образцах фекалий верблюдов и лошадей, отн. %

ЖК	Верблюд (n=24)	Лошадь (n=14)
8a	$\frac{0,44 - 1,53}{0,618} \pm 1,009$	$\frac{0,27 - 0,45}{0,375} \pm 0,046$
9a	$\frac{0,17 - 1,63}{0,352} \pm 1,767$	$\frac{0,17 - 1,41}{0,39} \pm 1,231$
11:1a	$\frac{0,58 - 0,94}{0,738} \pm 0,166$	$\frac{0,27 - 0,59}{0,397} \pm 0,096$
11a	$\frac{1,34 - 2,24}{1,82} \pm 0,963$	$\frac{0,75 - 1,15}{1,152} \pm 0,885$
16a	$\frac{0,67 - 1,68}{0,981} \pm 1,011$	$\frac{0,39 - 1,01}{0,625} \pm 0,413$
4,8,12,16-4Me17-OH	$\frac{0,14 - 0,4}{0,223} \pm 0,118$	$\frac{0,16 - 0,39}{0,247} \pm 0,054$
22OH	$\frac{0,44 - 1,53}{0,618} \pm 1,009$	$\frac{0,54 - 1,78}{0,899} \pm 2,021$
cholest-7-ol	$\frac{0,2 - 0,46}{0,303} \pm 0,105$	$\frac{0,33 - 0,77}{0,569} \pm 0,183$
cholesy-5en-3ol	-	$\frac{0,56 - 0,92}{0,745} \pm 0,065$
coprostanol	$\frac{1,42 - 3,27}{2,220} \pm 5,502$	$\frac{0,42 - 1,34}{0,813} \pm 0,046$
∑альдегидов	$\frac{3,31 - 6,99}{4,482} \pm 10,47$	$\frac{2,17 - 4,09}{2,941} \pm 4,587$
∑спиртов	$\frac{0,15 - 0,6}{0,328} \pm 0,42$	$\frac{0,64 - 1,98}{1,128} \pm 2,049$
∑стеринов	$\frac{1,65 - 3,79}{2,562} \pm 6,61$	$\frac{0,51 - 2,1}{1,362} \pm 3,077$

Полученные данные (возраст, состав липидных компонентов) были подвергнуты мультивариационной обработке (рис. 1 и 3). Метод главных компонент образцов фекалий показал, что они подразделяются на отчетливо различающиеся кластеры: образцы фекалий верблюдов расположились в правой части графика, а образцы фекалий лошадей — в левой части графика. Кластеризация образцов фекалий по составу липидных компонентов, возможно, связана и с видовой принадлежностью животных, и с различным местом обитания, соответственно и разной пищевой базой. Как видно из рисунка 1, зависимости образцов фекалий по составу липидных компонентов и концентрации ДНК от пола животного не обнаружено.

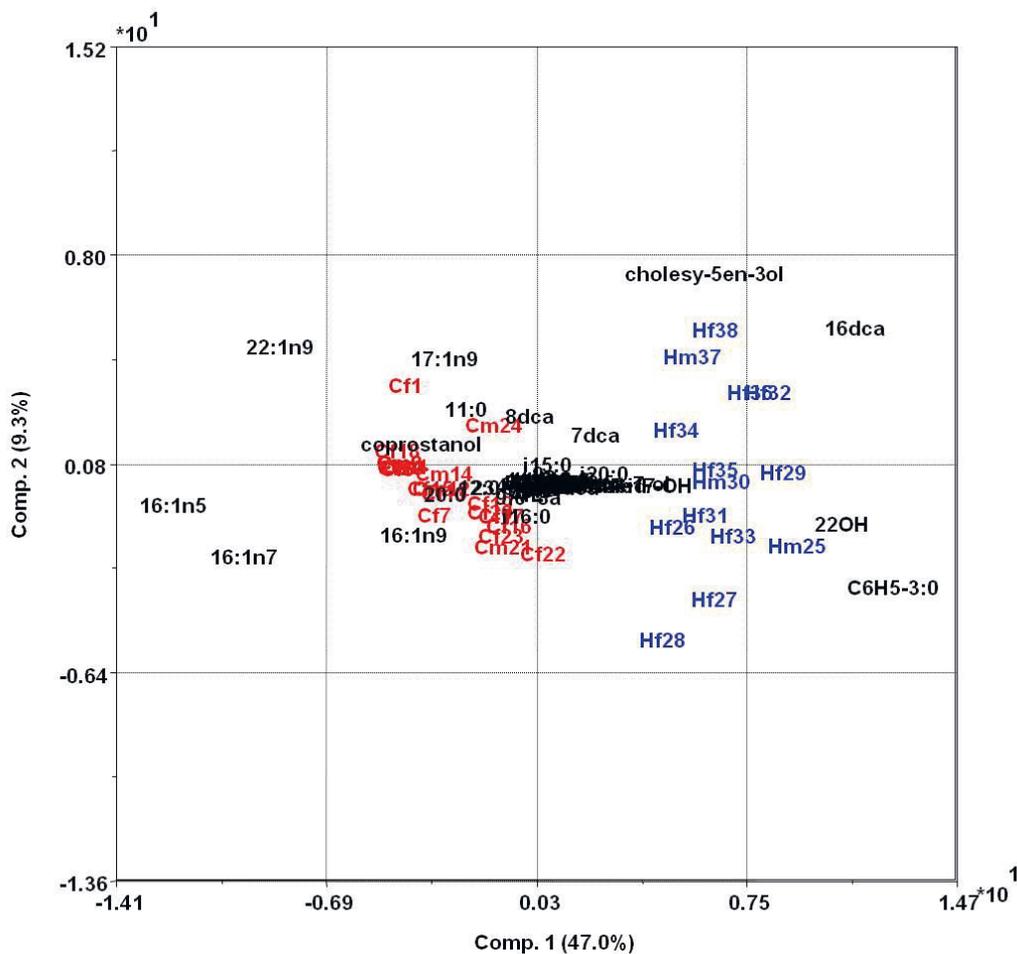


Рис. 1. Распределение образцов фекалий лошадей (синий цвет) и верблюдов (красный цвет) по возрасту и составу липидных компонентов: квадрат — самки, круг — самцы

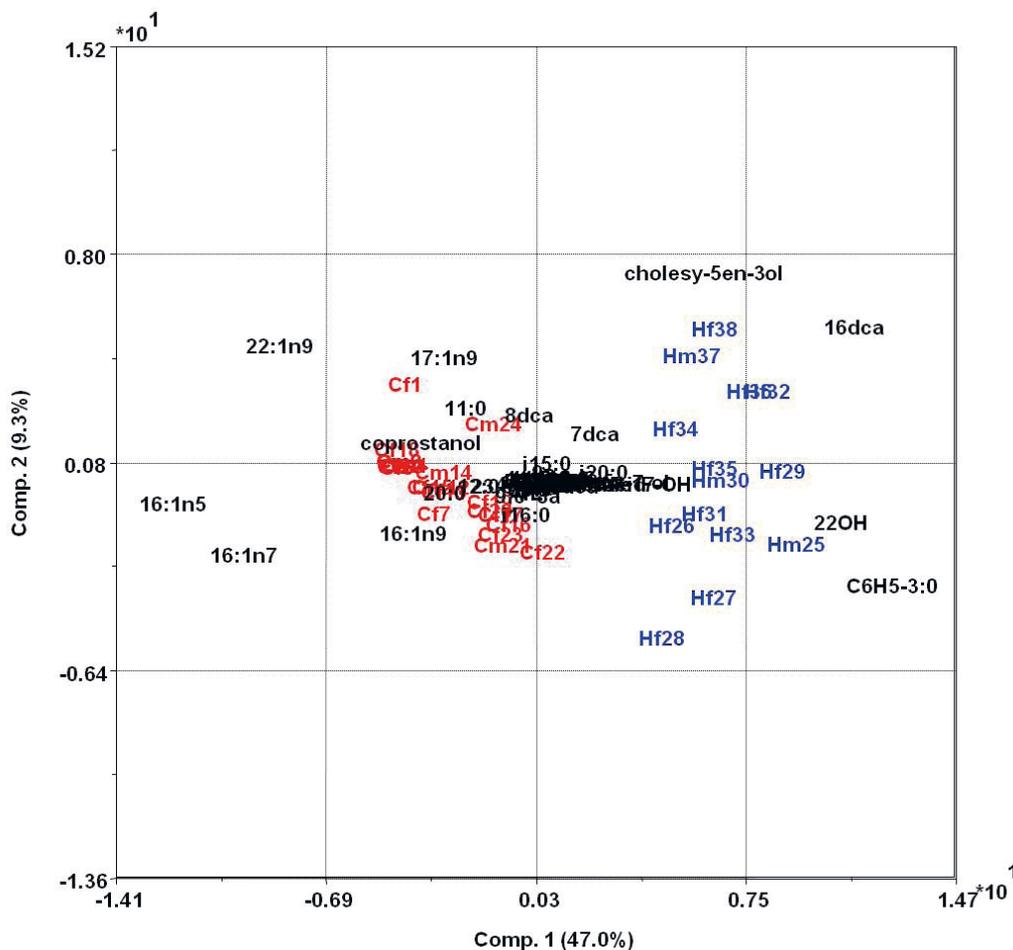


Рис. 2. График нагрузок. Распределение образцов фекалий лошадей (синий цвет) и верблюдов (красный цвет) по возрасту и составу липидных компонентов

На рис. 2 представлен биplot с графиком нагрузок всех компонент на образцы фекалий верблюдов и лошадей. На такое распределение образцов на биplotе оказали основное влияние отсутствие в фекалиях верблюдов моненасыщенных 16:1n7, 16:1n5, 22:1n9 кислот, а в фекалиях лошадей отсутствие дикарбоновой 16dca кислоты, 22OH спирта и фенилпропионовой кислоты.

Литература

1. Гладышев М. И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека // Журнал Сибирского федерального университета. 2012. Вып. 4, № 5. С. 352–386. Текст : непосредственный.
2. Зиновьев А. Ю. Визуализация многомерных данных. Красноярск : Изд-во КГТУ, 2000. 179 с. Текст : непосредственный.
3. Померанцев А. Л. Анализ многомерных данных. URL: <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/pca.htm> (дата обращения: 12.08.2022). Текст : электронный.

4. Атлас номадных животных / В. А. Тайшин, Б. Б. Лхасаранов, Р. Джеймс [и др.]. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1999. 284 с. Текст : непосредственный.
5. Эсбенсон К. Анализ многомерных данных / перевод с английского О. Родионовой. Москва : ИПХФРАН, 2005. 170 с. Текст : непосредственный.
6. Cohen Z., Margheri M.C., Tomaselli L. Chemotaxonomy of cyanobacteria. *Phytochemistry*. 1995; 40(4): 1155–1158.
7. Fernandes K. A., Gee E. K., Rogers C. W., Kittelmann S., Biggs P. J., Bermingham E. N., Bolwell C. F., Thomas D. G. Seasonal variation in the faecal microbiota of mature adult horses maintained on pasture in New Zealand. *Animals*. 2021; 11(8): 2300. <https://doi.org/10.3390/ani11082300>
8. Gharechahi J., Salekdeh G. H. A metagenomic analysis of the camel rumen's microbiome identifies the major microbes responsible for lignocellulose degradation and fermentation. *Biotechnol Biofuels*. 2018; 11: 216. <https://doi.org/10.1186/s13068-018-1214-9>
9. Harwood J. L. Recent advances in the biosynthesis of plant fatty acids. *Biochim. Biophys. Acta*. 1996; 1301: 7–56.
10. He J., Yi L., Hai L. et al. Characterizing the bacterial microbiota in different gastrointestinal tract segments of the Bactrian camel. *Sci Rep*. 2018; 8: 654. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18298-7>
11. Heinz E. DNA in transgenic seeds: which approach will be successful first. *Eur. J. Lipid Sci. Tech*. 2002; 104(1): 1–2.
12. Ming L., Yi L., Siriguleng, Hasi S., He J., Hai L. et al. Comparative analysis of fecal microbial communities in cattle and Bactrian camels. *PLoS ONE*. 2017; 12(3): e0173062. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173062>
13. Radnaeva L. D., Bazarsadueva S. V., Taraskin V. V., Tulokhonov A. K. First data on lipids and microorganisms of deepwater endemic sponge *Baikalospongia intermedia* and sediments from hydrothermal discharge area of the Frolikha Bay (North Baikal, Siberia). *Journal of Great Lakes Research*. 2020; 46(1): 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2019.09.021>
14. Tocher D. R., Leaver M. J., Hodson P. A Recent advances in the biochemistry and molecular biology of fatty acyl desaturases. *Prog. Lipid Res*. 1998; 37(2/3): 73–117.
15. Wang L-Q., Meng X-Ch., Zhang B-R. Influence of Cell Surface Properties on Adhesion Ability of Bifidobacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2010; 26: 1999–2007.
16. Willers C., Jansen van Rensburg P. J. and Claassens S. Microbial signature lipid biomarker analysis — an approach that is still preferred, even amid various method modifications. *Journal of Applied Microbiology*. 2015; 118: 1251–1263.

Статья поступила в редакцию 15.10.2022; одобрена после рецензирования 13.11.2022; принята к публикации 25.11.2022.

FATTY ACID COMPOSITION OF FAECES OF ABORIGINAL FARM ANIMALS

D. D. Tsyrenova, V. B. Dambaev, E. V. Danilova,
E. V. Lavrentyeva, S. V. Bazarsadueva, D. D. Barkhutova

Dulma D. Tsyrenova
Cand. Sci. (Biol.)
baldanovad@rambler.ru

Vyacheslav B. Dambaev
Cand. Sci. (Biol.)
slavadmb@rambler.ru

Erzhena V. Danilova
Cand. Sci. (Biol.)
erzhena_danilova@mail.ru

Elena V. Lavrentyeva
Cand. Sci. (Biol.)
lena_l@mail.ru

Selmeg V. Bazarsadueva
Cand. Sci. (Biol.)
bselmeg@gmail.com

Darima D. Barkhutova
Cand. Sci. (Biol.)
darima_bar@vail.ru

Institute for General and Experimental Biology SB RAS
6 Sakhyanovoy St., Ulan-Ude 670011, Russia

Abstract. The article presents a comparative analysis of fatty acid profiles in the faeces of aboriginal farm animals — camels of the Trans-Baikal ecotype and the Buryat horses. We have collected thirty-eight animal faecal samples and analyzed the extracted FAs by chromatomass spectrometry. 39 different fatty acids were found in animal fecal samples. The fatty acid composition is represented by saturated, monounsaturated and one polyunsaturated acids. Along with straight-chain fatty acids we have also found cinnamon and phenylbenzoic acids, characteristic of plants, as well as branched iso- and anteiso-acids, aldehydes, and alcohols, characteristic of bacteria and microscopic fungi, in faecal samples.

Keywords: fatty acids, microbiome, aboriginal farm animals, camel of the Trans-Baikal ecotype, the Buryat horse.

Acknowledgements. The work was carried out as part of the Federal scientific and technical program for the development of genetic technologies for 2019–2027 “Large-Scale Search and Study of Microorganisms and Microbial Communities Associated with Farm Animals and Products of Animal origin” (Agreement No. 075-15-2021-1401)

For citation

Tsyrenova D. D., Dambaev V. B., Danilova E. V., Lavrentyeva E. V., Bazarsadueva S. V., Barkhutova D. D. Fatty Acid Composition of Faeces of Aboriginal Farm Animals. *Nature of Inner Asia*. 2022; 4(22): 115–126. DOI: 10.18101/2542-0623-2022-4-115-126

The article was submitted 15.10.2022; approved after reviewing 13.11.2022; accepted for publication 25.11.2022.