

А. В. Степанов, О. А. Быкова

Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург
(г. Екатеринбург)

КОРРЕЛЯЦИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ С ОСНОВНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ МОЛОКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Аннотация. На основании химического состава молока крупного рогатого скота голштинской породы, проведено определение взаимосвязи основных его показателей с уровнем содержания отдельных жирных кислот. В ходе исследований установлено, что разные показатели по разному коррелируют с содержанием жирных кислот. Наиболее высокая положительная взаимосвязь обнаружена между массовой долей жира в молоке и всеми жирными кислотами, коэффициент корреляции составляет 0,90–0,97. Содержание лактозы в молоке и его кислотность имеют отрицательную корреляцию с количеством жирных кислот, взаимосвязь между этими показателями колебалась от слабой, до умеренной. Следует отметить, что также отрицательная умеренная корреляция обнаружена между жирными кислотами и кислотностью молока.

Ключевые слова: корреляция, жирные кислоты молока, массовая доля жира и массовая доля белка, кислотность

CORRELATION OF INDIVIDUAL FATTY ACIDS WITH BASIC INDICATORS OF CATTLE MILK

Annotation. Based on the chemical composition of milk from Holstein cattle, the relationship between its main indicators and the level of individual fatty acids was determined. Studies have found that different indicators correlate differently with the content of fatty acids. The highest positive relationship was found between the mass fraction of fat in milk and all fatty acids; the correlation coefficient is

0.90–0.97. The lactose content in milk and its acidity have a negative correlation with the amount of fatty acids; the relationship between these indicators ranged from weak to moderate. It should be noted that a negative moderate correlation was also found between fatty acids and milk acidity.

Key words: *correlation, milk fatty acids, mass fraction of fat and mass fraction of protein, acidity*

Для цитирования:

Степанов, А. В. Корреляция отдельных жирных кислот с основными показателями молока крупного рогатого скота / А. В, Степанов, О. А, Быкова // Вестник биотехнологий. 2024. № 3.

Введение. В племенной работе с любым видом животных определяющим фактором улучшения продуктивных признаков выступает отбор лучших особей и подбор родительских пар, сочетающих лучшие признаки. Молочное скотоводство играет важную роль в развитии производства молочных продуктов для населения страны и требует особого внимания как при проведении племенной работы в целом, так и при выборе методов разведения. В эффективной селекции высокопродуктивных молочных коров огромное значение имеет отбор животных по тем признакам, по которым требуется добиться прогресса. Этого можно достичь только с помощью планомерной и систематической регистрации показателей продуктивности каждого животного, а также выявления и определения степени взаимосвязи между хозяйственными признаками. Определение степени и направления корреляционных взаимосвязей между признаками помогает выявить наиболее оптимальные критерии для отбора высокопродуктивных молочных коров в племенное ядро с учетом того, что изменения показателей одного признака, могут повлиять на величину выражения другого. Корреляционный анализ играет важную роль в решении задач совершенствования показателей в стаде. поголовье высокопродуктивных животных всегда должно быть подвержено анализу с учетом изученных факторов для дальнейшей племенной работы.

В селекции и племенном деле всех видов скота основными факторами, улучшающими породы и стада животных, являются отбор и подбор по отдельным признакам. Корреляционный анализ играет важную роль в решении отдельных проблем. Продуктивный сельскохозяйственный скот всегда требует глубокого методического анализа, чтобы учесть в селекционной работе множество изучаемых факторов [1, 2].

Знание законов корреляции и их использование в селекционной практике необходимо для обновления методических принципов и подходов в селекционно-племенной работе, особенно в отношении крупного рогатого скота, где сам принцип подбора быков производителей и отбора племенного ядра основан на комплексной оценке поголовья по значительному числу продуктивных признаков.

При работе по селекции и улучшению стада коров необходимо учитывать различные коэффициенты корреляции между хозяйственно-полезными признаками. Зависимость величины корреляции от направления отбора, условий содержания и кормления коров может быть как положительной, так и отрицательной [3].

Совершенствование пород животных и увеличение продуктивности играют важную роль в селекционно-племенной работе. Важно изучить все аспекты селекционного процесса на теоретическом уровне. В последнее время практики-селекционеры и ученые-генетики все более заинтересованы в этих вопросах. Определение позитивной связи между различными признаками животных, поддающимися секционированию, позволяет эффективно улучшать их племенные и продуктивные качества [4].

Состав молочного жира включает различные вещества, наиболее значимую долю которых составляют жирные кислоты. Однако только 16 жирных кислот присутствуют в наибольшем количестве, и именно эти жирные кислоты определяют физические свойства молочного жира, которые в свою очередь определяют качество такого молочного продукта, как сливочное масло. Соотношение определенных жирных кислот как раз и формирует те самые уникальные свойства масла.

Качественный и количественный состав молочного жира крупного рогатого скота напрямую зависит от генетических и фенотипических факторов,

таких как порода, лактация, физиологический статус, интенсивность рубцового пищеварения, состав и баланс кормов, содержание клетчатки и энергии, пищевого жира, а также от сезонных и региональных влияний [5, 6].

Количество жирных кислот в молочном жире и их соотношение зависят от ряда факторов, среди которых можно выделить стадию лактации, состояние здоровья животных, порода и другие относящиеся к внутренним, а так же сильное влияние оказывает сезон года и кормление животных [7, 8].

Материал и методы исследования. Материалом для исследований послужили пробы молока учебно-опытного хозяйства УрГАУ. Анализ проводили в центре коллективного пользования научным оборудованием «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста с помощью мультипараметрического автоматического анализатора молока CombiFoss 7. На основе полученных результатов были рассчитаны средние значения для каждого компонента и составлена экспериментальная база данных следующих показателей: массовая доля жира и белка, лактоза, ацетон, кислотность, содержание жирных кислот (миристиновой, пальмитиновой, стеариновой, олеиновой).

Взаимосвязь между признаками определяли путем расчёта коэффициента корреляции.

Результаты и обсуждение. До недавнего времени анализ жирнокислотного состава молока производился в редких исследованиях, особенно взаимосвязь отдельных жирных кислот с другими составными частями молока и в целом, с хозяйственно-полезными признаками животных. Использование современного лабораторного оборудование, совершенствование методик анализа позволяют использовать данные жирнокислотного состава как дополнительный элемент селекционной работы с крупным рогатым скотом, по совершенствованию его продуктивных качеств [9, 10].

Триацилглицерины молочного жира синтезируются из более чем 400 различных жирных кислот, что делает молочный жир самым сложным из всех натуральных жиров. Почти все эти кислоты присутствуют в следовых количествах и только около 15 кислот на уровне 1 % или выше. Массовая доля

некоторых жирных кислот в % от суммы жирных кислот в молоке коров голштинской породы, представлена на рисунке 1.

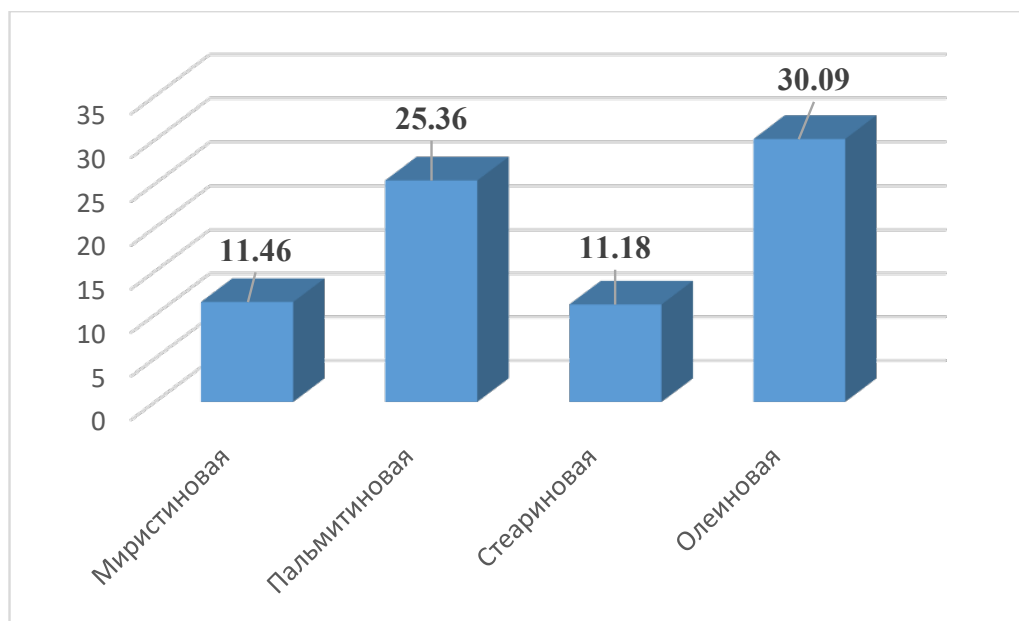


Рис. 1 Содержание жирных кислот в молоке коров, мас. % от суммы жирных кислот

Миристиновая кислота является одним из показателей молочного жира и относится к кислотам, с наиболее высокой долей содержания в молочном жире среди среднецепочечных кислот. В наших исследованиях содержание этой кислоты составило 11,46 мас. %, что соответствует требованиям ГОСТ Р 52253-2004 -8,0 — 13,0 мас % от суммы жирных кислот.

Пальмитиновая, стеариновая и олеиновая жирные кислоты относятся к группе длинноцепочечных кислот и являются важными индикаторами при фальсификации молочных продуктов.

Согласно требованиям нормативных документов, массовая доля пальмитиновой жирной кислоты, в составе молочного жира, должна составлять от 22,0 до 33,0 мас. %, стеариновой от 9,0 до 13,0 мас. %, олеиновой от 22,0 до 32,0 мас. %. При исследовании молока крупного рогатого скота голштинской породы учебно-опытного хозяйства установлено, что массовая доля этих жирных кислот составляет 25,36 мас. %, 11,18 и 30,09 мас. % соответственно, что полностью соответствует нормативным критериям.

Следует отметить, что содержание и соотношение жирных кислот в молоке и молочных продуктов не постоянно и зависит от ряда факторов, таких как сезон производства молока и другие. В связи с этим изучение взаимосвязи факторов влияющих на содержание отдельных жирных кислот молока, как факторов обуславливающих качество получаемых молочных продуктов, имеет определенный научный интерес и может быть использована в селекционной работе с крупным рогатым скотом.

Полученные при исследовании значения коэффициента корреляции отдельных жирных кислот молока с его некоторыми показателями представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Коэффициенты корреляции содержания жирных кислот с показателями молока коров

Жирные кислоты	МДЖ	МДБ	Лактоза	Ацетон	Кислотность
Миристиновая	0,97	0,22	-0,19	-0,12	-0,40
Пальмитиновая	0,97	0,16	-0,40	0,07	-0,47
Стеариновая	0,90	0,21	-0,23	0,06	-0,23
Олеиновая	0,97	0,25	-0,25	0,01	-0,34

В многочисленных исследованиях отечественных и зарубежных ученых массовая доля белка положительно коррелирует с массовой долей жира. По данным таблицы между содержанием белка и жирными кислотами выявлена слабая положительная взаимосвязь. Значение коэффициента корреляции варьировали от 0,16 до 0,25. Наименьшее значение показателя установлено по отношению к пальмитиновой кислоте, а наибольшее по олеиновой.

Согласно проведенным исследованиям, содержание лактозы в молоке отрицательно коррелирует с жирными кислотами, при этом диапазон величины коэффициента корреляции варьируется в значительных пределах от 0,19 по миристиновой жирной кислоте (слабый уровень взаимосвязи признаков), до 0,40 по пальмитиновой (средний уровень взаимосвязи).

Содержание ацетона в молоке практически не коррелирует с содержанием в нем жирных кислот, однако если по таким жирным кислотам, как паль-

митиновая, стеариновая, олеиновая значение коэффициента корреляции являлись слабо положительными и составляли 0,07, 0,06 и 0,01 соответственно, то по миристиновой кислоте установлена слабая отрицательная взаимосвязь со значением показателя -0,12.

Показатель кислотности молока отрицательно коррелирует с содержанием жирных кислот, при этом значение коэффициента по олеиновой, пальмитиновой и миристиновой жирным кислотам характеризуется как умеренные значения показателя - 0,34, 0,47 и 0,40 соответственно. Взаимосвязь между кислотностью молока и содержанием стеариновой кислоты составляет - 0,23, что говорит о слабой корреляции признаков.

Выводы. На основании проведенных исследований установлены значения корреляционных показателей между содержанием отдельных жирных кислот молока крупного рогатого скота и его показателями. Так выявлена тесная взаимосвязь между жирными кислотами и массовой долей жира (0,90-0,97), по отношению к массовой доле белка в молоке значение коэффициента корреляции составило 0,16 – 0,25. Все жирные кислоты отрицательно коррелировали с такими признаками как содержание лактозы и кислотность.

Список литературы

1. *Бойко, М. Д.* Корреляция между хозяйственно-полезными признаками у коров немецкой и ленинградской селекции / М. Д. Бойко, Г. В. Мкртчян // *Инновационная наука.* — 2021. — № 5. — С. 66–69.
2. *Мысик, А. Т.* Новый метод определения генетической корреляции / А. Т. Мысик, И. Ш. Тамаев, М. Б. Улимбашев, М. Г. Чабаев, Т. В. Лепёхина // *Зоотехния.* — 2017. — № 11. — С. 8–11.
3. *Федосеева, Н. А.* Взаимосвязь продуктивных и воспроизводительных качеств коров линии РефлекшнСоверинга по лактациям / Н. А. Федосеева, А. С. Горелик, О. В. Горелик, С. Ю. Харлап // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.* — 2022. — № 4 (71). — С. 144–150. — EDN SFWBER

4. *Икоева, Л. П.* Селекционно-генетические параметры продуктивности коров черно-пестрой породы разного типа телосложения / Л. П. Икоева // Известия Горского государственного аграрного университета. — 2016. — Т. 53, № 2. — С. 78–83. — EDN WCFZPF.
5. *Степанов, А. В.* Определение взаимосвязи генотипов SNP с содержанием жирных кислот различной пространственной конфигурации в молоке коров / А. В. Степанов, О. А. Быкова, О. В. Костюнина, С. Д. Пильникова // Аграрный вестник Урала. — 2024. — Т. 24, № 1. — С. 108–118. — DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-01-108-118. — EDN SDTCWD.
6. *Степанов, А. В.* Жирнокислотный состав молока коров черно-пестрой породы Уральского региона / А. В. Степанов, О. А. Быкова, О. В. Костюнина // Вестник КрасГАУ. — 2022. — № 12 (189). — С. 181–188. — DOI 10.36718/1819-4036-2022-12-181-188. — EDN UVDFGP.
7. *Хромова, Л. Г.* Комплексная оценка молока коров голштинской породы различного экогенеза, производимого в условиях интенсивной технологии / Л. Г. Хромова, С. Е. Мирошина, С. Е. Мирошин, Н. И. Морозова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. — 2022. — Т. 14. — № 1. — С. 76–83. — DOI 10.36508/RSATU.2022.95.64.009.
8. *Хромова, Л. Г.* Жирнокислотный состав липидов молока коров голштинской породы различного экогенеза / Л. Г. Хромова, С. Е. Мирошина, Н. И. Морозова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. — 2023. — Т. 15, № 1. — С. 108–114. — DOI 10.36508/RSATU.2023.89.28.014.
9. *Ахметова, В. В.* Анализ жирнокислотного состава молока коров на фоне добавки модифицированного диатомита / В. В. Ахметова, С. В. Мерчина, А. З. Мухитов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 4 (52). — С. 246–250. — DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-246-250. — EDN BCOOBC.
10. *Olasege, B. S.* Correlation scan: identifying genomic regions that affect genetic correlations applied to fertility traits / B. S. Olasege, L. R. Porto-Neto, M. S. Tahir etc // BMC Genomics 23, 684 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08898-7>.

Степанов А. В. — канд. сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», г. Екатеринбург. E-mail: alexeystepanow@mail.ru.

Быкова О. А. — д-р сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», г. Екатеринбург. E-mail: olbyk75@mail.ru.

References

1. *Boyko, M. D.* Correlation between economically useful traits in cows of German and Leningrad selection / M. D. Boyko, G. V. Mkrtchyan // Innovative science. — 2021. — No. 5. — P. 66–69.

2. *Mysik, A. T.* New method for determining genetic correlation / A. T. Mysik, I. Sh. Tamaev, M. B. Ulimbashev, M. G. Chabaev, T. V. Lepekhina // Zootechnics. — 2017. — No. 11. — p. 8–11.

3. *Fedoseeva, N. A.* The relationship between the productive and reproductive qualities of cows of the Reflection Sovering line by lactation / N. A. Fedoseeva, A. S. Gorelik, O. V. Gorelik, S. Yu. Kharlap // Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University. — 2022. — No. 4 (71). — pp. 144–150. — EDN SFWBER

4. *Ikoeva, L. P.* Selection and genetic parameters of productivity of black-and-white cows of different body types / L. P. Ikoeva // News of the Mountain State Agrarian University. — 2016. — T. 53, No. 2. — P. 78–83. — EDN WCFZPF.

5. *Stepanov, O. A.* Determination of the relationship between SNP genotypes and the content of fatty acids of various spatial configurations in cows' milk / A. V. Stepanov, O. A. Bykova, O. V. Kostyunina, S. D. Pilnikova // Agrarian Bulletin of the Urals. — 2024. — T. 24, No. 1. — P. 108–118. — DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-01-108-118. — EDN SDTCWD.

6. *Stepanov, A. V.* Fatty acid composition of milk of black-and-white cows of the Ural region / A. V. Stepanov, O. A. Bykova, O. V. Kostyunina // Bulletin of KrasGAU. — 2022. — No. 12 (189). — pp. 181–188. — DOI 10.36718/1819-4036-2022-12-181-188. — EDN UVDFGP.

7. *Khromova, L. G.* Comprehensive assessment of milk from Holstein cows of different ecogenesis, produced under conditions of intensive technology / L. G. Khromova, S. E. Miroshina, S. E. Miroshin, N. I. Morozova // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after. P.A. Kostycheva. — 2022. — T. 14. — No. 1. — P. 76–83. — DOI 10.36508/RSATU.2022.95.64.009.

8. *Khromova, L. G.* Fatty acid composition of lipids in milk of Holstein cows of different ecogenesis / L. G. Khromova, S. E. Miroshina, N. I. Morozova // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University. P.A. Kostycheva. — 2023. — T. 15, No. 1. — P. 108–114. — DOI 10.36508/RSATU.2023.89.28.014.

9. *Akhmetova, V. V.* Analysis of the fatty acid composition of cows' milk against the background of the addition of modified diatomite / V. V. Akhmetova, S. V. Merchina, A. Z. Mukhitov // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. — 2020. — No. 4 (52). — pp. 246–250. — DOI 10.18286/1816-4501-2020-4-246-250. — EDN BCOOBC.

10. *Olasege, B. S.* Correlation scan: identifying genomic regions that affect genetic correlations applied to fertility traits / B. S. Olasege, L. R. Porto-Neto, M. S. Tahir etc // BMC Genomics 23, 684 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08898-7>.

Stepanov A. V. — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg. E-mail: alexeystepanow@mail.ru.

Bykova O. A. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg. E-mail: olbyk75@mail.ru.