

УДК: 636.2.034+636.08

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.188

КОРРЕЛЯЦИИ ОСНОВНЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ И АМИНОКИСЛОТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОКА КОРОВ В ЗИМНИЙ И ВЕСЕННИЙ СЕЗОНЫ (СООБЩЕНИЕ 2)

Зайцев С. Ю.* – вед. науч. сотр., д-р. биол. н., проф. (ORCID 0000-0003-1533-8680), Колесник Н. С. – мл. науч. сотр. (ORCID 0000-0002-4267-5300).

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста).

*s.y.zaitsev@mail.ru

Ключевые слова: молоко коров, корреляции между показателями, биохимические и аминокислотные показатели.

Key words: cow milk, correlations between parameters, bio-chemical and amino acid parameters.

Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения государственного задания на 2023 г. (регистрационный номер ЕГИСУ темы НИР FGGN 0445-2021-0002).

Поступила: 01.05.2023

Принята к публикации: 11.09.2023

Опубликована онлайн: 29.09.2023

РЕФЕРАТ



Белково-аминокислотный и жировой составы молока коров являются одними из важных критериев его оценки. Хотя в современных публикациях все больше упоминается аминокислотный (АК) состав молока коров, в особенности по незаменимым АК, но в большинстве случаев в этих работах недостает корреляционных коэффициентов между основными биохимическими показателями (включая аминокислоты), что понижает ценность таких данных. Цель данного исследования – это выявление корреляций между основными биохимическими показателями (с акцентом на аминокислоты) молока коров черно-пестрой породы в зимний и весенний сезоны. Исследования проведены с образцами племенного хозяйства «Ладожское» (Краснодарский край, Усть-Лабинский район). В группу 1 (январь) вошло 12 коров, а в группы 2, 3 и 4 (февраль, март и апрель, соответственно) – по 22 животных, соответственно. Кормление коров осуществлялось согласно общепринятым нормам. Определение АК проводили методом ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб нингидрином на системе LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония) и колонкой с ионообменной смолой 4,6x150 мм (Севко, Россия). Получены данные по корреляционным коэффициентам между АК молока коров. Такого рода результатов практически нет в литературе. Для всех групп исследованных образцов обнаружены положительные корреляционные коэффициенты между содержанием АК в молоке коров, в основном очень сильные (0,76-0,98), сильные (0,51-0,75) и умеренные (0,25-0,50). Впервые получены корреляционные коэффициенты (от сильных до умеренных) между АК и белками молока коров в зимний и весенний сезоны.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Белково-аминокислотный и жировой составы молока коров являются одними из важных критериев его оценки. Хотя в современных публикациях все больше упоминается аминокислотный (АК) состав молока коров, в особенности по незаменимым АК, но в большинстве случаев в этих работах (например, в детальном обзоре [1]) недостает корреляционных коэффициентов между основными биохимическими и аминокислотными показателями, что понижает ценность таких данных. Расчеты корреляционных коэффициентов, в простейшем случае, или «дисперсионный и регрессионный анализ» (например, [2]), в более продвинутом случае, позволяют полнее судить о взаимосвязи между признаками, чем сравнение абсолютных значений биохимических и аминокислотных показателей.

Остановимся только на нескольких публикациях [3-6], в которых более или менее детально описываются корреляционные взаимосвязи продуктивных качеств с живой массой и возрастом коров, биохимическими и другими показателями. В исследованиях авторов работы [3-6] установлена «слабая отрицательная взаимосвязь между основными показателями молочной продуктивности» у коров (вне зависимости от породной принадлежности). Например, коэффициенты корреляции составляют «от -0,23 до -0,24 ($P < 0,05$) или -0,28 ($P < 0,05$)» [3] между удоем и массовой долей белка (МДБ) или массовой долей жира (МДЖ) в молоке. Тем более важно, что авторы работы [3] нашли очень высокие положительные корреляции «между удоем и количеством молочного жира ($r = +0,91...+0,95$) и между удоем и количеством молочного белка ($r = +0,93...+0,94$)», а также сильные положительные «($r = +0,54...+0,58$)» или отрицательные «($r = -0,45...-0,67$)» корреляции значений «обильномолочности коров с индифференс-периодом» или «сервис-периодом ($P < 0,05$)» [3]. Авторы работы [3] сделали вывод, что «выявленные взаимосвязи между продуктивными признаками молочного скота и

правильное применение результатов оценки будут способствовать дальнейшему совершенствованию стада» [3]. Авторы работы [4] установили ряд аналогичных зависимостей типа высоких положительных корреляций «между удоем и количеством молочного жира и молочного белка» и подтвердили «закономерность снижения качественных показателей молока с повышением удоя» [4]. Кроме того, эти же авторы [4] с помощью корреляционного анализа убедительно доказали «повышение молочной продуктивности у коров с повышением живой массы» [4]. Авторы работы [5] установили «высокие коэффициенты корреляции между основными хозяйственно полезными признаками в потомстве производителей зарубежной селекции» и сделали вывод, что «селекция любого из признаков будет иметь положительное влияние на другие» и это даст возможность производить «эффективный отбор коров» и будет служить «благоприятным фактором повышения молочной продуктивности коров» [5]. Следует отметить одну из немногих больших работ [6], где были выявлены взаимосвязи (количественные значения через модели и уравнения) усвоения АК кормов у коров с многочисленными белковыми параметрами: «секреция истинного белка, выход молочного и метаболического фекального белка, эндогенная потеря с мочой и т.п.» [6].

В связи с этим авторы работ [3-6] сделали выводы по поведению использования корреляционного анализа для «отбора матерей и подбор к ним быков-производителей» [3, 5], по «обильномолочности» [3, 4], по улучшению «качественных характеристик молока» [5, 6].

Кроме того, в работах [7, 8] обсуждается предполагаемая польза для здоровья, приписываемая некоторым из этих видов молока, эффект «нагрева молока» и другие эффекты [7], а также результаты влияния теплового стресса (ТС) «на потребление корма, выработку и состав молока» [8]. Тридцать четыре метаболита, в число которых входил и ряд аминокислот

[8], были идентифицированы в качестве потенциальных биомаркеров для диагностики ТС у молочных голштинских коров [8]. Эти вещества участвуют в гликолизе, цикле трикарбоновых кислот, метаболизме аминокислот и нуклеотидов, т.е. ТС может влиять на выработку и состав молока, влияя на метаболизм веществ в ткани молочной железы лактирующих молочных коров [8]. Поэтому корреляционный анализ АК состава молока коров с учетом сезонного (температурного) фактора является актуальным. Цель данного исследования – это выявление корреляций между основными биохимическими показателями (с акцентом на аминокислоты) молока коров черно-пестрой породы в зимний и весенний сезоны.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Исследования были проведены с образцами молока племенного хозяйства «Ладжское» - филиала ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (Краснодарский край, Усть-Лабинский район). В группу 1 (январь) вошло 12 животных, а в группы 2, 3 и 4 (февраль, март и апрель) - по 22 животных, соответственно.

Определение концентрации аминокислот проводили методом ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией проб нингидрином [2]. Использовали систему высокоэффективной жидкостной хроматографии LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония), оснащенную реакционным модулем для постколоночной дериватизации нингидрином APM-1000 (Sevko&Co, Россия) и колонкой с ионообменной смолой 4,6 x 150 мм (Sevko&Co, Россия) [2]. Все полученные в опыте результаты обработаны биометрически с учетом рекомендаций ФАО [10] по относительному содержанию незаменимых АК в молоке коров. Количественная оценка взаимосвязи между изучаемыми параметрами выполнена при помощи корреляционного анализа [2]. Оценка по силе связи (величине коэффициента корреляции): $r < 0,25$ – слабая связь; $0,25 < r < 0,50$ – умеренная связь; $0,50 < r < 0,75$ – сильная связь; $r > 0,75$ – очень сильная связь.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Результаты исследований по корреляционному анализу содержания аминокислот между собой и с белковыми параметрами в молоке коров, полученные в январе (Группа 1, $n=12$), в феврале (Группа 2, $n=22$), в марте (Группа 3, $n=22$) и в апреле (Группа 4, $n=22$), представлены в таблицах 1, 2, 3 и 4, соответственно.

Для первой группы (таблица 1) выполнен корреляционный анализ и обнаружены положительные корреляционные коэффициенты (КЭ) между содержанием АК в молоке коров, в основном очень сильные (0,76-0,98) и сильные (0,51-0,75) – для большинства АК, а также умеренные (0,25-0,50) и слабые (как правило для Met, Cys, Tyr, Lys). Обнаружены положительные КЭ между содержанием АК в молоке коров и содержанием в нем общего белка (или истинного белка): очень сильные – для Leu, 0,94 (0,93); Glu 0,89 (0,89); Ile 0,89 (0,89), Asp 0,86 (0,85); Ser 0,82 (0,81); Gly 0,85 (0,84); Ala 0,84 (0,83); Val 0,87 (0,86); Thr 0,82 (0,82); His 0,76 (0,75); сильные – для Arg 0,70 (0,69); Pro 0,68 (0,68); Phe 0,65 (0,65); Met 0,54 (0,53); и умеренные – для Tyr 0,50 (0,49); Lys 0,38 (0,38). Исключением является слабая корреляция между содержанием Cys 0,22 (0,22) и содержанием белков в молоке коров, что объясняется большим разбросом определяемых величин Cys в связи с его очень малым абсолютным содержанием (0,03-0,05 г/100г) в образцах молока.

Для второй группы (таблица 2) также обнаружено преобладание очень сильных и сильных корреляций для большинства АК и только для двух АК (Cys и Arg) преобладают умеренные КЭ (число которых насчитывает по 11 ед.). Однако между содержанием АК молока коров и содержанием в нем общего белка (так и истинного белка) не выявлены очень сильные, а только следующие КЭ: сильные – для Ala 0,71 (0,71); Asp 0,69 (0,68); Tyr 0,64 (0,63); Leu, 0,61 (0,61); Gly 0,60 (0,60); Ser 0,56 (0,55); Glu 0,58 (0,58); Val 0,55 (0,55); His 0,53 (0,53) и умеренные – Ile 0,48 (0,48); Phe 0,47 (0,46); Pro 0,38 (0,38); Met

Таблица 1

Корреляции* между АК (г/100г) в молоке коров в январе (Группа 1)

	ASP	THR	SER	GLU	GLY	ALA	CYS	VAL	MET	ILE	LEU	TYR	PHE	HIS	LYS	ARG	PRO
ASP	1,00	0,88	0,71	0,92	0,89	0,96	0,21	0,98	0,45	0,94	0,96	0,77	0,89	0,83	0,61	0,93	0,90
THR	0,88	1,00	0,79	0,84	0,91	0,93	0,37	0,88	0,51	0,85	0,89	0,69	0,79	0,79	0,50	0,73	0,84
SER	0,71	0,79	1,00	0,78	0,70	0,73	0,30	0,71	0,40	0,77	0,82	0,49	0,64	0,54	0,24	0,50	0,70
GLU	0,92	0,84	0,78	1,00	0,93	0,90	0,19	0,96	0,47	0,95	0,97	0,76	0,83	0,81	0,48	0,81	0,81
GLY	0,89	0,91	0,70	0,93	1,00	0,92	0,30	0,94	0,41	0,89	0,93	0,73	0,82	0,85	0,50	0,81	0,77
ALA	0,96	0,93	0,73	0,90	0,92	1,00	0,38	0,94	0,42	0,90	0,93	0,75	0,90	0,91	0,58	0,87	0,87
CYS	0,21	0,37	0,30	0,19	0,30	0,38	1,00	0,15	0,20	0,25	0,19	-0,01	0,24	0,33	-0,02	0,15	0,32
VAL	0,98	0,88	0,71	0,96	0,94	0,94	0,15	1,00	0,46	0,95	0,98	0,78	0,88	0,84	0,56	0,92	0,86
MET	0,45	0,51	0,40	0,47	0,41	0,42	0,20	0,46	1,00	0,58	0,47	0,24	0,31	0,38	0,07	0,32	0,35
ILE	0,94	0,85	0,77	0,95	0,89	0,90	0,25	0,95	0,58	1,00	0,95	0,77	0,87	0,76	0,59	0,87	0,81
LEU	0,96	0,89	0,82	0,97	0,93	0,93	0,19	0,98	0,47	0,95	1,00	0,70	0,83	0,81	0,49	0,86	0,84
TYR	0,77	0,69	0,49	0,76	0,73	0,75	-0,01	0,78	0,24	0,77	0,70	1,00	0,91	0,63	0,81	0,80	0,71
PHE	0,89	0,79	0,64	0,83	0,82	0,90	0,24	0,88	0,31	0,87	0,83	0,91	1,00	0,78	0,72	0,90	0,80
HIS	0,83	0,79	0,54	0,81	0,85	0,91	0,33	0,84	0,38	0,76	0,81	0,63	0,78	1,00	0,52	0,78	0,71
LYS	0,61	0,50	0,24	0,48	0,50	0,58	-0,02	0,56	0,07	0,59	0,49	0,81	0,72	0,52	1,00	0,73	0,55
ARG	0,93	0,73	0,50	0,81	0,81	0,87	0,15	0,92	0,32	0,87	0,86	0,80	0,90	0,78	0,73	1,00	0,81
PRO	0,90	0,84	0,70	0,81	0,77	0,87	0,32	0,86	0,35	0,81	0,84	0,71	0,80	0,71	0,55	0,81	1,00

*Примечание: Asp – аспаргиновая кислота; Thr – треонин; Ser – серин; Glu – глутаминовая кислота; Gly – глицин; Ala – аланин; Val – валин; Ile – изолейцин; Leu – лейцин; Tyr – тирозин; Phe – фенилаланин; His – гистидин; Lys – лизин; Arg – аргинин; Pro – пролин; Cys – цистеин; Met – метионин.

Таблица 2

Корреляции между АК (г/100г) в молоке коров в феврале (Группа 2)

	ASP	THR	SER	GLU	GLY	ALA	CYS	VAL	MET	ILE	LEU	TYR	PHE	HIS	LYS	ARG	PRO
ASP	1,00	0,93	0,74	0,95	0,94	0,85	0,68	0,97	0,82	0,93	0,96	0,87	0,82	0,87	0,95	0,52	0,91
THR	0,93	1,00	0,59	0,89	0,91	0,70	0,76	0,93	0,68	0,92	0,91	0,89	0,77	0,78	0,94	0,40	0,77
SER	0,74	0,59	1,00	0,83	0,73	0,92	0,32	0,78	0,79	0,80	0,83	0,82	0,89	0,93	0,67	0,89	0,90
GLU	0,95	0,89	0,83	1,00	0,93	0,91	0,56	0,99	0,88	0,96	0,99	0,94	0,86	0,92	0,93	0,66	0,94
GLY	0,94	0,91	0,73	0,93	1,00	0,86	0,57	0,94	0,77	0,89	0,92	0,88	0,85	0,82	0,85	0,50	0,88
ALA	0,85	0,70	0,92	0,91	0,86	1,00	0,42	0,88	0,78	0,84	0,88	0,88	0,84	0,90	0,77	0,79	0,92
CYS	0,68	0,76	0,32	0,56	0,57	0,42	1,00	0,59	0,28	0,69	0,61	0,61	0,56	0,43	0,68	0,12	0,50
VAL	0,97	0,93	0,78	0,99	0,94	0,88	0,59	1,00	0,86	0,96	0,98	0,93	0,83	0,90	0,95	0,60	0,92
MET	0,82	0,68	0,79	0,88	0,77	0,78	0,28	0,86	1,00	0,81	0,87	0,70	0,76	0,86	0,79	0,66	0,92
ILE	0,93	0,92	0,80	0,96	0,89	0,84	0,69	0,96	0,81	1,00	0,98	0,95	0,89	0,90	0,93	0,64	0,90
LEU	0,96	0,91	0,83	0,99	0,92	0,88	0,61	0,98	0,87	0,98	1,00	0,94	0,88	0,94	0,95	0,64	0,93
TYR	0,87	0,89	0,82	0,94	0,88	0,88	0,61	0,93	0,70	0,95	0,94	1,00	0,86	0,91	0,88	0,70	0,83
PHE	0,82	0,77	0,89	0,86	0,85	0,84	0,56	0,83	0,76	0,89	0,88	0,86	1,00	0,87	0,75	0,69	0,91
HIS	0,87	0,78	0,93	0,92	0,82	0,90	0,43	0,90	0,86	0,90	0,94	0,91	0,87	1,00	0,87	0,83	0,90
LYS	0,95	0,94	0,67	0,93	0,85	0,77	0,68	0,95	0,79	0,93	0,95	0,88	0,75	0,87	1,00	0,51	0,82
ARG	0,52	0,40	0,89	0,66	0,50	0,79	0,12	0,60	0,66	0,64	0,64	0,70	0,69	0,83	0,51	1,00	0,70
PRO	0,91	0,77	0,90	0,94	0,88	0,92	0,50	0,92	0,92	0,90	0,93	0,83	0,91	0,90	0,82	0,70	1,00

0,38 (0,38); Cys 0,32 (0,32). Кроме того, выявлены слабые КЭ между содержанием Thr 0,24 (0,23); Lys 0,19 (0,18); Arg 0,11 (0,10) в молоке коров и содержанием в нем белков. Это является неожиданным, особенно в случае Arg, который является «условно незаменимой АК» [9] (т.к. Arg является метаболитом цикла образования мочевины и может быть взят оттуда, если его не хватает для биосинтеза белков [9]).

Для третьей группы (таблица 3) выявлено большое число очень сильных и

сильных КЭ для большинства АК, хотя для некоторых АК (Cys, Met, Ile, Lys, Arg и Pro) преобладают умеренные корреляции (число которых насчитывает 5 и более ед.), а для Met, Arg и Pro – число слабых КЭ с другими АК ≥ 2 ед. Обнаружены положительные КЭ между содержанием АК молока коров и содержанием в нем общего белка (так и истинного белка): очень сильные – для Ala 0,76 (0,75) и Phe 0,77 (0,76); сильные – для Asp 0,70 (0,69); Leu, 0,67 (0,66); Ile 0,64 (0,63), Ser 0,64

(0,63); Gly 0,64 (0,63); Tyr 0,64 (0,63); Pro 0,64 (0,63); Glu 0,61 (0,60); Val 0,59 (0,58); His 0,53 (0,53); и умеренные – Thr 0,40 (0,39); Met 0,34 (0,34); Arg 0,35 (0,34); Cys 0,31 (0,30). Исключением является слабая КЭ между содержанием Lys 0,21 (0,20) в молоке коров и содержанием в нем белка (как общего, так и истинного).

Корреляционный анализ между содержанием АК в молоке коров для четвертой группы (таблица 4) выявил отсутствие очень сильных и сильных КЭ для некоторых АК (Met, His, Lys, Arg и Pro), а также между содержанием АК и белка в молоке

коров, что резко отличается от данных для других групп. Обнаружены только умеренные положительные КЭ между содержанием АК молока коров и содержанием в нем общего белка (так и истинного белка): Tyr 0,48 (0,48); Phe 0,40 (0,40); Thr 0,35 (0,35); Asp 0,33 (0,32); Arg 0,32 (0,32); Ala 0,30 (0,30); Ile 0,25 (0,26). Для всех остальных АК обнаружены только слабые КЭ между их содержанием в молоке коров и содержанием в нем белка. Таким образом, в весенний период корреляционные коэффициенты между содержанием АК молока коров и содер-

Таблица 3

Корреляции между АК (г/100г в молоке коров в марте (Группа 3))

	ASP	THR	SER	GLU	GLY	ALA	CYS	VAL	MET	ILE	LEU	TYR	PHE	HIS	LYS	ARG	PRO
ASP	1,00	0,82	0,82	0,86	0,88	0,88	0,48	0,91	0,70	0,74	0,93	0,72	0,71	0,87	0,59	0,32	0,38
THR	0,82	1,00	0,65	0,84	0,86	0,65	0,34	0,83	0,76	0,69	0,88	0,45	0,48	0,93	0,47	-0,03	0,18
SER	0,82	0,65	1,00	0,79	0,69	0,68	0,57	0,72	0,75	0,37	0,71	0,55	0,54	0,64	0,44	0,11	0,37
GLU	0,86	0,84	0,79	1,00	0,78	0,66	0,43	0,88	0,82	0,72	0,93	0,48	0,51	0,88	0,38	-0,04	0,36
GLY	0,88	0,86	0,69	0,78	1,00	0,88	0,43	0,88	0,55	0,69	0,86	0,72	0,73	0,86	0,47	0,41	0,38
ALA	0,88	0,65	0,68	0,66	0,88	1,00	0,35	0,82	0,39	0,72	0,78	0,86	0,92	0,67	0,54	0,62	0,60
CYS	0,48	0,34	0,57	0,43	0,43	0,35	1,00	0,56	0,49	0,27	0,48	0,56	0,38	0,30	0,49	0,27	0,25
VAL	0,91	0,83	0,72	0,88	0,88	0,82	0,56	1,00	0,70	0,77	0,92	0,76	0,71	0,82	0,57	0,33	0,47
MET	0,70	0,76	0,75	0,82	0,55	0,39	0,49	0,70	1,00	0,42	0,72	0,24	0,25	0,73	0,32	-0,21	-0,05
ILE	0,74	0,69	0,37	0,72	0,69	0,72	0,27	0,77	0,42	1,00	0,88	0,63	0,69	0,75	0,43	0,27	0,57
LEU	0,93	0,88	0,71	0,93	0,86	0,78	0,48	0,92	0,72	0,88	1,00	0,62	0,64	0,91	0,46	0,18	0,43
TYR	0,72	0,45	0,55	0,48	0,72	0,86	0,56	0,76	0,24	0,63	0,62	1,00	0,92	0,49	0,75	0,68	0,73
PHE	0,71	0,48	0,54	0,51	0,73	0,92	0,38	0,71	0,25	0,69	0,64	0,92	1,00	0,50	0,57	0,65	0,74
HIS	0,87	0,93	0,64	0,88	0,86	0,67	0,30	0,82	0,73	0,75	0,91	0,49	0,50	1,00	0,48	0,02	0,22
LYS	0,59	0,47	0,44	0,38	0,47	0,54	0,49	0,57	0,32	0,43	0,46	0,75	0,57	0,48	1,00	0,28	0,41
ARG	0,32	-0,03	0,11	-0,04	0,41	0,62	0,27	0,33	-0,21	0,27	0,18	0,68	0,65	0,02	0,28	1,00	0,38
PRO	0,38	0,18	0,37	0,36	0,38	0,60	0,25	0,47	-0,05	0,57	0,43	0,73	0,74	0,22	0,41	0,38	1,00

Таблица 4

Корреляции между АК (г/100г) в молоке коров в апреле (Группа 4)

	ASP	THR	SER	GLU	GLY	ALA	VAL	ILE	LEU	TYR	PHE	HIS	LYS	ARG	PRO
ASP	1,00	0,84	0,41	0,79	0,76	0,51	0,80	0,84	0,80	0,75	0,86	0,59	0,60	0,44	0,70
THR	0,84	1,00	0,26	0,67	0,65	0,48	0,75	0,79	0,69	0,83	0,83	0,46	0,54	0,57	0,74
SER	0,41	0,26	1,00	0,56	0,29	0,33	0,53	0,41	0,50	0,19	0,27	0,15	0,12	0,23	0,37
GLU	0,79	0,67	0,56	1,00	0,83	0,67	0,87	0,83	0,89	0,50	0,75	0,63	0,44	0,40	0,65
GLY	0,76	0,65	0,29	0,83	1,00	0,77	0,81	0,81	0,87	0,47	0,78	0,63	0,43	0,44	0,69
ALA	0,51	0,48	0,33	0,67	0,77	1,00	0,63	0,63	0,67	0,41	0,60	0,29	-0,03	0,38	0,58
VAL	0,80	0,75	0,53	0,87	0,81	0,63	1,00	0,88	0,93	0,64	0,74	0,58	0,51	0,46	0,64
ILE	0,84	0,79	0,41	0,83	0,81	0,63	0,88	1,00	0,92	0,64	0,76	0,65	0,64	0,43	0,63
LEU	0,80	0,69	0,50	0,89	0,87	0,67	0,93	0,92	1,00	0,57	0,77	0,63	0,59	0,42	0,60
TYR	0,75	0,83	0,19	0,50	0,47	0,41	0,64	0,64	0,57	1,00	0,83	0,28	0,39	0,30	0,49
PHE	0,86	0,83	0,27	0,75	0,78	0,60	0,74	0,76	0,77	0,83	1,00	0,46	0,48	0,44	0,66
HIS	0,59	0,46	0,15	0,63	0,63	0,29	0,58	0,65	0,63	0,28	0,46	1,00	0,67	0,22	0,21
LYS	0,60	0,54	0,12	0,44	0,43	-0,03	0,51	0,64	0,59	0,39	0,48	0,67	1,00	0,30	0,31
ARG	0,44	0,57	0,23	0,40	0,44	0,38	0,46	0,43	0,42	0,30	0,44	0,22	0,30	1,00	0,63
PRO	0,70	0,74	0,37	0,65	0,69	0,58	0,64	0,63	0,60	0,49	0,66	0,21	0,31	0,63	1,00

жанием в нем белков значительно уступают по величине таковым в зимний период. Важно, что абсолютные значения по содержанию как общего, так и истинного белка, а также всех АК в молоке коров хорошо соответствуют литературным данным по молоку коров черно-пестрой породы [10]. Продолжение исследований по данной тематике будут углубляться в плане расширения показателей антиоксидантного статуса молока, прежде всего - во взаимосвязи с аминокислотным составом, для выяснения механизмов формирования молока животных.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Таким образом, получены новые данные по корреляционным коэффициентам между АК молока коров. Для всех групп исследованных образцов обнаружены положительные корреляционные коэффициенты между содержанием АК в молоке коров, в основном очень сильные (0,76-0,98), сильные (0,51-0,75) и умеренные (0,25-0,50), число и сила которых изменяется с временем года. Впервые получены корреляционные коэффициенты между АК и белковыми параметрами молока коров.

CORRELATIONS OF THE MAIN BIOCHEMICAL AND AMINO ACID PARAMETERS OF COW MILK IN WINTER AND SPRING SEASONS (MESSAGE 2)

Zaitsev S.Yu. – leading scientific collaborator, doctor of biol. sciences, professor (ORCID 0000-0003-1533-8680), **Kolesnik N.S.** – junior scientific collaborator (ORCID 0000-0002-4267-5300),

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst

*s.y.zaitsev@mail.ru

The work was carried out with the financial support of fundamental scientific research by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation as part of the implementation of the state task for 2023 (registration number of the EGISU research topic FGGN 0445-2021-0002).

ABSTRACT

Protein-amino acid and fat composition

of cow's milk are one of the important criteria for its evaluation. Although modern publications more and more mention the amino acid (AA) composition of cow's milk, especially for non-replaceable AAs, but in most cases, these works lack correlation coefficients between the main biochemical indicators (including amino acids), which reduces the value of such data. The purpose of this study is to identify correlations between the main biochemical parameters (with an emphasis on amino acids) of the milk of Black-and-White cows in the winter and spring seasons. The studies were carried out with samples of the Ladoga breeding farm (Krasnodar Territory, Ust-Labinsky District). Group 1 (January) included 12 cows, and groups 2, 3 and 4 (February, March and April, respectively) - 22 animals, respectively. The cows were fed according to generally accepted norms. The determination of AA was carried out by ion-exchange chromatography with post-column derivatization of samples with ninhydrin on an LC-20 Prominence system (Shimadzu, Japan) and a column with an ion-exchange resin 4.6x150 mm (Sevko, Russia). Data on the correlation coefficients between the AA of cow milk were obtained. There are practically no results of this kind in the literature. For all groups of the studied samples, positive correlation coefficients were found between the content of AA in the cow milk, mostly very strong (0.76-0.98), strong (0.51-0.75) and moderate (0.25-0.50). For the first time, correlation coefficients (from strong to moderate) between AA and cow milk proteins in the winter and spring seasons were obtained.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Claeys, W. L. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits / W. L. Claeys, C. Verraes, S. Cardoen, J. De Block, A. Huyghebaert, K. Raes, K. Dewettinck, L. Herman // Food control. – 2014. – Vol. 42. – P. 188-201. – DOI 10.1016/j.foodcont.2014.01.045
2. Zaitsev, S. Yu. Correlations between the Major Amino Acids and Biochemical Blood Parameters of Pigs at Controlled Fattening

- Duration / S.Yu. Zaitsev, N.S. Kolesnik, N.V. Bogolyubova // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27. – P. 2278. DOI 10.3390/molecules27072278.
3. Троценко, И. В. Параметры корреляционной взаимосвязи продуктивных признаков молочного скота / И.В. Троценко, И.И. Петровна // *Молочнохозяйственный вестник*. – 2022. – №1 (45). – С. 115-127.
4. Игнатьева, Н. Л. Хозяйственно-полезные признаки голштинизированных коров черно-пестрой породы и корреляционная связь между ними / Н.Л. Игнатьева, А.Ю. Лаврентьев // *Молочнохозяйственный вестник*. – 2020. – № 1(37). – С. 35–45.
5. Горелик, О.В. Взаимосвязь продуктивных качеств с разной живой массой коров 1 и 3 лактаций / О.В. Горелик, О.Е. Лиходеевская // *Теория и практика мировой науки*. – 2022. – № 8. – С. 35-41.
6. Lapierre, H. Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows / H. Lapierre, R. Martineau, M. D. Hanigan, [et al.] // *Animal*. – 2020. – Vol. 14. – P. s87-s102. – DOI 10.1017/S1751731119003173.
7. Fan, C. Milk production and composition and metabolic alterations in the mammary gland of heat-stressed lactating dairy cows / C. Fan, D. Su, H. Tian, R [et al.] // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2019. – Vol. 18. – P. 2844-2853. – DOI 10.1016/S2095-3119(19)62834-0.
8. Буряков, Н.П. Тепловой стресс и особенности кормления молочного скота / Н.П. Буряков, М.А. Бурякова, Д.Е. Аleshin // *Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные*. – 2016. – № 3. – С. 5-13.
9. Зайцев, С. Ю. Биологическая химия: от биологически активных веществ до органов и тканей животных. М.: ЗАО «Капитал Принт», 2017, 517 с.
10. Барашкин, М. И. Аминокислотный состав молока коров черно-пестрой породы типа «Уральский» в зависимости от фазы лактации / М.И. Барашкин // *Аграрный вестник Урала* 2012. – 8 (100), с.22-24.
- Block J, Huyghebaert A, Raes K, Dewettinck K, Herman L, Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food control*. 2014;42:188-201. – DOI 10.1016/j.foodcont.2014.01.045
2. Zaitsev SYu, Kolesnik NS, Bogolyubova NV, Correlations between the Major Amino Acids and Biochemical Blood Parameters of Pigs at Controlled Fattening Duration. *Molecules*. 2022;27:2278. DOI 10.3390/molecules27072278.
3. Trotsenko IV, Petrovna II, Parameters of the correlation relationship of productive traits of dairy cattle. *Dairy Bulletin*. 2022;1(45):115-127. [in Russ.]
4. Ignatieva NL, Lavrentiev AYU, Economically useful signs of Holsteinized black-motley cows and the correlation between them. *Dairy Bulletin*. 2020;1(37):35–45. [in Russ.]
5. Gorelik OV, Likhodeevskaya OE, The relationship of productive qualities with different live weight of cows 1 and 3 lactations. *Theory and practice of world science*. 2022;8:35-41 [in Russ.]
6. Lapierre H, Martineau R, Hanigan MD, [et al.] Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows. *Animal*. 2020;14:s87-s102. – DOI 10.1017/S1751731119003173.
7. Fan C, Su D, Tian H, [et al.] Milk production and composition and metabolic alterations in the mammary gland of heat-stressed lactating dairy cows. *Journal of Integrative Agriculture*. 2019;18:2844-2853. DOI 10.1016/S2095-3119(19)62834-0.
8. Buryakov NP, Buryakova MA, Aleshin DE, Thermal stress and features of feeding dairy cattle. *Russian Veterinary Journal. Farm animals*. 2016;3:5-13. [in Russ.]
9. Zaitsev SYu, Biological chemistry: from biologically active substances to organs and tissues of animals. Moscow: ZAO “Capital Print”, 2017, 517 p. [in Russ.]
10. Barashkin MI, Amino acid composition of milk of black-motley cows of the Ural type depending on the phase of lactation. *Agrarian Bulletin of the Urals* 2012;8:22-24. [in Russ.]
- REFERENCES**
1. Claeys WL, Verraes C, Cardoen S, De