

УДК: 636.39.034, 637.07  
DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.4.409

## ДИНАМИКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ КОЗЬЕГО МОЛОКА ВО ВЗАИМОСВЯЗИ С МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ

**Зайцев С.Ю.\*** – д-р биол. наук, проф., вед. науч. сотр. гр. аналитической биохимии (ORCID 0000-0003-1533-8680); **Савина А.А.** – науч. сотр. гр. аналитической биохимии (ORCID 0000-0003-0257-1643); **Воронина О.А.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. гр. аналитической биохимии (ORCID 0000-0002-6774-4288); **Девяткин В.А.** – канд. с-х. наук, ст. науч. сотр. отд. физиологии и биохимии с-х животных (ORCID 0000-0002-2362-029)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр животноводства - ВИЖ  
имени академика Л.К. Эрнста»

\*s.y.zaitsev@mail.ru

**Ключевые слова:** молоко коз, суточный удой, удой за вечер и утро, антиоксидантные показатели, корреляции

**Key words:** goat milk, daily milk yield, milk yield in the evening and morning, antioxidant indicators, phenotypic correlations

**Финансирование:** Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки РФ в рамках выполнения государственного задания (рег. номер ЕГИСУ 124020200032-4 темы НИР на 2024 г.).

Поступила: 06.09.2024

Принята к публикации: 02.12.2024

Опубликована онлайн: 16.12.2024



### РЕФЕРАТ

Козоводство в России одна из активно развивающихся отраслей животноводства. Целью данной работы стало изучение ряда параметров антиоксидантной активности козьего молока. Были получены и исследованы основные показатели молока от 48 голов коз (КФХ «Былинкино», Московская область). Наивысшее среднее значение (23,5 мг/л) суммарной концентрации водорастворимых антиоксидантов (СКВА) было отмечено у самых высокоудойных коз (группа 3), что на 25,0% (4,7 мг/л) и 48,7% (7,7 мг/л) выше, чем в группах 2 и 1, соответственно. В группе 2 среднее значение СКВА (18,8 мг/л) было достоверно меньше, чем в группе 3, но больше почти на 19,0%, чем в контрольной группе 1 (у самых малоудойных коз). При исследовании корреляционных взаимосвязей установлено, для группы 1, общее количество сильных и очень сильных корреляций между основными показателями молока коз значительно больше, чем в группах 2 и 3. Так, в группе 1 наблюдаются очень сильные положительные корреляции между СКВА и жиром, лактозой и другими, а также умеренные положительные корреляции - между СКВА и показателями общего и истинного белка. Отрицательные сильные (умеренные) корреляции на уровне обнаружены между СКВА и утренним (суточным) удоем. Послед-

ние отрицательные корреляции свидетельствуют о невозможности организма синтезировать биологически-активные вещества в тех объемах, которые дают высокие значения СКВА и необходимы для поддержания антиоксидантной активности козьего молока на достаточном уровне для группы 1.

## ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Козоводство в России одна из активно развивающихся отраслей животноводства [1]. Во многом это связано с уникальной питательной ценностью козьего молока [2,3,4], высокой маржинальностью бизнеса и повышением спроса на так называемые «функциональные продукты» [5,2]. Одна из заявленных характеристик «функциональности» продуктов козоводства, связана непосредственно с их антиоксидантной активностью [6], по-видимому, небольшие без оснований активные пептиды могут быть ответственны за большую часть ингибирующей антиоксидантной активности козьего молока [5,6,7]. Другая часть активности, позволяющей улавливать и нейтрализовать свободные радикалы – обусловлена низкомолекулярными соединениями флавоноидами, фосфатами, молочными олигосахаридами и т.д. Более подробное описание классификации антиоксидантов молока дано в работе [8]. Поскольку технология воспроизводства в козоводстве позволяет манипулировать репродуктивной функцией самок коз, а селекция направлена на увеличение молочной продуктивности [9], авторы задались вопросом о влиянии количества получаемого молока коз на его антиоксидантные свойства и связанные с этим «функциональные» качества молока. Отдельные методы позволяют определить суммарное содержание антиоксидантов и позволяют дать интегральную оценку общего состояния антиоксидантной системы, что фиксируется при переносе атома водорода или электрона [8,10]. Ранее выполненные работы, при установлении антиоксидантной активности молока методом кулонометрического титрования [11], показали высокую антиоксидантную активность козьего молока (6,51 – 17,00 кКл/л), в сравнении с коровьим молоком. Однако в дальнейшей работе было показано, что вариабельность получаемых результатов достаточ-

но высокая 4,87-14,99 г/л [12] а при пастеризации образцов их антиоксидантная активность несколько повышается. Использование метода амперометрического детектирования позволяет получить результаты по группе с более приемлемым коэффициентом вариации (как правило, менее 30%) [4]. Ранее, при изучении сезонной динамики изменения суммарной активности водорастворимых антиоксидантов в козьем молоке на протяжении года нами было установлено плавное снижение данного показателя от весны (24,69 мг/г) к осени (17,73 мг/г) [4]. В настоящем исследовании мы продолжаем изучение суммарной антиоксидантной активности при помощи амперометрического детектирования с целью установить закономерности влияния уровня удоя на антиоксидантную систему молока. Дополнительно, как нами исследованы каталаза и церулоплазмин, как важные ферменты этой системы [13].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Молоко было получено весной 2024 года во время контрольной дойки от коз альпийской породы (n=48, Московская область). Выборка сформирована из клинически здоровых коз по принципу аналогов. Среднюю пробу молока получали согласно ГОСТ 26809.1. Ведущим параметром при формировании групп стал суточный удой, согласно цели исследования. 1 группа: удой до 1 литра, n = 8; 2 группа: удой 1-2 литра, n = 24; 3 группа: удой 2-3 литра, n = 16.

Все исследования выполнены в лабораториях ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста. Суммарную концентрацию водорастворимых антиоксидантов (СКВА) измеряли методом амперометрического детектирования на проточной инъекционной системе «Цвет-Яуза 01-АА» (НПО «Химвавтоматика») с использованием в качестве стандарта галловой кислоты, подробная процедура измерения описана

в работе [14]. Каталазу (КАТ) определяли методом перманганатометрии, церулоплазмин (ЦП) по изменению оптической плотности в присутствии п-фенилендиамин дигидрохлорида, что подробно описано в работе [15].

Статистические расчеты выполнены в программе MS EXCEL через надстройку «Анализ данных» при помощи функции описательная статистика, что подробно описано в работах [13-15]. Сравнитель-

ный анализ для групп друг с другом выполнен по методу Манна-Уитни, расчет корреляций по Пирсону.

**РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS**

Авторами были проанализированы полученные показатели СКВА, церулоплазмина, каталазы и удоя молока коз статистическими методами и полученные основные данные представлены ниже в таблице 1.

**Таблица 1 – Статистические результаты анализа величин удоев и СКВА молока для коз группы 1 с разным количеством удоя**

Показатели	М	±m	Мин	Макс	КВ
<b>Группа 1 (0,65-1 л)</b>					
Вечерний удой, кг	0,386	0,069	0,30	0,49	7,97
Утренний удой, кг	0,408	0,055	0,37	0,49	6,02
Суточный удой, кг	0,794	0,120	0,67	0,98	6,78
СКВА, мг/л	15,8	2,7	12,9	19,3	7,59
Каталаза, ед	2,96	0,72	1,66	4,15	8,45
ЦП, мг/л	0,602	0,078	0,508	0,762	4,49
<b>Группа 2 (1-2 л)</b>					
Вечерний удой, кг	0,685	0,143	0,500	0,980	4,25
Утренний удой, кг	0,733	0,135	0,550	1,000	3,75
Суточный удой, кг	1,419	0,276	1,050	1,980	3,97
СКВА, мг/л	18,8	5,6	11,8	30	5,85
Каталаза, ед	2,24	0,49	1,25	2,91	6,70
ЦП, мг/л	0,593	0,039	0,54	0,659	2,02
<b>Группа 3 (2-3 л)</b>					
Вечерний удой, кг	1,161	0,211	1,000	1,700	4,54
Утренний удой, кг	1,180	0,152	1,000	1,470	3,23
Суточный удой, кг	2,341	0,335	2,000	2,872	3,57
СКВА, мг/л	23,50	6,90	10,10	30,20	7,23
Каталаза, ед	2,23	0,73	1,66	3,73	11,66
ЦП, мг/л	0,535	0,064	0,423	0,632	4,30

*Примечание: М – среднее значение, ±m – стандартное отклонение, Мин – минимум, Макс – максимум, КВ – коэффициент вариации.*

Наивысшее среднее значение СКВА (23,5 ± 0,26 мг/л) было отмечено у самых высокоудойных коз (группа 3), что на 25,0% и 48,7% выше, чем в группах 2 и 1, соответственно (таблица 1). В группе 2 среднее значение СКВА (18,8 ± 1,1 мг/л) было достоверно меньше, чем в группе 3, но больше почти на 19,0%, чем в контрольной группе 1 (у самых малоудойных

коз).

Важно, что средние значения утреннего и суточного удоя (1,181 ± 0,038 и 2,343 ± 0,083 л) у группы 3 были на 61,1% и 65,1% выше, чем в группе 2 и на 190% и 195% выше, чем в группе 1, соответственно. В группе 2 средние значения утреннего и суточного удоя (0,733 ± 0,028 и 1,419 ± 0,056 л) были достоверно больше на

79,7% и на 78,7%, чем в контрольной группе 1, соответственно. Неудивительно, что при разных абсолютных значениях утреннего и суточного удоя по группам, все относительные значения (т.е. их увеличения в %) близки в общей тенденции.

Таким образом, с увеличением удоя среднее значение СКВА значительно и достоверно увеличивается. Например, в группе с удоём 2-3 л. средние значения утреннего ( $1,181 \pm 0,038$  л) и суточного ( $2,343 \pm 0,083$  л) удоя были достоверно больше на  $2/3$  относительно второй ( $0,733 \pm 0$ ), тогда как средние значения СКВА были выше на  $1/4$  а в третьей группе относительно первой - средние значения утреннего и суточного удоя были достоверно больше почти в 2 раза, тогда как средние значения СКВА были выше на  $1/2$ . Такое нелинейное увеличение средних значений СКВА относительно значений удоя (как утреннего, так и суточного) свидетельствует о невозможности организма синтезировать биологически-активные вещества в тех объёмах, которые необходимы для поддержания антиоксидантной активности (АОА) молока на высочайшем уровне для самых высокоудойных коз (группа 3).

Каталазное число в группе 2 (с величиной удоя в диапазоне 1-2 л/сут.) на 24,3% меньше, чем данное значение в группе 1 с наименьшим удоём ( $0,65-1$  л/сут), т.е. имеет противоположную тенденцию изменения значений в группах 2 и 1 по сравнению с увеличением значений СКВА (таблица 1). При расчёте достоверности по критерию Манна Уитни  $U_{\text{эмп}} = 13,5$  и попадает в область между 0,05 и 0,01. Это "зона неопределённости": мы уже можем отклонить гипотезу о незначительности различий между выборками 0 и принять гипотезу  $H_1$  с вероятностью 95%. Значение каталазного числа в группе 3 (коз с удоём 2-3 литра) уменьшалось по сравнению с таковым в группе 2 всего на 0,45%, т.е. это отличие не значимо. С другой стороны, значение каталазного числа в этой же группе 3 на 24,7% меньше, чем данное значение в группе 1 с наименьшим удоём ( $0,65-1$  л/сут), что

является значимым (таблица 1).

Таким образом, с увеличением удоя среднее значение каталазного числа вначале заметно уменьшается, а потом остается приблизительно на том же уровне. Такая неоднозначная тенденция изменения значений каталазного числа относительно значений удоя (как утреннего, так и суточного) подтверждает наш тезис о затруднении организма синтезировать пропорциональное количество каталазы для поддержания значений каталазного числа молока на исходном уровне (группа 1).

Активность ЦП в группе 2 только на 1,5% меньше, чем данное значение в группе 1, что не является значимым отличием (таблица 1). Напротив, уменьшение активности ЦП в группе 3 на 11,1% и 9,9% меньше, чем данное значение в группах 1 и 2, что является достаточно значимым (таблица 1). Таким образом, с существенным увеличением удоя (от 2 к 3 группе) уменьшение активности ЦП становится все более заметной и подтверждает общую тенденцию, отмеченную выше (группа 1).

Следующим этапом явился расчёт корреляций между антиоксидантами, утренним удоём и биохимическими показателями молока для коз по каждой из трех групп, где 0,75-1,0 – очень сильная; 0,5-0,74 – сильная; 0,25-0,49 – умеренная; < 0,25 – слабая (табл. 2).

В случае молока, полученного от коз, дающих до литра в сутки (группа 1), общее количество сильных и очень сильных корреляций между основными показателями молока коз значительно больше, чем в других группах. Так, в этой группе 1 наблюдаются очень сильные положительные корреляции между СКВА и жиром (0,50), лактозой (0,99), СОМО (0,56), СВ (0,59), точкой замерзания (0,79), рН (0,62), а также умеренные положительные корреляции - между СКВА и показателями белков: как общим (0,26), так и истинным (0,25) белком. Все это является положительным и понятным трендом, который соответствует данным по молоку коров, полученным нами ранее [4]. Отри-

цательные сильные (умеренные) корреляции на уровне -0,51 (-0,36) обнаружены между СКВА и утренним (суточным) удоом. Последние отрицательные корреляции свидетельствуют о невозможности организма синтезировать биологически-активные вещества в тех объёмах, которые дают высокие значения СКВА и необходимы для поддержания АОА молока на достаточном уровне для группы 1. Интересно, что для второй группы коз (с удоом 1-2 литра) отмечены отрицательные умеренные корреляции у СКВА с СОМО (-0,36), а также - между СКВА и показателями белков: как общим (-0,32), так и истинным (-0,35) белком. Для группы 3 (коз с удоом 2-3 литра) корреляции СКВА с белком так же отрицательные, как и во второй группе, однако значение сместилось в категорию сильной для истинного и общего белка (-0,59 и -0,56), а корреляция с СОМО так же умеренная отрицательная (-0,46), такая же как с точ-

кой замерзания (-0,40). Чем ниже удои животного, тем более отрицательная связь наблюдается со СКВА (1 гр: -0,51; 2 гр: -0,04; 3 гр: 0,14). Для первой группы наблюдаются сильные отрицательные корреляции каталазы с утренним, вечерним и суточным удоом: -0,84, -0,75, -0,80 и сильные положительные корреляции между каталазой и показателями СОМО (0,49), СВ (0,33), а также очень сильные положительные корреляции между каталазой и массовой долей белка (0,56). Напротив, для этой же группы 1 наблюдается умеренные и слабая положительные корреляции ЦП с вечерним, утренним и суточным удоом: 0,33, 0,12, 0,25 для первой группы, но сильная корреляция между ЦП и СОМО (0,53). Кроме того, наблюдается сильная положительная корреляция между ЦП и массовой долей белка (0,64). Так же умеренная корреляция наблюдается между ЦП и жиром (0,41), СВ (0,46) и pH (-0,29).

**Таблица 2 – Корреляции между утренним удоом и антиоксидантными индикаторами (Кат, ЦП, СКВА) с биохимическими показателями молока коз**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Группа 1												
2	0,92	1,00	0,97	-0,26	-0,47	-0,57	-0,59	-0,46	0,50	-0,30	-0,84	0,12
11	-0,75	-0,84	-0,80	0,16	0,56	0,16	0,49	0,33	-0,23	-0,13	1,00	0,04
12	0,33	0,12	0,25	0,41	0,64	0,09	0,53	0,46	0,22	-0,29	0,04	1,00
13	-0,22	-0,51	-0,36	0,50	0,26	0,99	0,56	0,59	0,79	0,62	-0,42	-0,37
Группа 2												
2	0,99	1,00	1,00	0,11	-0,58	-0,28	-0,65	-0,11	-0,43	-0,19	-0,24	-0,22
11	-0,28	-0,24	-0,26	0,14	0,15	0,48	0,40	0,25	-0,12	0,71	1,00	-0,32
12	-0,23	-0,22	-0,23	0,19	0,14	0,05	0,14	0,20	-0,02	-0,30	-0,32	1,00
13	0,01	-0,04	-0,01	0,07	-0,32	-0,03	-0,36	-0,06	-0,14	0,17	-0,41	-0,20
Группа 3												
2	0,92	1,00	0,98	-0,62	0,19	0,22	0,26	-0,55	-0,11	-0,08	-0,15	-0,48
11	-0,24	-0,15	-0,20	-0,08	-0,54	0,41	-0,22	-0,13	0,39	-0,25	1,00	0,10
12	-0,36	-0,48	-0,42	0,71	0,14	-0,07	0,06	0,73	0,62	-0,52	0,10	1,00
13	-0,01	0,14	0,05	0,10	-0,56	-0,18	-0,46	-0,14	-0,40	0,06	-0,67	-0,60

*Примечание: 1 – вечерний удои, 2 – утренний удои, 3 – суточный удои, 4 – массовая доля жира, 5 – массовая доля белка, 6 – лактоза, 7 – сухой обезжиренный молочный остаток, 8 – сухое вещество, 9 – точка замерзания, 10 – pH, 11 – каталаза, 12 – церулоплазмин, 13 – суммарное количество водорастворимых антиоксидантов.*

Во второй группе отмечаются умеренные корреляции для лактозы (0,48), СОМО (0,40) и СВ (0,25) с каталазой, а также сильная корреляция для каталазы и рН (0,71). Церулоплазмин в этой группе имеет умеренную корреляцию с рН (0,30). Для третьей группы, в которой уровень удоя зарегистрирован в диапазоне 1-2 литра, обнаружены, как и в первой группе, сильные корреляции каталазы с белком (-0,55), лактозой (0,44), точкой замерзания (0,39) и рН (-0,25) а также наблюдаются сильные корреляции для ЦП и жира (0,71), умеренные корреляционные взаимодействия для ЦП и утреннего удоя (-0,48), точки замерзания (0,62), рН (0,52). Сильные корреляции между ЦП жиром и СВ.

#### ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Согласно поставленной цели, мы выявили тенденцию к увеличению антиоксидантной активности молока с увеличением удоев. Главным образом это подтверждается показателем суммарного количества водорастворимых антиоксидантов, как общей интегральной величины, позволяющей судить об этом в целом. Данный показатель в группе 3 превосходит значения в группах 1 и 2 на 7,7 мг/л и 4,7 мг/л соответственно. В случае группы 1, общее количество сильных и очень сильных корреляций между основными показателями молока коз значительно больше, чем в группах 2 и 3. Это является положительным трендом, который соответствует данным по молоку коров, полученным нами ранее. Отдельные отрицательные корреляции свидетельствуют о невозможности организма синтезировать биологически-активные вещества в тех объемах, которые дают высокие значения СКВА и необходимы для поддержания антиоксидантной активности молока на достаточном уровне. Именно поэтому необходимо продолжить исследование значений СКВА и их корреляций с основными показателями молока коз на большем поголовье, что стоит в планах авторов.

#### DYNAMICS OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF GOAT MILK IN RELATION TO MILK PRODUCTIVITY

**Zaytsev S.Yu.** \* – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, analytical biochemistry groups (ORCID 0000-0003-1533-8680), **Savina A.A.** – Researcher, analytical biochemistry groups (ORCID 0000-0003-0257-1643), **Voronina O.A.** - Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher analytical biochemistry groups (ORCID 0000-0002-6774-4288), **Devyatkin V.A.** – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals (ORCID 0000-0002-2362-029)

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

\*s.y.zaitsev@mail.ru

**Financing:** *The work was carried out with the financial support of the fundamental scientific research program of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation as part of the state assignment (EGISU reg. number 124020200032-4 research topic for 2024).*

#### ABSTRACT

Goat breeding in Russia is one of the rapidly developing branches of animal husbandry. The aim of this work was to study a number of parameters of the antioxidant activity of goat milk. The main parameters of milk from 48 goats ("Bylinkino" peasant farm, Moscow region) were obtained and studied. The highest average value (23.5 mg/l) of total concentration of water-soluble antioxidants (TAWSA) was noted in the highest-yielding goats (group 3), which is 25.0% and 48.7% higher than in groups 2 and 1, respectively. In group 2, the average value of TAWSA (18.8 mg/l) was significantly lower than in group 3, but almost 19.0% higher than in the control group 1 (in the lowest-yielding goats). In case of group 1, the total number of strong and very strong correlations between the main indicators of goat milk is significantly higher than in groups 2 and 3. Thus, in group 1, very strong

positive correlations are observed between TAWSA and fat, lactose, etc., as well as moderate positive correlations - between TAWSA and indicators of total and true protein. Negative strong (moderate) correlations at the level were found between TAWSA and morning (daily) milk yield. The latter negative correlations indicate the inability of the organism to synthesize biologically active substances in the volumes that give high TAWSA values and are necessary to maintain the antioxidant activity of goat milk at a sufficient level for group 1.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мирошина Т. А., Чалова Н. А. Состояние молочного козоводства в России и мире (обзор) // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2022. – №. 10 (187). – С. 123-130. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-10-123-130
2. Лодыгин А. Д., Куликова И. К., Михайлов И. Ю. Состав и свойства козьего молока как сырья для производства функциональных продуктов // Современная наука и инновации. – 2023. – №. 3. – С. 126-140. – DOI 10.37493/2307-910X.2023.3.12
3. Макеева Р.К., Тлевлесова Д.А., Гинойн Л.Л. др. Технология производства десертов на основе козьего молока // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. – 2024. – Т. 1. – №. 2 (14). – С. 288-298. – DOI 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-35
4. Voronina O.A., Zaitsev S.Y., Savina A.A. et al. Seasonal changes in the antioxidant activity and biochemical parameters of goat milk // Animals. – 2023. – Т. 13. – №. 10. – С. 1706. – DOI 10.3390/ani13101706
5. Dachler M. Zusammenfassende Darstellung der globalen Nahrungsmittelproduktion und-versorgung // Welternährung: Status quo und Ausblick zur globalen Ernährungslage. – Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2023. – С. 365-368. – DOI 10.1007/978-3-662-66904-4\_17
6. Moreno-Montoro M. et al. Antioxidant, ACE-inhibitory and antimicrobial activity of fermented goat milk: activity and physicochemical property relationship of the peptide components // Food & function. – 2017. – Т. 8. – №. 8. – С. 2783-2791. – DOI 10.1039/c7fo00666g.
7. Савина А. А., Воронина О. А., Зайцев С. Ю. Активность каталазы в молоке и ее корреляции с молочной продуктивностью коров в зависимости от срока лактации // Аграрная наука. – 2024. – Т. 1. – №. 8. – С. 118-123. – DOI 10.32634/0869-8155-2024-385-8-118-123
8. Донская Г. А. Антиоксидантные свойства молока и молочных продуктов: обзор // Пищевая промышленность. – 2020. – №. 12. – С. 86-91. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10150
9. Айбазов А. М. М., Мамонтова Т. В., Губаханов М. А. Вспомогательные репродуктивные технологии в воспроизводстве мелкого рогатого скота (обзор) // Сельскохозяйственный журнал. – 2022. – №. 2 (15). – С. 29-36. – DOI 10.25930/2687-1254/004.2.15.2022
10. Лебедева С.Н., Жамсаранова С.Д., Чукаев С.А., Дымшеева Л.Д. Оценка рациона питания и антиоксидантной активности биологических жидкостей организма студентов // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87. – №. 1. – С. 35-43. – DOI 10.24411/0042-8833-2018-10004.
11. Балакирева Ю. В., Ахмадуллина Ф. Ю., Лапин А. А. Изучение антиоксидантной емкости коровьего и козьего молока // Вестник Казанского технологического университета. – 2009. – №. 1. – С. 56-59. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-antioksidantnoy-emkosti-koroviego-i-koziego-moloka>
12. Щербакова Ю.В., Зиганшин Д.Д., Пашина А.С., Ахмадуллина Ф.Ю. Щербакова Ю. В. и др. Влияние режима пастеризации на каталазную активность молока // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 16. – С. 173-174. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rezhima-pasterizatsii-na-katalaznuyu-aktivnost-moloka>
13. Савина А. А., Воронина О. А., Зайцев С. Ю. Сезонные закономерности изменения антиоксидантных и микроэлементных параметров молока коров чернопестрой породы // Аграрная наука Евро-

Северо-Востока. – 2023. – Т. 24. – №. 5. – С. 858-867. – DOI 10.30766/2072-9081.2023.24.5.858-867

14. Савина А. А., Воронина О. А., Боголюбова Н. В. и др. Амперометрическое детектирование антиоксидантной активности модельных и биологических жидкостей // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2020. – Т. 61. – №. 6. – С. 429-437. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43083726> EDN: GYQHRE

15. Савина А. А., Воронина О. А., Зайцев С. Ю. Сезонные закономерности изменения антиоксидантных и микроэлементных параметров молока коров чернопестрой породы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24. – №. 5. – С. 858-867. – DOI 10.30766/2072-9081.2023.24.5.858-867

#### REFERENCES

1. Miroshina, T.A. Dairy goat breeding state in Russia and in the world (review) / Chalova N.A., Miroshina T.A. // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta / Bulliten KrasSAU. 2022:(10): 123–130. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-10-123-130. (In Russ.)

2. Lodygin, A.D. The goat milk composition and properties as a raw material for functional foods manufacturing / Kulikova I.K., Mikhailov I.Yu. Lodygin A.D. // Sovremennaya nauka i innovatsii / Modern Science and Innovations. 2023:(3):126-140. – DOI 10.37493/2307-910X.2023.3.12 (In Russ.)

3. Makeeva, R.K. Technology for the production of desserts based on goat milk / Tlevlesova D.A., Ginoyan L.L., Abraimov N.T., Sansyzbaev B.S., Makeeva R.K. // Vestnik Universiteta Shakarima. Seriya tekhnicheskkiye nauki / Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences. 2024:1(2(14)):288-298. – DOI 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-35 (In Russ.)

4. Voronina, O.A. Seasonal Changes in the Antioxidant Activity and Biochemical Parameters of Goat Milk / Zaitsev S.Y., Savina A.A., Rykov R.A., Kolesnik N.S., Voronina O.A. // Animals. 2023:13(10):1706. – DOI 10.3390/ani13101706.

5. Dachler M. Tierproduktion. In: Welternährung / Dachler M. // Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg: 2023. – DOI 10.1007/978-3-662-66904-4\_17

6. Moreno-Montoro M., Olalla-Herrera M., Rufián-Henares J.A., Martínez R.G., Miralles B., Bergillos T., Navarro-Alarcón M., Jauregi P. Antioxidant, ACE-inhibitory and antimicrobial activity of fermented goat milk: activity and physicochemical property relationship of the peptide components. Food Funct. 2017:8(8):2783-2791. – DOI 10.1039/c7fo00666g.

7. Savina, A.A. Catalase activity in milk and its correlation with milk productivity of cows depending on the duration of lactation / Voronina O.A., Zaitsev S.Yu., Savina A.A. // Agrarian science. 2024:1(8):118-123. – DOI 10.32634/0869-8155-2024-385-8-118-123 (In Russ.)

8. Donskaya, G.A. Antioxidant properties of milk and dairy products: review / Donskaya G.A. // Food industry. 2020:12:86–91. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10150 (In Russ.)

9. Aibazov, A.-M. Assisted reproductive technologies in reproduction of small cattle (Review) / Mamontova T., Gubakhanov M., Aibazov A.-M. // Agricultural Journal. 2022:15(2):29-36. – DOI 10.25930/2687-1254/004.2.15.2022 (In Russ.)

10. Lebedeva, S.N. Assessment of the nutrition and antioxidant activity of biologically liquids in students / Zhamsaranova S.D., Chukaev S.A., Dymshcheva L.D., Lebedeva S.N. // Problems of Nutrition. 2018:87(1):35–43. – DOI 10.24411/0042-8833-2018-10004. (In Russ.)

11. Balakireva, Yu.V. The study of the antioxidant capacity of cow's and goat's milk / Akhmadullina F.Yu., Lapin A.A., Balakireva Yu.V. // Bulletin of the Kazan Technological University. 2009:(1):56-59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-antioksidantnoy-emkosti-koroviego-ikoziyego-moloka> (In Russ.)

12. Shcherbakova, Yu.V. Influence of pasteurization regime on catalase activity of milk / Ziganshin D.D., Pashina A.S., Akhmadullina F.Yu., Shcherbakova Yu.V. // Bulletin of the Kazan Technological Univer-

sity 2014:(1):173-174. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rezhima-pasterizatsii-na-katalaznuyu-aktivnost-moloka>

13. Savina, A.A. Seasonal patterns of changes in antioxidant and microelement parameters of milk from black-and-white cows / Voronina D.A., Zaitsev S.Yu., Savina A.A. // *Agricultural Science Euro-North-East*.2023:24(5):858-867. – DOI 10.30766/2072-9081.2023.24.5.858-867 (In Russ.)

14. Savina, A.A. Amperometric detection of antioxidant activity of model and biological

fluids / Voronina O.A., Bogolyubova N.V., Zaitsev S.Yu., Savina A.A. // *Moscow University Chemistry Bulletin. Serial number 2: Chemistry*.2020:75(6):340–346.. URL:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=43083726>

EDN: GYQHRE (In Russ.)

15. Savina, A.A. Seasonal patterns of changes in antioxidant and microelement parameters of milk from black-and-white cows / Voronina O.A., Zaitsev S.Yu. Savina A.A. // *Agricultural Science Euro-North-East*. 2023:24(5):858-867. – DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.5.858-867 (In Russ.)