

Оригинальная статья / Original article
УДК 637.12.04/07
DOI: 10.18470/1992-1098-2020-4-114-125

Влияние разных агроэкологических условий юга России на качественные показатели молока-сырья

Иван Ф. Горлов^{1,2}, Марина И. Сложенкина^{1,2}, Ольга Ю. Мишина³,
Екатерина В. Карпенко¹, Наталья И. Мосолова¹

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Россия

²Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

³Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

Контактное лицо

Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, директор ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»; 400131 Россия, г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6. Тел. +78442391048
Email niimmp@mail.ru
slozhenkina@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

Формат цитирования

Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Мишина О.Ю., Карпенко Е.В., Мосолова Н.И. Влияние разных агроэкологических условий юга России на качественные показатели молока-сырья // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15, N 4. С. 114-125. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-4-114-125

Получена 11 мая 2020 г.

Прошла рецензирование 14 июля 2020 г.

Принята 25 августа 2020 г.

Резюме

Цель. Показать адаптационные способности молочного скота к разнообразным экосистемам и природным зонам Нижнего Поволжья в разные времена года.

Материал и методы. Для исследования были выбраны хозяйства, расположенные в степных и полупустынных природных зонах Волгоградской области, с разведением животных разных пород. Проведен анализ содержания основных показателей качества молока-сырья, аминокислотного состава и экологической безопасности.

Результаты. Животные всех изучаемых хозяйств показали достаточно высокие показатели молочной продуктивности в климатических условиях Волгоградской области, соответствующих стандартам изучаемых пород. Содержание незаменимых аминокислот в молоке коров по всем группам варьировало в зависимости от породы и периода года, в целом достигая максимального своего значения в зимний период. Проведенный расчет величины аминокислотного сора показал, что лизин является лимитирующей аминокислотой у животных голштино-фризской породы в летний и осенний периоды лактации. Определение химических элементов в молоке в летний период лактации показало, что все показатели находятся в пределах допустимых концентраций, в том числе тяжелые металлы (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть).

Заключение. Проведенные исследования подтверждают соответствие молочного сырья стандартным нормативам во всех исследуемых хозяйствах по основным контролируемым показателям качества, аминокислотного состава, содержанию химических элементов и позволяют рекомендовать произведенное молоко для выработки всех видов молочной и кисломолочной продукции.

Ключевые слова

Климатические условия, природная зона, экосистема, период лактации, молочная продуктивность, экологическая безопасность, аминокислотный состав.

Influence of different agroecological conditions of southern Russia on quality indicators of raw milk

Ivan F. Gorlov^{1,2}, Marina I. Slozhenkina^{1,2}, Olga Y. Mishina³,
Ekaterina B. Karpenko¹ and Natalya I. Mosolova¹

¹Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production, Volgograd, Russia

²Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

³Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

Principal contact

Marina I. Slozhenkina, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-And-Milk Production; 6 Rokossovsky St, Volgograd, Russia 400131.

Tel. +78442391048

Email niimmp@mail.ru

slozhenkina@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

How to cite this article

Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Mishina O.Y., Karpenko E.B., Mosolova N.I. Influence of different agroecological conditions of southern Russia on quality indicators of raw milk. *South of Russia: ecology, development*. 2020, vol. 15, no. 4, pp. 114-125. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-4-114-125

Received 11 May 2020

Revised 14 July 2020

Accepted 25 August 2020

Abstract

Aim. To demonstrate the high adaptive abilities of dairy cattle to various ecosystems and natural zones of the Lower Volga at different times of the year. For the study we selected farms located in the steppe and semi-desert natural zones of the Volgograd region where animals of different breeds are reared.

Material and Methods. Analysis was undertaken of the main indicators of raw milk quality, amino acid composition and environmental safety. Animals of all farms studied showed fairly high indicators of milk productivity in the climatic conditions of the Volgograd region, according to the standards of the breeds investigated.

Results. The content of essential amino acids in cow milk for all groups varied depending on the breed and period of the year, generally reaching maximum values in winter. The calculation of amino acid scores showed that lysine is a limiting amino acid in animals of the Holstein-Friesian breed in the summer and autumn periods of lactation. The determination of chemical elements in milk during the summer period of lactation showed that all indicators are within acceptable concentrations, including heavy metals (lead, arsenic, cadmium, mercury).

Conclusion. The research conducted confirms compliance of raw milk with standards in all farms studied for the main controlled indicators of quality and amino acid composition, content of chemical elements and allows recommendation of the milk produced for the production of all types of dairy and fermented milk products.

Key Words

Climatic conditions, natural zone, ecosystem, lactation, milk productivity, environmental safety, amino acid composition.

ВВЕДЕНИЕ

Доктрина продовольственной безопасности России ставит главной целью обеспечить независимость страны от зарубежных поставок важнейших продуктов питания. Согласно докладу Минсельхоза РФ, по большинству позиций цели выполнены. Однако с производством молока остаются не решенными ряд проблем. В 2019 году объемы импорта молочной продукции (в пересчете на молоко) составили более 7 млн. тонн.

Отечественное производство молока находится примерно на одном уровне. В 2019 году его объем составил 31,3 млн. т, в том числе в сельскохозяйственных предприятиях – 16,961 млн. т, при этом годовая продуктивность коров в сельскохозяйственных предприятиях составила 6889 кг молока [1; 2].

Отечественные и зарубежные ученые отмечают, что одним из факторов, влияющих на молочную отрасль, являются природно-климатические условия. Особенно это отчетливо проявляется в южных регионах России. Как известно, жара плохо влияет на крупный рогатый скот, животные потребляют меньше корма, у них снижается уровень естественной резистентности, что приводит к снижению продуктивной и воспроизводительной способностям [3-5].

В России по молочной продуктивности коров и качеству молочного сырья лидирует Ленинградская область, а самые качественные молочные продукты вырабатываются в Вологодской области. В мире славятся молоком Голландия, Ирландия и Новая Зеландия. В данных регионах и странах получению качественного молочного сырья способствуют благоприятные климатические условия. В США, согласно литературным источникам, с середины 1960-х годов началось географическое размещение молочных ферм в западных регионах. В настоящее время самые крупные американские предприятия по производству молока сосредоточены в западных районах США, характеризующихся благоприятным климатом, большими площадями плодородных земель, разнообразными высококачественными кормами [6].

В связи с этим, представляет интерес сравнительная оценка показателей качества молока-сырья, полученного в разных агроэкологических условиях юга России, в частности, Волгоградской области. В хозяйствах региона, расположенных в разнообразных природно-климатических зонах, были проведены исследования по изучению состава молока коров, полученного в разное время года.

Волгоградская область отличается резко континентальным климатом с умеренно холодной малоснежной зимой и жарким сухим летом. Минимальные температурные режимы наблюдаются в январе-феврале (-36°...- 40°C), максимальные – в июле-августе (42°...44°C). По данным СП 131.13330.2018 "СП 23-01-99" «Строительная климатология», Волгоград является одним из самых жарких летних городов России, занимая третье место по средней максимальной температуре воздуха наиболее теплого месяца среди субъектов Российской Федерации после Республики Дагестан и Астрахани. Территория области окружена равнинами и низменностями, что позволяет интенсивно циркулировать атмосферному воздуху и поступать в течение года

умеренным, арктическим и тропическим воздушным потоком [7].

Влияние континентальных тропических масс (малопрозрачный теплый сухой воздух) из Казахстана, Малой и Средней Азии в летний период приводит к повышению температуры до 44°C. Атлантические воздушные массы, проникая на территорию области и двигаясь над разогретым материком, практически не уменьшают жару, трансформируясь в сухие и жаркие массы. Абсолютного максимального своего значения температура достигает в Нижнем Поволжье, районе озера Эльтон, поселке Быково (45°C в тени).

Арктические океанические воздушные массы (холодный сухой воздух) устанавливают холодную антициклональную погоду в зимний период, частые заморозки – в весенний и осенний, засухи – в летний периоды. Последние два явления наносят большой вред сельскому хозяйству.

В целом, Волгоградская область расположена в засушливой зоне, отличающейся обилием тепла при недостаточной увлажненности, в результате чего сформировались ксерофитные степи на каштановых почвах [8]. В регионе для развития молочного скотоводства в последние годы проводят мероприятия по созданию кормовых севооборотов и пастбищных агрофитоценозов, что во многом зависит от качественного и научно-обоснованного проведения комплекса агротехнических приемов с учетом биологических особенностей культур и специфики почвенно-климатических и агроэкологических условий. Всего в области, в хозяйствах всех категорий в 2019 г. было произведено 422,9 тыс. тонн молока, что на 11,2% больше по сравнению с 2018 г. При этом в сельскохозяйственных организациях надой молока на одну корову составили 6554 кг, что больше на 621 кг по сравнению с 2018 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в 2019 г. в крупных хозяйствах Волгоградской области: ООО СП «Донское» (I группа коров), ФГУП «Орошаемое» (II группа коров), АО «Агрофирма Восток» (III группа коров), ПЗК им. Ленина (IV группа коров), ПЗК «Путь Ленина» (V группа коров).

В ходе проводимых исследований определяли:

- основные качественные показатели – массовые доли жира и белка, содержащиеся в молоке, полученном в разное время года, в соответствии с общепринятыми методиками по ГОСТ Р ИСО 2446-2011 (содержание жира), ГОСТ 23327-98 (содержание белка);
- среднесуточный удой из первичной документации по учету продукции молочного скотоводства в сельскохозяйственных организациях в разные сезоны года;

- аминокислотный состав образцов молока методом капиллярного электрофореза «Капель 105М»;

- аминокислотный скор (АКС, %) молочного белка определяли по процентному соотношению каждой из незаменимых аминокислот в белке молока по отношению к ее содержанию в «идеальном» белке по формуле (1):

$$АКС = \frac{\text{г АК в 1 г белка молока}}{\text{г той же АК в 1 г «идеального» белка}} \cdot 100, \quad (1)$$

- концентрацию химических элементов определяли методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП), атомно-эмиссионной спектрометрией с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП).

Данные, полученные в результате эксперимента, были статистически проанализированы с помощью программы Statistica 10 (StatSoftInc.). Для статистического анализа были применены t-критерий Стьюдента и критерий Уилкоксона. Проведен расчет регрессии и корреляционного анализа для установления взаимосвязей между различными параметрами.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характерной особенностью территории Волгоградской области является уникальное сочетание природных условий, большое разнообразие экосистем и ландшафтов, входящих в состав степной и полупустынной природных зон, четырёх подзон и девяти физико-географических провинций. К северо-западу от долин рек Дон и Медведица простираются ландшафты разнотравно-типчаково-ковыльных степей с черноземными почвами, что составляет примерно $\frac{1}{4}$ территории площади области (28,5 тыс. км²). Половину территории средней части региона занимают типчаково-ковыльные степи (сухие) на темно-каштановых и каштановых почвах. Юго-восток, в пределах плато Ергеней и Прикаспийской низменности, представлен ландшафтом северных и южных полупустынь [1].

Разнообразие природных условий обусловило разность разводимых пород крупного рогатого скота в хозяйствах области, а также отличающийся флористический состав естественных пастбищ, являющихся кормовой базой при выпасе животных.

Показатели продуктивности лактирующих коров в исследуемых сельскохозяйственных предприятиях изучали с января по декабрь 2019 года.

Сельскохозяйственное предприятие «Донское» (I группа) Калачевского района Волгоградской области разводит крупный рогатый скот молочного направления – голштинской породы, отличающейся высокими показателями среднесуточного удоя [9].

На данный момент в стаде 3617 голов, из них 1782 головы дойных коров. В 2019 г. предприятие произвело 14600 т сырого молока. По продуктивности на корову, которая составляет 9803 кг/год, сельхозпредприятие существенно превышает средне областные данные. Показатели жира и белка в 2019 г. составили, соответственно, 3,96% и 3,26%. На предприятии для производства молока были введены в эксплуатацию высокотехнологичные доильные залы с автоматизированными доильными установками. В 2019 г. начали строить новый животноводческий комплекс на 2500 голов.

Предприятие выращивает кормовые и зерновые культуры. Производство кормов составило: силос – 29600 тонн, сенаж – 15300 тонн, сено – 4100 тонн.

Климат Калачевского района резко континентальный. Почвы пастбищ – светло-каштановые с белопопынно-ромашково-злаковой растительностью. Для них характерны ассоциации: белопопынно-ковыльно-типчаковая, типчаково-белопопынная, прутняково-белопопынная, чернопопынная, камфоросмово-чернопопынная, ассоциация гречишки, разнотравно-

типчаково-пырейная. Наиболее типичной является первая ассоциация с примесью ксерофитного разнотравья и перекати-поле. В чернопопынной ассоциации значительна роль эфемеров: мартук, перечник, мятлик живородящий, тюльпан Шренка.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Орошаемое» (II группа) расположено в 20 км от г. Волгограда на берегу Волго-Донского судоходного канала им. В.И. Ленина, является государственным племенным заводом по разведению крупного рогатого скота голштино-фризской породы. Поголовье КРС составляет 324 головы, количество дойных животных – 210 голов с надоем 5457 кг/год. В 2019 г. хозяйством было произведено 1400 т молока. Показатели жира и белка в 2019 г. составили, соответственно, 3,78% и 3,22%.

Агрофирма «Восток» (III группа) Николаевского района Волгоградской области является современным высокотехнологизированным агропромышленным предприятием с различными видами деятельности, в том числе производством молока. Племенной завод агрофирмы разводит крупный рогатый скот молочного направления – айрширской породы. Общее поголовье КРС в 2019 году составляло 458 голов, из них 333 дойных коров с продуктивностью 7181 кг/год. При этом показатели жира и белка составили, соответственно, 4,46% и 3,29%.

Айрширская порода коров отличается стабильной продуктивностью, высоким содержанием жира и белка в молоке. Однако одним из факторов, сдерживающим масштабы разведения данной породы, является непереносимость сильной жары [10]. В условиях высоких температур летнего периода Волгоградской области перегрев животных зачастую негативно отражается на удоях. Основная часть территории Николаевского района находится в зоне полупустынь, являясь практически самой засушливой агроклиматической зоной области. Почвы преобладают светло-каштановые, с содержанием большого процента солонцов, присутствуют также песчаные земли. Растительный покров представлен узколиственными и дерновидными злаками такими, как мятлик узколистый, типчак, ковыль, келерия тонкая и разнотравьем: шалфей, астрагал и др.

Племенное хозяйство «ПЗК им. Ленина» (IV группа) Суровикинского района разводит крупный рогатый скот красной степной породы. Данную породу характеризуют выносливость в сухих и теплых областях, возможность получать высокие удои. Стандартная жирность молока составляет 3,5-3,8%. Удой и жирность молока напрямую зависят от качества скормливаемого корма, травы и продолжительности выпаса. Обеспечение максимально благоприятных условий содержания животных способствует повышению удоев до 5000 л в год. Общее поголовье животных в хозяйстве составляет 1520 голов, количество дойных животных – 700 голов с надоем 4507 кг/год. Показатели жира и белка, соответственно, 3,93% и 3,2%. Продуктивность животных в хозяйстве повышают за счет совершенствования селекционно-племенной работы, улучшения условий содержания и кормления [11]. В жестком климате Волгоградской области животные данной породы показывают неплохие продуктивные качества, не требуя особых

условий содержания. Полученные характеристики молочной продуктивности красной степной породы в хозяйстве говорят о хорошей приспособленности к условиям Волгоградской области.

Коллективное хозяйство «Путь Ленина» (V группа) является единственным в регионе племярепродуктором симментальской породы крупного рогатого скота. Для данной породы характерна жирность молока в пределах 3,9-4,2% и сравнительно низкое содержание белка. Животные неприхотливы к условиям содержания, ухода и питания, но плохо переносят засуху. Общее поголовье животных в хозяйстве насчитывает 704 головы, из них дойных коров – 310 с надоем 5414

кг/год. В 2019 г. было произведено 1553 тонн молока. Показатели по жиру и белку составили, соответственно, 3,95% и 3,29%. По полученным характеристикам молочной продуктивности коров видно, что средние показатели массовой доли жира и белка за опытный период достаточно высокие, что говорит о хорошей приспособленности животных к климатическим условиям Волгоградской области.

В хозяйствах при проведении исследований по влиянию агроэкологических условий на молочную продуктивность животных были получены результаты, которые отражены в таблице 1.

Таблица 1. Молочная продуктивность подопытных коров
Table 1. Milk productivity of cows used in research

Группы Groups	Показатели Indicators		
	Среднесуточный удой, кг Average daily milk yield, kg	Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %
Весенний период лактации / Spring lactation period			
I	28,857±0,98*	3,787±0,02**	3,226±0,01
II	20,779±0,64	3,557±0,05	3,243±0,03
III	22,500±0,69	4,611±0,04	3,326±0,04
IV	14,508±0,46	3,935±0,05	3,247±0,01**
V	21,586±0,69**	3,67±0,05**	3,37±0,02**
Летний период лактации / Summer lactation period			
I	24,944±0,88	3,936±0,03	3,225±0,01
II	24,049±0,82	3,536±0,04	3,233±0,01**
III	23,797±0,72	5,069±0,06	3,196±0,01
IV	13,778±0,32	3,994±0,06	3,198±0,01**
V	17,465±0,51*	3,699±0,05	3,31±0,02
Осенний период лактации / Autumn lactation period			
I	22,556±0,74	3,949±0,04	3,241±0,02
II	18,297±0,44	3,97±0,07	3,186±0,01**
III	21,885±0,56*	5,664±0,07	3,265±0,03
IV	14,331±0,42	4,038±0,08**	3,128±0,01**
V	15,528±0,46	4,012±0,06	3,276±0,02
Зимний период лактации / Winter lactation period			
I	24,926±0,86*	3,930±0,03**	3,261±0,02
II	17,810±0,40	4,480±0,09	3,260±0,01
III	21,022±0,51	6,160±0,09	3,420±0,05
IV	15,012±0,55	4,558±0,09**	3,336±0,02**
V	16,50±0,49**	5,47±0,08	3,05±0,001**

Примечание: различия с $P<0,05$ считались значимыми: *** $P<0,001$; ** $P<0,01$; * $P<0,05$

Note: differences of $P<0.05$ were considered significant: *** $P<0.001$; ** $P<0.01$; * $P<0.05$

Проведя анализ показателей молочной продуктивности коров I группы (голштинская порода), можно сделать вывод, что за рассмотренные периоды лактации показатель массовой доли белка меняется незначительно. Наибольшее значение данного индикатора отмечено в зимний период, что выше на 0,036% по сравнению с наименьшим значением в летний период. По показателю массовой доли жира наблюдалось повышение в течение весеннего, летнего и осеннего периода, начиная с наименьшего в весенний период – 3,787% и наибольшего значения в осенний – 3,949%, что в разнице составило 0,162%. Наиболее высокое значение массовой доли жира отмечено в октябре – 3,972%. Зна-

чения показателей среднесуточных удоев снижались от весеннего периода (28,857 кг) к осеннему (22,556 кг), что в разнице составило 6,301 кг. При этом наиболее высокое значение среднесуточного удоя отмечено в апреле – 30,55 кг. В зимний период наблюдалось повышение удоя по сравнению с осенним периодом, а также повышение массовой доли белка, что связано с переходом в это время на более питательные корма.

При анализе показателей молочной продуктивности коров II группы (голштино-фризская порода) видно, что наиболее высокое значение среднесуточного удоя отмечено в летний период – 24,049 кг, особенно в июле – 31,617 кг. Разница значения наибольшего сред-

несуточного удоя летнего периода по сравнению с наименьшим значением среднесуточного удоя в зимний период составила 6,239 кг. Молоко, полученное от коров в зимний период, отличалось высоким значением массовой доли жира – 4,48%, что в разнице по сравнению с наименьшим значением в летний период (3,536%) составило 0,944%. Небольшое повышение массовой доли белка было отмечено в зимний период (3,26%), что составило в разнице 0,074% по сравнению с наименьшим значением в осенний период (табл. 1).

Как показывают проведенные исследования, молочная продуктивность коров III группы (айрширская порода) в летний период не снижалась, что говорит о хорошей адаптации животных к экстремальным климатическим условиям Волгоградской области, оптимальном уровне кормления и обеспечении комфортных зоогигиенических параметров. Наибольшее значение среднесуточного удоя отмечено в летний период (23,797 кг), особенно в июле (24,452%). Разница значения удоя в летний период по сравнению с наименьшим значением удоя в зимний период (21,022 кг) составила 2,775 кг. Содержание жира в молоке, полученном от животных за рассматриваемые периоды, в целом увеличивалось. Разница по наименьшему значению массовой доли жира в весенний период (4,611%) по сравнению с наибольшим значением зимнего периода (6,16%) составила 1,549%. Более высокое содержание белка отмечено также в зимний период (3,42%), что больше по сравнению с наименьшим содержанием в летний период (3,196%) на 0,224%.

Наибольшее значение среднесуточного удоя у коров IV группы (красная степная порода) отмечено в зимний период (15,012 кг), что больше на 1,234 кг по сравнению с наименьшим значением в летний период. Показатель массовой доли жира в целом по периодам лактации увеличивался. Его величина была также выше в зимний период (4,558%) на 0,623% по сравнению с наименьшим показателем содержания жира в весенний период. Содержание белка в зимний период (3,336%) также было выше на 0,208%, по сравнению с наименьшим содержанием в осенний период (3,128%). Наблюдалось понижение показателей среднесуточного удоя животных от весеннего периода (21,586 кг) к осеннему (15,528 кг), что в разнице составило 6,058 кг. В зимний период значение среднесуточного удоя возросло на 0,972 кг по сравнению с наименьшим значением в осенний период. Содержание массовой доли жира в целом по периодам возрастало. Разница между наименьшим ее значением в весенний период и наибольшим в зимний составила 1,8%. Наименьшее значение массовой доли жира отмечено в зимний период, наибольшее – в весенний, что в разнице составило 0,32%.

Следует отметить, что наибольшие значения среднесуточного удоя за весь опытный период отмечены у коров I группы, особенно в весенний период (28,86 кг), что больше на 14,35 кг по сравнению с наименьшим значением показателя у коров IV группы в данный период (14,51 кг).

Полученные данные молочной продуктивности животных позволяют сделать вывод, что наибольшее содержание массовой доли жира и белка в молоке коров II, III, IV групп наблюдается в зимний период. У

коров V группы жира больше содержалось в молоке коров, полученном от животных также в зимний период, белка – в весенний.

Наличие незаменимых аминокислот в пищевых продуктах очень важно, так как они не могут синтезироваться в организме животных и человека. Высокая питательная ценность молочных белков объясняется не только хорошей усвояемостью, но и оптимальным сочетанием их аминокислотного состава. В белках молока содержатся в значительном количестве все жизненно важные незаменимые аминокислоты, такие как лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин, метионин, лизин, гистидин, триптофан. Известно, что аминокислотный состав белков молока коров непостоянен и изменяется в зависимости от ряда факторов. В связи с этим, мы изучили влияние времени года и индивидуальных особенностей подопытных коров на аминокислотный состав молока (табл. 2).

В результате исследований установлено, что общее количество изучаемых аминокислот по периодам и по группам животных варьируется в I группе от 53,86 до 55,6 г/100г, во II группе – от 42,2 до 46,21 г/100г, в III группе – от 44,2 до 53,72 г/100г, в IV группе – от 44,88 до 50,91 г/100г, в V группе – от 46,05 до 55,13 г/100г белка соответственно. Следует отметить, что общая сумма изучаемых аминокислот по группам в различные периоды лактации располагалась по убыванию: зимний, осенний, весенний и летний.

Неодинаковое содержание аминокислот в молоке по группам может быть обусловлено различными условиями содержания и кормления, а также индивидуальными наследственными особенностями животных.

Как свидетельствуют результаты исследований, в белках молока содержание изучаемых незаменимых аминокислот соответствовало эталону ФАО/ВОЗ, кроме II группы. При этом в летний и осенний периоды лактации лизина содержалось меньше на 7,63 и 4,76% соответственно в сравнении с эталоном (табл. 2).

Биологическая ценность пищевых белков зависит в основном от содержания и соотношения входящих в их состав незаменимых аминокислот и ее определяют путем сравнения аминокислотного состава изучаемого белка со справочной шкалой аминокислот гипотетического идеального белка методом аминокислотного сора. Указанный критерий позволяет установить сравнительную пользу пищевых белков для организма человека и животных.

Сравнение проводилось с «идеальным белком», в качестве которого использовали эталон ФАО/ВОЗ, результаты сравнения представлены на рисунках 1-4.

Расчет аминокислотного сора свидетельствует, что в летний и осенний периоды лактации во II группе, лимитирующей аминокислотой оказался лизин, аминокислотный сора которой составил 92,91 и 95,45%, то есть в силу недостатка кислот ограничивается полнота использования белка. Все аминокислоты, требуемые для биосинтеза белков, должны присутствовать в клетке одновременно и в доступной форме. Лизин относится к одной из незаменимых аминокислот так называемых «критических», дефицит которой ограничивает биосинтез белков, что ведет к нарушению азотного

обмена и может быть одной из причин снижения удоев молока у коров из-за ухудшения использования питательных веществ кормов [12; 13]. Во всех других груп-

пах установлено, что аминокислотный скор всех исследованных незаменимых аминокислот превышает 100%.

Таблица 2. Содержание аминокислот в молоке в разные периоды года, г/100г белка

Table 2. Amino acid content of milk at different periods of the year, g/100g of protein

Наименование аминокислоты / Name of amino acid							
Группа Groups	Валин Valine	Лизин Lysine	Лейцин + изолейцин Leucine + isoleucine	Фенилаланин + тирозин Phenylalanine + tyrosine	Метионин Methionine	Триптофан Tryptophan	Треонин Threonine
Весенний период лактации / Spring lactation period							
I	8,39±0,14*	6,91±0,09**	13,27±0,55	10,25±0,25	9,73±0,21***	1,15±0,004	4,16±0,01*
II	5,32±0,07	5,58±0,06	14,15±0,69	10,42±0,29	4,14±0,02**	1,02±0,001	4,33±0,02
III	8,13±0,11*	5,62±0,06	12,28±0,50	10,86±0,35	6,40±0,08*	1,27±0,009	5,62±0,04
IV	6,32±0,08***	7,75±0,11**	15,72±0,72**	10,25±0,27	4,60±0,02	1,13±0,003	4,76±0,02*
V	5,07±0,05***	5,54±0,05**	14,67±0,60	10,98±0,39	3,69±0,01	1,13±0,003	4,35±0,02*
Летний период лактации / Summer lactation period							
I	8,31±0,14*	6,02±0,06*	13,57±0,63	12,32±0,54**	7,81±0,11**	1,26±0,008*	4,30±0,02**
II	5,63±0,04**	5,11±0,02	12,06±0,50**	7,64±0,09	5,95±0,03**	1,13±0,002	4,68±0,02
III	6,01±0,08	6,23±0,09*	11,31±0,40	11,57±0,41***	3,64±0,01***	1,21±0,006	4,25±0,02*
IV	5,98±0,04*	5,31±0,06	14,04±0,59	10,97±0,37*	4,41±0,02**	1,22±0,007	4,09±0,01**
V	5,42±0,03	7,42±0,11*	14,03±0,59	7,86±0,09***	5,16±0,04*	1,19±0,005*	4,97±0,03
Осенний период лактации / Autumn lactation period							
I	8,99±0,19*	6,78±0,06**	16,15±0,83	11,78±0,44**	5,72±0,04***	1,04±0,001	5,08±0,03**
II	6,06±0,05	5,25±0,02*	15,21±0,70**	8,93±0,18*	3,50±0,01	1,01±0,001	4,61±0,02
III	7,87±0,10	5,52±0,03***	12,61±0,51*	10,43±0,26*	6,34±0,05**	1,16±0,004	5,78±0,04
IV	6,45±0,06***	5,61±0,04***	14,40±0,62	9,32±0,21**	3,61±0,01*	1,10±0,003	4,39±0,02**
V	6,27±0,04***	7,67±0,09***	14,86±0,66	8,70±0,15***	3,57±0,01	1,04±0,001	4,09±0,02**
Зимний период лактации / Winter lactation period							
I	8,94±0,17**	6,44±0,05**	14,06±0,59	12,4±0,56**	8,42±0,15	1,01±0,001	4,33±0,02
II	6,1±0,05	5,64±0,03	15,92±0,77	9,00±0,20	4,50±0,02**	1,01±0,001	4,04±0,02*
III	8,65±0,14**	6,29±0,06**	13,27±0,60**	11,96±0,50**	6,57±0,07	1,03±0,001	5,95±0,04*
IV	6,57±0,05**	8,01±0,11	15,11±0,69	10,92±0,38*	5,30±0,06**	1,00±0,001	4,00±0,02**
V	6,55±0,05**	6,85±0,07*	17,87±0,89***	13,52±0,62	4,76±0,03*	1,11±0,003	4,47±0,02
Эталон FAO/WHO	5,00	5,50	11,00	6,00	3,50	1,00	4,00

Примечание: различия с $P < 0,05$ считались значимыми: *** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$

Note: differences of $P < 0.05$ were considered significant: *** $P < 0.001$; ** $P < 0.01$; * $P < 0.05$

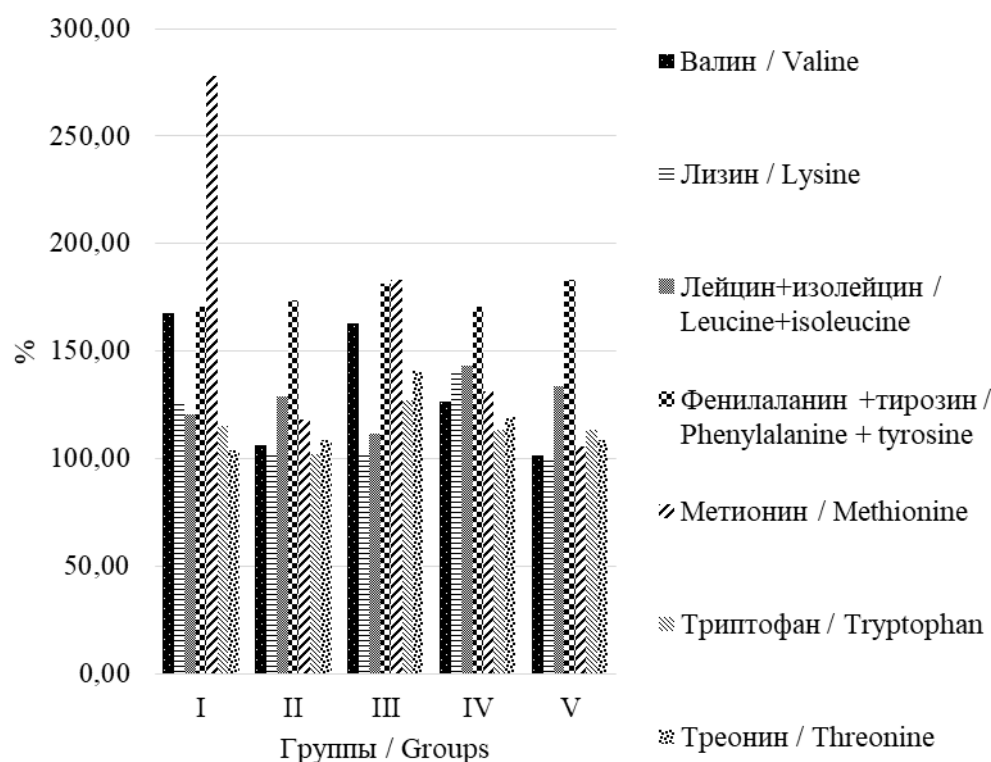


Рисунок 1. Аминокислотный скор, % (весенний период лактации)
Figure 1. Amino acid score, % (spring lactation period)

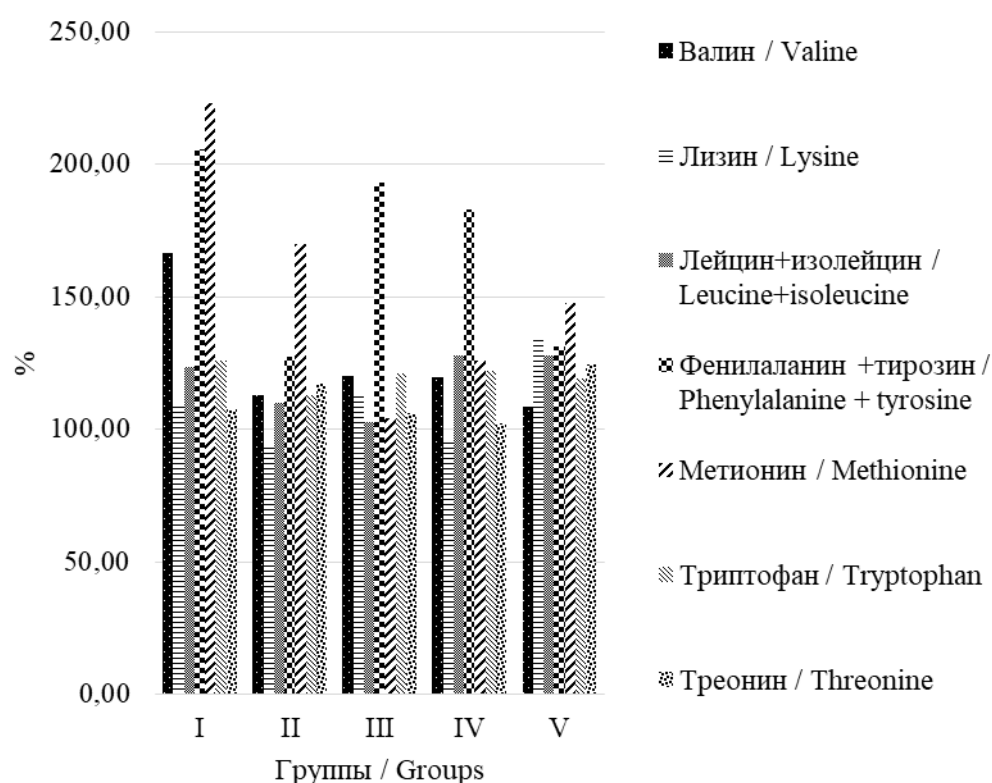


Рисунок 2. Аминокислотный скор, % (летний период лактации)
Figure 2. Amino acid score, % (summer lactation period)

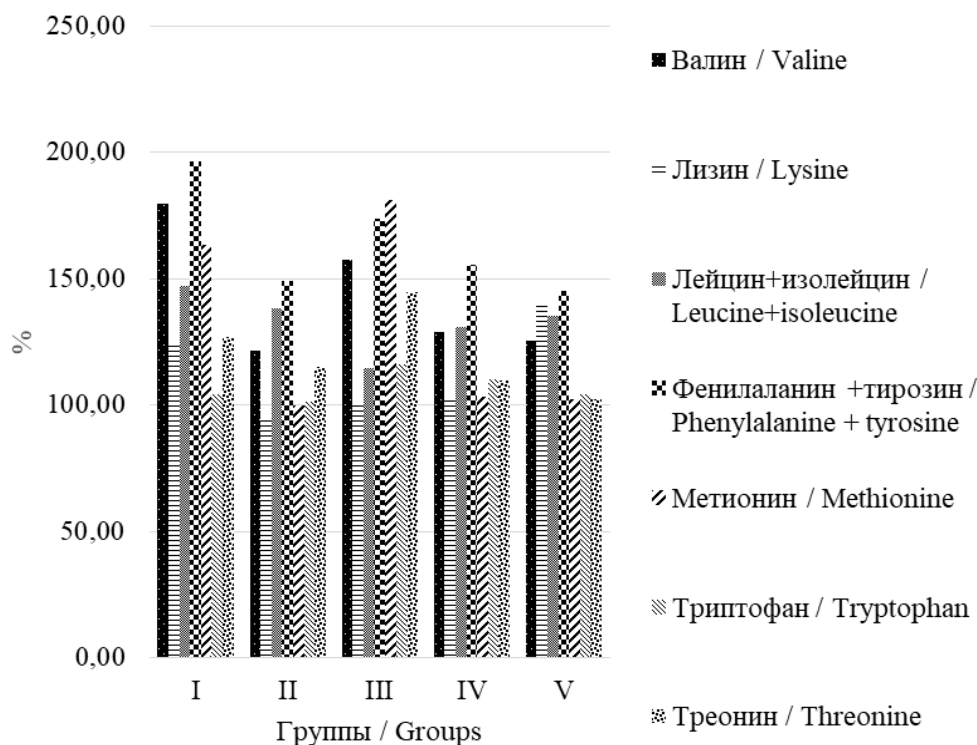


Рисунок 3. Аминокислотный скор, % (осенний период лактации)
Figure 3. Amino acid score, % (autumn lactation period)

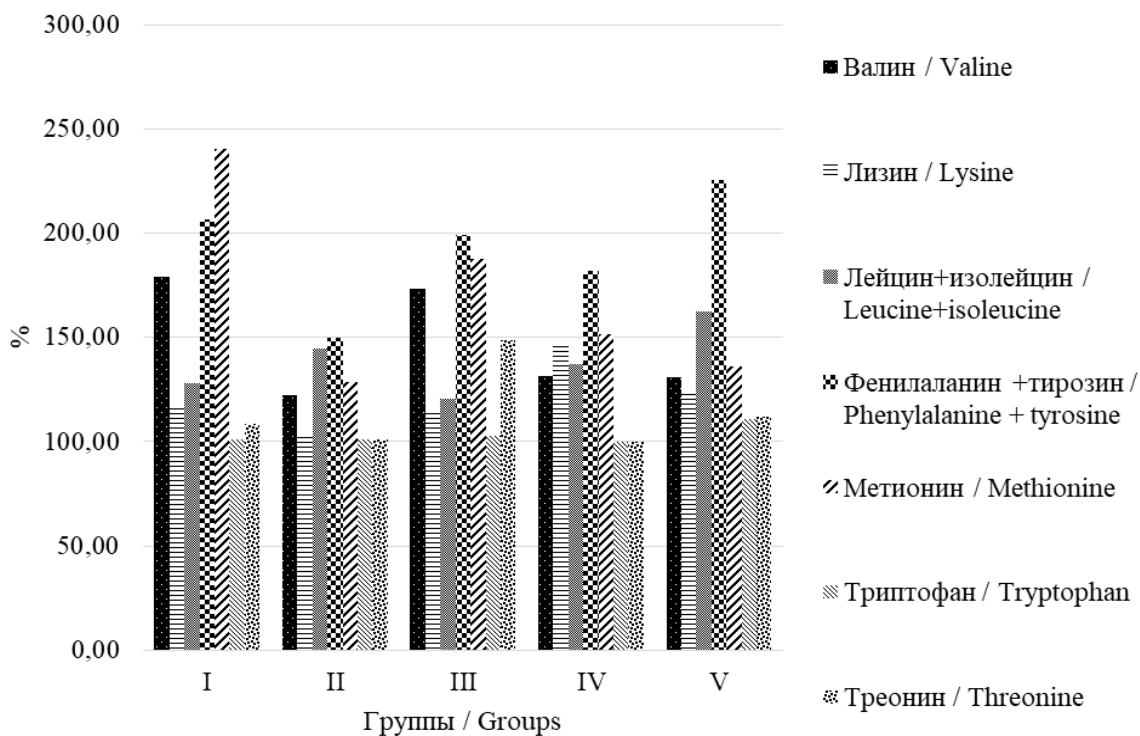


Рисунок 4. Аминокислотный скор, % (зимний период лактации)
Figure 4. Amino acid score, % (winter lactation period)

Нами также были проведены экспериментальные исследования по экологической безопасности полученного молока. Оценивали уровни содержания химических

элементов в молоке, ПДК, которых регламентируется нормативными документами (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть) и жизненно необходимых элементов (табл. 3).

Таблица 3. Содержание химических элементов в молоке коров**Table 3.** Content of chemical elements in cow milk

Элемент Element	Нормативный документ, предельно допустимая концентрация, мг/кг Normative document, Maximum allowable concentration, mg/kg	Значение, мг/кг / Value, mg/kg				
		I	II	III	IV	V
Свинец Plumbum	0,1	0,003±0,0001	0,003±0,0001	0,001±0,0002	0,001±0,0002	0,001±0,0002
Мышьяк* Arsenic*	0,05	0,002±0,0003	0,003±0,0005	0,002±0,0003	0,002±0,0003	0,002±0,0003
Кадмий Cadmium	0,03	0,0005±0,00014	0,0004±0,00012	0,0001±0,0002	0,0004±0,00012	0,0004±0,00011
Ртуть Mercury	0,005	0,0009±0,00027	0,0009±0,00027	0,00033±0,0002	0,00054±0,0002	0,00062±0,0002
Железо Iron	5,0	1,28±0,57	1,70±0,42	1,07±0,27	1,16±0,29	1,16±0,33
Медь Copper	1,0	0,14±0,017*	0,09±0,011***	0,06±0,008*	0,05±0,004***	0,04±0,006***
Цинк Zinc	5,0	4,17±0,44	3,91±0,39*	2,93±0,29*	3,41±0,34	3,44±0,34
Никель Nickel	0,1	0,06±0,014	0,09±0,015	0,09±0,015	0,009±0,014*	0,009±0,014*
Алюминий Aluminum	0,5	0,340±0,026***	0,114±0,011***	0,108±0,011	0,051±0,061**	0,067±0,081**
Хром Chromium	0,1	0,04±0,006***	0,08±0,009**	0,02±0,002***	0,03±0,004	0,03±0,004
Литий Lithium	0,05	0,007±0,0013	0,007±0,0013	0,006±0,0012	0,007±0,0014	0,007±0,0014
Магний Magnesium	150,0	104,0±10,4	103±10,2	111±11,0	101±10,5	107±10,0
Бор Boron	0,5	0,16±0,0019	0,16±0,0019*	0,17±0,002*	0,022±0,027***	0,020±0,024***
Йод, мг% Iodine, mg%	8,4	0,11±0,015***	0,05±0,008*	0,07±0,009	0,05±0,007***	0,07±0,009*
Марганец, мкг% Manganese, mkg%	6,4	0,03±0,006**	0,07±0,011**	0,06±0,008	0,05±0,007*	0,07±0,01**
Кобальт, мкг% Cobalt, mkg%	1,9	0,002±0,0005	0,002±0,0005	0,003±0,0007	0,002±0,0005	0,003±0,0006

Примечание: различия с $P<0,05$ считались значимыми: *** $P<0,001$; ** $P<0,01$; * $P<0,05$

Note: differences of $P<0.05$ were considered significant: *** $P<0.001$; ** $P<0.01$; * $P<0.05$

Как показывают проведенные исследования, в пробах молока всех хозяйств содержание химических элементов находится на достаточно низком уровне. В целом, полученное молоко удовлетворяет требованиям нормативных документов по допустимой концентрации данных элементов, оно является экологически безопасным и может быть использовано для производства продуктов питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексный анализ проведенных научных исследований показал, что качественные показатели молочного сырья, полученного от коров разных пород в условиях разнообразных природно-климатических зон Волгоградской области, соответствуют в целом стандартам рассматриваемых пород, а по некоторым показателям даже превосходят их, что говорит о хорошей адаптации

животных к экстремальным климатическим условиям. Повышению продуктивных качеств коров способствует обеспечение для них максимально благоприятных условий содержания и кормления. Так, в опытном хозяйстве Агрофирма «Восток», расположенном в наиболее засушливой агроклиматической зоне области, от животных айрширской породы, для которых при содержании не желательны жаркие условия климата, в летний период были получены высокие значения среднесуточного удоя (23,797 кг), особенно в июле (24,452%). Наибольшие значения содержания белка отмечены в зимний период (3,42%), а также более высокие значения показателя «массовая доля жира» (6,16%) в данный период. Животные хозяйства ФГУП «Орошаемое» тоже показали в летний период наиболее высокие значения среднесуточного удоя (24,049 кг), особенно в июле (31,617 кг). Высокие значения массовой доли жира (4,48%) и белка отмечены в зимний период (3,26%).

У животных голштинской породы хозяйства «Донское», расположенного в резко континентальных климатических условиях, повышение удоя наблюдалось в зимний период, а также повышение массовой доли белка, что связано с переходом в это время на более питательные корма. Животные красной степной породы хозяйства «ПЗК им. Ленина» показали неплохие продуктивные качества в жестком климате Волгоградской области. Наибольшее значение среднесуточного удоя отмечено в зимний период (15,012 кг). Величина показателя «массовая доля жира» была также выше в зимний период (4,558%) и показателя «массовая доля белка» в этот период также была выше (3,336%). У коров симментальской породы хозяйства «Путь Ленина» жира больше содержалось в молоке зимнего периода, а наибольшие показатели среднесуточного удоя (21,586 кг) и массовой доли белка (3,37%) – в весенний период.

Повышению качественных показателей молока от коров в летний период способствует проведение мероприятий по восстановлению пастбищного травостоя, соблюдение зооигиенических правил выпаса животных, интенсификация кормопроизводства.

По результатам сравнения аминокислотного состава белка молока коров рассматриваемых пород с аминокислотным составом эталонного белка можно сделать вывод, что белок, содержащийся в молоке коров I, III, IV и V опытных групп, обладает более высокой пищевой ценностью и удовлетворяет организм человека в незаменимых аминокислотах. Аминокислотный скор всех исследованных незаменимых аминокислот в белке молока коров данных групп превышает 100%. Белок, содержащийся в молоке коров II опытной группы, в летний и осенний периоды содержит меньше лимитирующей аминокислоты для дойных коров – лизина и, соответственно, аминокислотный скор составил 92,91 и 95,45%. Повысить качество белковых компонентов молока можно сбалансированным, полноценным питанием.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в засушливых условиях степных и полупустынных зон южных регионов России, при минимуме площадей естественного зеленого корма в летний период, но при создании благоприятных условий кормления и содержания в хозяйствах, возможно про-

изводство молока-сырья с высокими показателями качества и экологической безопасности, удовлетворяющими требования нормативных документов по выработке молочной продукции, в том числе для детского питания.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа выполнена по гранту РНФ 19-76-10010, ГНУ НИИММП.

ACKNOWLEDGMENT

The work was carried out under grant of the Russian Science Foundation 19-76-10010, SSI NIIMMP.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рябинина Н.О., Канищев С.Н., Шинкаренко С.С. Современное состояние и динамика степных геосистем юго-востока Русской равнины (на примере природных парков Волгоградской области) // Юг России: экология, развитие. 2018. Т. 13. N 1. С. 116-127. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-116-127
2. Сельское хозяйство в России. 2019: Статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). 2019. 91 с.
3. Лобойко В.Ф., Агишева Н.Р., Тересов Д.С. Оценка экологического состояния почвенного компонента агроландшафта в условиях ФГУП ОПХ «Орошаемое» // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы, Волгоградский государственный аграрный университет, 31 января-02 февраля, 2018. С. 366-372.
4. West J.W. Managing and Feeding Lactating Dairy Cows In Hot Weather // Bulletin 956. 2017. P. 1-8.
5. Wall E., Maurin J. Heat stress in the dairy cow: A refreshing new take // Dairy Global, April 20, 2016. URL: <https://www.dairyglobal.net/Articles/General/2016/4/Heat-stress-in-the-dairy-cow-A-refreshing-new-take-2778506W/> (дата обращения: 19.04.2020)
6. Терентьева А.С. Американское животноводство: проблема эффективности // Журнал «Россия и Америка в XXI веке». 2019. Вып. 2. DOI: 10.18254/S207054760006016-4
7. Мелихов В.В., Зибаров А.А., Мелихова Н.П., Романова А.В. Характер и направленность изменений климатических параметров Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2019. N 1 (53). С. 60-67. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-7
8. Горлов И.Ф., Федотова Г.В., Сложенкина М.И., Мосолова Н.И., Гишларкаев Е.И., Магомадов Т.А., Юлдашбаев Ю.А., Мосолова Д.А. Адаптационные особенности овец эдильбаевской породы, выращенных в агроэкологических условиях засушливых территорий Юга России // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. N 3. С. 71-81. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-3-71-81
9. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Mishina O.Yu., Vorontsova E.S. Productivity and biological value of milk from cows of various eco-genetic types // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. Т. 13. N 7. P. 2562-2570. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012043
10. Суровцев В.Н., Никулина Ю.Н. Реализация региональных и местных преимуществ для устойчивого раз-

вятия молочного скотоводства // Молочное и мясное скотоводство. 2018. N 2. С. 12-16. DOI:

10.25632/MMS.2018.2.13756

11. Горлов И.Ф., Кайдулина А.А., Сложенкина М.И., Мосолова Н.И., Бармина Т.Н., Суркова С.А. Влияние скрещивания коров красной степной породы с быками англеской породы на молочную продуктивность и морфофункциональные особенности вымени // Аграрно-пищевые инновации. Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции (Волгоград). 2018. N3 (3). С. 34-37. DOI: 10.31208/2618-7353-2018-1-3-34-37

12. Сизова Ю.В. Лимитирующие аминокислоты в кормлении лактирующих коров // Вестник биотехнологии. 2016. N 1. С. 4. URL:

http://bio.beonrails.ru/uploads/article/pdf/41/%D0%A1%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0_1.pdf (дата обращения: 15.04.2020)

13. Волгин В.И., Романенко Л.В., Прохоренко П.Н., Федорова З.Л., Корочкина Е.А. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности. М.: РАН, 2018. 260 с.

REFERENCES

- Ryabinina N.O., Kanishchev S.N., Shinkarenko S.S. The current state and dynamics of geosystems in the South-East of the Russian plain (by the example of the natural parks in Volgograd region). *South of Russia: ecology, development*, 2018, vol. 13, no. 1, pp. 116-127. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-116-127
- Sel'skoe khozyaistvo v Rossii. 2019: Statisticheskii sbornik / Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki (Rosstat)* [Agriculture in Russia. 2019. Statistical collection. Federal state statistics service (Rosstat)]. 2019, 91 p. (In Russian)
- Loboiko V.F., Agisheva N.R., Tegesov D.S. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya pochvennogo komponenta agrolandshafta v usloviyakh FGUP OPKh «Oroshaemoe» [Assessment of the ecological state of the soil component of the agricultural landscape in the conditions of FSUE OPH "Irrigated"]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 75-letiyu okonchaniya Stalingradskoi bitvy, Volgogradskii gosudarstvennyi agrarniy universitet, 31 yanvarya-02 fevralya, 2018* [Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the end of the battle of Stalingrad, Volgograd state agrarian University, 31 January – 02 February, 2018]. 2018, pp. 366-372. (In Russian)
- West J.W. Managing and Feeding Lactating Dairy Cows In Hot Weather. *Bulletin* 956, 2017, pp. 1-8.

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи, и несут ответственность за плагиат, самоплагиат и другие неэтические проблемы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

5. Wall E., Maurin J. Heat stress in the dairy cow: A refreshing new take. *Dairy Global*, April 20, 2016. Available at: <https://www.dairyglobal.net/Articles/General/2016/4/Heat-stress-in-the-dairy-cow-A-refreshing-new-take-2778506W/> (accessed 19.04.2020)

6. Terentieva A.S. U.S. livestock the efficiency problem. *Russia and America in the 21st Century*, 2019, iss. 2. (In Russian) DOI: 10.18254/S207054760006016-4

7. Melikhov V.V., Zibarov A.A., Melikhova N.P., Romanova A.V. Nature and direction of changes of climatic parameters of the Volgograd region. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 2019, no. 1 (53), pp. 60-67. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-7

8. Gorlov I.F., Fedotova G.V., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Gishlarkaev E.I., Magomadov T.A., Yuldashbayev Yu.A., Mosolova D.A. Adaptive features of edilbaev breed sheep grown in agroecological conditions of dry territories of the South of Russia. *South of Russia: ecology, development*, 2019, vol. 14, no. 3, pp. 71-81. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-3-71-81

9. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Mishina O.Yu., Vorontsova E.S. Productivity and biological value of milk from cows of various eco-genetic types. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2019, vol. 13, no. 7, pp. 2562-2570. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012043

10. Surovtsev V.N., Nikulina Yu.N. Implementation of regional and local advantages for sustainable development of dairy cattle breeding. *Journal of Dairy and Beef Cattle Farming*, 2018, no. 2, pp. 12-16. DOI: 10.25632/MMS.2018.2.13756

11. Gorlov I.F., Kaidulina A.A., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I., Barmina T.N., Surkova S.A. The effect of crossing red steppe cows breed with bulls of the angarskaya breed on milk production and morphological and functional characteristics of udder. *Agricultural and food innovations*, 2018, no. 3 (3), pp. 34-37. DOI: 10.31208.2618-7353-2018-1-3-34-37

12. Sizov Yu.V. Limiting amino acids in feeding of dairy cows. *Bulletin of biotechnology*. 2016. no. 1. 4 p. Available at: http://bio.beonrails.ru/uploads/article/pdf/41/%D0%A1%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0_1.pdf (accessed 15.04.2020)

13. Volgin V.I., Romanenko L.V., Prokhorenko P.N., Fedorova Z.L., Korochkina E.A. *Polnotsennoe kormlenie molochnogo skota – osnova realizatsii geneticheskogo potentsiala produktivnosti* [Complete feeding of dairy cattle-the basis for realizing the genetic potential of productivity]. Moscow, RAS Publ., 2018, 260 p.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Иван Ф. Горлов / Ivan F. Gorlov <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

Марина И. Сложенкина / Marina I. Slozhenkina <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

Ольга Ю. Мишина / Olga Y. Mishina <https://orcid.org/0000-0001-5716-5517>

Екатерина В. Карпенко / Ekaterina V. Karpenko <https://orcid.org/0000-0003-3643-6431>

Наталья И. Мосолова / Natalya I. Mosolova <https://orcid.org/0000-0001-6559-6595>