

ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БРУЦЕЛЛЕЗОМ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ В АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ЯКУТИИ

✉Петров П.Л.¹, Протодяконова Г.П.²

¹Департамент ветеринарии Республики Саха (Якутия)

Республика Саха (Якутия), Россия

²Арктический государственный агротехнологический университет

Республика Саха (Якутия), Россия

✉e-mail: mr.lukich2010@yandex.ru

Изучено распространение бруцеллеза среди северных оленей в зависимости от агроклиматических условий их содержания. Эксперимент проведен в Момском, Нижнеколымском и Эвено-Бытантайском районах Якутии в 2012–2019 гг. Показано, что за исследуемый период по всем районам годовая температура воздуха была выше нормы на 1,1...1,9 °С за счет более значительного ее повышения в холодный период (на 1,5...2,8 °С) по сравнению с теплым (на 0,5...0,6 °С). Наибольшее повышение температуры отмечено в апреле (на 2,8...4,4 °С) и ноябре (на 2,2...4,1 °С), в весенне-летний период – в мае (на 0,9...1,7 °С), в июле она была ниже нормы на 0,2...1,0 °С. Годовое количество осадков на территории Эвено-Бытантайского района изменялось незначительно, на территории Момского и Нижнеколымского районов увеличилось на 40 и 70 мм соответственно. Заболеваемость бруцеллезом северных оленей в зависимости от места (района) их содержания и погодных условий составляла от 0 до 3,86% (коэффициент вариации 131%), меньше заболевших животных было на территории Нижнеколымского района (0,20%), больше – Эвено-Бытантайского (1,15%). Между заболеваемостью северных оленей бруцеллезом и температурой за холодные месяцы и годовой температурой установлена отрицательная связь ($r = -0,19...-0,42$), с температурой весенне-летних месяцев – средняя положительная ($r = 0,30...0,53$) с достоверным уровнем в июле. В целом, на заболеваемость температура оказывала большее влияние ($r^2 = 0,115$), чем осадки ($r^2 = 0,092$), однако между суммой осадков за год и заболеваемостью животных выявлена существенная обратная связь ($r = -0,48$; $r^2 = 0,23$). За все месяцы между этими показателями также наблюдалась отрицательная корреляция ($r = -0,13...-0,41$), за исключением апреля и августа ($r = 0,10$ и $0,11$ соответственно). В зимние месяцы данная зависимость была более значимой ($r = -0,30...-0,40$), чем в летние ($r = -0,13...-0,27$).

Ключевые слова: арктические районы Якутии, агроклиматические условия, потепление климата, бруцеллез северных оленей, заболеваемость животных, корреляция

EFFECT OF AGRO-CLIMATIC CONDITIONS ON THE INCIDENCE OF BRUCELLOSIS OF REINDEER IN THE ARCTIC REGIONS OF YAKUTIA

✉Petrov P.L.¹, Protodyakonova G.P.²

¹Department of Veterinary Medicine of the Republic of Sakha (Yakutia)

Republic of Sakha (Yakutia), Russia

²Arctic State Agrotechnological University

Republic of Sakha (Yakutia), Russia

✉e-mail: mr.lukich2010@yandex.ru

The spread of brucellosis in reindeer depending on agroclimatic conditions of their housing was studied. The experiment was conducted in Momsky, Nizhnekolymsky and Eveno-Bytantaysky districts of Yakutia in 2012–2019. It was shown that the annual air temperature for the studied period in all districts was higher than the norm by 1.1 ... 1.9 °C due to its more significant increase in the cold period (by 1.5 ... 2.8 °C) compared to the warm period (by 0.5 ... 0.6 °C). The highest temperature increase was registered in April (by 2.8 ... 4.4 °C) and November (by 2.2 ... 4.1 °C), in spring-summer period - in May (by 0.9 ... 1.7 °C), in July it was 0.2 ... 1.0 °C below the norm. The annual precipitation on the territory of the Eveno-Bytantaysky district changed slightly, and on the

territory of the Momsky and Nizhnekolymsky districts increased by 40 and 70 mm, respectively. The incidence of brucellosis of reindeer, depending on the place (area) where reindeer are kept and weather conditions, ranged from 0 to 3.86% (coefficient of variation of 131%), fewer sick animals were in the Nizhnekolymsky district (0.20%), more – in Eveno-Bytantaysky (1.15%). There was a negative correlation ($r = -0,19...-0,42$) between the incidence of brucellosis in reindeer and the temperature during the cold months and the annual temperature, with the temperature of the spring-summer months - medium positive ($r = 0,30...0,53$) with a reliable level in July. In general, temperature had a greater effect on morbidity ($r^2 = 0.115$) than precipitation ($r^2 = 0.092$), but a significant inverse relationship ($r = -0.48$; $r^2 = 0.23$) was found between annual precipitation sum and animal morbidity. In all months there was also a negative correlation between these indicators ($r = -0.13...-0.41$), except for April and August ($r = 0.10$ and 0.11 , respectively). In winter months, this dependence was more significant ($r = -0.30...-0.40$) than in summer ($r = -0.13...-0.27$).

Keywords: Arctic regions of Yakutia, agro-climatic conditions, climate warming, reindeer brucellosis, animal morbidity, correlation

Для цитирования: Петров П.Л., Протодяконова Г.П. Влияние агроклиматических условий на заболеваемость бруцеллезом северных оленей в арктических районах Якутии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 6. С. 94–102. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-6-11>

For citation: Petrov P.L., Protodyakonova G.P. Effect of agro-climatic conditions on the incidence of brucellosis of reindeer in the Arctic regions of Yakutia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 6, pp. 94–102. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-6-11>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Важными условиями устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Саха (Якутия) являются контроль производства животноводческой продукции и изучение факторов, влияющих на заболеваемость животных. Периодический ветеринарный анализ многолетних данных позволяет более оперативно оценивать эпизоотическую ситуацию и эффективно планировать и проводить мероприятия по предупреждению и ликвидации опасных болезней.

Бруцеллез – хронически протекающая болезнь животных, вызываемая бактериями, объединенными под общим названием *Brucella*. У заболевших северных оленей наблюдаются артриты, бурситы, тендовагиниты, орхиты, маститы, аборт у маточного поголовья, что негативно влияет на воспроизводство, затрудняет проведение племенной работы, приводит к снижению продуктивности животных. Основными источниками бруцеллеза являются больные домашние и дикие северные олени, а факторами пере-

дачи – инфицированные пастбища, места отелов [1]. Особую опасность представляют особи, которые при аборте и даже при нормальных родах выделяют во внешнюю среду большое количество бруцелл [2]. Бруцеллез животных регистрируется повсеместно на территории всего земного шара, но преимущественно распространен в Средиземноморском бассейне, Персидском заливе, на Индийском субконтиненте, в Мексике, Центральной и Южной Америке, Юго-Восточной Азии, Африке, а также во всех зонах Азиатского Севера, в том числе в Якутии [3–5]. Выявлено наличие бруцеллезной инфекции в таймырской, якутской и чукотской популяциях диких северных оленей¹. У домашних оленей серологическим методом он диагностирован в 1942 г., бактериологическим – в 1955, у диких оленей – в 1960 г. [6].

Борьба с бруцеллезом методом выбраковки положительно реагирующих животных эффективна только при высокой культуре животноводства [7]. В Российской Федерации система контроля бруцеллеза, включа-

¹Винокуров Н.В. Особенности диагностической ценности реакции непрямой гемагглютинации при бруцеллезе северных оленей: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Якутск, 2010. 18 с.

ющая его диагностику, профилактику, реализацию ограничительных ветеринарно-санитарных и организационно-хозяйственных мероприятий, сложилась во второй половине XX в. [8].

Один из факторов, влияющий на эпизоотическую обстановку по данному заболеванию, – природно-климатические условия. Климат Земли за столетие изменился как на глобальном, так и на региональном уровне, причем процесс изменений значительно ускорился в последние десятилетия [9]. Начиная с середины 1970-х годов средняя температура приземного воздуха на территории России повышается со средней скоростью 0,43 °C за десятилетие, что значительно превышает скорость глобального потепления. Особенно значительные изменения климата наблюдаются в Арктике и Субарктической зоне многолетней мерзлоты [10]. Рост годовых температур идет в основном за счет повышения ее в зимний период. Одновременно регистрируют удлинение теплого периода года: весна стала наступать на 10–15 дней раньше, а осень заканчиваться на 15–20 дней позже в сравнении с серединой прошлого столетия [11].

Изучение влияния условий внешней среды на эпизоотическую ситуацию по бруцеллезу северных оленей в разных природно-климатических условиях вызывает научный и практический интерес. Особенно это актуально для арктической зоны Якутии, где в условиях изменяющегося климата этот вопрос мало изучен.

Цель исследования – выявить изменения агроклиматических условий и оценить их влияние на заболеваемость бруцеллезом северных оленей в разных арктических районах Якутии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Арктическая зона Якутии характеризуется резко континентальным климатом, не-

достатком тепла, наличием длительного периода с незаходящим солнцем летом и отсутствием солнечного освещения зимой. Продолжительность периода со снежным покровом составляет около 220 дней, абсолютный минимум температуры достигает –67 °C, абсолютный максимум доходит до 35 °C. Регион занимает более 50% общей площади Якутии, в него входят 13 улусов (районов), в которых преобладают традиционные промыслы народов севера, в том числе оленеводство. Здесь находятся около 74% всего поголовья северных оленей республики, из которых значительная часть (свыше 51 тыс. гол., или более 28% от общего поголовья республики) содержится в трех разных по природно-климатическим условиям районах: Момском, Нижнеколымском и Эвено-Бытантайском. В этих районах часто наблюдается неблагоприятная эпизоотическая ситуация по заболеванию бруцеллезом северных оленей².

Исходные данные по заболеваемости животных за 2012–2019 гг. получены из статистической отчетности Департамента ветеринарии Республики Саха (Якутия) и его подведомственных организаций – Управлений ветеринарии районов с ветеринарно-испытательными лабораториями. Использованы отчеты по выявлению положительно реагирующего поголовья домашних северных оленей на бруцеллез Якутской республиканской ветеринарно-испытательной лаборатории.

Больными бруцеллезом считались олени, положительно реагирующие на одновременное применение 3–4 серологических методов исследований (комплексная серодиагностика). В наших исследованиях использовали следующие методы серологической диагностики: реакция с розбенгал пробой (РБП), реакция гемагглютинации в пробирке (РА), реакция связывания комплемента (РСК), реакция иммунодиффузии (РИД) с 0-полисахаридным антигеном³ [12, 13].

²Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2021–2025 годов: методическое пособие / Министерство сельского хозяйства Республики Саха (Якутия). ФГБУН ФИЦ Якут. науч. центр Сиб. отд. Российской академии наук. Якут. науч.-исслед. ин-т с.-х. им. М.Г. Сафронова. Белгород: Изд-во Сангалова К.Ю. 2021. 592 с.

³Вашкевич Р.Б. Пластинчатая реакция агглютации при бруцеллезе северных оленей // Эпизоотология и иммунопрофилактика болезней: сб. науч. тр. Новосибирск, 1983. С. 16–20.

Анализ агроклиматических условий за 2012–2019 гг. проводили на основе архивных сведений метеостанций Хону (Момский район), Черский (Нижнеколымский район) и Батагай-Алыта (Эвено-Бытантайский район). Изучаемыми показателями были среднемесячные и годовые значения температуры воздуха и суммы осадков. Статистическую обработку полученных данных проводили методом вариации и корреляции по Б.А. Доспехову⁴ с использованием пакета программ Snedecor⁵ и Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным Департамента ветеринарии Республики Саха (Якутия), в 2012–2019 гг. в регионе ежегодно регистрировали от 35 до 47 пунктов, неблагополучных по заболеваемости бруцеллезом северных оленей. За этот период в Момском районе зарегистрировано 14 таких неблагополучных пунктов, Нижнеколымском – 8, в Эвено-Бытантайском – 8.

Анализ статистических данных по заболеваемости северных оленей в исследуемых районах арктической зоны Якутии за 2012–2019 гг. показал, что число положительно реагирующих на бруцеллезную инфекцию животных изменялось от 0,08 до 3,68% от общего количества обследованных. Вариабельность данного показателя была очень значительной, коэффициент вариации составил 131%. В Момском районе в 2016 и 2018 годах, в Нижнеколымском районе в 2018 и 2019 годах положительно реагирующих оленей не выявлено (см. табл. 1).

За анализируемые годы наименьшее количество заболевших бруцеллезом животных зарегистрировано на территории Нижнеколымского района (0,20%), наибольшее – Эвено-Бытантайского (1,15%). В среднем по районам более высокая заболеваемость бруцеллезом северных оленей отмечена в 2012 и 2015 годах (соответственно 1,03 и 1,66%), менее высокая – в 2016 и 2017 годах (0,38

Табл. 1. Динамика эпизоотии по бруцеллезу северных оленей в арктических районах Якутии за 2012–2019 гг.

Table 1. Epizootic dynamics of reindeer brucellosis in the Arctic regions of Yakutia for 2012–2019

Показатель	Мом- ский район	Нижне- колым- ский район	Эвено- Бытан- тайский район	Всего
<i>2012 г.</i>				
Исследовано всего, гол.	10060	16127	16335	42522
Из них положительно реагирующих:				
голов	89	69	281	439
%	0,88	0,43	1,72	1,03
<i>2013 г.</i>				
Исследовано всего, гол.	15114	18450	15600	49164
Из них положительно реагирующих:				
голов	115	40	69	224
%	0,76	0,22	0,44	0,46
<i>2015 г.</i>				
Исследовано всего, гол.	3325	13003	10718	27046
Из них положительно реагирующих:				
голов	8	46	394	448
%	0,24	0,35	3,68	1,66
<i>2016 г.</i>				
Исследовано всего, гол.	2200	8897	14103	25200
Из них положительно реагирующих:				
голов	0	14	83	97
%	0,0	0,16	0,59	0,38
<i>2017 г.</i>				
Исследовано всего, гол.	6415	14267	17039	37721
Из них положительно реагирующих:				
голов	32	12	65	109
%	0,50	0,08	0,38	0,29
<i>2018 г.</i>				
Исследовано всего, гол.	7207	12500	12850	32557
Из них положительно реагирующих:				
голов	0	0	164	164
%	0,0	0,0	1,28	0,50
<i>2019 г.</i>				
Исследовано всего, гол.	4716	8432	14709	27857
Из них положительно реагирующих:				
голов	32	0	114	146
%	0,68	0,0	0,78	0,52
<i>2012–2019 гг.</i>				
Исследовано всего, гол.	49037	91676	101354	242067
Из них положительно реагирующих:				
голов	276	181	1170	1627
%	0,56	0,20	1,15	0,67

⁴Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 416 с.

⁵Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 162 с.

и 0,29%). Наибольшее количество заболевших животных на территории Момского (0,88%) и Нижнеколымского (0,43) районов выявлено в 2012 г., Эвено-Бытантайского (3,68%) – в 2015 г.

Для обеспечения сохранности оленей и их эпизоотического благополучия только ветеринарной помощи недостаточно, своевременное предупреждение и ликвидирование бруцеллеза возможно при принятии комплекса мер. Для планирования и оперативного проведения оздоровительных работ необходима точная и объективная информация не только об уровне эпизоотической ситуации и состоянии стада, но и об условиях содержания животных.

Анализ погодных условий показал, что агрометеорологические показатели в исследуемых районах существенно различались: среднегодовая температура воздуха за исследуемые годы в Нижнеколымском районе составила $-8,7^{\circ}\text{C}$, Эвено-Бытантайском $-13,4^{\circ}\text{C}$, Момском районе $-14,0^{\circ}\text{C}$.

На территории этих районов в период с 2012 по 2019 г. отмечено повышение средне-

годовой температуры воздуха на $1,1...1,9^{\circ}\text{C}$ (в среднем на $1,5^{\circ}\text{C}$) в сравнении с нормой – среднемноголетним значением за последние 50 лет (см. табл. 2).

Более заметное потепление наблюдали в апреле (на $2,8...4,4^{\circ}\text{C}$) и ноябре ($2,2...4,1^{\circ}\text{C}$), в весенне-летний период – в мае (на $0,9...1,7^{\circ}\text{C}$) и августе (на $1,0...1,1^{\circ}\text{C}$). Во всех районах только в июле отмечено понижение температуры воздуха на $0,2...1,0^{\circ}\text{C}$ в сравнении со среднемноголетним значением.

Анализ распределения атмосферных осадков на территории изучаемых районов в 2012–2019 гг. позволил выявить некоторые особенности их распределения. Наименьшее количество и незначительная изменчивость осадков за год (181 мм при норме 179 мм) зарегистрированы на метеостанции Батагай-Алыта (Эвено-Бытантайский район). На территории Момского (метеостанция Хону) и Нижнеколымского (метеостанция Черский) районов годовая сумма осадков составила 263 и 294 мм, что было больше среднемноголетнего значения на 41 и 70 мм соответственно (см. табл. 3).

Табл. 2. Температура воздуха в арктических районах Якутии за 2012–2019 гг., $^{\circ}\text{C}$

Table 2. Air temperature in the arctic regions of Yakutia for 2012–2019, $^{\circ}\text{C}$

Показатель	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
<i>Момский район (метеостанция Хону)</i>													
Среднее	–44,1	–41,6	–29,1	–10,4	4,7	12,4	14,6	11,5	2,6	–12,3	–32,8	–43,7	–14,0
Норма	–46,0	–42,4	–31,1	–13,2	3,0	12,2	14,8	10,5	2,1	–14,7	–35,5	–45,1	–15,4
Отклонение от нормы	1,9	0,8	2,0	2,8	1,7	0,2	–0,2	1,0	0,5	2,4	2,7	1,4	1,4
<i>Эвено-Бытантайский район (метеостанция Батагай-Алыта)</i>													
Среднее	–44,6	–42,4	–27,4	–8,1	4,7	14,5	15,2	12,7	3,1	–12,8	–32,8	–43,0	–13,4
Норма	–45,5	–42,3	–29,3	–11,7	3,8	13,5	16,2	11,6	2,6	–14,3	–35,0	–43,3	–14,5
Отклонение от нормы	0,9	–0,1	1,9	3,6	0,9	1,0	–1,0	1,1	0,5	1,5	2,2	0,3	1,1
<i>Нижнеколымский район (метеостанция Черский)</i>													
Среднее	–30,3	–29,6	–21,1	–9,2	0,7	10,8	12,5	10,7	4,1	–6,7	–18,6	–27,5	–8,7
Норма	–32,4	–30,9	–23,7	–13,6	–0,2	10,1	12,9	9,6	3,2	–9,2	–22,7	–30,4	–10,6
Отклонение от нормы	2,1	1,3	2,6	4,4	0,9	0,7	–0,4	1,1	0,9	2,5	4,1	2,9	1,9
<i>Среднее по районам</i>													
Отклонение от нормы	1,6	0,7	2,2	3,6	1,2	0,6	–0,5	1,1	0,6	2,1	3,0	1,5	1,5

Табл. 3. Сумма осадков в арктических районах Якутии за 2012–2019 гг., мм

Table 3. Precipitation sum in the Arctic regions of Yakutia for 2012–2019, mm

Показатель	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
<i>Момский район (метеостанция Хону)</i>													
Среднее	7,4	8,6	4,4	5,3	14,1	42,1	77,1	45,2	22,2	15,2	14,0	7,1	263
Норма	7,0	7,2	4,9	5,4	12,6	37,1	49,8	40,1	23,4	14,7	12,1	7,8	222
Отклонение от нормы	0,4	1,4	–0,5	–0,1	1,5	5,0	27,3	5,1	–1,2	0,5	1,9	–0,7	41
<i>Эвено-Бытантайский район (метеостанция Батагай-Алыта)</i>													
Среднее	6,1	5,2	2,7	4,2	17,3	33,3	29,5	29,9	19,9	14,3	12,6	5,5	181
Норма	6,3	5,7	4,6	5,1	14,0	29,6	34,2	30,8	18,0	13,0	10,3	7,8	179
Отклонение от нормы	–0,2	–0,5	–1,9	–0,9	3,3	3,7	–4,7	–0,9	1,9	1,3	2,3	–2,3	2
<i>Нижнеколымский район (метеостанция Черский)</i>													
Среднее	19,8	13,2	11,9	5,4	10,7	29,0	47,0	33,7	36,3	32,8	33,6	21,0	294
Норма	14,2	11,3	9,7	7,8	9,5	18,6	32,2	29,1	29,1	27,1	20,5	15,0	224
Отклонение от нормы	5,6	1,9	2,2	–2,4	1,2	10,4	14,8	4,6	7,2	5,7	13,1	6,0	70
<i>Среднее по районам</i>													
Отклонение от нормы	1,9	0,9	–0,1	–1,1	2,0	6,4	12,5	2,9	2,6	2,5	5,8	1,0	37

Наибольшее увеличение атмосферных осадков в Нижнеколымском и Момском районах за годы исследований по сравнению со среднемноголетними значениями наблюдалось в июле (14,8 и 27,3 мм соответственно) и июне (10,4 и 5,0 мм), в зимние месяцы изменения были незначительные.

Анализ температурного режима за теплый (май – сентябрь) и холодный (октябрь – апрель) периоды года показал, что потепление климата в указанных районах с 2012 по 2019 г. произошло за счет более значительного повышения температуры в холодный период года (на 1,5...2,8 °C) по сравнению с теплым периодом (на 0,5...0,6 °C) (см. табл. 4).

По данным метеостанции Хону (Момский район), увеличение суммы осадков за

годы исследования от 222 (норма) до 263 мм произошло в основном за счет осадков теплого периода. В Нижнеколымском районе (метеостанция Черский) вклад атмосферных осадков теплого и холодного периодов в увеличение их количества за год на 70 мм был практически равнозначным – 32 и 38 мм соответственно. На территории Эвено-Бытантайского района (метеостанция Батагай-Алыта) существенных изменений количества осадков за теплый и холодный периоды не наблюдали. В среднем по районам за исследуемые годы соотношение осадков за холодный и теплый периоды составило 1 : 1,5.

Статистическая обработка полученных данных свидетельствует о том, что на территории исследуемых районов количество

Табл. 4. Отклонение агроклиматических показателей за теплый и холодный периоды от нормы в арктических районах Якутии. Среднее за 2012–2019 гг.

Table 4. Deviation of agro-climatic indicators for warm and cold periods from the norm in the Arctic regions of Yakutia. Average for 2012–2019

Район	Температура воздуха за теплый период, °C	Температура воздуха за холодный период, °C	Сумма осадков за теплый период, мм	Сумма осадков за холодный период, мм
Момский	0,6	2,0	37,7	2,9
Эвено-Бытантайский	0,5	1,5	–2,2	3,3
Нижнеколымский	0,6	2,8	32,1	38,2
Среднее	0,6	2,3	22,5	14,8

осадков за месяц и год характеризуется более значительной изменчивостью (коэффициент вариации 28–96%, в среднем 69%), чем температура воздуха (13–69%, в среднем 27%). Наибольшая изменчивость температуры воздуха отмечена в мае (69%) и сентябре (47%), то есть в переходные периоды от весны к лету и от осени к зиме, а суммы осадков – в марте (96%) и ноябре (91%) (см. табл. 5).

Значительные изменения климата, происходящие в настоящее время в арктических районах Якутии, и периодически возникающие неблагоприятные эпизоотические ситуации по бруцеллезу северных оленей в регионе вызывают необходимость изучения взаимосвязи этих факторов. Корреляционный анализ показал, что между заболеваемостью бруцеллезом северных оленей и температурой воздуха холодного периода (сентябрь – апрель) и годовой температурой наблюдается отрицательная слабая или средняя связь ($r = -0,19 \dots -0,42$), а температурой месяцев теплого периода (май – август) – средняя положительная ($r = 0,30 \dots 0,53$) с достоверным уровнем в июле (см. табл. 6).

Коэффициент детерминации (r^2) свидетельствует, что уровень заболеваемости животных на 4–28% определялся колебаниями

температуры воздуха по месяцам и на 13% – годовой температуры.

Осадки по месяцам оказывали меньшее влияние на изменчивость изучаемого показателя (в среднем $r^2 = 0,092$), чем температура ($r^2 = 0,115$), однако между годовой суммой осадков и заболеваемостью бруцеллезом северных оленей выявлена существенная ($r = -0,48$) обратная связь при коэффициенте детерминации 0,23. За все месяцы между этими показателями также отмечена слабая или средняя отрицательная корреляция ($r = -0,13 \dots -0,41$), за исключением апреля и августа ($r = 0,10$ и $0,11$ соответственно). В зимние месяцы эта зависимость была более значимой ($r = -0,30 \dots -0,40$), чем в теплый период ($r = -0,13 \dots -0,27$). Выявленные взаимосвязи логично объясняют высокий уровень заболеваемости оленей (3,68% от обследованных) в 2015 г. в Эвено-Бытантайском районе по сравнению с Момским (0,24%) и Нижнеколымским (0,35%) районами, так как в этот год на территории Эвено-Бытантайского района за весенне-летний период (май – август) среднесуточная температура воздуха была на 1,2...3,5 °C выше, а сумма осадков на 44–71 мм меньше, чем в Момском и Нижнеколымском районах.

Табл. 5. Изменчивость агроклиматических показателей по трем районам арктической зоны Якутии за 2012–2019 гг.

Table 5. Variability of agro-climatic indicators in three regions of the Arctic zone of Yakutia for 2012–2019

Месяц	Температура воздуха, °C				Сумма осадков, мм			
	средняя	минимальная	максимальная	Коэффициент вариации, %	средняя	минимальная	максимальная	Коэффициент вариации, %
Январь	–39,4	–47,4	–27,7	19	11,0	1,7	37,7	86
Февраль	–38,4	–48,3	–21,7	19	8,2	0,8	25,6	86
Март	–26,0	–33,4	–14,5	19	6,2	0,2	23,7	96
Апрель	–9,2	–14,1	–5,3	30	4,5	0,6	16,0	73
Май	3,5	–1,4	7,1	69	14,0	1,8	40,0	71
Июнь	12,7	8,7	17,9	17	31,3	5,1	64,9	58
Июль	14,0	10,8	16,7	13	52,2	9,6	122,0	55
Август	11,2	8,3	14,6	15	36,6	8,8	103,0	58
Сентябрь	3,2	1,4	7,4	47	26,9	3,2	56,9	52
Октябрь	–10,7	–16,8	–2,3	34	20,3	5,7	53,7	66
Ноябрь	–27,5	–35,6	–13,0	26	20,1	4,2	78,5	91
Декабрь	–37,7	–46,9	–21,4	24	12,2	2,4	38,9	80
Год	–12,0	–14,5	–7,4	21	243,5	107	391,2	28
Среднее				27				69

Табл. 6. Влияние агроклиматических показателей на заболеваемость бруцеллезом северных оленей в арктических районах Якутии за 2012–2019 гг.

Table 6. Influence of agro-climatic indicators on the incidence of brucellosis in reindeer in the Arctic regions of Yakutia for 2012–2019

Месяц	Температура воздуха		Сумма осадков	
	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (r ²)	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (r ²)
Январь	–0,40	0,160	–0,41	0,168
Февраль	–0,25	0,063	–0,34	0,116
Март	–0,21	0,044	–0,39	0,152
Апрель	–0,21	0,044	0,10	0,010
Май	0,32	0,102	–0,13	0,017
Июнь	0,35	0,123	–0,27	0,073
Июль	0,53*	0,281	–0,16	0,026
Август	0,30	0,090	0,11	0,012
Сентябрь	–0,19	0,036	–0,19	0,036
Октябрь	–0,42	0,176	–0,33	0,109
Ноябрь	–0,32	0,102	–0,30	0,090
Декабрь	–0,38	0,144	–0,40	0,160
Год	–0,36	0,130	–0,48*	0,230
Среднее		0,115		0,092

*Достоверно на 5%-м уровне значимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в арктических районах Якутии происходят процессы, направленные на потепление климата. Наблюдается повышение годовой температуры воздуха в сравнении с нормой на 1,1...1,9 °С за счет более значительного ее повышения в холодный период. Годовое количество осадков на территории некоторых арктических районов за исследуемый период превышало среднеегодовое значение на 41–70 мм.

Выявлено, что агроклиматические условия могут оказывать определенное влияние на заболеваемость бруцеллезом северных оленей в регионе. Показано, что уменьшение суммы осадков за год и в зимние месяцы, а также понижение температуры воздуха за холодный период года (сентябрь – апрель) и повышение в теплый период (май – август) вызывает увеличение уровня заболеваемости животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хоч А.А., Слепцов Е.С. Бруцеллез северных оленей в Якутии. Якутск, 2001. 216 с.
2. Федоров А.И., Искандаров М.И., Искандарова С.С. Свойства культур бруцелл, выделенных от северных оленей // Ветеринария. 2022. № 5. С. 20–27.

3. Pappas G., Akritidis N., Bosilkovski M., Tsianos E. Brucellosis // The New England Journal of Medicine. 2005. № 352. P. 2325–2336.
4. Hurtado R. Brucellosis – new and old issues regarding diagnosis and management // Harvard education online (31 октября 2001 г.): <http://www.mgh.harvard.edu/id/images/brucellosis.pdf>.
5. Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Федоров В.И., Григорьев И.И., Захарова О.И. Эпизоотическое состояние по бруцеллезу северных оленей в Республике Саха (Якутия) // Аграрный вестник Урала. 2018. № 8 (175). С. 57–61.
6. Забродин В.А., Лайшев К.А., Гулюкин М.И., Гулюкин А.М., Искандаров М.И., Слепцов Е.С., Винокуров Н.В., Федоров В.И., Бочкарев И.И., Захарова О.И. Бруцеллез оленей и некоторых диких животных на Енисейском Севере: монография. Новосибирск: Издательство АНС «СибАК», 2018. 290 с.
7. Слепцов Е.С., Искандаров М.И., Винокуров Н.В., Племяшов К.В., Павлова А.И. Анализ материалов эффективности применения вакцинных штаммов и систем профилактики и ликвидации бруцеллеза животных на территории РФ // Ветеринария и кормление. 2020. № 5. С. 45–48. DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020.
8. Красиков А.П., Зуев А.В., Ермакова Т.В. Эпизоотологический анализ основных бактериальных и вирусных инфекционных болезней крупного рогатого скота на территории Омской области // Ветеринарно-санитарные мероприятия по предупреждению антропозоонозов и незаразных болезней животных. 2018. С. 39–47.

9. Панин Г.Н., Выручалкина Т.Ю., Соломонова В.И. Региональные климатические изменения в Северном полушарии и их взаимосвязь с циркуляционными индексами // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2010. Т. 23. С. 92–108.
10. Кириллина К.С. Тенденции изменения климата Республики Саха (Якутия) // Вопросы географии Якутии. 2013. Вып. 11. С. 115–121.
11. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России / под ред. акад. А.Л. Иванова, В.И. Кирюшина. М.: Рос-сельхозакадемия. 2009. С. 331–342.
12. Абиджанов М.С., Гринько В.К., Назарова С.А. Розбенгал проба в диагностике бруцеллеза животных // Труды УзбНИВИ. 1980. Вып. 30. С. 8–12.
13. Винокуров Н.В. Изучение диагностической эффективности реакции непрямой гемагглютинации при бруцеллезе // Якутский медицинский журнал. 2008. № 4. С. 72–73.

REFERENCES

1. Khoch A.A., Sleptsov E.S. *Brucellosis of reindeer in Yakutia*. Yakutsk, 2001, 216 p. (In Russian).
2. Fedorov A.I., Iskandarov M.I., Iskandarova S.S. Properties of brucella cultures isolated from reindeer. *Veterinariya = Veterinary medicine*, 2022, no. 5, pp. 20–27. (In Russian).
3. Pappas G., Akritidis N., Bosilkovski M., Tsianos E. Brucellosis. *The New England Journal of Medicine*, 2005, no. 352, pp. 2325–2336.
4. Hurtado R. Brucellosis – new and old issues regarding diagnosis and management. *Harvard education online* (31 октября 2001 г.): <http://www.mgh.harvard.edu/id/images/brucellosis.pdf>.
5. Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Fedorov V.I., Grigoriev I.I., Zakharova O.I. Epizootic state of brucellosis of reindeer in the Republic of Sakha (Yakutia). *Agrarnyi vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2018, no. 8 (175), pp. 57–61. (In Russian).
6. Zabrodin V.A., Laishev K.A., Gulyukin M.I., Gulyukin A.M., Iskandarov M.I., Sleptsov E.S., Vinokurov N.V., Fedorov V.I., Bochkarev I.I.,

Zakharova O.I. *Brucellosis of deer and some wild animals in the Yenisei North*. Novosibirsk: Publishing house of ANS "SibAK", 2018, 290 p. (In Russian).

7. Sleptsov E.S., Iskandarov M.I., Vinokurov N.V., Plemashov K.V., Pavlova A.I. Analysis of materials on the effectiveness of the use of vaccine strains and systems for the prevention and elimination of brucellosis of animals in the territory of the Russian Federation. *Veterinariya i kormlenie = Veterinaria i kormlenie*, 2020, no. 5, pp. 45–48. (In Russian). DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020.
8. Krasikov A.P., Zuev A.V., Ermakova T.V. Epizootological analysis of the main bacterial and viral infectious diseases of cattle in the Omsk region. *Veterinarno-sanitarnye meropriyatiya po preduprezhdeniyu antropozoonozov i nezaraznykh boleznei zhivotnykh = Veterinary and sanitary measures to prevent anthroponosis and non-infectious animal diseases*, 2018, pp. 39–47. (In Russian).
9. Panin G.N., Vyruchalkina T.Yu., Solomonova V.I. Regional climatic change in the Northern Hemisphere and their relationship with circulation indices. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem = Problems of ecological monitoring and modeling of ecosystem*, 2010, Vol. 23, pp. 92–108. (In Russian).
10. Kirillina K.S. Trends in climate change in the Republic of Sakha (Yakutia). *Voprosy geografii Yakutii = Questions of the geography of Yakutia*. Yakutsk, 2013, is. 11, pp. 115–121. (In Russian).
11. *Global climate change and risk forecast in Russian agriculture* / edited by acad. A.L. Ivanova, V.I. Kiryushina M.: Rosselkhozakademiya, 2009, pp. 331–342. (In Russian).
12. Abidzhanov M.S., Grinko V.K., Nazarova S.A. Rozbengal test in the diagnosis of animal brucellosis. *Trudy UzbNIVI = Proceedings of UzbNIVI*, 1980. is. 30. pp. 8–12. (In Russian).
13. Vinokurov N.V. Study of the diagnostic efficiency of the reaction of indirect hemagglutination in brucellosis. *Yakutskii meditsinskii zhurnal = Yakut Medical Journal*, 2008, no. 4, pp. 72–73. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Петров П.Л.**, руководитель Департамента ветеринарии Республике Саха (Якутия); **адрес для переписки:** Россия, 677001, Республика Саха (Якутия), Якутск, ул. Курашова, 30/1; e-mail: mr.lukich2010@yandex.ru

Протодьяконова Г.П., доктор ветеринарных наук, декан

AUTHOR INFORMATION

✉ **Petr L. Petrov**, Head of Department of Veterinary Medicine of the Republic of Sakha (Yakutia); **address:** 30/1, Kurashova St., Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia; e-mail: mr.lukich2010@yandex.ru

Galina P. Protodyakonova, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Dean

Дата поступления статьи / Received by the editors 31.05.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 16.09.2022
Дата публикации / Published 27.12.2022