

УДК 63:636/639:637.5:579:579.84

DOI:

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛИСТЕРИЙ В БИОЛОГИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ ЖИВОТНЫХ, ПТИЦЫ И ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**Я. Р. Александрова¹⁾, С. С. Козак¹⁾, Е. С. Баранович²⁾, Ю. А. Козак²⁾**¹⁾*Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности – филиал «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»
Российской Академии наук,**141552, Московская область, Российская Федерация*²⁾*Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева
127550, г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация: Проведен статистический анализ данных отчетов ветеринарных лабораторий субъектов Российской Федерации и Федеральных государственных лабораторий за 2016-2020 гг. по заболеваемости листериозом сельскохозяйственных животных, птицы, пушных зверей и прочих животных, а также обсемененности листериями пищевых продуктов. Всего за исследуемый период проведен бактериологический анализ 129 тыс. проб биологического материала животных и птицы, из них в 2016 г. – 32 тыс., в 2017 г. – 26 тыс., в 2018 г. – 30 тыс., в 2019 г. – 25 тыс., в 2020 г. – 16 тыс., что составило 24,8%; 20,1%; 23,3%; 19,4% и 12,4% соответственно, от общего количества проб. За 2016-2020 гг. выявлено 83 случая листериоза у животных, в том числе 39 случаев обнаружено у КРС, 34 – у МРС, 4 – у свиней, а также 3 – у птицы, 2 – у пушных зверей и 1 – у прочих видов животных. За весь период бактериологического исследования на листериоз проб биологического материала лошадей положительных результатов не обнаружено. По результатам ретроспективного анализа данных лабораторных исследований по обсеменению листериями пищевых продуктов в 2016-2020 гг. было установлено, что всего поступило 12243714 проб пищевых продуктов, из них проведено исследований на обнаружение листерий – 1954742 пробы, в том числе получено положительных результатов на обнаружение листерий – 11177 проб и доля положительных результатов варьировала от 0,4% (2017 г.) до 0,96% (2018 г.). При ретроспективном анализе данных по обсемененности листериями пищевых продуктов наименьшее количество положительных проб за весь исследуемый период обнаружено в икре и молоках (0,1%), в конине (0,3%), в пресервах (0,3%), в молочных продуктах (0,5%), в баранине (0,6%) и животном жире (0,7%).

Ключевые слова: листерии, животные и птица, заболеваемость, лабораторные исследования, пищевые продукты.

Введение. Листерии (лат. *Listeria* spp.) – грамположительные бактерии, широко распространенные в разных экологических системах. Они выделяются из почвенных и водных экосистем, из объектов внешней среды, циркулируют в организмах животных и человека [10]. Листериоз – это инфекционное заболевание людей и домашних млекопитающих (крупного рогатого скота, овец, коз, лошадей), а также домашней и дикой птицы, рыб и моллюсков.

Листериоз не является широко распространенной инфекцией. По количеству выявленных случаев он значительно уступает сальмонеллезам и кампилобактериозам, но превосходит их по летальности (от 40 до 80 %) и по тяжести клинического течения [4], [5], [14]. Клинически листериоз характеризуется, в первую очередь, энцефалитом, септициемией и абортom [11].

Эпизоотологическое и эпидемиологическое значение листериоза в настоящее время является общепризнанным. Установлено, что листерии широко распространены в природе и весьма устойчивы к влиянию факторов окружающей среды. Листерии обнаруживаются в различных пищевых продуктах, преимущественно животного происхождения, в том числе в продуктах питания, готовых к употреблению [2], [3], [6].

В Российской Федерации листериоз животных учитывается с 1956 г., регистрация и учет листериоза у людей как самостоятельной нозологической формы введены Минздравом РФ в 1992 г. [10]. Анализ заболеваемости сельскохозяйственных животных листериозом в мире показывает, что эта проблема актуальна для многих стран, в том числе – для стран с высоким уровнем развития сельского хозяйства. Показано, что разные виды животных в разной степени подвержены листериозу. В Англии в период с 1975 по 1982 гг. Ветеринарный научно-исследовательский центр сообщал о 666 случаях листериоза у овец, 472 случая – у крупного рогатого скота (КРС) и только о 14 случаях листериоза у свиней. Согласно опубликованным сообщениям, на территории Нидерландов листериоз у свиней также встречался достаточно редко; на территории Западной Канады он составлял только 1 % от общего числа случаев листериоза у животных. На территории штата Айова, основного свиноводческого штата США, из 253284 случаев листериоза, официально зарегистрированных Ветеринарной диагностической лабораторией штата за период 1993-1997 гг., не было ни одного случая болезни свиней, при этом 87 % случаев приходилось на КРС. В другом сельскохозяйственном штате США, Миссури, 98 % (274 из 281) случаев листериоза приходилось на КРС и овец, в то время как на свиней – только один случай [7].

Многие исследователи указывали на широкое распространение бессимптомного листериозоносительства у сельскохозяйственных животных, что, в конечном итоге, приводило к значительному экономическому ущербу от заболеваемости и падежа сельскохозяйственных животных и к увеличению затрат на профилактические мероприятия [1], [12].

Глобализация, международная торговля и постоянно растущий поток товаров и людей позволяют болезням животных и зоонозным патогенам «путешествовать» по всему миру. Так, риск повторного внедрения ранее искорененных болезней животных в странах Европейского Союза очень велик, поскольку значительное количество пищевых продуктов животного происхождения из эндемичных по инфекционным заболеваниям стран постоянно ввозится легально и нелегально в этот регион. Микробиологический анализ ввозимых продуктов показал, что наиболее часто обнаруживаемыми возбудителями в мясе и мясных продуктах были *L. monocytogenes* и *Staphylococcus aureus* (5 и 4,3 %, соответственно), а в молоке и молочных продуктах - *S. aureus* (7,4 %). Данная проблема экспорта продуктов животного происхождения представляет собой в значительной степени недооцененную угрозу для здоровья как людей, так и сельскохозяйственных животных [13].

Наилучшим решением для ограничения частоты возникновения зоонозов у людей является контроль и предотвращение распространения патогенных микроорганизмов у животных, составляющих основной резервуар инфекций. В промышленно развитых странах животных проверяют до убоя, проводят вакцинацию и мониторинг животных, а также контролируют гигиенические условия производственных помещений (физическая дезактивация). Однако эти методы часто оказываются неэффективными в развивающихся странах, из-за несовершенства системы образования в таких областях как микробиология, санитария, гигиена, наука о продуктах питания, инновационные методы ведения сельского хозяйства и надлежащая производственная практика [8, 9].

Цель данного исследования – проанализировать статистические данные по заболеваемости листериозом в Российской Федерации за 2016-2020 гг. у лошадей, крупного рогатого скота (КРС), мелкого рогатого скота (МРС), свиней и птицы, пушных зверей и прочих видов животных, а также данные по обсемененности листериями пищевых продуктов.

Материалы и методы исследований. Проведен ретроспективный анализ данных отчетов о заболеваемости листериозом у сельскохозяйственных животных в РФ, а также об обсемененности листериями пищевых продуктов в период 2016-2020 гг. на основании данных государственного федерального статистического наблюдения, полученных из 85 регионов Российской Федерации, в том числе из 98 лабораторий, среди которых 21 лаборатория имеет статус федеральных лабораторий.

Результаты исследований и обсуждение.

Проведен ретроспективный анализ данных бактериологических исследований на листериоз проб биологического материала от животных и птицы в РФ в 2016 - 2020 гг. Всего за исследуемый период проанализировано 129 тыс. проб, из них в 2016 г. – 32 тыс., в 2017 г. – 26 тыс., в 2018 г. – 30 тыс., в 2019 г. – 25 тыс., в 2020 г. – 16 тыс., что составило 24,8%; 20,1%; 23,3%; 19,4% и 12,4% соответственно от общего количества проб. За исследуемый период выявлено 83 случая листериоза у животных, в том числе 39 случаев обнаружено у КРС, 34 – у МРС, 4 – у свиней, а также 3 – у птицы, 2 – у пушных зверей и 1 – у прочих видов животных. За 2016-2020 гг. выявлены 83 положительные пробы биологического материала от животных и птицы. Данные результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество проведенных исследований и выявленных случаев листериоза у животных и птицы в Российской Федерации за 2016-2020 гг.

Виды животных	Количество проведенных исследований на листериоз					Количество положительных результатов				
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Лошади	91	214	220	132	87	0	0	0	0	0
КРС	20443	22435	19168	16615	5423	5	7	14	5	8
МРС	1064	639	3228	793	695	3	0	3	0	28
Свиньи	3364	1464	3406	6621	8240	4	0	0	0	0
Птица	6712	1007	4378	1190	1521	1	2	0	0	0
Пушные звери	164	85	126	161	95	0	2	0	0	0
Прочие виды животных	320	244	285	251	252	0	0	0	1	0
ИТОГО	32158	26093	30811	25763	16313	13	11	17	6	36

Примечание: КРС – крупный рогатый скот, МРС – мелкий рогатый скот.

Из данных таблицы 1 видно, что в 2016 году проведено наибольшее количество исследований на листериоз среди сельскохозяйственных животных, птицы, пушных зверей и прочих видов животных – 32158 проб, наименьшее количество проведенных исследований отмечено в 2020 году и составило 16313 проб. Установлено, что за 2016 г. были получены 13 положительных проб на листериоз при исследовании биологического материала от крупного и мелкого рогатого скота, свиней и птицы. При этом наибольшее количество положительных образцов выявлено у крупного рогатого скота, что составило 6,02 % от общего количества выявленных положительных проб за весь период исследования. В 2017 г. было получено 11 положительных результатов бактериологического анализа на листериоз от крупного рогатого скота, птицы и пушных зверей. В этом году наибольшее количество положительных образцов в количестве 7 зарегистрировано у крупного рогатого скота, что составило 8,4 % от общего количества положительных проб. Бактериологические исследования на листериоз в 2018 г. выявили 17 положительных результатов, из них 14 проб – у крупного рогатого скота, что составило 16,87 % от общего количества выявленных положительных проб за весь период исследования и 3 пробы – у мелкого рогатого скота (3,6 %).

В 2019 г. было получено 5 положительных результатов бактериологического анализа на листериоз от крупного рогатого скота, что составило 6,02% от общего количества выявленных положительных проб за весь период исследования и 1 положительная проба прочих видов.

В 2020 г. было получено 28 положительных результата бактериологического анализа на листериоз от мелкого рогатого скота, что составило 33,73 % от общего количества выявленных положительных проб за весь период исследования и 8 положительных проб от крупного рогатого скота.

За весь период исследования на листериоз у лошадей положительных проб не обнаружено.

Затем провели ретроспективный анализ данных по лабораторному анализу обсемененности листериями пищевых продуктов в 2016-2020 гг. в условиях госветучреждений и установили, что всего в лаборатории поступило 12 243 714 проб, из них проведено исследований – 1 954 742 пробы, в том числе получено положительных результатов на обнаружение листерий – 11 177 проб. Установлено, что в лаборатории РФ в 2016 году поступило 1789482 пробы, в 2017 году – 2114860 проб, в 2018 году – 3440832 пробы, в 2019 году – 3210267 проб, в 2020 году – 1688273.

В 2016 году проведено лабораторных исследований обсемененности листериями пищевых продуктов в количестве 382404 пробы, в том числе получено 2065 положительных результатов.

В 2017 году проведено наибольшее количество лабораторных исследований обсемененности листериями пищевых продуктов, и оно составило 547110 проб, в том числе получено 2169 положительных результатов.

В 2018 году в лабораториях РФ проведено исследований обсемененности листериями пищевых продуктов в количестве 437221 пробы, в том числе получено 4189 положительных результатов.

В 2019 году в лабораториях РФ проведено исследований обсемененности листериями пищевых продуктов в количестве 417700 проб, в том числе получено 1995 положительных результатов.

В 2020 году в лабораториях РФ проведено исследований обсемененности листериями пищевых продуктов в количестве 170307 проб, в том числе получено 759 положительных результатов.

Таблица 2 – Результаты анализа данных по обсемененности *L. monocytogenes* листериями пищевых продуктов за 2016-2020 гг.

Пищевые продукты	Кол-во материала, проб	Кол-во положительных проб	В % к общему количеству положительных проб
Конина	5385	30	0,3
Говядина	101283	1760	15,7
Баранина	5645	70	0,6
Свинина	909511	1040	9,3
Мясо птицы	175200	2511	22,5
Мясо др. животных	9464	80	0,7
Мясные продукты	360752	2670	23,9
Рыба	123475	632	5,7
Рыбопродукты	60114	431	3,9
Икра, молюски	25231	11	0,1
Молочные продукты	96937	59	0,5
Жир животный*	5189	81	0,7
Пресервы	9526	36	0,3
Прочие продукты	67030	1766	15,8

Примечание: *- говяжий, свиной, бараний, шпик; прочие продукты – плодоовощная продукция, кондитерские и хлебобулочные изделия, пищевая продукция общественного питания

Следует отметить, что при анализе статистических данных по лабораторным исследованиям обсемененности листериями пищевых продуктов с 2016 по 2020 гг. доля положительных результатов варьировала от 0,4% (2017 г.) до 0,96 % (2018 г.).

Результаты анализа данных по обсемененности листериями пищевых продуктов представлены в таблице 2, которые свидетельствуют что наибольшее количество положительных проб пищевых продуктов по обсемененности листериями за весь исследуемый период обнаружено в мясных продуктах (23,9%), в мясе птицы (22,5%), прочих продуктах (плодоовощная продукция, кондитерские и хлебобулочные изделия, пищевая продукция общественного питания, (15,8%), а также в говядине (15,7%). Несколько ниже количество положительных проб по обсемененности листериями обнаружено в свинине (9,3%), в рыбе – 5,7%, в рыбопродуктах – 3,9%. Наименьшее количество положительных проб по обсемененности листериями за весь исследуемый период обнаружено в икре, молоках (0,1%), в конине (0,3%), в пресервах (0,3%), в молочных продуктах (0,5%), в баранине (0,6%) и животном жире (0,7%).

Выводы. При анализе статистических данных отчетов ветеринарных лабораторий РФ за 2016-2020 гг. по заболеваемости листериозом животных и птицы, выявили 83 положительные пробы биологического материала от сельскохозяйственных животных (кроме лошадей), птицы, пушных зверей и прочих видов животных. Полученные данные позволяют проследить заболеваемость животных и птицы листериозом за исследуемый период и подтвердить информацию других ученых об определенной опасности данного заболевания для отрасли животноводства и для потребителей пищевых продуктов. Повышение эпизоотической напряженности в хозяйствах может отражаться на эпидемической ситуации и здоровье людей, потребляющих небезопасную продукцию. Поэтому в эпизоотически неблагополучных регионах необходимо соблюдать ветеринарно-санитарные мероприятия по предупреждению болезни и меры борьбы с ней. Установлено, что при проведении лабораторных исследований обсемененности листериями пищевых продуктов с 2016 по 2020 гг. доля положительных результатов варьировала от 0,4% (2017 г.) до 0,96% (2018 г.). Полученные данные говорят о необходимости более эффективного обеззараживания мясного сырья, используемого в пищевых целях, а также о совершенствовании контроля ветеринарно-санитарного состояния животноводческой продукции.

Литература

1. Бакулов, И. А. Листерииоз пищевая инфекция (масштабы, опасность, методы индикации и меры борьбы) / И. А. Бакулов, В. М. Котляров, Т. И. Душко // Ветеринария. – 1991. – № 4. – С. 32-36.
2. Влияние традиционных технологий охлаждения на профиль патогенных микробных контаминантов мяса птицы отечественного производства / С. А. Шевелева, Н. Р. Ефимочкина, С. С. Козак [и др.] // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № S2. – С. 38.
3. Козак, С. С. Ветеринарно-санитарная характеристика мяса цыплят-бройлеров при листериозе / С. С. Козак, И. С. Цюрина // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 4. – С. 21-23.
4. Козак, С. С. Профилактика контаминации листериями продуктов из мяса птицы / С. С. Козак // Эффективне птахівництво. – 2009. – № 4. – С. 20-23.
5. Козак, С. С. Птицепродукты - профилактика листериоза / С. С. Козак, И. С. Цюрина, Л. Г. Хан // VI Международный ветеринарный конгресс по птицеводству : сборник трудов конференции. – Москва, 2010. – С. 109-114.
6. Котляров, В. М. Проблема листериоза на рубеже тысячелетий / В. М. Котляров // Листерииоз на рубеже тысячелетий : тезисы докладов Международного симпозиума. – Покров, 1999. – С. 48-52.
7. Листерии и листериоз / И. А. Бакулов, Д. А. Васильев, Д. В. Колбасов [и др.]. – Ульяновск, 2016. – С. 242-283.
8. Черкасский, Б. Л. Листерииоз / Б. Л. Черкасский, Ю. А. Ильинский // Руководство по зоонозам. – Москва, 1983. – С. 179-184.
9. Черкасский, Б. Л. Эпидемиологический надзор за зоонозами / Б. Л. Черкасский, С. Н. Амিরеев, А. Г. Кноп. – Алма-Ата, 1988. – 157 с.
10. Эпидемиология и профилактика листериоза. Методические указания. МУ 3.1.7.1104-02 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.01.2002)
11. Agnieszka Chlebicz, Katarzyna 'Sli'zewska. Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review. Int. J. Environ. Res. Public Health 2018, Received: 4 April 2018; Accepted: 24 April 2018; Published: 26 April 2018.
12. Evans Jacquelyn R., Allen Alexander C. et al. Perinatal listeriosis: report of an outbreak // Pediat. infec. Disease. -1985. -V.4. - № 3. - P.237-241.
13. Jansen W, Müller A, Grabowski NT, Kehrenberg C, Muylkens B, Al Dahouk S. Foodborne diseases do not respect borders: Zoonotic pathogens and antimicrobial resistant bacteria in food products of animal origin illegally imported into the European Union. Vet J. 2019 Feb; 244:75-82. doi: 10.1016/j.tvjl.2018.12.009. Epub 2018 Dec 12.
14. Mead P.S., Slutsker L., Dietz V., et al. Food-related illness and death in the United States. Emerging Infect Dis 1999; 5:607-26.

Сведения об авторах

1. **Александрова Яна Рашитовна**, аспирант, Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности – филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН (ВНИИПП); 141552, Московская область, г.о. Солнечногорск, р.п. Ржавки, стр. 1; e-mail: yana-mail@mail.ru, тел. +79688899598;

2. **Козак Сергей Степанович**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, руководитель ИЛЦ Всероссийского научно-исследовательского института птицеперерабатывающей промышленности – филиала ФНЦ «ВНИТИП» РАН (ВНИИПП); 141552, Московская область, г.о. Солнечногорск, р.п. Ржавки, стр. 1; e-mail: viippkozak@gmail.com, тел. +7(499)1102804;

3. **Баранович Евгения Сергеевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы института зоотехнии и биологии, РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева; 127550 г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Российская Федерация; e-mail: ebaranovich@rgau-msha.ru; +7(499)9763444;

4. **Козак Юлия Александровна**, кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы института зоотехнии и биологии, РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева; 127550 г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Российская Федерация; e-mail: kozak@rgau-msha.ru, тел. +7(499)9763444.

DETECTION OF LISTERIA IN BIOLOGICAL MATERIAL OF ANIMALS, POULTRY AND LIVESTOCK PRODUCTS

Ya. R. Alexandrova¹), S. S. Kozak¹), E. S. Baranovich²), Yu. A. Kozak²)

¹All-Russian Scientific Research Institute of Poultry Processing Industry – branch of the All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Farming of the Russian Academy of Sciences
141552, Moscow region, Russian Federation

²Russian State Agrarian University, Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
127550, Moscow, Russian Federation

Brief abstract: A statistical analysis of the data of the reports of veterinary laboratories of the subjects of the Russian Federation and Federal State Laboratories for 2016-2020 on the incidence of listeriosis in farm animals, poultry, fur-bearing animals and other animals, as well as the contamination of food products with listeria was carried out. In total, during the study period, a bacteriological analysis of 129 thousand samples of biological material of animals and poultry was carried out, of which in 2016 – 32 thousand, in 2017 – 26 thousand, in 2018 – 30 thousand, in 2019 – 25 thousand, in 2020 – 16 thousand, which amounted to 24.8%; 20.1%; 23.3%; 19.4% and 12.4%, respectively, of the total number of samples. In 2016-2020, 83 cases of listeriosis were detected in animals, including 39 cases in cattle, 34 in small cattle, 4 in pigs, as well as 3 in poultry, 2 in fur-bearing animals and 1 in other animal species. During the entire period of bacteriological examination for listeriosis of samples of biological material of horses, no positive results were found. Based on the results of a retrospective analysis of laboratory research data on listeria contamination of food products in 2016-2020 it was established that a total of 12,243,714 food samples were received, of which 1,954,742 samples were tested for the detection of listeria, including 11,177 samples received positive results for the detection of listeria, and the proportion of positive results varied from 0.4% (20017) to 0.96% (2018). In retrospective analysis of data on listeria contamination of food products, the smallest number of positive samples for the entire study period was found in caviar and milk (0.1%), horse meat (0.3%), preserves (0.3%), dairy products (0.5%), mutton (0.6%) and animal fat (0.7%).

Key words: listeria, animals and poultry, morbidity, laboratory studies, food products.

References

1. Bakulov, I. A. Listerioz pishchevaya infekciya (masshtaby, opasnost', metody indikacii i mery bor'by) / I. A. Bakulov, V. M. Kotlyarov, T. I. Dushko // Veterinariya. – 1991. – № 4. – S. 32-36.
2. Vliyanie tradicionnyh tekhnologij ohlazhdeniya na profil' patogennyh mikrobnih kontaminantov myasa pticy otechestvennogo proizvodstva / S. A. Sheveleva, N. R. Efimochkina, S. S. Kozak [i dr.] // Voprosy pitaniya. – 2016. – Т. 85, № S2. – S. 38.
3. Kozak, S. S. Veterinarно-sanitarnaya harakteristika myasa cyplyat-brojlerov pri listerioze / S. S. Kozak, I. S. Cyurina // Ptica i pticeprodukty. – 2011. – № 4. – S. 21-23.
4. Kozak, S. S. Profilaktika kontaminacii listeriyami produktov iz myasa pticy / S. S. Kozak // Efektivne ptahivnictvo. – 2009. – № 4. – S. 20-23.
5. Kozak, S. S. Pticeprodukty - profilaktika listerioza / S. S. Kozak, I. S. Cyurina, L. G. Han // VI Mezhdunarodnyj veterinarnyj kongress po pticevodstvu : sbornik trudov konferencii. – Moskva, 2010. – S. 109-114.
6. Kotlyarov, V. M. Problema listerioza na rubezhe tsysacheletij / V. M. Kotlyarov // Listerioz na rubezhe tsysacheletij : tezisy dokladov Mezhdunarodnogo simpoziuma. – Pokrov, 1999. – S. 48-52.
7. Listerii i listerioz / I. A. Bakulov, D. A. Vasil'ev, D. V. Kolbasov [i dr.]. – Ul'yanovsk, 2016. – S. 242-283.

8. СHerkasskij, B. L. Listerioz / B. L. СHerkasskij, YU. A. Il'inskij // Rukovodstvo po zoonozam. – Moskva, 1983. – S. 179-184.
9. СHerkasskij, B. L. Epidemiologicheskij nadzor za zoonozami / B. L. СHerkasskij, S. N. Amireev, A. G. Knop. – Alma-Ata, 1988. – 157 s.
10. Epidemiologiya i profilaktika listerioza. Metodicheskie ukazaniya. MU 3.1.7.1104-02 (utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 27.01.2002)
11. Agnieszka Chlebicz, Katarzyna 'Sli' zewska. Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review. Int. J. Environ. Res. Public Health 2018, Received: 4 April 2018; Accepted: 24 April 2018; Published: 26 April 2018.
12. Evans Jacquelyn R., Allen Alexander C. et al. Perinatal listeriosis: report of an outbreak // Pediat. infec. Disease. -1985. -V.4. - № 3. - P.237–241.
13. Jansen W, Müller A, Grabowski NT, Kehrenberg C, Muylkens B, Al Dahouk S. Foodborne diseases do not respect borders: Zoonotic pathogens and antimicrobial resistant bacteria in food products of animal origin illegally imported into the European Union. Vet J. 2019 Feb; 244:75-82. doi: 10.1016/j.tvjl.2018.12.009. Epub 2018 Dec 12.
14. Mead P.S., Slutsker L., Dietz V., et al. Food-related illness and death in the United States. Emerging Infect Dis 1999; 5:607-26.

Information about authors

1. **Alexandrova Yana Rashitovna**, post-graduate student, All-Russian Scientific Research Institute of the Poultry Processing Industry – branch of the Federal Scientific Center All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Farming of the Russian Academy of Sciences; 141552, Moscow region, Solnechnogorsk, Rzhavki, b. 1; e-mail: yana-mail@mail.ru, tel. +79688899598;

2. **Kozak Sergey Stepanovich**, Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Head of the Research and Development Center of the All-Russian Scientific Research Institute of the Poultry Processing Industry – branch of the Federal Scientific Center All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Farming of the Russian Academy of Sciences; 141552, Moscow region, Solnechnogorsk, Rzhavki, b. 1; e-mail: viipkozak@gmail.com, tel. +7(499)1102804;

3. **Baranovich Evgenia Sergeevna**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary and Sanitary Expertise of the Institute of Zootechnics and Biology, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev; 127550 Moscow, st. Timiryazevskaya, 49, Russian Federation; e-mail: ebaranovich@rgau-msha.ru; +7(499)9763444;

4. **Kozak Yulia Aleksandrovna**, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer of the Department of Morphology and Veterinary and Sanitary Expertise of the Institute of Zootechnics and Biology, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev; 127550 Moscow, st. Timiryazevskaya, 49, Russian Federation; e-mail: kozak@rgau-msha.ru, tel. +7(499)9763444.

УДК 619:637.12

DOI:

К ВЫБОРУ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

**А. И. Димитриева, А. П. Попов, А. В. Коваленко, В. А. Андреев, Н. Н. Белова, О. Г. Васильева,
А. В. Степанов**

*Чувашский государственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. Внедрение алгоритмов машинного обучения в ветеринарную лабораторную диагностику в сельском хозяйстве позволяет решить нехватку специалистов в отрасли, увеличивает уровень автоматизации объектов сельского хозяйства. В связи с этим, в отрасли возможна замена времязатратных методик ручной микроскопии мазка крови. В рамках настоящего исследования с использованием автоматизированной фотофиксации микроскопических изображений мазка крови собрана база данных. Изображения аннотированы с помощью ручной и полуавтоматической процедуры разметки в системе Supervise.ly. При аннотации использовано 9 классов объектов, представляющих собой форменные элементы крови крупного рогатого скота. Полученная база данных сохранена в системе управления базами данных CouchDB. Методом машинного зрения и машинного обучения с учителем проведено обучение искусственной нейронной сети в рамках 8 моделей, основанных на открытой архитектуре Yolov8, максимальная точность классификации форменных элементов крови крупного рогатого скота составила 96%. Обучение нейронной сети контролировалось по 9 основным показателям и нескольким производным зависимостям. К основным показателям относились: точность, специфичность, чувствительность, F1-мера, логарифмическая функция