

7. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – Москва: Колос, 1976. – 304 с. – Текст: непосредственный.

8. Томмэ, М. Ф. Методика определения переваримости кормов / М. Ф. Томмэ. – Москва: ВИЖ, 1969. – 37 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Malkov, M.A. Defisit energii u korov – puti resheniia problemy / M.A. Malkov, N.V. Malkov, T.V. Dankova // Effektivnoe zhivotnovodstvo. – 2023. – No. 1 (183). – S. 28-31.

2. Chebatarev, A.P. Urozhainost i kachestvo zerna soi pri ikh formirovaniy v usloviakh lesostepi Priobia Altaiskogo kraia / A.P. Chebatarev, S.V. Zharkova // Agronauka. – 2023. – T. 1. – No. 1. – C. 108-112.

3. Sadyko, S.G. Vliianie ekstrudirovannoj soi na molochnuiu produktivnost korov / S.G. Sadyko // Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2021. – No. 4 (38). – S. 73-76.

4. Bulgakov, A.M. Vliianie tipov zashchishchennykh zhirov v kormlenii vysokoproduk-

tivnykh korov na zhirkokislotnyi sostav moloka / D.A. Bulgakova, V.M. Zhukov, N.M. Ponamarev, V.N. Getmanets, V.A. Martynov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 7 (213). – S. 88-93.

5. Bulgakov, A., Khaustov, V., Zhukov, V., Ponamarev, N., Motovilov, K., Lunitsyn, V. (2021). Improving milk nutritional value and processing properties through giving feed supplements to highly productive cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 640. 032033. DOI: 10.1088/1755-1315/640/3/032033.

6. Shevchenko, N.I. Produktivnost korov pri ispolzovanii soi i propilenglikolia / N.I. Shevchenko, E.A. Kel // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 5 (91). – S. 64-67.

7. Ovsiannikov, A.I. Osnovy optytnogo dela v zhivotnovodstve / A.I. Ovsiannikov. – Moskva: Kolos, 1976. – 304 s.

8. Tomme, M.F. Metodika opredeleniia perevarimosti kormov / M.F. Tomme. – Moskva: VIZh, 1969. – 37 s.



УДК 636.082.453:636.082.454

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-246-4-50-59

**С.Н. Ушакова, И.Е. Приданова, Т.А. Мороз,  
Б.С. Иолчиев, Д.В. Машталер  
S.N. Ushakova, I.E. Pridanova, T.A. Moroz,  
B.S. Iolchiev, D.V. Mashtaler**

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ОСЕМЕНЕНИЯ КОРОВ И ТЕЛОК ТРАДИЦИОННОЙ И РАЗДЕЛЕННОЙ ПО ПОЛУ СПЕРМОЙ

### INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL INSEMINATION OF COWS AND HEIFERS WITH NON-SORTED AND SEX-SORTED SEMEN

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот голштинской, айрширской и джерсейской пород, племенные быки, телки, коровы, сперма криоконсервированная традиционная и разделенная по полу, оплодотворяемость, выход телят, фрагментация ДНК.

Приводятся результаты исследования эффективности искусственного осеменения коров и телок криоконсервированной традиционной, с концентрацией 15 млн сперматозоидов в дозе, и разделенной по полу спермой, с концентрацией 2,1 млн в дозе. Проведен анализ данных племенного и зоотехнического учета племенных хозяйств из 40 регионов Российской Федерации по голштинской, айрширской и джерсейской породам с 2018 по 2023 гг. и данных собственных ис-

следований за этот же период. Изучены следующие параметры: число стельных от первичных осеменений, аборты, мертворожденные, выбытие стельных, выход телочек. Исследована оплодотворяющая способность традиционного иексированного семени быков голштинской породы (n=5) в зависимости от биологических характеристик (подвижность и переживаемость, степень фрагментации ядерной ДНК) их семени. Установлено, что оплодотворяющая способность традиционного семени на коровах составила 38,7% в среднем по породам, а на телках – 55,1%. Оплодотворяющая способность разделенного по полу семени при использовании на телках голштинской (47,2%) и айрширской (46,1%) пород была выше, чем при использовании такого семени на телках джерсей-

ской породы (39,2%). Использование сексированного семени привело к увеличению выхода телочек в среднем в группе коров на 36,5%, в группе первотелок – на 34,7%. Не было выявлено значительной разницы между степенью фрагментации ДНК сперматозоидов в образцах традиционной и разделенной по полу спермы.

**Keywords:** Holstein cattle, Ayrshire cattle, Jersey cattle, seed bulls, heifers, cows, cryopreserved traditional and sex-sorted semen, fertilization, calf crop, DNA fragmentation.

The research findings on the effectiveness of artificial insemination of cows and heifers with cryopreserved non-sorted, with a concentration of 15 million sperm cells per dose, and sex-sorted sperm, with a concentration of 2.1 million sperm cells per dose, are discussed. The analysis of data on animal breeding and husbandry accounting of breeding farms from 40 regions of the Russian Federation

for Holstein, Ayrshire and Jersey breeds from 2018 through 2023, and data from our own research for the same period was made. The following parameters were studied: the conception rate after the first insemination, abortions and stillbirths, culling of pregnant females, and female calf crop. Also, the fertilizing ability of non-sorted and sex-sorted semen of Holstein bulls (n = 5) was studied depending on the biological characteristics (motility and survival ability, degree of nuclear DNA fragmentation) of their semen. It was found that the fertilizing ability of traditional seed on cows was 38.7% on average by breed, and 55.1% on heifers. The fertilizing ability of the sex-sorted semen when used on Holstein heifers (47.2 %) and Ayrshire heifers (46.1 %) was higher as compared to Jersey heifers (39.2 %). The use of sex-sorted semen led to increased female calf crop on average in the group of cows by 36.5%, in the group of heifers - by 34.7%. There was no significant difference between the degree of fragmentation of sperm nucleotide in the samples of non-sorted and sex-sorted semen.

**Ушакова Светлана Николаевна**, к.б.н., ст. науч. сотр., Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, г. Пушкино, п. Лесные Поляны, Московская обл., Российская Федерация, e-mail: s7985588@mail.ru.

**Приданова Ирина Евгеньевна**, к.б.н., ст. науч. сотр., Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, г. Пушкино, п. Лесные Поляны, Российская Федерация, e-mail: irinapridanova@yandex.ru.

**Мороз Татьяна Анатольевна**, к.б.н., ст. науч. сотр., Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, г. Пушкино, п. Лесные Поляны, Московская обл., Российская Федерация, e-mail: t\_moroz\_2013@mail.ru.

**Иолчиев Байлар Садраддинович**, д.б.н., вед. науч. сотр., Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, г. Пушкино, п. Лесные Поляны, Московская обл., Российская Федерация, e-mail: baylar1@yandex.ru.

**Машталер Дмитрий Владимирович**, к.с.-х.н., ст. науч. сотр., Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, г. Пушкино, п. Лесные Поляны, Российская Федерация, e-mail: mashtaler-1989@mail.ru.

**Ushakova Svetlana Nikolaevna**, Cand. Bio. Sci., Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Pushkino, Lesnye Polyany, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: s7985588@mail.ru.

**Pridanova Irina Evgenyevna**, Cand. Bio. Sci., Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Pushkino, Lesnye Polyany, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: irinapridanova@yandex.ru.

**Moroz Tatyana Anatolevna**, Cand. Bio. Sci., Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Pushkino, Lesnye Polyany, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: t\_moroz\_2013@mail.ru.

**Iolchiev Baylar Sadraddinovich**, Dr. Bio. Sci., Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Pushkino, Lesnye Polyany, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: baylar1@yandex.ru.

**Mashtaler Dmitriy Vladimirovich**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Pushkino, Lesnye Polyany, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: mashtaler-1989@mail.ru.

## Введение

Увеличение численности поголовья крупного рогатого скота является решающим условием обеспечения потребностей населения нашей страны в высококачественной молочной и мясной продукции. Эффективность селекционных мероприятий в значительной степени обусловлена уровнем воспроизводства стада. При этом возможность расширенного воспроизводства стада зависит как от генетически обусловленных особенностей животных, так и от широкого спектра патогенетических факторов (климатиче-

ская зона, условия содержания, кормление, уровень ветеринарного обслуживания и т.д.) [1, 2].

Использование семени высокоценных племенных быков в селекции крупного рогатого скота позволило значительно увеличить молочную продуктивность коров, в особенности голштинской породы. Однако интенсификация производства в молочном скотоводстве сопровождается высокими нагрузками на организм животных, что ведет к возникновению проблем с репродуктивной функцией, сокращению срока

их продуктивного использования [3]. Многие исследователи отмечают, что в результате интенсивной селекции на высокую молочную продуктивность появились проблемы с воспроизводством, и, как следствие, наблюдается увеличение сервис-периода, снижается выход телят [4].

Использование современной биотехнологии – искусственного осемененияексированым семенем, позволяет существенно повысить количество телочек в приплоде, а значит, располагать значительно большим количеством ремонтных телок. Результаты использования разделенной по полу спермы носят противоречивый характер, так как разделение спермы по полу является сложным биотехнологическим процессом. Технологические обработки спермы (разделение по полу, криоконсервация, оттаивание) сопровождаются воздействием на отдельные структурные единицы сперматозоидов, и это отражается на их биологической полноценности и качестве спермы. Отцовский наследственный материал сосредоточен в яДНК сперматозоидов. Существуют многочисленные данные о влиянии различных факторов, в том числе разделения по полу, на состояние ДНК в сперматозоидах. Исследования, проведенные на разных видах сельскохозяйственных животных, демонстрируют определенную степень фрагментации ДНК [5, 6]. Показано, что сперматозоиды с высоким уровнем повреждений ДНК могут иметь нормальную морфологию и подвижность, сохраняют способность к оплодотворению яйцеклетки, но на ранних стадиях эмбриогенеза происходят нарушения развития, что приводит к эмбриональной смертности, потерям плода [7, 8]. Таким образом, определение степени фрагментации ДНК сперматозоидов можно рассматривать как один из способов прогнозирования эффективности искусственного осеменения.

По имеющимся научным данным результативность использования традиционного и разделенного по полу семени зависит от комплекса факторов [9, 10]. Использование в репродукции скотаексированного семени позволяет увеличить выход телят желаемого пола, при этом исследователи отмечают, что эффективность применения сортированного по полу семени на телках заметно выше [10-12].

Анализ современных отечественных публикаций на тему эффективности искусственного

осеменения традиционной и разделенной по полу спермой показал, что большинство авторов работали с голштинской породой скота, а другие молочные породы практически не изучены.

Комплексное исследование характеристик криоконсервированного традиционного и сортированного по полу семени быков, в том числе с применением современных методов исследования целостности ДНК, представляет научный и практический интерес, поскольку это могло бы способствовать повышению эффективности при использовании искусственного осеменения, в том числеексированым семенем.

**Цель** – провести сравнительное исследование результативности искусственного осеменения криоконсервированной традиционной и разделенной по полу спермой коров и телок молочных пород и изучить взаимосвязь показателей традиционного и разделенного по полу семени быков-производителей с результативностью осеменений.

**Задачи** исследований: изучить состояние ДНК сперматозоидов в традиционном иексированном семени быков методом ДНК-комет; исследовать подвижность и выживаемость сперматозоидов; оценить результативность искусственного осеменения коров и телок криоконсервированной традиционной и разделенной по полу спермой; установить причины выбытия стельных животных.

### Материалы и методы исследования

Объектом наших исследований являлась сперма быков-производителей, традиционная, с концентрацией 15 млн клеток в дозе (импортного и отечественного производства), и разделенная по полу, с концентрацией 2,1 млн в дозе, а также поголовье коров и телок голштинской, айрширской и джерсейской пород в племенных хозяйствах Российской Федерации.

Исследование результативности искусственного осеменения коров и телок криоконсервированной традиционной и сортированной по полу спермой проводили путем анализа данных племенного и зоотехнического учета племенных хозяйств разводящих голштинскую, джерсейскую и айрширскую породы крупного рогатого скота, с 2018 по 2023 гг. Использовали данные ИАС «Селэкс-молочный скот» хозяйственного уровня, ИАС «Картотека быков» и

данные собственных исследований за этот же период.

Оценивали результативность осеменений (отдельно по коровам и телкам), а именно: процент стельных животных от первичных осеменений, abortionы, мертворожденные, выбытие стельных, выход телочек в приплоде.

Изучали оплодотворяющую способность традиционной и разделенной по полу спермы быков-производителей в зависимости от качественных характеристик семени, параметры традиционного иексированного семени (подвижность и переживаемость, состояние ДНК сперматозоидов) 5 быков голштинской породы и результативность осеменения коров и телок этим семенем в условиях хозяйств с промышленной технологией содержания животных, уровнем молочной продуктивности дойного стада не менее 7500 кг за 305 дней лактации.

Для исследования замороженной спермы быков-производителей на подвижность и переживаемость были отобраны образцы традиционной иексированной спермы. Пайеты со спермой оттаивали непосредственно перед анализом на водяной бане согласно протоколам производителя семени. Изучали подвижность сперматозоидов (число клеток с прямолинейно-поступательным движением) сразу после оттаивания, через 1 и 3 ч инкубации в термостате при температуре +37°C. Использовали аналитическую систему CASA Аргус (ООО АргусСофт, Россия) и микроскоп Carl Zeiss AxioStar plus (Carl Zeiss, Германия).

Фрагментацию яДНК определяли методом ДНК-комет (щелочная модификация). По имеющимся данным, применение щелочной версии ДНК-комет для прогнозирования оплодотворяющей способности сперматозоидов человека было наиболее эффективным [13]. Перед проведением анализа, соломинки с семенем оттаивали на водяной бане при температуре +38°C в течение 10 с, согласно протоколу производителя семени. Измерения проводили сразу после оттаивания и через 1, 3 ч после оттаивания. Анализ ДНК-комет осуществляли на флуоресцентном микроскопе Nikon Eclipse Ni-U (Nikon, Япония) с использованием системы визуализации микрофотоизображений «ProgRessHFcool/CaputerPro 2.8.8» (Jenoptic AG, Германия). Для анализа полученных данных использовали программу CASP LAB 1.2.2. В качестве критерия поврежденности ДНК в

сперматозоидах (исследовали не менее 100 половых клеток) оценивали такие показатели, как процент ДНК в хвосте кометы, длина миграции ДНК в хвосте кометы и момент хвоста кометы.

### Результаты и их обсуждение

Нами проведен анализ данных племенного и зоотехнического учета племенных хозяйств из 40 регионов Российской Федерации, разводящих голштинскую, джерсейскую и айрширскую породы. Результаты представлены в таблице.

Установлено, что оплодотворяющая способность традиционного семени в среднем по породам составила на коровах 38,7%, а на телках – 55,1%, аексированного – 34,1 и 46,8% соответственно. Оплодотворяющая способность разделенного по полу семени была выше при использовании на телках голштинской (47,2%) и айрширской (46,1%) пород, чем при использовании такого семени на телках джерсейской породы (39,2%). Разница достоверна,  $P \leq 0,05$ .

Осеменение разделенным по полу семенем привело к заметному увеличению выхода телочек: в среднем по породам он составил 81,8% в группе коров и 88,3% в группе первотелок. Это на 36,5 и 34,7%, соответственно, выше ( $P \leq 0,01$ ), чем при осеменении традиционной спермой.

Использованиеексированной спермы не привело к заметному увеличению числа abortionов, мертворожденных и выбывших стельных животных в обеих половозрастных группах. Процент выбывших нетелей был значительно выше, в сравнении с коровами ( $P \leq 0,05$ ), причем технология осеменения не оказывала заметного влияния на этот показатель. В среднем по трем породам выбытие нетелей составило 6,2% в традиционной группе и 8,3% в группе, осемененнойексированным семенем.

Изучение причин выбытия показало следующие результаты (рис. 1): наибольшее число животных выбыло из-за болезней конечностей и заболеваний и нарушений репродуктивной системы – 37 и 33% соответственно.

Проанализировали оплодотворяющую способность традиционного и сортированного по полу семени исследованных быков голштинской породы ( $n=5$ ) в зависимости от биологических характеристик семени. Данные представлены на рисунке 2.

Таблица

## Результативность осеменения коров и телок традиционным и сексированным семенем

Тип семени	Осеменено плодотворно от 1-го осемнения, %		АбORTы, %		Мертворожденные, %		Выбытие стельных, %		Выход телочек, %	
	коровы	телки	коровы	телки	коровы	телки	коровы	телки	коровы	телки
По трем породам										
C	34,1± 0,29 <sup>b</sup>	46,8± 0,21 <sup>b</sup>	1,1± 0,06 <sup>b</sup>	1,1± 0,10	1,6± 0,30 <sup>b</sup>	5,9± 0,25 <sup>b</sup>	1,0± 0,17 <sup>b</sup>	8,3± 0,11 <sup>b</sup>	81,8± 0,89 <sup>b</sup>	88,3± 0,35 <sup>b</sup>
T	38,7± 0,18	55,1± 0,31	0,7± 0,03	1,1± 0,04	4,4± 0,39	8,1± 0,33	2,0± 0,09	6,2± 0,15	45,3± 0,94	53,6± 0,63
Голштинская										
C	34,0± 0,32 <sup>b</sup>	47,2± 0,22 <sup>bcd</sup>	1,2± 0,07 <sup>bde</sup>	1,1± 0,12	1,8± 0,36 <sup>bcd</sup>	5,8± 0,26 <sup>b</sup>	1,0± 0,19 <sup>b</sup>	8,5± 0,12 <sup>be</sup>	82,5± 1,00 <sup>b</sup>	88,4± 0,36 <sup>bde</sup>
T	38,7± 0,19 <sup>e</sup>	56,1± 0,33 <sup>d</sup>	0,8± 0,03d	1,2± 0,05 <sup>de</sup>	4,5± 0,42	8,1± 0,34	2,1± 0,09 <sup>d</sup>	5,7± 0,15 <sup>d</sup>	45,1± 1,01 <sup>d</sup>	53,7± 0,64
Джерсейская										
C	34,9± 0,71 <sup>b</sup>	39,2± 1,01 <sup>be</sup>	0,6± 0,11 <sup>b</sup>	0,8± 0,18 <sup>b</sup>	0,7± 0,41 <sup>b</sup>	7,1± 2,02	0,9± 0,40	7,9± 0,56 <sup>be</sup>	79,5± 1,99 <sup>b</sup>	72,7± 3,63 <sup>bde</sup>
T	37,9± 0,65 <sup>e</sup>	35,3± 0,57 <sup>e</sup>	0,2± 0,06	0,1± 0,08	3,3± 1,05	8,2± 1,22	0,6± 0,45	12,6± 0,40 <sup>e</sup>	59,1± 2,84	52,7± 2,32
Айрширская										
C	31,9± 2,98 <sup>b</sup>	46,1± 1,02 <sup>b</sup>	0,3± 0,36	1,0± 0,56	10,0± 18,59	6,3± 1,33	0,3± 1,35	4,6± 0,43 <sup>b</sup>	66,7± 30,80	91,7± 1,55 <sup>b</sup>
T	41,9± 1,14	53,8± 1,88	0,5± 0,16	0,4± 0,21	6,6± 3,23	4,5± 2,25	1,2± 0,60	7,2± 0,98	47,3± 6,30	49,1± 5,49

Примечание. С – сексированное, Т – традиционное; обозначения между группами для указания достоверности разницы: а – сексированное, б – традиционное, с – голштинская, д – джерсейская, е – айрширская, Р≤0,05.

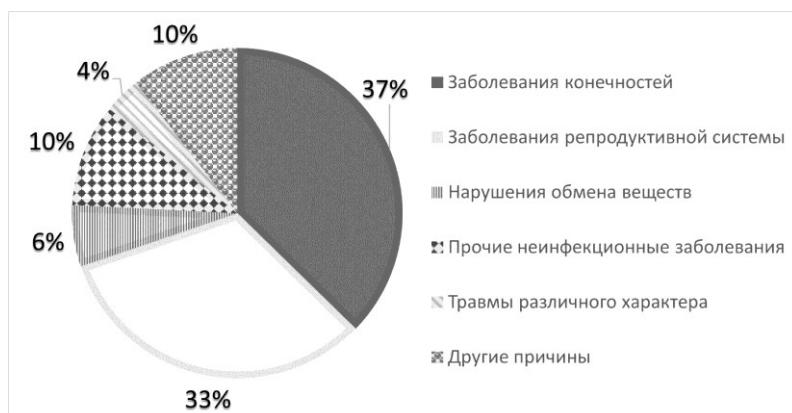
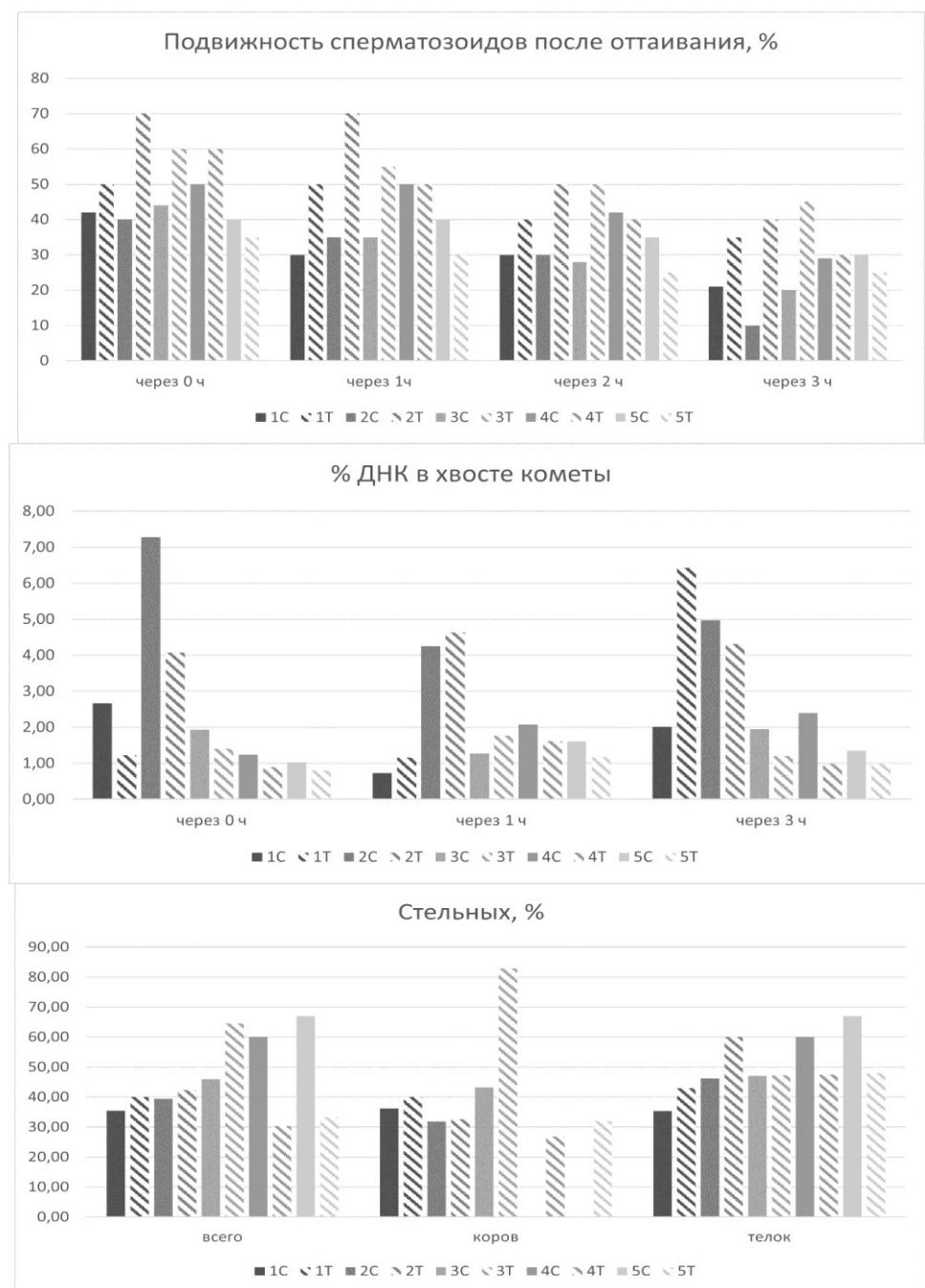


Рис. 1. Причины выбытия

Из данных гистограмм следует, что при осеменении традиционным семенем число стельных по первому осеменению животных составило 42,1%, а при осеменении сексированной спермой среднее количество стельных животных составило 47,7%.

При осеменении традиционной спермой число стельных среди коров составило 42,9%, а у телок – 49,2%. При осеменении разделенной по полу спермой стельность у коров была 35,9%, а у телок – 54%.

Анализ подвижности сперматозоидов показал, что сразу после оттаивания в образцах традиционной спермы число половых клеток с прямолинейно-поступательным движением составило, в среднем, 55,0%, в сексированном семени – 43,3%. Через три часа инкубации при  $t=37^{\circ}\text{C}$  подвижность клеток в традиционной сперме снизилась на 20% и составила 35,0%, а в сексированной сперме снизилась на 21% и составила 22,3%.



**Рис. 2. Оценка биологических качеств и оплодотворяющей способности семени исследованных быков голштинской породы**

Степень ДНК-фрагментации (% ДНК в хвосте кометы) в сперматозоидах, определенная методом ДНК-комет, в образцах традиционной и разделенной по полу спермы практически не различалась и составила сразу после оттаивания, через 1 и 3 ч, соответственно, 2,74; 2,30; 2,76% для традиционного и 2,52; 1,92 и 2,92% дляексированного семени. Заметна тенденция к снижению уровня ДНК-фрагментации через 1 ч после оттаивания, по сравнению со значениями сразу после оттаивания. Однако через 3 ч инкубации семени процент поврежденной ДНК снова возрастал.

Наше исследование показало, что при осеменении традиционной спермой число стельных по первому осеменению среди коров составило 38,7%, а среди телок – 55,1%. При осеменении телок разделенной по полу спермой стельность была 46,8%, а по коровам – 34,1%.

Если рассматривать данные по результативности осеменений в разрезе пород, то при использовании традиционной технологии получен более высокий результат в голштинской породе – в среднем по коровам и по телкам, 38,7 и 56,1% соответственно. В айрширской

породе стельными по первому осеменению было 41,9% коров и 53,8% телок, а наименьшее количество стельных оказалось в джерсейской породе – всего 37,9% коров и 35,3% телок.

Результативность использования разделенного по полу семени на телках была выше, в сравнении с коровами, для голштинской и айрширской пород (P≤0,05). При осеменении сексированной спермой коров и телок джерсейской породы получили практически одинаковые результаты – 34,9 и 39,2% соответственно. В иностранной литературе приводятся более высокие результаты оплодотворяемости при использовании сексированного семени для телок джерсейской породы – от 47 до 53%, согласно данным M. F. Sá Filho и соавторов [14].

В исследовании Bodmer (2005) и Reese (2021) и соавторов [15, 16] одной из причин снижения fertильности у телок, осемененных криоконсервированной спермой, сортированной по полу, была низкая доза для осеменения. Возможно, применение семени с концентрацией 4 млн сперматозоидов в дозе значительно улучшило бы результат.

Использование сексированной спермы не привело к заметному увеличению числа абортов, мертворожденных и выбывших стельных животных как в группе коров, так и в группе телок, схожие результаты приводятся в исследовании Reese и соавторов [16]. Причем, количество мертворожденных телят было несколько ниже, в сравнении с традиционным семенем, по всем породам, за исключением айрширской. У коров айрширской породы, осемененных сортированным по полу семенем, количество мертворожденных составило 10%, тогда как в группе с традиционной технологией – 6,6%. Но так как число осемененных сексированным семенем коров айрширской породы в изученных нами стадах было значительно ниже, чем в других породах, требуется дальнейшее изучение и уточнение этих показателей.

Установлено, что процент выбывших нетелей был значительно выше, в сравнении с коровами, причем технология осеменения не оказывала заметного влияния на этот показатель. В среднем по трем породам выбытие нетелей составило 6,2% в традиционной группе и 8,3% в группе, осемененной сексированным семенем. Среди причин выбытия лидируют заболевания конечностей – 37% и болезни и нарушения репродуктивной системы – 33%.

Нами не было выявлено значительной разницы между степенью фрагментации ДНК сперматозоидов в образцах традиционной и сексированной спермы. Схожие результаты были получены в исследованиях D.L. Garner и соавторов и G.B. Boe-Hansen и соавторов [17, 18].

### Заключение

Оплодотворяющая способность традиционного семени при использовании на коровах составила в среднем по изученным породам 38,7%, айрширской породе – 41,9, голштинской – 38,7, в джерсейской породе – 37,9%.

Результативность использования разделенного по полу семени на телках была выше, в сравнении с коровами, для голштинской и айрширской пород (P≤0,05).

Использование сексированного семени не привело к заметному увеличению числа абортов, мертворожденных и выбывших стельных во всех группах.

Не выявлено значительной разницы по фрагментации ДНК сперматозоидов в традиционной и сексированной сперме. Вероятно, на степень поврежденности ДНК большее влияние оказывали индивидуальные особенности быков, а не тип семени.

Не выявлено зависимости между оплодотворяемостью коров и телок и степенью фрагментации ДНК сперматозоидов. Очевидно, что на уровень оплодотворяемости коров и телок в изученных нами стадах в большей степени повлияли другие факторы.

Считаем, что для дальнейшего улучшения показателей воспроизводства необходимо вести отбор производителей с учетом их репродуктивных качеств.

### Библиографический список

1. Клещев, М. А. Влияние породы и генеалогической линии на показатели спермопродукции и разнообразие морфологических форм сперматозоидов у быков-производителей / М. А. Клещев, В. Л. Петухов, Л. В. Осадчук. – Текст: электронный // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – № 22 (8). – С. 931-938. – URL: <https://doi.org/10.18699/VJ18.435> (дата обращения: 15.11.2024).
2. Khan, I., Mesalam, A., Heo, Y. S., Lee, S. H., Nabi, G., & Kong, I. K. (2023). Heat Stress as a Barrier to Successful Reproduction and Potential Alleviation Strategies in Cattle. *Animals*:

an open access journal from MDPI, 13(14), 2359. <https://doi.org/10.3390/ani13142359>.

3. Егоршина, Е. В. К проблеме повышения продуктивного долголетия коров на механизированных комплексах: анализ данных по ярославской, голштинской и айрширской породам / Е. В. Егоршина, Р. В. Тамаева. – Текст: непосредственный // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2020. – № 1. – С. 71-78.

4. Тяпугин, Е. Е. Состояние воспроизводства поголовья молочного скота Российской Федерации / Е. Е. Тяпугин, Е. В. Герасимова, Н. В. Семенова [и др.]. – Текст: непосредственный // Зоотехния. – 2023. – № 1. – С. 33-35.

5. Метод ДНК-комет для выявления стабильности ДНК в сперматозоидах хряков при хранении в охлажденном и замороженном состоянии / А. С. Ерохин, С. Н. Ушакова, Т. М. Блохина [и др.]. – Текст: непосредственный // Ветеринария. – 2017. – № 10. – С. 38-42.

6. Ерохин, А.С. и др. Изучение стабильности ДНК в сперматозоидах быков-производителей методом ДНК-комет / А. С. Ерохин, Б. С. Сейдахметов, Т. А. Мороз [и др.]. – Текст: непосредственный // Зоотехния. – 2020. – № 4. – С. 30-32.

7. Причины репродуктивных потерь у мужчин – фрагментация ДНК сперматозоидов / Р. И. Овчинников, С. И. Гамидов, А. Ю. Попова [и др.]. – Текст: непосредственный // Русский медицинский журнал. – 2015. – № 11. – С. 634-646.

8. Booze, M.L., Brannian, J.D., Wald, T.V., Hansen, K.A., Kasperson, K., & Evenson, D.P. (2019). High DNA stainability in the SCSA® is associated with poor embryo development and lower implantation rate. *Reproductive BioMedicine Online*. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2019.07.011>

9. К проблеме формирования высокопродуктивных здоровых стад коров / В. Г. Семенов, С. Л. Толстова, А. Н. Майкотов [и др.]. – Текст: электронный // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. – 2021. – № 1. – С. 177-185. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-probleme-formirovaniya-vysokoproduktivnyh-zdorovyh-stad-korov> (дата обращения: 15.10.2024).

10. Падерина, Р.В., Виноградова, Н.Д. Использованиеексированного семени для воспроизводства в молочном скотоводстве / Р.В. Падерина, Н.Д. Виноградова. – Текст: непосредственный // Нормативно-правовое ре-

гулирование в ветеринарии. – 2023. – 1. – С. 56-59.

11. Экхорутомвен, О. Т. Эффективность использованияексированной спермы / О. Т. Экхорутомвен, Г. Ф. Медведев. – Текст: электронный // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2021. – № 4. – С. 8-12. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-seksirovannoy-spermy> (дата обращения: 15.10.2024).

12. Barkova, A.S., Shurmanova, E.I., Eroshenko, E.S., Kurochkina, N.G., Baranova, A.A. (2021). Evaluation of the herd reproduction program with sexed seed in a large agricultural enterprise. *E3S Web of Conferences*. 282. 03026. DOI: 10.1051/e3sconf/202128203026.

13. Ribas-Maynou, J., García-Péiró, A., Fernández-Encinas, A., Abad, C., Amengual, M.J., Prada, E., Navarro, J. and Benet, J. (2013), Comprehensive analysis of sperm DNA fragmentation by five different assays: TUNEL assay, SCSA, SCD test and alkaline and neutral Comet assay. *Andrology*, 1: 715-722. <https://doi.org/10.1111/j.2047-2927.2013.00111.x>.

14. Sá Filho, M. F., Ayres, H., Ferreira, R. M., Nichi, M., Fosado, M., Campos Filho, E. P., & Baruselli, P. S. (2010). Strategies to improve pregnancy per insemination using sex-sorted semen in dairy heifers detected in estrus. *Theriogenology*, 74 (9), 1636–1642. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.06.036>.

15. Bodmer, M., Janett, F., Hässig, M., den Daas, N., Reichert, P., & Thun, R. (2005). Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions. *Theriogenology*, 64 (7), 1647–1655. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.04.011>.

16. Reese, S., Pirez, M. C., Steele, H., & Kölle, S. (2021). The reproductive success of bovine sperm after sex-sorting: a meta-analysis. *Scientific Reports*, 11(1), 17366. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96834-2>.

17. Garner, D. L., Schenk, J. L. & Seidel, G. E., Jr. (2001). Chromatin stability in sex-sorted sperm. In *Andrology in the 21st Century, Proc. VIIth International Congress of Andrology*, Montreal, QC., pp. 3-7.

18. Boe-Hansen, G. B., Morris, I. D., Ersbøll, A. K., Greve, T., & Christensen, P. (2005). DNA integrity in sexed bull sperm assessed by neutral Comet assay and sperm chromatin structure

assay. *Theriogenology*, 63(6), 1789–1802. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.08.004>.

### References

1. Kleshchev, M.A. Vliianie porody i genealogicheskoi linii na pokazateli spermoproduktsii i raznoobrazie morfologicheskikh form spermatozoidov u bykov-proizvoditelei / M.A. Kleshchev, V.L. Petukhov, L. V. Osadchuk // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. – 2018. – T. 22, No. 8. – S. 931-938. – DOI 10.18699/VJ18.435. (data obrashcheniya: 15.11.2024).
2. Khan, I., Mesalam, A., Heo, Y. S., Lee, S. H., Nabi, G., & Kong, I. K. (2023). Heat Stress as a Barrier to Successful Reproduction and Potential Alleviation Strategies in Cattle. *Animals: an open access journal from MDPI*, 13(14), 2359. <https://doi.org/10.3390/ani13142359>.
3. Egorashina E.V., Tamaeva R.V. K probleme povysheniia produktivnogo dolgoletiia korov na mekhanizirovannykh kompleksakh: analiz dannykh po iaroslavskoi, golshtinskoi i airshirskoi porodam / E.V. Egorashina, R.V. Tamaeva // Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh. – 2020. – No. 1. – S. 71-78.
4. Tiapugin E.E. Sostoianie vospriyvodstva pogolovia molochnogo skota Rossiiskoi Federatsii / E.E. Tiapugin, E.V. Gerasimova, N.V. Semenova, I.E. Pridanova, T.A. Moroz // Zootehnika. – 2023. – No. 1. – S. 33-35.
5. Erokhin, A.S. i dr. Metod DNK-komet dlia vyavleniia stabilnosti DNK v spermatozoidakh khriakov pri khranenii v okhlazhdennom i zamorozhennom sostoianii / A. S. Erokhin, S. N. Ushakova, T. M. Blokhina [i dr.] // Veterinariia. – 2017. – No. 10. – S. 38-42.
6. Erokhin, A.S. i dr. Izuchenie stabilnosti DNK v spermatozoidakh bykov-proizvoditelei metodom DNK-komet / A. S. Erokhin, B. S. Seidakhmetov, T. A. Moroz [i dr.] // Zootehnika. – 2020. – No. 4. – S. 30-32.
7. Ovchinnikov R.I. i dr. Prichiny reproduktivnykh poter u muzhchin – fragmentatsiia DNK spermatozoidov / R.I. Ovchinnikov, S.I. Gamidov, A.Iu. Popova, S.Kh. Izhbaev, I.V. Ushakova, O.N. Golubeva // RMZh. – 2015. – No. 11. – S. 634-646.
8. Booze, M.L., Brannian, J.D., Wald, T.V., Hansen, K.A., Kasperson, K., & Evenson, D.P. (2019). High DNA stainability in the SCSA® is associated with poor embryo development and lower implantation rate. *Reproductive BioMedicine Online*. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2019.07.011>
9. Semenov V.G., Tolstova S.L., Maikotov A.N., Kondruchina S.G., Churina Z.G., Ivanova T.N. K probleme formirovaniia vysokoproduktivnykh zdorovykh stad korov // Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Baumana. – 2021. – No. 1. – C. 177-185. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-probleme-formirovaniya-vysokoproduktivnyh-zdorovyh-stad-korov> (data obrashcheniya: 15.10.2024).
10. Paderina, R.V., Vinogradova, N.D. Ispolzovanie seksirovannogo semeni dlia vospriyvodstva v molochnom skotovodstve / R.V. Paderina, N.D. Vinogradova // Normativno-pravovoe regulirovaniye v veterinarii. – 2023. – No. 1. – S. 56-59.
11. Ekkhorutomven O.T., Medvedev G.F. Effektivnost ispolzovaniia seksirovannoi spermy // Zhivotnovodstvo i veterinarnaia meditsina. 2021. No. 4. C. 8-12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-seksirovannoy-spermy> (data obrashcheniya: 15.10.2024).
12. Barkova, A.S., Shurmanova, E.I., Eroshenko, E.S., Kurochkina, N.G., Baranova, A.A. (2021). Evaluation of the herd reproduction program with sexed seed in a large agricultural enterprise. *E3S Web of Conferences*. 282. 03026. DOI: 10.1051/e3sconf/202128203026.
13. Ribas-Maynou, J., García-Péiró, A., Fernández-Encinas, A., Abad, C., Amengual, M.J., Prada, E., Navarro, J. and Benet, J. (2013). Comprehensive analysis of sperm DNA fragmentation by five different assays: TUNEL assay, SCSA, SCD test and alkaline and neutral Comet assay. *Andrology*, 1: 715-722. <https://doi.org/10.1111/j.2047-2927.2013.00111.x>.
14. Sá Filho, M. F., Ayres, H., Ferreira, R. M., Nichi, M., Fosado, M., Campos Filho, E. P., & Baruselli, P. S. (2010). Strategies to improve pregnancy per insemination using sex-sorted semen in dairy heifers detected in estrus. *Theriogenology*, 74 (9), 1636–1642. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.06.036>.
15. Bodmer, M., Janett, F., Hässig, M., den Daas, N., Reichert, P., & Thun, R. (2005). Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions. *Theriogenology*, 64 (7), 1647–1655. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.04.011>.
16. Reese, S., Pirez, M. C., Steele, H., & Kölle, S. (2021). The reproductive success of bovine sperm after sex-sorting: a meta-analysis. *Scientific*

Reports, 11(1), 17366. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96834-2>.

17. Garner, D. L., Schenk, J. L. & Seidel, G. E., Jr. (2001). Chromatin stability in sex-sorted sperm. In *Andrology in the 21st Century*, Proc. VIIth International Congress of Andrology, Montreal, QC., pp. 3-7.

18. Boe-Hansen, G. B., Morris, I. D., Ersbøll, A. K., Greve, T., & Christensen, P. (2005). DNA integrity in sexed bull sperm assessed by neutral Comet assay and sperm chromatin structure assay. *Theriogenology*, 63(6), 1789–1802. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.08.004>.



УДК 619:636.39

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-246-4-59-64

**В.Ю. Коптев, Н.А. Шкиль, Н.Ю. Балыбина**  
V.Yu. Koptev, N.A. Schkiel, N.Yu. Balybina

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ АРТРИТА-ЭНЦЕФАЛИТА КОЗ

### METHODOLOGICAL APPROACHES TO LABORATORY DIAGNOSTICS OF CAPRINE ARTHRITIS-ENCEPHALITIS

**Ключевые слова:** диагностика, артрит-энцефалит коз, инфекционное заболевание, диагноз, схема диагностики, мелкий рогатый скот.

Описаны современные методические подходы к лабораторной диагностике артрита-энцефалита коз (АЭК) – хронического заболевания вирусной этиологии, отличающегося длительным бессимптомным вирусоносительством, с последующим развитием симптомов поражения органов дыхания, опорно-двигательного аппарата, центральной нервной системы и тканей молочной железы. Приведены краткие данные о природе заболевания, его распространении, механизмах передачи, клинических проявлениях и профилактике. Отдельно описаны методы лабораторной диагностики артрита-энцефалита коз с помощью иммуноферментного анализа и полимеразно-цепной реакции. Указаны особенности применения каждого метода, исходя из закономерностей патогенеза заболевания и физиологического статуса обследуемых животных. Отмечено, что отсутствие официальной схемы диагностики, основанной на особенностях течения данного заболевания, а также некорректный выбор конкретного метода диагностики может привести к получению ложных результатов. Предложена схема лабораторной диагностики артрита-энцефалита коз, основанная на особенностях патогенеза данного заболевания. Учтены возрастные особенности животных при применении различных диагностических систем, кратность обследования животных в зависимости от эпизоотического статуса хозяйства. В качестве используемых диагностических наборов предложены отечественные тест-системы производства АО «Вектор Бэст» (г. Новосибирск), отличающиеся более низкой ценой в сравнении с зарубежными аналогами, а также высокой диагностической эффективностью. Данная схема диагностики была успешно опробована

при оздоровлении 5 козоводческих хозяйств различных форм собственности, специализирующихся на выращивании коз молочного направления и позволила, в совокупности с применением технологических методов профилактики данного заболевания, в течение 2-3 лет полностью оздоровить хозяйства и перевести в статус благополучных.

**Keywords:** diagnostics, caprine arthritis-encephalitis (CAE), infectious disease, diagnosis, diagnostic pattern, small cattle.

This paper discusses modern methodological approaches to the laboratory diagnostics of caprine arthritis-encephalitis (CAE), a chronic disease of viral etiology characterized by prolonged asymptomatic viral transmission, followed by the development of symptoms of damage to the respiratory system, musculoskeletal system, central nervous system and breast tissues. Brief information on the nature of the disease, its spread, transmission mechanisms, clinical manifestations, and prevention is presented. Methods of laboratory diagnosis of caprine arthritis-encephalitis using ELISA and PCR are separately described. The peculiarities of the application of each method are indicated based on the patterns of the pathogenesis of the disease and the physiological status of the examined animals. It is emphasized that the absence of an official diagnostic pattern based on the features of the course of this disease, as well as an incorrect choice of a specific diagnostic method, may lead to false results. The pattern for laboratory diagnosis of caprine arthritis-encephalitis based on the features of the pathogenesis of this disease is proposed. The age-related features of the use of various diagnostic systems, the frequency of examination of animals depending on the epizootic status of the farm are taken into account. The diagnostic kits used are domestic test systems manufactured by the AO Vector