

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕКСИРОВАННОЙ СПЕРМЫ**О. Т. ЭХХОРУТОМВЕН, Г. Ф. МЕДВЕДЕВ***УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407**(Поступила в редакцию 04.10.2021)*

Эффективность осеменения телок сексированной спермой изучена в племенном репродукторе по разведению крупного рогатого скота. Осеменение проводили при достижении ими живой массы не менее 365 кг. Из включенных в анализ 163 телок 56,4 % имели живую массу свыше 400 кг. У животных с меньшей живой массой (43,6 %) она составила в среднем 393 кг. Возраст при 1-м и плодотворном осеменении был почти одинаковым – в среднем 413,5 и 415 дней и 430,3 и 428,7 дня. Оплодотворяемость при 1-м осеменении несколько выше была у телок с большей живой массой (67,4 против 63,4 %), а индекс осеменения – меньше (1,48 против 1,56) ($P > 0,5$). Не выявлено существенного влияния на показатели репродуктивной способности телок и их возраста при первом осеменении. Животных в возрасте до 400 дней (≈ 13 мес.) было меньше (33,1 %), чем старшего возраста (максимально 17 полных мес.). Разница между группами составила в среднем более одного месяца. При этом живая масса животных в среднем в обеих группах была одинаковой. Оплодотворяемость при 1-м осеменении и индекс осеменения также были почти одинаковыми. Но возраст при оплодотворении на 5 недель был менее продолжительным у животных, осемененных в более раннем возрасте. Продолжительность внутриутробного развития телочек после осеменения сексированной спермой, была на 1,6 дня короче, чем обычной спермой, и составила 278,2 дня. Рост и развитие телочек обеих групп происходило одинаково равномерно, а их среднесуточный прирост к моменту последнего взвешивания до осеменения составил приблизительно 900 г. Различия в живой массе к этому времени не увеличилось, а осталось таким же, как и при рождении (5,3 против 5,8 кг). Почти одинаковым был и возраст телок при постановке на осеменение (396,5 и 398,3 дня) и при первом осеменении (419,8 и 420,1 дня). Абсолютно одинаковыми были и показатели репродуктивной способности – оплодотворяемость при 1-м осеменении и индекс осеменения (68,4–68,2 % и 1,31–1,31 %).

Ключевые слова: телки, возраст, живая масса, осеменение, оплодотворяемость, сексированная сперма.

The efficiency of insemination of heifers with sexed sperm was studied in a pedigree reproducer for breeding cattle. Insemination was carried out when they reached a live weight of at least 365 kg. Of the 163 heifers included in the analysis, 56.4 % had a live weight of over 400 kg. In animals with a lower live weight (43.6 %), it averaged 393 kg. The age at the 1st and fruitful insemination was almost the same – on average 413.5 and 415 days and 430.3 and 428.7 days. Fertility at the 1st insemination was slightly higher in heifers with a higher live weight (67.4 versus 63.4 %), and the insemination index was lower (1.48 versus 1.56) ($P > 0.5$). There was no significant influence on the indicators of reproductive ability of heifers and their age at the first insemination. There were fewer animals under the age of 400 days (≈ 13 months) (33.1 %) than older animals (maximum 17 complete months). The difference between groups averaged over one month. At the same time, the live weight of animals on average in both groups was the same. Fertility at the 1st insemination and the insemination index were also almost the same. But the age at fertilization by 5 weeks was shorter in animals inseminated at an earlier age. The duration of intrauterine development of heifers after insemination with sexed sperm was 1.6 days shorter than that of conventional sperm and amounted to 278.2 days. The growth and development of heifers of both groups proceeded equally evenly, and their average daily gain by the time of the last weighing before insemination was approximately 900 g. The difference in live weight by this time did not increase, but remained the same as at birth (5.3 versus 5.8 kg). The age of heifers was almost the same when set up for insemination (396.5 and 398.3 days) and during the first insemination (419.8 and 420.1 days). The indices of reproductive ability were absolutely the same – fertility at the 1st insemination and the insemination index (68.4–68.2 % and 1.31–1.31 %).

Key words: heifers, age, body weight, insemination, fertility, sexed sperm.

Введение

Для успешного воспроизводства молочного стада необходимо получение ежегодно 44 телочек из расчета на 100 коров [1]. Если соотношение родившихся бычков и телочек будет одинаковым, то уровень репродукции (% стельностей) должен составлять не менее 88 %. Однако наличие абортных и мертворожденных телят в стаде даже в допустимых величинах требует иметь более высокий уровень (около 95 %) репродукции. Такая величина является целевым показателем для молочных стад, хотя достичь ее по силам не каждому хозяйству. Поэтому для осуществления стабильно равномерного воспроизводства животных более реальным является смещение соотношения полов новорожденных телят в пользу телочек, а также создание идеальных условий для их роста и развития с целью как можно раннего осеменения.

Для черно-пестрых и голштинских телок оптимальным сроком оплодотворения на протяжении последних трех десятилетий считался возраст 14–16 мес. [2]. Но в последнее время сроки первого осеменения стремятся сдвинуть к 13–14-месячному возрасту с сохранением минимальной живой массы 363 кг к этому времени [3].

Смещение соотношения полов может быть обеспечено использованием разделенной по полу спермы. Попытки разработать методы разделения сперматозоидов на две группы предпринимались многие годы. Однако лишь в последние два десятилетия это стало возможным после выявления признака, который позволяет определить в сперматозоиде наличие X- или Y-хромосомы.

Таким признаком, который положен в основу разделения или смещения соотношения двух типов сперматозоидов, является различие в содержании в них ДНК – в X-несущих сперматозоидах на 4 % больше ДНК. «Сексированной» принято называть сперму (семя), которая позволяет получать более 85 % потомства одного пола. В зависимости от использования двух принципиально разных технологий можно производить сперму, разделенную по полу, или сперму со смещенным соотношением полов. Обе технологии преследуют одну единственную цель – увеличить процент выхода телок и минимизировать влияние технологической обработки спермы на ее оплодотворяющую способность.

Сперма, разделенная по полу – официальное патентованное название спермы, произведенной по технологии ST Sexed Ultra. Эта технология позволяет разделить сперму на 3 фракции – сперматозоидов, несущих Y-хромосому, X-хромосому и нераспознанных (брак).

Сперма окрашивается флуоресцирующей краской Хехст (Hoechst) 33342. Через мембрану сперматозоидов проникает флуоресцирующее вещество краски bis-benzimidazol и специфически связывается с А–Т парами нуклеотидов вдоль малой бороздки ДНК. Краситель не повреждает ДНК. Спермии окрашиваются пигментами в различной степени для X и Y хромосом. После окрашивания сперма разбавляется специальной средой. Погибшие спермии отделяются от живых путем окрашивания пищевым красителем FD&C#40, который проникает в головки мертвых сперматозоидов, окрашивает их и нейтрализует флуоресценцию Хехст 33342 только в них, но не в живых клетках [4]. В приборе (flow cytometer) вибрирующий пьезоэлемент, делающий до 90000 движений в секунду, разбивает поток на капли, отделяя их точно по времени и месту. Расположение каждой последующей капельки в потоке строго контролируется. Сперматозоиды распознаются в соответствии с Y- или X-хромосомами и размещаются в распределительном капилляре. После облучения лазером низкой интенсивности на мембране клетки в зависимости от степени флуоресценции формируется положительный или отрицательный заряд, и компьютер определяет, какую хромосому содержит сперматозоид. Заряд придается, когда сперматозоид достигает последней прикрепленной капельки. Падающие заряженные капельки отклоняются в сторону одного из двух магнитных полей: капельки со сперматозоидом с X-хромосомой, имея отрицательный заряд, отклоняются к пластине с положительным зарядом, а со сперматозоидом с Y-хромосомой и положительным зарядом – к пластине с отрицательным зарядом. Нераспознанные незаряженные капельки опускаются вниз (брак). В соответствующих контейнерах накапливается 20 % сперматозоидов с Y-хромосомой и 20 % – с X-хромосомой.

Способ имеет коммерческое значение. Применяется во многих странах. Оплодотворяющая способность спермы 75–90 %. В РУП «Учхоз БГСХА» группа телок (140 голов) были осеменены импортной спермой (из Канады), разделенной по полу и обычной. От 59 телок, осемененных разделенной спермой, получено 54 (91,5 %) телочки и 5 бычков. От 81 телки, осемененной обычной спермой, получено 50 телочек (61,7 %) и 31 бычок (38,3 %). Осеменение разделенной спермой двух быков дало одинаковый результат – родилось 92,3 и 90,0 % телочек. Нераспознанный сперма двух основных быков различалась – телочек было 53,5 и 75,9 %. Оплодотворяемость при 1-м осеменении составила в среднем 81 % (при использовании разделенной по полу спермы 69,4 %, обычной – 85,3 %) [5, 6].

Благодаря длительной эволюции технология *ST Sexed Ultra* достаточно отработана и позволяет достичь 90 % и более выхода телочек. Однако интенсивное воздействие физических факторов на сперматозоиды при разделении отрицательно сказывается на их оплодотворяющей способности. Возникает необходимость увеличивать количество клеток в дозе для достижения оптимальных показателей (4 млн. сперматозоидов до замораживания).

Технология ABS Sexsel. Сперма со смещенным соотношением полов – официальное патентованное название спермы, произведенной по технологии ABS Sexsel (Association of Animal Breeders). Компания ABS Global является ведущим мировым поставщиком генетики, репродуктивных услуг, технологий и средств ухода за выменем коров и в качестве подразделения входит в состав Genus plc (британской компании-лидера на рынке генетики в отрасли скотоводства и свиноводства). В 2011 г. холдинг Genus начал разработку технологии изменения соотношения полов в сперме. Цель разработки – снижение вредного воздействия процесса разделения клеток и повышение оплодотворяющей способности спермы при сопоставимом выходе телочек.

Принципиальное отличие этой технологии в том, что сперматозоиды не подвергаются разделению в электромагнитном поле, и не проходят через вибрирующие на высокой скорости пьезо элементы. По существу, в процессе обработки половые клетки с X- и Y-хромосомами определяются по светимости в ультрафиолетовом спектре (облучение маломощным УФ лазером). Сперматозоиды с Y-хромосомой или нераспознанные (брак) подвергаются воздействию мощного лазера, прижигающего их хвостики, в результате чего они теряют способность двигаться, но остаются в сперме. Отрицательного влияния их на результаты осеменения не выявлено. Благодаря отсутствию повреждающих факторов прежней технологии, оплодотворяющая способность спермы ABS Sexsel примерно на 2–3 % выше, и это позволяет достигать в среднем 90 % оплодотворяющей способности традиционной

спермы при осеменении коров и телок. Всего проведено около 1,62 мил. осеменений спермой с минимальным числом подвижных сперматозоидов.

По сведениям российского подразделения ABS Sexcel в 2020 году в хозяйствах Российской Федерации оплодотворяемость телок после осеменения такой спермой составила в среднем 48,1–54,0 %, коров – 32,8–42 % при выходе телок 88,7 %. В дозе спермы для осеменения содержание подвижных сперматозоидов после оттаивания составляло 1,7 млн.

Другие компании обычно указывают концентрацию спермы до замораживания, при оттаивании которой гибнет около половины сперматозоидов (2М – 2 млн и 4М – 4 млн).

Цель работы: изучить эффективность использования сексированной спермы быков в селекционном стаде молочного скота голштинской породы.

Основная часть

При выполнении работы ставились задачи: определить эффективность фронтального осеменения телок сексированной спермой в зависимости от их возраста и живой массы и сравнить показатели роста, развития и живой массы телочек, полученных при использовании обычной и сексированной спермы, а также их репродуктивную способность.

Работа выполнена в Крестьянском хозяйстве М. Г. Шруба Житковичского района. В этом хозяйстве – племенном репродукторе по разведению крупного рогатого скота – на молочном комплексе в период проведения исследований содержалось более одной тысячи коров. В 2020 г. надой молока на корову составил 10605 кг. Молоко только сорта «Экстра», а наиболее важные среднегодовые показатели его качества составили: массовая доля белка – 3,23 %, массовая доля жира – 3,7 % и число соматических клеток (в сборном молоке) не превышало 120 тыс./мл. Уровень репродукции с 2016 по 2020 гг. составил 97; 93; 87; 96,5 и 96,5 % соответственно по годам. Расход спермы в среднем на одну стельность составил 1,9 дозы.

Кормление скота строго контролируемое. Используются травянистые и зерновые корма, выращенные в хозяйстве, а премиксы (витамины и минералы) – европейского производителя. Не используются кормовые антибиотики и гормоны роста. Наличие мобильного комбикормового завода позволяет включать в рационы на протяжении всего года только качественные ингредиенты. Это является одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокую продуктивность животных и их здоровье, а также предупреждающих нарушение репродуктивной функции. Частота аборт в стаде очень низкая – 0,3 % у нетелей и 0,8 % у коров; невысокая и мертворождаемость – 4 и 3 % соответственно.

Выращиванию телок уделяется особое внимание. Процент гибели телят до 6-месячного возраста в 2020 г. колебался по месяцам от 2,25 (февраль) до 12,9 (октябрь) и в среднем составил 5,5 %.

В последние три года телок в хозяйстве осеменяют спермой со смещенным соотношением сперматозоидов по полу (*Технология ABS Sexsel*). Такой спермой осеменено около 600 телок. Осеменение в течение половой охоты однократное. Если животное повторяет охоту, то осеменение его проводится обычной спермой и очень редко повторно сексированной.

Живая масса при постановке на осеменение, возраст при первом и плодотворном осеменении и основные показатели эффективности осеменения определены у 163 телок.

Осеменение животных проводили при достижении ими живой массы не менее 365 кг. Только в одном случае была осеменена телка с живой массой 353 кг. Из включенных в анализ животных более половины (56,4 %) имели живую массу перед осеменением более 400 кг (табл. 1). У животных с меньшей живой массой (43,6 %) в среднем она составила около 393 кг. Но возраст при первом осеменении практически не различался и в среднем составил 413,5 и 415 дней. Почти одинаковым был и возраст при плодотворном осеменении.

Таблица 1. Живая масса телок при постановке на осеменение и их оплодотворяемость

Показатели	Живая масса (кг) телок при постановке на осеменение					
	353–400 (n = 71)			401–475 (n = 92)		
	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	σ	Cv	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	σ	Cv
Живая масса, кг	392,8 ± 1,2	9,3	2,5	416,0 ± 1,3	9,3	2,5
Возраст при 1-м осеменении, дней	413,5 ± 3,5	29,8	7,2	415,0 ± 2,5	24,4	5,9
Возраст при оплодотворении, дней	430,3 ± 4,9	41,0	9,5	428,7 ± 3,6	34,8	8,1
Оплодотворяемость при первом осеменении, %	63,4 ± 5,7	48,5	76,5	67,4 ± 4,9	47,1	76,5
Индекс осеменения	1,56 ± 0,10	0,85	54,8	1,48 ± 0,07	0,76	51,6

Оплодотворяемость при первом осеменении несколько выше была у телок с большей живой массой (67,4 против 63,4 %), а индекс осеменения – меньше (1,48 против 1,56). Однако эти различия не существенны.

Учитывая полученные данные можно сделать вывод, что живая масса телок в пределах 365–475 кг при постановке их на осеменение, не являлась фактором, определяющим успех оплодотворения после 1-го осеменения.

Не выявлено существенного влияния на показатели репродуктивной способности телок и их возраста при первом осеменении в пределах 357–524 дней при условии относительно равной живой массы (табл. 2). Животных в возрасте до 400 дней (≈ 13 мес.) было меньше (33,1 %), чем старшего возраста (максимально 17 полных мес.). Разница в возрасте между группами составила в среднем более одного месяца. При этом живая масса животных в среднем в обеих группах была одинаковой. Два показателя репродуктивной способности – оплодотворяемость при первом осеменении и индекс осеменения также были приблизительно одинаковыми. Однако не менее важный показатель – возраст при оплодотворении на 5 недель был менее продолжительным у животных, осемененных в более раннем возрасте.

Таблица 2. **Возраст телок при первом осеменении и их оплодотворяемость**

Показатели	Возраст (дней) телок при первом осеменении								
	357–400 (n = 54)			401–524 (n = 109)			357–524 (n = 163)		
	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	σ	Cv	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	σ	Cv	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	σ	Cv
Живая масса, кг	405,8 \pm 2,3	17,3	4,3	406,0 \pm 1,5	15,9	3,9	405,9 \pm 1,3	16,3	4,0
Возраст при 1-м осеменении, дней	391,5 \pm 1,0	7,7	1,9	425,6 \pm 2,4	25,6	6,0	414,3 \pm 2,1	26,8	6,5
Возраст при оплодотворении, дней	405,7 \pm 3,0	22,3	5,5	441,1 \pm 3,6	38,1	8,6	429,4 \pm 2,9	37,6	8,7
Оплодотворяемость при 1-м осеменении, %	66,6 \pm 6,4	47,5	71,4	65,1 \pm 4,5	47,8	73,4	65,6 \pm 3,7	47,6	72,5
Индекс осеменения	1,48 \pm 0,10	0,77	52,0	1,53 \pm 0,08	0,82	53,7	1,51 \pm 0,06	0,80	53,0

Это указывает на то, что решающим фактором более раннего осеменения телок может оказаться достижение ими минимально необходимой живой массы.

При масштабном использовании в хозяйстве сексированной спермы очень важно получать такое же качественное потомство, как и после осеменения животных обычной спермой. Для выяснения этого нами проанализированы рост, развитие и репродуктивная способность телочек, полученных уже после осеменения их матерей сексированной спермой (табл. 3).

Таблица 3. **Рост, развитие и живая масса телок, полученных при использовании для осеменения матерей обычной или сексированной спермы**

Показатели	Сперма обычная (n = 23)				Сексированная сперма (n = 22)			
	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	σ	Cv		$\bar{X} \pm m\bar{x}$	σ	Cv	
Внутриутробное развитие, дней	279,8 \pm 1,1	5,1	1,8		278,2 \pm 0,9	4,5	1,6	
Живая масса при рождении, кг	38,3 \pm 1,1	5,2	13,6		32,5 \pm 1,4	6,4	19,7	
Возраст при последнем взвешивании, дней	396,5 \pm 4,8	23,0	5,8		398,3 \pm 5,5	25,9	6,5	
Живая масса при последнем взвешивании, кг	394,7 \pm 3,0	14,4	3,6		389,4 \pm 2,7	12,5	3,2	
Среднесуточный прирост, г	901,3 \pm 11,9	57,3	6,3		899,4 \pm 13,1	61,3	6,8	
Возраст при осеменении, дней	419,8 \pm 4,9	21,5	5,1		420,1 \pm 5,9	27,6	6,6	
Оплодотворяемость при первом осеменении, %	68,4 \pm 11,0	47,7	69,8		68,2 \pm 10,2	47,6	69,9	
Индекс осеменения	1,31 \pm 0,11	0,47	36,3		1,31 \pm 0,10	0,47	36,1	

Продолжительность внутриутробного развития телочек после осеменения сексированной спермой, была на 1,6 дня короче, чем обычной спермой, и составила 278,2 дня. Такая продолжительность стельности характерна для животных голштинской породы [7], но у первотелок она может быть и короче [8].

Небольшой величины различие в продолжительности беременности у матерей двух групп в нашем опыте могло быть одним из факторов (но не ключевым!), снижающим живую массу новорожденных. Она была достоверно ниже у телочек, родившихся после осеменения сексированной спермой, чем у телочек от матерей после осеменения обычной спермой ($P < 0,01$). Очевидно, основными факторами явились наследственные качества матерей и производителей. Для производства сексированной спермы отбираются высокоценные по многим признакам производители, и в то же время, дающие не крупное потомство, которое способно достигать характерной для породы или линии живой массы взрослого животного. Этим самым облегчается течение родов, уменьшается процент мертворожденных телят, а также риск послеродовых осложнений у матерей.

Рост и развитие телочек обеих групп происходило одинаково равномерно, а их среднесуточный прирост к моменту последнего взвешивания до осеменения составил приблизительно 900 г. Различие в живой массе к этому времени не увеличилось, а осталось таким же, как и при рождении (5,3 против 5,8 кг). Почти одинаковым был и возраст телок при постановке на осеменение (396,5 и 398,3 дня) и при первом осеменении (419,8 и 420,1 дня). Абсолютно одинаковыми были и показатели репродуктивной способности – оплодотворяемость при первом осеменении и индекс осеменения (68,4–68,2 % и 1,31–1,31).

В настоящее время нет доступных данных о масштабах применения в республике спермы со смещенным соотношением сперматозоидов по полу. Из всех учтенных в КХ М. Г. Шруба осеменений

такой спермой 596 телок возраст при первом осеменении был в пределах 13–14 мес., живая масса около 400 кг. Оплодотворилось после 1-го осеменения 408 (68,5 %). После 357 отелов зарегистрировано 319 (89,4 %) телочек и 38 (10,6 %) бычков.

Использование сексированной спермы позволило изменить в среднем по стаду соотношение родившихся телочек и бычков. Так, если в 2016–2019 гг. оно колебалось в пределах 48–49,8 к 50,2–52, то в 2020 г. составило 56,6 к 43,4.

Заключение

Результаты изучения эффективности осеменения телок сексированной спермой в племенном репродукторе по разведению крупного рогатого скота позволяют сделать следующие выводы.

Первое осеменение телок проводится в возрасте около 14 мес. (414,3 дня) при достижении ими живой массы не менее 365 кг. У включенных в анализ 163 телок живая масса при первом осеменении составила в среднем 405,9 кг, причем у 56,4 % животных она превышала 400 кг, а у 43,6 % была меньше 400 кг (в среднем 393 кг). Возраст при 1-м и плодотворном осеменении был почти одинаковым – в среднем 413,5 и 415 дней и 430,3 и 428,7 дня. Оплодотворяемость при 1-м осеменении несколько выше была у телок с большей живой массой (67,4 против 63,4 %), а индекс осеменения – меньше (1,48 против 1,56). Но эти различия не существенны ($P > 0,5$).

Осемененных телок в возрасте до 400 дней (≈ 13 мес.) было меньше (33,1 %), чем старшего возраста (максимально 17 полных мес.). Разница между группами составила в среднем более одного месяца. При этом живая масса животных в среднем в обеих группах была одинаковой. Существенного влияния возраста телок при первом осеменении на показатели их репродуктивной способности не выявлено. Оплодотворяемость и индекс осеменения были почти одинаковыми. Но возраст при оплодотворении на 5 недель был менее продолжительным у животных, осемененных в более раннем возрасте.

Продолжительность внутриутробного развития телочек после осеменения сексированной спермой была на 1,6 дня короче, чем обычной спермой, и составила 278,2 дня. Рост и развитие новорожденных телочек обеих групп происходили одинаково равномерно, а их среднесуточный прирост к моменту последнего взвешивания до осеменения составил приблизительно 900 г. Различие в живой массе к этому времени не увеличилось, а осталось таким же, как и при рождении (5,3 против 5,8 кг). Почти одинаковым был и возраст телок при постановке на осеменение (396,5 и 398,3 дня) и при первом осеменении (419,8 и 420,1 дня). Одинаковыми были и показатели репродуктивной способности – оплодотворяемость при 1-м осеменении и индекс осеменения (68,4–68,2 % и 1,31–1,31 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ваттио, М. А. Выращивание телят молочного направления: техн. руководство по производству молока / М. А. Ваттио // Междунар. ин-т по исследованию и развитию молочного животноводства им. Бабкока. ISBN 1-59215-023-3 Copyright © 1997 The Board of Regents of the University of Wisconsin System. – P. – 10.
2. Ваттио, М. А. Воспроизводство и генетическая селекция: техн. руководство по производству молока / М. А. Ваттио // Междунар. ин-т по исследованию и развитию молочного животноводства им. Бабкока. ISBN 1-59215-018-7 Copyright © 1996 The Board of Regents of the University of Wisconsin System. – P. – 64.
3. Акушерство и репродукция сельскохозяйственных животных. Репродуктивная функция. Искусственное осеменение: учебно-методическое пособие / Г. Ф. Медведев [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – С. – 45.
4. Veterinary Reproduction and obstetrics. Tenth edition. Edited by D. E. Noakes, T. J. Parkinson, G. C. W. England. Elsevier, 2019. – P. – 753–754.
5. Рост, развитие и воспроизводительная функция первотелок голштинской селекции / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, И. А. Долин, С. К. Сорокина // Ученые записки УО ВГАВМ, 2011. – Т. 47. – Вып. 2. – Ч. 2. – С. 44–47.
6. Медведев, Г. Ф. Эффективность осеменения телок голштинской породы сексированной спермой и причины снижения их воспроизводительной способности после первого отела / Г. Ф. Медведев, Н. И. Гавриченко, С. К. Сорокина // Животноводство и ветеринарная медицина, 2012. – № 2 (5). – С. 36–40.
7. Brakel, W. J. Factors associated with the duration of gestation in dairy cattle / W. J. Brakel, D. C. Rife and S. M. Salisbury // J. Dairy Sci. 1952. – Vol. 35. – Issue 5. – P. 179–194.
8. Hazel, A. R. Production and calving traits of Montbéliarde × Holstein and Viking Red × Holstein cows compared with pure Holstein cows during first lactation in 8 commercial dairy herds / A. R. Hazel, B. J. Heins, L. B. Hansen // J. Dairy Science, 2017. – Vol. 100. – Issue 5. – P. 4139–4149.