

## Изменение показателей собственной продуктивности быков-производителей голштинской породы в зависимости от сезона года и возраста

Е. Н. Нарышкина<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

✉ E-mail: selection.76@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследования – оценить влияние сезона года и возраста быка-производителя в период сбора спермопродукции на основные показатели собственной продуктивности быков-производителей голштинской породы. В исследованиях по анализу данных показателей собственной продуктивности 229 быков-производителей голштинской породы изучены влияние возраста (год рождения), сезона года, а также степень влияния данных факторов на значение показателей собственной продуктивности быков-производителей. **Методы.** Проанализированы данные по основным показателям собственной продуктивности быков-производителей: объем эякулята, количество и концентрация сперматозоидов в 1 мл. Результаты исследований были классифицированы по сезонам года: зима, весна, лето, осень. Значения количественных показателей спермопродукции даны в виде отклонений от средней величины по выборке. Статистический анализ проведен с использованием диаграммы типа boxplot с нанесением на него средних значений и стандартного отклонения ( $\pm\sigma$ ). Дисперсионный анализ проведен по следующей статистической модели:  $y_{ijk} = \mu + \text{age}_j + \text{season}_k + e_{ijk} + s_i$ . При проверке значимости использовали  $F$ -критерий Фишера. **Результаты.** Независимо от сезона года значение показателей объема эякулята и общего количества сперматозоидов в эякуляте увеличивается с возрастом, а концентрация сперматозоидов в 1 мл снижается. В весенний и летний период 77–83 % и 66–79 % наблюдений имели высокие значения показателя объема эякулята и количество сперматозоидов в эякуляте. В весенний и осенний периоды 62–64 % наблюдений имели высокие значения показателя концентрации сперматозоидов в эякуляте. Высокую степень влияния на значение показателей собственной продуктивности оказывает фактор год рождения быка производителя и сам бык-производитель: объем эякулята – 14,94 и 18,22 %; количество сперматозоидов в эякуляте и их концентрация – 8,53–27,88 и 4,51–15,82 % соответственно. **Научная новизна.** Получены данные о влиянии факторов сезона года, возраста быка-производителя на показатели собственной продуктивности.

**Ключевые слова:** бык-производитель, спермопродукция, объем эякулята, сезон года, возраст быка-производителя.

**Для цитирования:** Нарышкина Е. Н. Изменение показателей собственной продуктивности быков-производителей голштинской породы в зависимости от сезона года и возраста // Аграрный вестник Урала. 2020. Специальный выпуск «Биология и биотехнологии». С. 40–48. DOI: ...

**Дата поступления статьи:** 25.10.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Быки-производители оказывают существенное влияние на генетический прогресс в популяции по различным селекционным признакам, ускоряют темпы селекции. Поэтому репродуктивный потенциал быков-производителей – важный фактор для поддержания высокого уровня воспроизводства в стаде [1, с. 12].

На качество спермопродукции быков-производителей влияет широкий спектр генетических и паратипических факторов, включая возраст быков-производителей, интервал и частота сбора спермопродукции, сезон года [2, с. 31], [3, с. 202], [4, с. 2408].

Многими исследователями отмечено, что возраст быка влияет на количественные показатели спермопродукции. Более взрослые быки-производители старше 3 лет имеют больший объем эякулята и количество сперматозоидов в эякуляте, чем молодые быки [5, с. 8], [6, с. 147], [7, с. 5].

По данным Е. М. Murphy с соавторами, которые проанализировали 8983 эякулятов 176 быков-производителей голштинской породы по значениям показателей собственной продуктивности, установлено достоверное влияние возраста быка на значение показателей объем эякулята ( $P < 0,01$ ), общего количества сперматозоидов в эякуляте ( $P < 0,01$ ) и концентрацию сперматозоидов ( $P < 0,05$ ). Значение показателя объема эякулята положительно коррелировало с возрастом быка ( $r = 0,62$ ,  $P < 0,01$ ) и увеличивалось примерно на 0,5 мл в год. Наблюдалась линейная взаимосвязь объема эякулята и общего количества сперматозоидов в эякуляте ( $r = 0,71$ ;  $P < 0,01$ ). Быки в возрасте от 1 до 2 лет имели наибольшую концентрацию сперматозоидов в 1 мл ( $P < 0,05$ ). Далее с возрастом концентрация сперматозоидов в 1 мл снижалась [4, с. 2411].

Ю. А. Корнеенко-Жилиев, исследовав 19612 эякулятов от 78 производителей голштинской породы, методом дисперсионного анализа выявил высоко достоверное

( $P < 0,001$ ) влияние независимого фактора – возраста быка-производителя – на изменчивость показателей спермопродукции быков-производителей. Объем эякулята максимально увеличивается до 3-летнего возраста +30 %, далее в течение всей жизни быка-производителя средний объем эякулята увеличивается на 12,2 %. Общее количество сперматозоидов в эякуляте возрастает до 6-летнего возраста, имея максимальные показатели в период от 1 до 3 лет эксплуатации с 4,63 млрд до 5,63 млрд в эякуляте. До 6-летнего возраста концентрация сперматозоидов в среднем составляла 1,39 млрд/мл, минимальное значение данного показателя было в возрасте 8 лет – 1,22 млрд/мл [5, с. 8].

В исследованиях Е. В. Четвертаковой в условиях Красноярского края быки-производители в возрасте до 2 лет характеризуются пониженными биотехнологическими показателями спермопродукции, от 2 до 6 лет имеют стабильные показатели, а снижение показателей спермопродукции наблюдается у быков в возрасте старше 6 лет [8, с. 16].

Как полагают многие исследователи, увеличение объема эякулята и общего количества сперматозоидов с возрастом связано с физиологическими изменениями, такими как увеличение массы тела и одновременное развитие семенников и придаточных желез во время и после полового созревания, что приводит к увеличению выработки спермы [9, с. 339].

Всесторонне было изучено влияние сезона года на производство спермопродукции крупного рогатого скота. Однако данные противоречивы, возможно, из-за различия климатических условий, условий микроклимата и окружающей среды, в которых проводились эти исследования [10, с. 5629], [11, с. 113], [12, с. 89], [13, с. 79].

С. Staub с соавторами было доказано, что сперматогенез быков-производителей чувствителен к изменению факторов внешней среды. Поскольку он занимает примерно 61 день, качество спермы в эякуляте может изменяться в зависимости от условий внешней среды, в которой бык-производитель находился за 8–9 недель до сбора спермопродукции [14, с. 28].

В. Rahman отметил, что при повышении температуры окружающей среды возникает потребность в кислороде для поддержания аэробного метаболизма в семенниках. При увеличении температуры семенников кровотоков в них увеличивается очень незначительно, что ведет к гипоксии. В результате происходят качественные изменения спермопродукции. В случае повышения температуры окружающей среды до 37 °С и более с относительной влажностью воздуха 81 % в течение 12 часов в сутки 17 дней подряд было обнаружено, что в эякуляте до 30–40 % морфологически аномальных сперматозоидов (в основном свернутые хвосты и отделенные головки) с уменьшением общего количества сперматозоидов, концентрации и подвижности [15, с. 106].

Изменение атмосферного давления также оказывает влияние на значение показателей собственной продуктивности быков-производителей [5, с. 9]. В случаях, когда частота аномальных метеорологических условий на протяжении долгого времени превышает физиологические нор-

мы, ответной реакцией организма становится дисбаланс механизмов сохранения гомеостаза. В результате стресса появляется общий адаптационный синдром, ведущий к гематологическим, морфологическим и клиническим изменениям в организме животного [16, с. 317].

Целью настоящего исследования была оценка влияния возраста быков-производителей голштинской породы и сезона года на показатели собственной продуктивности: объем эякулята, количество и концентрацию сперматозоидов в эякуляте.

Исходя из цели исследования можно выделить следующие задачи:

- 1) изучить влияние возраста (год рождения) на показатели собственной продуктивности быков-производителей;
- 2) изучить влияние сезонных изменений на показатели собственной продуктивности быков-производителей;
- 3) рассчитать степень влияния возраста быка-производителя, сезона года а также влияние самого быка-производителя на изменение показателей спермопродукции.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились на быках-производителях голштинской породы, принадлежащих одному из предприятий по племенной работе РФ за период 2012–2016 гг. Общее количество быков-производителей – 226 голов, количество учтенных эякулятов – 27 213, год рождения – 2002–2015 гг. Были проанализированы данные по основным показателям собственной продуктивности быков-производителей: объем эякулята, количество и концентрация сперматозоидов в 1 мл. Результаты исследований были классифицированы по сезонам года: зима, весна, лето, осень. Значения количественных показателей спермопродукции даны в виде отклонений от средней величины по выборке.

Статистический анализ проведен с использованием диаграммы типа boxplot с нанесением на него средних значений и стандартного отклонения ( $\pm\sigma$ ).

Биометрическая обработка материала проводилась с использованием пакета анализа данных в Excel.

Чтобы установить, оказывают ли существенное влияние сезон года и возраст быка-производителя (год рождения) на количественные показатели собственной продуктивности, использовали метод дисперсионного анализа по следующей статистической модели:

$$y_{ijk} = \mu + age_j + season_k + e_{ijk} + s_i,$$

где  $y_{ijk}$  – значение показателя собственной продуктивности быка-производителя;

$\mu$  – среднее значение;

$age_j$  – эффект возраста  $j$ -го быка;

$season_k$  – эффект  $k$ -го сезона;

$s_i$  – эффект  $i$ -го быка-производителя;

$e_{ijk}$  – случайная ошибка.

При проверке значимости использовали предложенной Фишером  $F$ -критерий. Нулевая гипотеза ( $H_0$ ) состоит в том, что различия внутри- и межгрупповой дисперсии значений собственной продуктивности быков-производителей под влиянием различных факторов статистически не достоверны. Максимальная приемлемая вероятность, чтобы отвергнуть нулевую гипотезу – уровень значимости, который обозначают  $\alpha = 0,05$ .

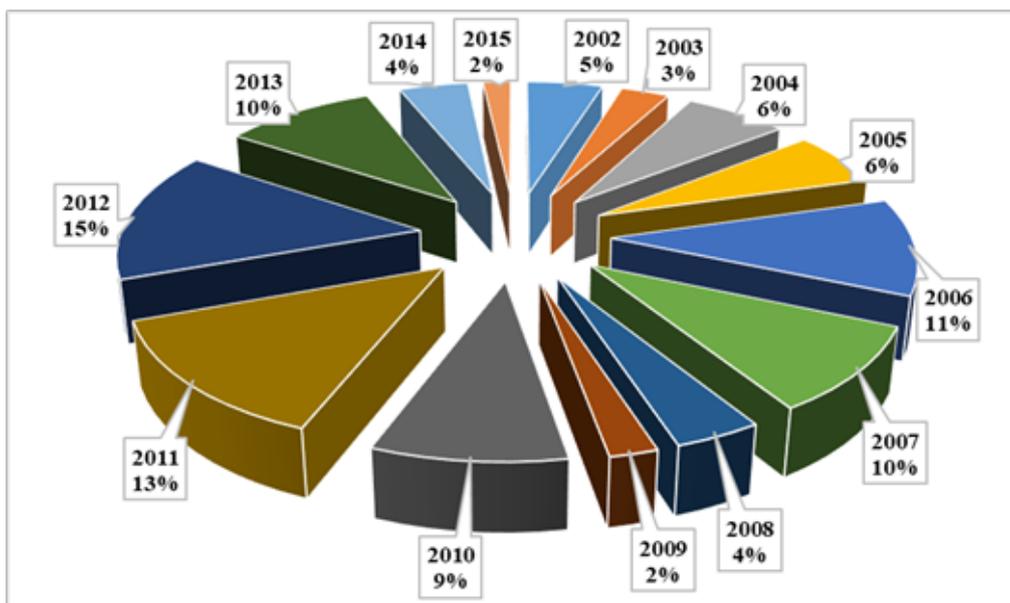


Рис. 1. Количество исследуемых быков-производителей в зависимости от года рождения  
 Fig. 1. The number of sires studied, depending on the year of birth

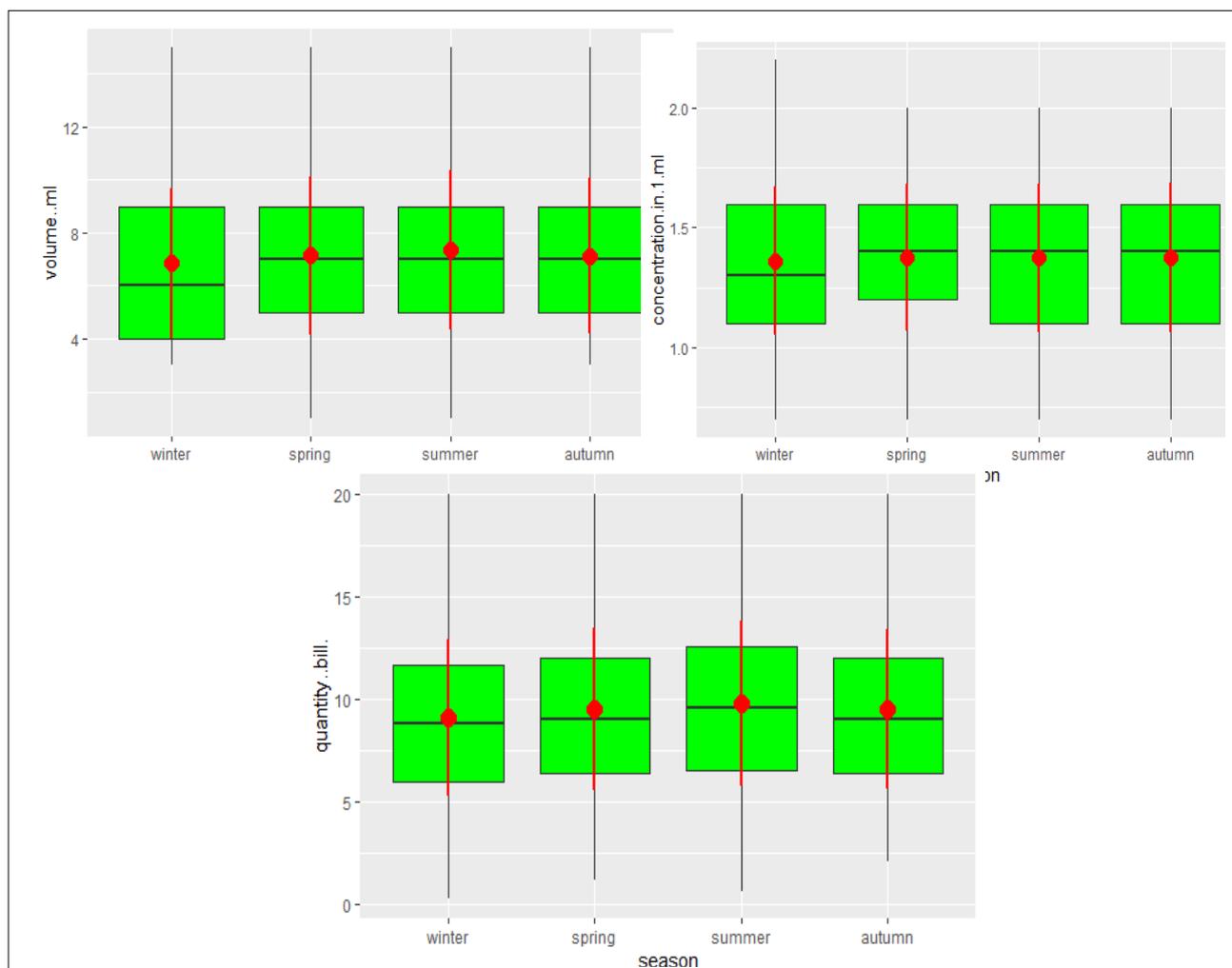


Рис. 2. Распределение значений показателей собственной продуктивности быков-производителей в различные сезоны года  
 Fig. 2. Distribution of values of indicators of self-productivity of bulls in different seasons of the year

$F$ -значение  $< 0,05$  – нулевая гипотеза ( $H_0$ ) отклоняется, изменчивость средних значений показателей имеет статистически значимые различия.

$F$ -значение  $\geq 0,05$  – нулевая гипотеза ( $H_0$ ) принимается, и делается вывод об отсутствии статистически значимых различий значений показателей.

Проверка гипотез о достоверности влияния различных факторов на значения основных показателей спермопродукции быков-производителей и сам дисперсионный анализ рассчитывались с помощью языка  $R$  в среде RStudio.

### Результаты (Results)

В период 2012–2016 гг. были проанализированы показатели собственной продуктивности 226 быков-производителей. Наибольший удельный вес имели животные, рожденные в 2006–2007 (11 и 10 %), 2010–2013 (9, 13, 15 и 10 %) (рис. 1). В остальных группах количество быков составляло 2–6 %.

На начальном этапе предварительной обработки данных было важно проверить, подчиняется ли наша выборка нормальному распределению. Для определения формы распределения данных и выбора дальнейших методов работы с ними, первичные данные были проверены на наличие выбросов (наблюдений, далеко отстоящих от других и влияющих на величину среднего значения). В ходе проверки выбросы были отсечены, а данные приобрели форму, близкую к нормальному распределению.

Для наглядного представления о распределении значений анализируемых данных по показателям собственной продуктивности быков-производителей использовали графический анализ – гистограммы типа box plot (с нанесением на него среднего значения и среднеквадратического отклонения), на котором видны основные статистические значения в исследуемой выборке (рис. 2).

В наших исследованиях среднее значение показателей общего количества и концентрации сперматозоидов в 1 мл быков-производителей было примерно на одном уровне

с значением медианы во все периоды сезона, что говорит о нормальном распределении значений данных показателей. Среднее значение объема эякулята только в зимний период немного превышает значение медианы. Среднеквадратическое отклонение показателей собственной продуктивности быков-производителей не ниже межквартильного размаха. Во всех ситуациях основное количество наблюдаемых величин лежит в интервале  $\pm 1 \sigma$  от средней величины (рис. 2, таблица 1).

Показатели объем эякулята и общее количество сперматозоидов в эякуляте имеют более высокие значения изменчивости – 40,86–42,23, что говорит об их вариабельности и подверженности влиянию различных факторов в большей степени, чем у показателя концентрация сперматозоидов в 1 мл ( $Cv = 21,9$ – $23,19$ ).

На графике видно, что сезон года влияет на показатели спермопродукции. Наиболее низкие показатели наблюдаются в зимний период (рис. 2).

Для того чтобы проследить динамику изменения показателей спермопродукции быков-производителей под влиянием сезонных факторов и возраста (год рождения), средние количественные показатели собственной продуктивности быков-производителей выразили в отклонениях от средней величины по всей группе животных. Для просмотра общей тенденции изменения данных показателей на график была нанесена линия тренда и рассчитан показатель аппроксимации ( $R^2$ ), показывающий, насколько точной получилась линия тренда.

С помощью простой линейной регрессии (рис. 3), характеризующей линейную взаимосвязь между показателями спермопродукции быков-производителей и факторами сезона года и года рождения, можно сделать вывод, что независимо от сезона года показатели объема эякулята и общего количества сперматозоидов в эякуляте увеличиваются с возрастом, а концентрация сперматозоидов в 1 мл снижается.

Таблица 1  
Статистические значения показателей собственной продуктивности быков-производителей в различные сезоны года

Показатели	Объем эякулята, мл			Концентрация сперматозоидов, млрд/мл			Общее количество сперматозоидов, млрд		
	$\sigma$	$IQR^*$	$Cv, \%$	$\sigma$	$IQR^*$	$Cv, \%$	$\sigma$	$IQR^*$	$Cv, \%$
Зима	2,85	5,1	41,67	0,31	0,51	22,79	3,83	5,52	42,23
Весна	2,98	4,2	41,68	0,3	0,44	21,90	3,95	5,29	41,54
Лето	3,03	4,15	41,22	0,31	0,49	22,63	4,05	5,48	41,33
Осень	2,93	4,21	41,15	0,32	0,52	23,19	3,89	5,11	40,86

Примечание: \* межквартильный размах.

Table 1  
Statistical values of indicators of own productivity of bulls-producers in different seasons of the year

Indicators	Volume of ejaculate, ml			The concentration of sperm, bill/ml			Total number of spermatozoa, bill.		
	$\sigma$	$IQR^*$	$Cv, \%$	$\sigma$	$IQR^*$	$Cv, \%$	$\sigma$	$IQR^*$	$Cv, \%$
Winter	2.85	5.1	41.67	0.31	0.51	22.79	3.83	5.52	42.23
Spring	2.98	4.2	41.68	0.3	0.44	21.90	3.95	5.29	41.54
Summer	3.03	4.15	41.22	0.31	0.49	22.63	4.05	5.48	41.33
Autumn	2.93	4.21	41.15	0.32	0.52	23.19	3.89	5.11	40.86

Note: \* interquartile range.

Таблица 2

Влияние различных факторов на показатели собственной продуктивности быков-производителей

Факторы	Df	Объем эякулята, мл		Концентрация сперматозоидов в эякуляте, млрд/мл		Количество сперматозоидов в эякуляте, млрд	
		F-value	η, %	F-value	η, %	F-value	η, %
Сезон года	3	52,507***	0,49	3.999**	0.04	57.741***	0.01
Год рождения быка-производителя	13	371,159***	14,94	99.191***	4.51	197.134***	8.53
Сезон года × год рождения	38	3,871***	0,46	3.084***	0.41	3.849***	0.49
Бык-производитель	212	37,12***	18,22	28.24***	15.82	54.37***	27.88
Остаток (Residuals)	27 158		65,89		78.22		63.09

Примечание: \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

Table 2

Influence of various factors on the indicators of own productivity of bulls-producers

Factors	Df	Volume of ejaculate, ml		The concentration of sperm, bill/ml		Total number of spermatozoa, bill.	
		F-value	η, %	F-value	η, %	F-value	η, %
Season of the year	3	52.507***	0.49	3.999**	0.04	57.741***	0.01
Year of birth of the bull	13	371.159***	14.94	99.191***	4.51	197.134***	8.53
Season of the year × year of birth	38	3.871***	0.46	3.084***	0.41	3.849***	0.49
Bull	212	37.12***	18.22	28.24***	15.82	54.37***	27.88
Residuals	27 158		65.89		78.22		63.09

Note: \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001.

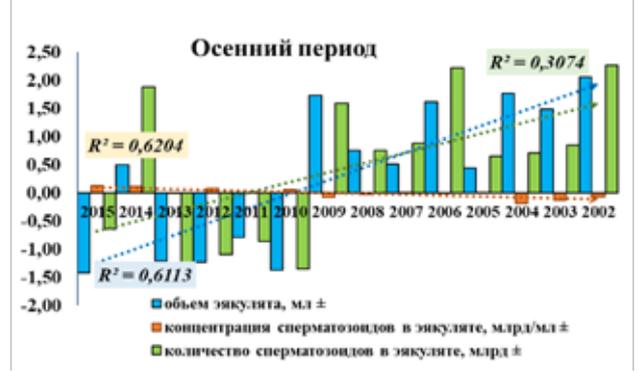
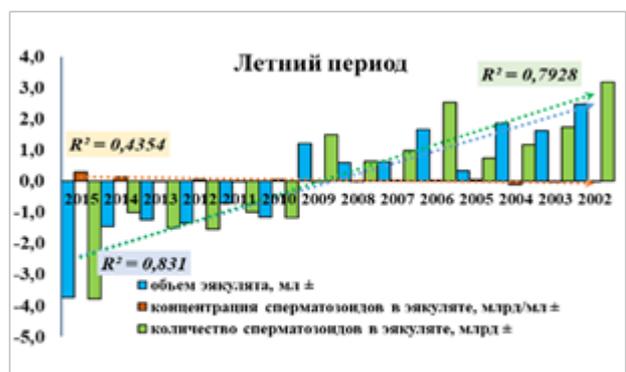
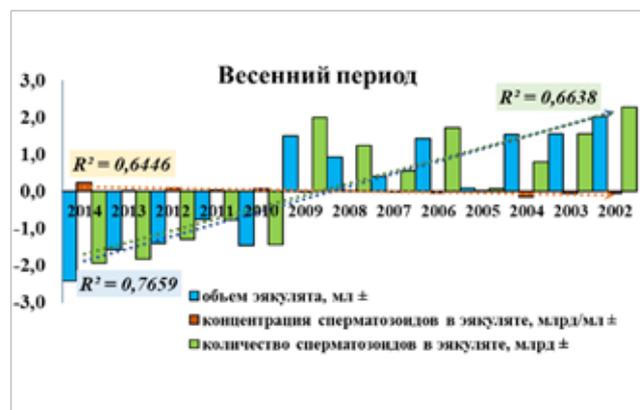
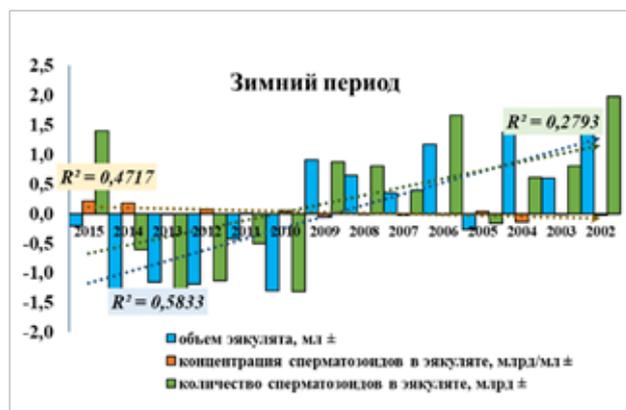


Рис. 3. Изменение величины количественных показателей спермопродукции, выраженных в отклонениях от средней по группе быков-производителей, в зависимости от сезона года и года рождения

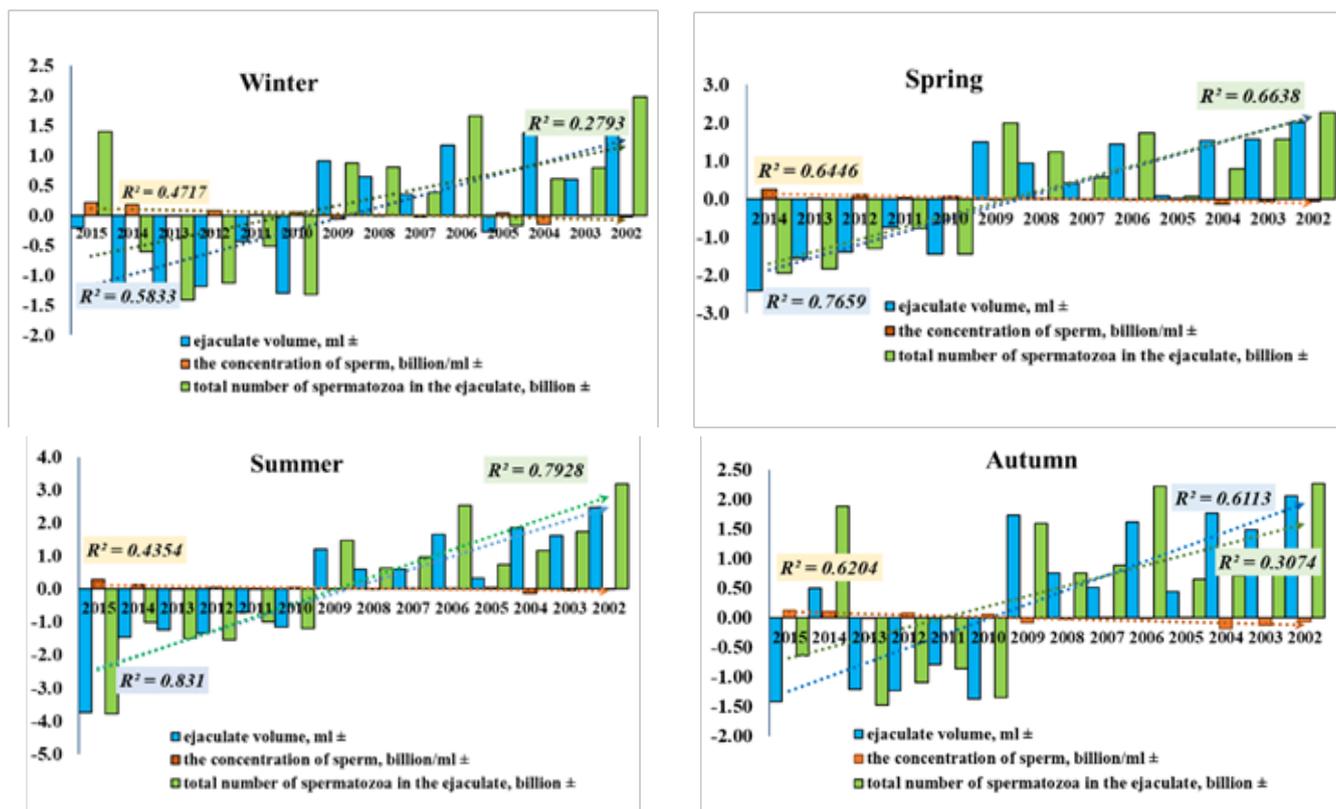


Fig. 3. Changes in the value of quantitative indicators of sperm production, expressed in deviations from the average for the group of bulls, depending on the season of the year and the year of birth

Причем наивысший показатель  $R^2$  отмечен в весенний и летний периоды по объему эякулята – 0,77 и 0,83; по количеству сперматозоидов в эякуляте – 0,66 и 0,79 соответственно. Наивысший показатель  $R^2$  концентрации сперматозоидов в 1 мл отмечен в весенний и осенний периоды – 0,64 и 0,62 соответственно. Это указывает на то, что сезон года оказывает влияние на изменение количественных показателей спермопродукции.

Следует отметить, что объем эякулята возрастал в течение всего периода использования производителей с максимальными приростами значений показателей в промежутке с 2 до 6–7 лет (+19 % к 3 годам и далее +4,5–7 % ежегодно до 7 лет) и увеличился почти в 1,7 раза к 10 годам и почти в 2 раза к 13 годам. Количество сперматозоидов в эякуляте также планомерно увеличивалось в течение производственного использования быков-производителей с максимальными приростами значений показателей в возрасте с 3 до 6–7 лет (+17,3 % к 3 годам до 8,63 млрд и далее + 4,1–6,6 % к 6–7 годам до 10,8 млрд), далее интенсивность увеличения составила +1,3...+4 %. Концентрация сперматозоидов в 1 мл является важным показателем и была в среднем по всем возрастным группам 1,35 млрд/мл. Высокий показатель концентрации был в возрасте 2–3 лет – 1,44 млрд/мл, с дальнейшим снижением значения показателя на 4 % до 1,38 млрд/мл и стабилизацией до 6-летнего возраста. Далее значение показателя снижается в среднем на 1,4–3 % (рис. 4).

Для того чтобы понять, имеет ли существенное влияние факторы возраста животных (год рождения) и сезон года на изменение показателей собственной продуктивности быков-производителей был проведен дисперсион-

ный анализ (таблица 2). Оба фактора высоко достоверно оказывают влияние на показатели объем эякулята. В наибольшей степени влияние оказывает фактор год рождения быка производителя: объем эякулята – 14,94 %; количество сперматозоидов в эякуляте и их концентрация – 8,53 и 4,51 % соответственно.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Анализ данных проведенных исследований показал, значение показателей объема эякулята и общего количества сперматозоидов в эякуляте более вариабельны ( $Cv = 40,86–42,23$  %) и в наибольшей степени подвержены влиянию негенетических факторов.

Независимо от сезона года показатели объема эякулята и общего количества сперматозоидов в эякуляте увеличиваются с возрастом, а концентрация сперматозоидов в 1 мл снижается. В весенний и летний период 77–83 % и 66–79 % наблюдений имели высокие значения объема эякулята и количества сперматозоидов в эякуляте. В весенний и осенний периоды 62–64 % наблюдений имели высокие значения показатели концентрации сперматозоидов в эякуляте.

Факторы сезон года, возраст быка-производителя (год рождения) и сам бык-производитель высоко достоверно оказывают влияние на значение показателей собственной продуктивности быков-производителей. В наибольшей степени влияние оказывает фактор год рождения быка производителя и сам бык-производитель: объем эякулята – 14,94 и 18,22 %; количество сперматозоидов в эякуляте и их концентрация – 8,53–27,88 и 4,51–15,82 % соответственно.

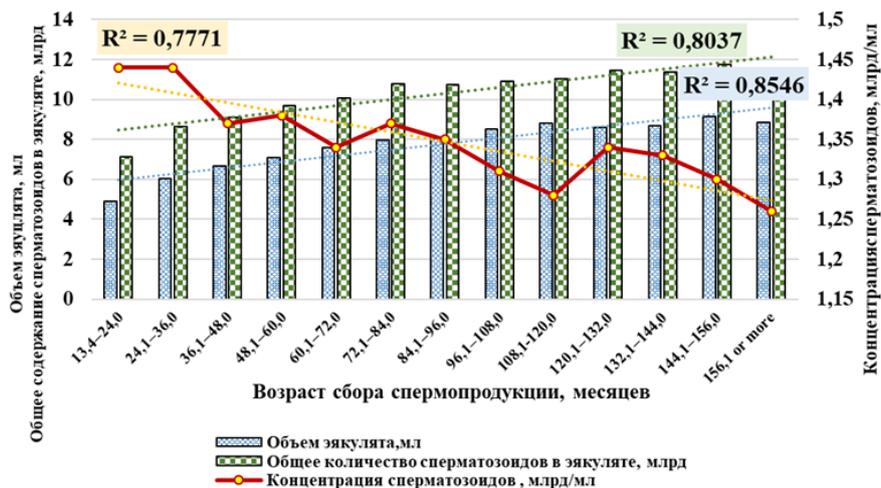


Рис. 4. Изменение показателей спермопродукции быков-производителей с возрастом

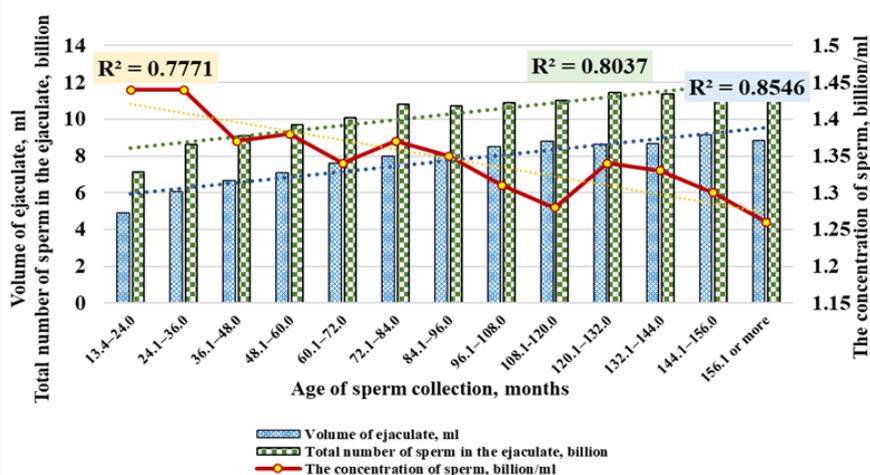


Fig. 4. Changes in sperm production indicators bulls with age

#### Благодарности (Acknowledgements)

Исследования выполнены по теме государственного задания Минобрнауки России, регистрационный номер № АААА-А18-118021590134-3.

#### Библиографический список

1. Сейдахметов Б. С., Мороз Т. А., Панферов В. В., Дунин М. И. Оценка оплодотворяющей способности спермы быков-производителей // Зоотехния. 2019. № 5. С. 12.
2. Борунова С. М., Иолчиев Б. С., Абрамов П. Н., Бадмаев О. Э., Таджиева А. В., Рибченко А. С. Эффективный метод определения целостности акросомы сперматозоида у быков-производителей // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 4. С. 29–34.
3. Шидловский А. В., Шелег И. А. Влияние возраста быков-производителей на показатели спермы в РУП «Витебское племпредприятие» // Актуальные вопросы сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов. 2019. С. 199–202.
4. Murphy E. M., Kelly A. K., O'Meara C., Eivers B., Lonergan P., Fair S. Influence of bull age, ejaculate number, and season of collection on semen production and sperm motility parameters in Holstein Friesian bulls in a commercial artificial insemination centre // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96. Pp. 2408–2418. DOI: 10.1093/jas/sky130.
5. Корнеев-Жилиев Ю. А. Физиологический и селекционный потенциал воспроизводительных функций крупного рогатого скота под влиянием эндогенных и экзогенных факторов: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01, 06.02.07 / Юрий Алексеевич Корнеев-Жилиев. Место защиты: ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста. Дубровицы, 2019. 24 с.
6. Виноградова Н. Д., Падерина Р. В., Шляпина М. В. Биотехнологические показатели качества спермопродукции быков-производителей в ОАО «Невское» // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 39. С. 144–149.
7. Бойко Е. В., Коропец Л. А. Спермопродуктивность быков-производителей голштинской породы // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3-2. С. 4–8.
8. Четвертакова Е. В. Научно-практическое обоснование методов контроля при совершенствовании генофонда крупного рогатого скота Красноярского края: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.07 / Елена Викторовна Четвертакова. Место защиты: Красноярский государственный аграрный университет. Красноярск, 2015. 32 с.

9. Bharath Kumar B. S., Pandita S., Sharma A., Jadhav V. Regulation of postnatal development of testes and its association with puberty and fertility // *Agricultural Review*. 2015. Vol. 36. Iss. 4. Pp. 339–344. DOI: 10.18805/ag.v36i4.6671.
10. Sabés-Alsina M., Lundeheim N., Johannisson A., López-Béjar M., Morrell M. J. Relationships between climate and sperm quality in dairy bull semen: A retrospective analysis // *Journal of Dairy Science*. 2019. Vol. 102. No. 6. Pp. 5623–5633. DOI: 10.3168/jds.2018-15837.
11. Искандаров Д. В., Багманов М. А., Юсупов С. Р. Породные и сезонно-возрастные особенности качества спермы быков-производителей в ГУП УР «Можгаплем» // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2015. Т. 222 (2). С. 110–115.
12. Голубков А. И., Аджигбеков В. К., Голубков А. А., Мирвалиев Ф. С., Шадрин С. В., Четвертакова Е. В., Попов Ф. В., Сиротинин Е. Г. Воспроизводительная способность быков-спермодоноров разного генеза // *Вестник КрасГАУ*. 2018. № 4. С. 86–93.
13. Malama E., Zeron Y., Janett F., Siuda M., Roth Z., Bollwein H. Use of computer-assisted sperm analysis and flow cytometry to detect seasonal variations of bovine semen quality // *Theriogenology*. 2017. Vol. 87. Pp. 79–90.
14. Staub C., Johnson L. Review: Spermatogenesis in the bull // *Animal*. 2018. Vol. 12:S1. Pp. 27–35. DOI: 10.1017/S1751731118000435.
15. Rahman B. M., Schellander K., Llamas N., Van Soom A. Heat stress responses in spermatozoa: Mechanisms and consequences for cattle fertility // *Theriogenology*. 2018. Vol. 113. Pp. 102–112. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2018.02.012.
16. Абилов А. И., Амерханов Х. А., Корнеенко-Жилиев Ю. А., Пыжова Е. А., Комбарова Н. А., Виноградова И. В., Ёе Э.-Х. Качественные и количественные показатели семени у быков-производителей в зависимости от атмосферного давления в день взятия эякулятов // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т. 52. № 2. С. 314–322. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.2.314rus.

#### Об авторах:

Елена Николаевна Нарышкина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-3421-1653, AuthorID 172436; *selection.76@mail.ru*

<sup>1</sup> Федеральное исследовательское учреждение животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

## Changes in the indicators of own productivity of Holstein bulls depending on the season and age

E. N. Naryshkina<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Federal Science Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Russia

✉ *E-mail: selection.76@mail.ru*

**Abstract. Purpose of research.** To estimate the impact of the season and age of the breeding bulls during the period of sperm collection on the main indicators of the own productivity of Holstein bulls. In studies of these indicators and productivity 229 bulls of Holstein breed have studied the effect of age (year of birth), season of the year, as well as the degree of influence of these factors on the value of indicators of productivity of bulls. **Methods.** Data on the main indicators of own productivity of breeding bulls are analyzed: the volume of ejaculate, the amount and concentration of spermatozoa in 1 ml. The research results were classified by season: winter, spring, summer, and autumn. The values of quantitative indicators of sperm production are given as deviations from the average value for the sample. Statistical analysis was performed using a boxplot diagram with average values and standard deviation ( $\pm\sigma$ ) applied to it. The analysis of variance was performed using the following statistical model:  $y_{ijk} = \mu + \text{age}_j + \text{season}_k + e_{ijk} + s_j$ . Fischer's *F*-test was used to check the significance. **Results.** Regardless of the season, the values of the ejaculate volume and the total number of sperm in the ejaculate increase with age, and the concentration of sperm in 1 ml decreases. In the spring and summer period, 77–83 % and 66–79 % of observations had high values of the indicator volume of ejaculate and the number of spermatozoa in the ejaculate. In the spring and autumn periods, 62–64 % of observations had high values of sperm concentration in the ejaculate. The year of birth of the producer bull and the producer bull itself have a high degree of influence on the indicators of their own productivity: the volume of ejaculate – 14.94 and 18.22 %; the number of sperm in the ejaculate and their concentration – 8.53–27.88 and 4.51–15.82 %, respectively. **Scientific novelty.** The data obtained on the influence factors of season, age of the bull-the manufacturer's figures for their own productivity.

**Keywords:** bull, sperm production, volume of ejaculate, season of the year, age of the bull.

**For citation:** Naryshkina E. N. Izmenenie pokazateley sobstvennoy produktivnosti bykov-proizvoditeley golshtinskoj porody v zavisimosti ot sezona goda i vozrasta [Changes in the indicators of own productivity of Holstein bulls depending on the season and age] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020. Special issue "Biology and biotechnologies". Pp. 40–48. DOI: ... (In Russian.)

**Paper submitted:** 25.10.2020.

## References

1. Seydakhmetov B. S., Moroz T. A., Panferov V. V., Dunin M. I. Otsenka oplodotvoryayushchey sposobnosti spermy bykov-proizvoditeley [Evaluation of the fertilizing capacity of the sperm of breeding bulls] // Zootechniya. 2019. No. 5. P. 12. (In Russian.)
2. Borunova S. M., Iolchiev B. S., Abramov P. N., Badmaev O. E., Tadzhiyeva A. V., Ribchenko A. S., Effektivnyy metod opredeleniya tselostnosti akroso-my spermatozoida u bykov-proizvoditeley [An effective method for determining the integrity of the sperm acrosome in breeding bulls] // Veterinary, Zootechnics and Biotechnology. 2017. No. 4. Pp. 29–34. (In Russian.)
3. Shidlovskiy A. V., Sheleg I. A. Vliyanie vozrasta bykov-proizvoditeley na pokazateli spermy v RUP “Vitebskoe plem-predpriyatie” [Influence of the age of bulls-producers on sperm indicators in RUE “Vitebsk plempredpriyatie”] // Aktual’nye voprosy sel’skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov i magistrantov. 2019. Pp. 199–202. (In Russian.)
4. Murphy E. M., Kelly A. K., O’Meara C., Eivers B., Lonergan P., Fair S. Influence of bull age, ejaculate number, and season of collection on semen production and sperm motility parameters in Holstein Friesian bulls in a commercial artificial insemination centre // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96. Pp. 2408–2418. DOI: 10.1093/jas/sky130.
5. Korneenko-Zhilyaev Yu. A. Fiziologicheskoy i selektsionnyy potentsial vosproizvoditel’nykh funktsiy krupnogo rogatogo skota pod vliyaniem endogennykh i ekzogennykh faktorov: avtoref. dis. ... kand. boil. nauk [Physiological and selection potential of reproductive functions of cattle under the influence of endogenous and exogenous factors: abstract of the dissertation ... candidate of biological sciences: 03.03.01, 06.02.07] / Yuriy A. Korneenko-Zhilyaev. Place of protection: L. K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry]. Dubrovitsy, 2019. 24 p. (In Russian.)
6. Vinogradova N. D., Paderina R. V., Shlyapina M. V. Biotekhnologicheskies pokazateli kachestva spermoproduksii bykov-proizvoditeley v OAO “Nevskoe” [Biotechnological indicators of the quality of sperm production of bulls in JSC “Nevskoe”] // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No. 39. Pp. 144–149. (In Russian.)
7. Boyko E. V., Koropets L. A. Spermoproduktivnost’ bykov-proizvoditeley golshtinskoy porody [Sperm productivity of bulls-producers of Holstein breed] // Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel’skokhozyaystvennoy akademii. 2015. No. 3-2. Pp. 4–8. (In Russian.)
8. Chetvertakova E. V. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie metodov kontrolya pri sovershenstvovanii genofonda krupnogo rogatogo skota Krasnoyarskogo kraya: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk [Scientific and practical justification of control methods for improving the gene pool of cattle in the Krasnoyarsk territory: abstract of the dissertation ... doctor of agricultural sciences: 06.02.07 / Elena V. Chetvertakova. Place of protection: Krasnoyarsk State Agrarian University. Krasnoyarsk, 2015. 32 p. (In Russian.)
9. Bharath Kumar B. S., Pandita S., Sharma A., Jadhav V. Regulation of postnatal development of testes and its association with puberty and fertility // Agricultural Review. 2015. Vol. 36. Iss. 4. Pp. 339–344. DOI: 10.18805/ag.v36i4.6671.
10. Sabés-Alsina M., Lundeheim N., Johannisson A., López-Béjar M., Morrell M. J. Relationships between climate and sperm quality in dairy bull semen: A retrospective analysis // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. No. 6. Pp. 5623–5633. DOI: 10.3168/jds.2018-15837.
11. Iskandarov D. V., Bagmanov M. A., Yusupov S. R. Porodnye i sezonno-vozzrastnye osobennosti kachestva spermy bykov-proizvoditeley v GUP UR “Mozhgaplem” [Pedigree and seasonal-age features of the quality of sperm of bulls-producers in the state unitary enterprise “Mozhgaplem”] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bauman. 2015. Vol. 222 (2). Pp. 110–115. (In Russian.)
12. Golubkov A. I., Adzhibekov V. K., Golubkov A. A., Mirvaliev F. S., Shadrin S. V., Chetvertakova E. V., Popov F. V., Siro-tinin E. G. Vosproizvoditel’naya sposobnost’ bykov-spermodonorov raznogo geneza [Reproductive ability of bulls of different origins spermogonial] // The Bulletin Of KrasGAU. 2018. No. 4. Pp. 86–93. (In Russian.)
13. Malama E., Zeron Y., Janett F., Siuda M., Roth Z., Bollwein H. Use of computer-assisted sperm analysis and flow cytometry to detect seasonal variations of bovine semen quality // Theriogenology. 2017. Vol. 87. Pp. 79–90.
14. Staub C., Johnson L. Review: Spermatogenesis in the bull // Animal. 2018. Vol. 12:S1. Pp. 27–35. DOI: 10.1017/S1751731118000435.
15. Rahman B. M., Schellander K., Llamas N., Van Soom A. Heat stress responses in spermatozoa: Mechanisms and consequences for cattle fertility // Theriogenology. 2018. Vol. 113. Pp. 102–112. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2018.02.012.
16. Abilov A. I., Amerkhanov Kh. A., Korneenko-Zhilyaev Yu. A., Pyzhova E. A., Kombarova N. A., Vinogradova I. V., Ye E.-Kh. Kachestvennyye i kolichestvennyye pokazateli semeni u bykov-proizvoditeley v zavisimosti ot atmosfornogo davleniya v den’ vzyatiya eyakulyatov [Qualitative and quantitative indicators of semen in breeding bulls depending on atmospheric pressure on the day of taking ejaculates] // Agricultural biology. 2017. Vol. 52. No. 2. Pp. 314–322. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.2.314rus. (In Russian.)

## Authors’ information

Elena N. Naryshkina<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-3421-1653, AuthorID 172436; selection.76@mail.ru

<sup>1</sup> Federal Science Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Russia