

Ю. Л. Силюкова, Н. В. Плешанов

Влияние изменения системы содержания на репродуктивную функцию петухов генофондных пород

Аннотация. В материалах представленной статьи отражены результаты исследования, проведенного на базе биоресурсной коллекции «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» ВНИИГРЖ по влиянию стресса на качество спермопродукции петухов генофондных пород 56–58 недель жизни при переводе их из условий группового содержания в индивидуальные клетки. Определена продолжительность адаптационного периода на изменение условий содержания петухов, т.е. проявление иммобилизационного стресса, а также дана оценка возможности использования для искусственного осеменения и криоконсервации их спермы.

В опыте использованы петухи 17 пород разных направлений продуктивности. Критерием отбора петухов для опыта являлась первичная реакция на массаж по методике Burrows W. A., Quinn J. P. Все отобранные самцы давали положительный отклик. Для оценки объема полученных эякулятов и определения показателя активности спермы отобранное поголовье было разделено на две группы: 1-я группа ($n=64$) с живой массой более 3 кг и более (породы: ленинградская золотисто-серая, пушкинская царскосельская, полтавская глинистая, первомайская, орловская ситцевая, узбекская бойцовая, юрловская голосистая, австралорп черный); 2-я группа ($n=25$) с живой массой менее 3 кг (породы: панциревская, кучинская юбилейная, чешская золотистая, курчавая, русская хохлатка, австралорп черно-пестрый, минорка).

Для определения влияния стресса проведено сравнение показателей объема эякулятов в 3 этапа. Полученные результаты дают представление о динамике объема получаемой спермы. Исследуемое поголовье имело объем эякулята от 0,1 мл до 1,1 мл.

Показатель активности спермы пород в 1-ой группе (живая масса > 3 кг) при первой оценке, варьировал от 8,7 до 9,9 балла, а результат активности следующей оценки был уже ниже от 5,9 до 9,1 балла. Рост активности сперматозоидов пришелся на 18–21 день после перевода в индивидуальные клетки. Следующий, 3 этап оценки активности спермы показал стабильный результат от 8,5 до 9,5 баллов, т.е. отобранное поголовье давало спермопродукцию, пригодную для искусственного осеменения. В результате опыта по изучению качественных показателей спермы во 2-ой группе петухов были получены высокие показатели изменчивости C_v от 32,0% до 54,0% на всех этапах, что позволяет предположить низкий порог чувствительности к стрессу на смену системы содержания.

Полученная стрессовая нагрузка при проведении исследования отражается на общем состоянии птицы, влияет на формирование иммунного ответа и, соответственно, снижает показатели репродуктивной функции.

Ключевые слова: птицеводство, сохранение генофонда, искусственное осеменение, сперма, иммобилизационный стресс, породы кур.

Авторы:

Силюкова Юлия Леонидовна — младший научный сотрудник отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов с.-х. птиц; e-mail: svadim33@mail.ru;

Плешанов Николай Вячеславович — научный сотрудник отдела генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных птиц; e-mail: klaus-90@list.ru.

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ им. Л. К. Эрнста», Россия, 196601, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское шоссе, д. 55-а.

Введение. Современное состояние генетического разнообразия пород и популяций кур, находящихся вне ареала промышленного исполь-

зования, вызывает серьезные опасения в плане сохранения аллельного разнообразия. В БРК «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород

кур» ВНИИГРЖ сохраняются 40 пород и популяций при напольной системе содержания с минимально допустимым поголовьем, что обусловлено различными причинами, в том числе и экономическими. В целях же сохранения уникальных комбинаций генов, предотвращения давления инбридинга, а также как страхования от различных эпизоотических ситуаций, необходимо иметь резервный фонд репродуктивного материала, которым может служить банк замороженной спермы [1, 2].

Для формирования такого криобанка в настоящих условиях приходится использовать племенной материал, выращенный и содержащийся при напольной системе содержания. В разработанных методиках по искусственному осеменению кур отбор петухов проводят, начиная с 5–8-недельного возраста по выраженности вторичных половых признаков: гребня и сережек. Петухов рекомендуется содержать в индивидуальных клетках [3, 4, 5]. Разработка методических подходов, позволяющих осуществить использование взрослых петухов, находившихся в условиях напольного группового содержания, для искусственного осеменения, что позволит существенно сэкономить затраты на создание криобанка, так как не требуется отдельное выращивание поголовья петухов только для этих целей.

Цель исследования. Оценить влияние иммобилизационного стресса и определить продолжительность адаптационного периода на качество спермопродукции годовалых петухов генофондных пород при переводе их из условий группового содержания в индивидуальные клетки, а также возможность использования для искусственного осеменения и перспективой криоконсервации их спермы.

Материалы и методы. В опыте использовались петухи ($n=89$) 17 генофондных пород из «Генетической коллекции редких и исчезающих пород кур» ВНИИГРЖ в возрасте 56–58 недель жизни, отобранные из групповых секций, где они содержались при естественном спаривании, и переведенные в индивидуальные клетки. Критерием отбора петухов являлась первичная реакция на массаж по методике Burrows W. A., Quinn J. P., 1935 [6]. Для оценки активности и концентрации спермы отобранное поголовье было разделено на две группы: 1-я группа ($n=64$) с живой массой более 3 кг (породы: ленинградская золотисто-серая, пушкинская царскосельская, полтавская глинистая, первомайская, орловская ситцевая, узбекская бойцовая, юрловская голосистая, австралорп черный); 2-я группа ($n=25$) с живой массой менее 3 кг (породы: панциревская, кучинская юбилейная, чешская золотистая, курчавая, русская хохлатка, ав-

стралорп черно-пестрый, минорка). Оценка качества спермы по концентрации и активности проводилась трижды с помощью светового бинокулярного микроскопа «Микромед 2» вар. 2–20, увеличение 1:150. Объем полученного эякулята измеряли градуированной микропипеткой. Для разбавления нативной спермы использовали разбавитель ВИРГЖ-2. В целях нивелирования полученного стресса от изменения условий содержания, отобранная птица находилась в покое 7–8 дней. Петухи использовались в интенсивном режиме с интервалом 2–3 дня. Состав рациона и нормы кормления, а также параметры микроклимата для самцов при переводе на другую систему содержания, остались прежними с учетом породы. Анализ полученных данных проводили в программе Microsoft Excel [7].

Результаты и их обсуждение. В методических рекомендациях по искусственному осеменению кур дана оценка потенциальной способности молодых петухов: если в течение семи дней петухи не дают сперму на массаж, то и в последующем реагировать не будут. Эта практика разработана для молодых петухов, отобранных в возрасте 5–6 месяцев [3, 4, 5, 8], мы же работали со взрослой птицей, и нестабильную реакцию отнесли к стрессу на изменение условий содержания. Стресс, как фактор, влияет на организм и в целом, и на репродуктивную функцию в частности. Репродуктивная система не принимает непосредственного участия в адаптации к стрессу, но занимая пассивную позицию, временно снижает или приостанавливает свою функцию. Это позволяет организму мобилизовать сэкономленные ресурсы на выживание и формирование защитного механизма системам, обеспечивающим выживание в условиях стресса [9]. Полученные результаты (табл. 1) [10], дают представление о динамике объема получаемой спермы после изменений условий содержания. В 6 из 17 пород (итальянская, чешская золотистая, курчавая, полтавская, пушкинская, первомайская) были определены отдельные особи, объем эякулята которых составил менее 0,05 мл. Особи с малым объемом эякулята одинаково представлены обеих группах. Остальное исследуемое поголовье имело результаты от 0,1 мл до 1,1 мл.

Рисунок 1 дает наглядное представление изменений объемов полученной спермы в среднем по каждой породе, выраженное в процентном отношении от объема, полученного в начале опыта.

Полученными нами результаты подтверждают данные Ferrante V. и др. (2001) о том, что поведенческие реакции стресса (страха) у петухов разного направления продуктивности ярко различимы: петухи яичного типа показывают более высокие уровни изучаемых параметров поведения (напри-

мер, более низкая частота вокализации и движения головы); с другой стороны, мясные петухи показывают значительно меньшую продолжительность тонической неподвижности, что указывает на более низкий уровень страха [11].

Также, вследствие влияния иммобилизационного стресса, значительно снижается уровень тестостерона, а вместе с ним концентрация и активность сперматозоидов [12]. Перевод петухов из напольных секций в индивидуальные клетки на период опыта существенно сказался на ограничении подвижности, что и спровоцировало стресс. Известно, что стрессовая нагрузка при проведении исследования отражается на общем состоя-

нии птицы, влияет на формирование иммунного ответа и, соответственно, снижает показатели продуктивности [13]. Полученные цифры результатов опыта, представленные в таблице 2 по показателю активности спермы пород с живой массой >3 кг: ленинградская золотисто-серая, пушкинская, царскосельская, орловская ситцевая, юрловская голосистая, австралорп черный, на 1 этапе варьировали от 8,7 до 9,9 балла, а результат активности следующего этапа был уже ниже — от 5,9 до 9,1 балла. Рост активности сперматозоидов пришелся на 18–21 день смены системы содержания. Следующий, 3 этап оценки активности спермы показал стабильный результат — от 8,5 до 9,5 баллов, т.е. все отобранное поголовье давало спермопродукцию, пригодную для искусственного осеменения. Таким образом, можно предположить, что у пород с различной живой массой иммобилизационный стресс развивается к 7–8 дню смены системы содержания и его продолжительность составила 10–14 дней (рис. 2).

Полученные показатели активности спермы петухов первой группы, имеющих живую массу > 3 кг, таких пород как, ленинградская золотисто-серая, пушкинская, царскосельская, полтавская глинистая, первомайская, орловская ситцевая, узбекская бойцовая, юрловская голосистая, австралорп черный, четко



Рис. 1. Динамика изменения объема эякулята в %, от первоначальных показателей

Таблица 1. Объем эякулята, полученный от петухов генофондных пород в течение исследования

Порода	V эякулята, мл		
	1 этап*	2 этап*	3 этап*
Панциревская	0,4	0,1	0,3
Итальянская	0,35	0,2	0,3
Кучинская юбилейная	0,7	0,6	0,6
Чешская золотистая	0,1	0,1	0,2
Царскосельская	0,5	0,4	0,6
Курчавая	0,4	0,3	0,3
Полтавская глинистая	0,4	0,5	0,6
Орловская ситцевая	0,5	0,4	0,5
Ленинградская золотисто-серая	0,6	0,5	0,5
Русская хохлатка	0,6	0,2	0,5
Пушкинская	0,3	0,4	0,3
Узбекская бойцовая	0,4	0,2	0,3
Юрловская голосистая	0,5	0,2	0,3
Австралорп черный/ черно-пестрый	0,7	0,5	0,6
Минорка	0,5	0,2	0,3
Первомайская	0,5	0,6	0,5

*временные интервалы между этапами составляли от 5 до 7 дней

указывают о влиянии иммобилизационного стресса на качество спермопродукции, что позволит в последующем, учитывая стрессовый фактор, разработать более эффективную модель использования взрослых петухов для получения спермопродукции.

В результате опыта по изучению качественных показателей спермы во 2-ой группе петухов с живой массой 3 кг и менее были получены высокие показатели изменчивости на всех этапах. Показатель активности сперматозоидов: 1 этап — варьировал от 9,5 до 5,2 баллов; 2 этап — от 8,8 до 6,0 баллов; 3 этап — от 9,0 до 4,5 баллов. Эта группа петухов имела значения по концентрации спермиев при визуальной оценке у 36% поголовья — «густая», у 12% поголовья — «густая-средняя», у 48% поголовья — «средняя» и у 4% поголовья — «редкая». Приведенные показатели, подтверждают предположение о существенном влиянии стресса на качество спермы, т.е. ее активности и концентрации, как фактора, который следует учитывать при разработке методики использования петухов 56–58 недель жизни для получения спермопродукции.

Приведенные данные (табл. 3) отражают процесс изменения показателя активности спермы на протяжении всего опытного периода. В 1-ой группе наблюдается стабили-

зация величины коэффициента изменчивости (CV), к 3 этапу она составила 4,7% — это значительно меньше коэффициента изменчивости значения (CV) 2-ой группы — 43,7%, что отражает большой разброс изменчивости в этой группе. Показатели активности спермы петухов 1-ой группы определенно выше, чем 2-ой группы, что говорит о более высокой устойчивости к стрессу птицы этих пород, чем у петухов 2-ой группы.

Видимо, особенности нервной системы у легких пород кур таковы, что реакция возбуждения преобладает над реакцией торможения [8] и требует иного, чем у более тяжелых пород, подхода к режиму использования этих петухов и, определенно, более продолжительного периода адаптации к иммобилизационному стрессу. Возможно, для петухов таких пород необходимо разработать отдельный алгоритм выхода из стресса и стимуляции сперматогенеза.

Заключение. На основании проведенных исследований по влиянию иммобилизационного стресса на показатели спермопродукции петухов гено-



Рис. 2. Режим использования петухов 56–58 недели жизни

Таблица 2. Показатели активности спермы петухов пород с живой массой от 3 кг и выше

№ п/п	Порода	Кол-во гол.	Активность, балл					
			1 этап		2 этап		3 этап	
			Ср. знач.	CV, %	Ср. знач.	CV, %	Ср. знач.	CV, %
1	Ленинградская золотисто-серая	12	8,8±0,4	16,3	7,0±1,0	50,2	8,5±0,8	31,7
2	Пушкинская	5	9,5±0,0	0,0	8,6±0,2	6,4	9,0±0,2	5,6
3	Царскосельская	12	8,7±0,4	15,7	8,3±0,8	32,2	8,9±0,3	10,6
4	Полтавская глинистая	5	5,6±2,3	91,4	7,3±1,8	56,0	9,3±0,2	4,8
5	Первомайская	4	6,4±2,1	67,0	9,1±0,4	8,2	9,3±0,1	3,1
6	Орловская ситцевая	13	9,9±0,1	3,5	5,9±1,2	72,2	8,2±0,5	21,1
7	Узбекская бойцовая	5	5,6±2,3	91,4	9,0±0,1	3,6	9,3±0,1	2,9
8	Юрловская голосистая	5	9,5±0,0	0,0	7,1±1,8	56,0	9,0±0,3	7,9
9	Австралорп черный	3	9,0±0,9	5,6	8,7±0,4	8,8	9,5±0,0	0,0
ИТОГО по породам		64	8,1± 0,6	21,4	7,9± 0,4	14,0	9,0± 0,1	4,7

Таблица 3. Сравнение показателей активности спермы петухов пород с разной живой массой

№ п/п	Порода	Кол-во гол.	Активность, балл					
			1 этап		2 этап		3 этап	
			Ср. знач.	CV, %	Ср. знач.	CV, %	Ср. знач.	CV, %
1	Петухи с живой массой более 3 кг	64	8,1± 0,6	21,4	7,9± 0,4	14,0	9,0± 0,1	4,7
2	Петухи с живой массой менее 3 кг	25	7,8± 0,5	32,9	6,6± 0,7	53,8	7,4± 0,7	43,7

фондных пород предложена схема достижения состояния резистентности по отношению к полученному стрессу продолжительностью 21 день. Использование данной схемы обеспечивает получение качественных показателей спермопродукции для петухов пород с живой массой > 3 кг: активность — 7,4–9,0 балла, восстановление объема эякулята до 75–100% за 10–14 дней после смены системы содержания.

Предложенная схема режима использования петухов 56–58 недель жизни для получения качественной спермопродукции, может быть использована в генофондных хозяйствах для проведения дополнительного осеменения при интенсивном давлении инбридинга в малочисленных породах и популяциях, а также криоконсервации спермы в целях сохранения генетического разнообразия малочисленных пород.

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № АААА-А18-118021590132-9

Литература

1. Фисинин В. И. Криоконсервация мужских половых клеток как метод сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственной птицы / В. И. Фисинин, В. А. Багиров, Н. А. Волкова, Н. А. Зиновьева, Я. С. Ройтер, М. А. Жилинский // Достижения науки и техники АПК. — 2012. — № 8. — С. 65–68.
2. Белоглазова Е. В. Возрастная динамика сперматогенеза у петухов в связи с оптимизацией биоинженерных манипуляций / Е. В. Белоглазова, Т. О. Котова, Н. А. Волкова, Л. А. Волкова, Н. А. Зиновьева, Л. К. Эрнст // Сельскохозяйственная биология. — 2011. — № 6. — С. 60–64.
3. Попов И. И., Тур Б. К., Мавродина Т. Г., Давтян А. Д., Ройтер Я. С. Вопросы искусственного осеменения домашних птиц. — Методические рекомендации. — СПб-Пушкин. — 2000. — 71 с.
4. Целютин К. В., Тур Б. К. Искусственное осеменение и криоконсервация спермы (петухи, индюки, гусаки, селезни). — СПб. — Павел ВОГ. — 2013. — 85 с.
5. Тур Б. К. Половая активность петухов мясных линий и их воспроизводительные способности при искусственно осеменении кур / Б. К. Тур // Бюллетень Государственного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных. — 1976. — № 18. — С. 33–37.
6. Burrows W. A. The method of obtaining spermatozoa from the domestic fowl / W. A. Burrows, J. P. Quinn // Poultry Science. — 1935. — Vol. 14(4). — P. 251–254.
7. Лебедько Е. Я., Хохлов А. М., Барановский, Д. И., Гетманец О. М. Биометрия в MS Excel — СПб.: Издательство «Лань». — 2018. — 172 с.
8. Попов И. И. Оценка и отбор петухов по реакции на массаж и качеству спермопродукции при искусственном осеменении кур / И. И. Попов, И. О. Булавенко // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. — 2018. — № 1. — С. 118–124.
9. Татарчук Т. Ф. Стресс и репродуктивная функция женщины / Т. Ф. Татарчук // Эндокринная гинекология. — 2006. — № 3(5). — С. 2–9.
10. Плешанов Н. В. Перспектива использования петухов при групповом разведении для искусственного осеменения кур / Плешанов Н. В., Силукова Ю. Л. // Генетика и разведение животных. — 2018. — № 3. — с. 83–86.
11. Ferrante V. Behavioural reactions, semen quality and testosterone levels in cocks: genetic implications / V. Ferrante, M. Verga, M. Mangiagalli, C. Carenzi // Anim Welf. — 2001. — № 10. — P. 269–279.
12. Потемина Т. Е. Сравнительные эколого-физиологические особенности мужской репродуктивной системы в условиях стрессогенного напряжения. — Автореф. — Москва. — 2007. — 35 с.
13. Кавтарашвили А. Ш. Физиология и продуктивность птицы при стрессе / А. Ш. Кавтарашвили, Т. Н. Колокольникова // Сельскохозяйственная биология. — 2010. — № 4. — С. 25–37.

Silyukova Y., Pleshanov N.

The impact of changes in the content system on the reproductive function of one-year-old roosters

Abstract. The article reflects the results of the study on the effect of stress (changing the conditions of roosters' keeping: from floor sistem to individual cages) on the sperm quality of males from the bioresource collection «Collection of the Rare and Vanishing Chicken Breeds» (RRIFAGB). In the experience were used roosters 56–58 weeks of age.

The duration of the adaptation period to changing conditions (immobilization stress) was determined. Males were evaluated for suitability to artificial insemination and their sperm cryoconservation.

The experiment were used roosters 17 breeds. The criterion for selecting cocks for the experiment was the primary response to massage according to the method of Burrows W. A., Quinn J. P., all selected individuals gave a positive response. For eye sperm evaluation, the selected poultry flock was divided into two groups: the 1st group (n=64) with a live weight ≥ 3 kg and more (breeds: Leningrad golden-gray, Pushkinskaya, Tsarskoselsky, Poltava clay, Pervomai Light, Orloff Mille Fleur, Uzbek Game, Yurlov Kräher, Australorp black); Group 2 (n=25) with a live weight < 3 kg (breeds: Pantsirev Black, Kuchino Jubilee, Czech golden, Frizzle, Russian Crested, Black Speckled Australorp, Minorca).

To determine the effect of stress, ejaculate volume were compared in 3 steps. Obtained results reflected the dynamics of ejaculate volume. The test population had a ejaculate volume from 0.1 ml to 1.1 ml.

Sperm activity of the breeds in the 1st group (live weight ≥ 3 kg) at the 1st assessment varied from 8.7 to 9.9 scores. Sperm activity at the 2nd assessment was lower: from 5.9 to 9.1 scores. The increasing of sperm activity come at 18–21 days after cocks transfer to individual cages. The next, the 3rd assessment of evaluation of sperm activity showed a stable result from 8.5 to 9.5. As a result of the experience on the study of quality indicators of sperm in the 2nd group of roosters, high variability indicators were obtained at all steps (Cv) of 32.0–54.0%, which suggests a low threshold of sensitivity to stress (high stress ability) to changing the poultry keeping system.

The received stress loading during the study affects the general condition of the poultry. As known, it influences the formation of the immune response and reduces reproductive function.

Key words: poultry breeding, gene pool preservation, artificial insemination, sperm, immobilization stress, chicken breeds.

Authors:

Silyukova Y. — Junior research scientist of the Department of poultry genetics, breeding and gene pool preservation; e-mail: svadim33@mail.ru

Pleshanov N. — Research scientist of the Department of poultry genetics, breeding and gene pool preservation; e-mail: klaus-90@list.ru

Russian research institute of farm animal genetics and breeding — branch of the L. K. Ernst Federal science center for animal husbandry, Russia, 196601, St.Petersburg, Pushkin, Moscovskoe sh., 55-a.

References

1. Fisinin V. I. The cryoconservation of mail generative cells as the method of preservation of genetic recourses in poultry / V. I. Fisinin, V. A. Bagirov, N. A. Volkova, N. A. Zinov'eva, YA. S. Rojter, M. A. ZHilinskij // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2012. — № 8. — P. 65–68.
2. Beloglazova Ye. V. Age-related dynamics of spermatogenesis in roosters due to optimization of bioengineering manipulations / Ye. V. Beloglazova, T. O. Kotova, N. A. Volkova, L. A. Volkova, N. A. Zinov'yeva, L. K. Ernst // Agricultural Biology. — 2011. — № 6. — P. 60–64.
3. Popov I. I., Tur B. K., Mavrodina T. G., Davtyan A. D., Rojter YA. S. Questions of artificial insemination of domestic birds. — Metodicheskie rekomendacii. — SPb-Pushkin. — 2000. — 71 p.
4. Celyutin K.V., Tur B.K. Artificial insemination and cryopreservation of sperm (cocks, turkeys, geese, drakes). — SPb. — Pavel VOG. — 2013. — 85 p.
5. Tur B. K. Sexual Activity of Roosters of Meat Lines and Their Reproductive Abilities in Artificial Insemination of Chickens / B. K. Tur // Byulleten' Gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut genetiki i razvedeniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. — 1976. — № 18. — P. 33–37.
6. Burrows W. A., The method of obtaining spermatozoa from the domestic fowl / W. A. Burrows, J. P. Quinn // Poultry Science. — 1935. — Vol. 14(4). — P. 251–254.
7. Lebedko E. Ya., Khokhlov A. M., Baranovsky D. I., Getmanets O. M. Biometrics in MS Excel — SPb.: Lan publishing house. — 2018. — 172 p.
8. Popov I. I. Evaluation and selection of males according to the reaction to massage and the quality of sperm production with artificial insemination of chickens / I. I. Popov, I. O. Bulavenko // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. — 2018. — № 1. — P. 118–124.
9. Tatarchuk T. F. Stress and reproductive function of women / T. F. Tatarchuk // Endocrine gynecology. — 2006. — № 3 (5).
10. Pleshanov N. The perspective of using cocks with group breeding for artificial insemination of hens / N. Pleshanov, Y. Silyukova / Genetika i razvedenie zhivotnih. — 2018. — № 3. — P. 83–86.
11. Ferrante V. Behavioural reactions, semen quality and testosterone levels in cocks: genetic implications / V. Ferrante, M. Verga, M. Mangiagalli, C. Carenzi // Anim Welf. — 2001. — № 10. — P. 269–279.
12. Potemina I. E. Comparative ecological and physiological features of the male reproductive system in conditions of stress. — Author. — Moscow. — 2007. — 35 p.
13. Kavtarashvili A. Sh. Physiology and efficiency of the bird at the stress / A. Sh. Kavtarashvili, T. N. Kollokol'nikova // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. — 2010. — № 4. — P. 25–37.