

УДК 575.21+575.22:636.4

ЗАВИСИМОСТЬ СПОСОБНОСТИ К ДОМИНИРОВАНИЮ САМЦОВ ВОДЯНОЙ ПОЛЁВКИ *ARVICOLA AMPHIBIOUS* L. ОТ ВЕЛИЧИНЫ ПОМЁТА ПРИ РОЖДЕНИИ

¹Г.Г. Назарова, доктор биологических наук

¹Л.П. Проскурняк, младший научный сотрудник

²М.О. Петрова, магистрант

^{2*}С.П. Князев, кандидат биологических наук

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН,
Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
E-mail: knyser@rambler.ru

Ключевые слова: водяная полёвка, социальное поведение, социальный статус, диадный тест, агрессивность, доминирование

Реферат. По сведениям литературы, агрессивность самцов водяной полёвки (*Arvicola amphibious* L., Rodentia, Cricetinae) зависит от сезона года и численности популяций. Вклад онтогенетических факторов в формирование агрессивного поведения не изучен. Нами проведены исследования влияния условий раннего постнатального развития на агрессивное поведение самцов водяной полёвки во взрослом состоянии и склонность к социальному доминированию широко апробированным методом – диадных тестов – в условиях вивария Института систематики и экологии животных СО РАН. Для оценки агрессивности разные авторы применяют диадные тесты различной продолжительности, от 5 до 30 мин, при этом в литературе отсутствует информация о целесообразности той или иной продолжительности теста. Она необходима для планирования экспериментов и разработки дизайнов тестов. В круглую арену диаметром 50 см попарно ссаживали самцов, затем в течение 10 мин проводили видеосъемку для регистрации поведения животных. В каждом тесте оценивали агрессивное и миролюбивое поведение зверьков в первую и во вторую половины теста для определения оптимальной продолжительности тестирования, достаточной для надежного определения уровня агрессивности и социального ранга животных. Результаты показали, что между поведением в первые и во вторые 5 мин 10-минутных тестов имеется достоверная положительная корреляция. Полученные данные свидетельствуют, что информация о поведении зверьков в первые 5 мин теста достаточна для оценки индивидуальных поведенческих особенностей особей в межсамцовых взаимодействиях. Результаты анализа склонности к социальному доминированию самцов с учётом условий их раннего постнатального развития показали, что с увеличением величины помётов, в которых родились и воспитывались тестируемые самцы, доля особей, получивших ранг доминанта, повышается.

RELATION BETWEEN WATER VOLE *ARVICOLA AMPHIBIOUS* L. MALES AND LITTER

¹Nazarova G.G., Dr. of Biological Sc.

¹Proskurniak L.P., Junior Research Fellow

²Petrova M.O., MSc-student

^{2*}Kniazhev S.P., Candidate of Biology

¹Institute of Systematics and Ecology of Animals SD RAS, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: water vole, social behavior, social status, dyad test, aggression, dominance.

Abstract. Aggression of water vole males (*Arvicola amphibious* L., Rodentia, Cricetinae) depends on the season and the number of populations. The impact caused by ontogenetic factors in aggressive behavior is not investigated. The authors explored the influence of conditions of early post-natal development on aggressive behavior of water vole males and the tendency to social dominance in the conditions of the Institute of Systematics and Ecology of Animals SD RAS. The researchers used dyad tests of 5-30 minutes for the

experiment. The authors outline that there is no proof in scientific literature about the essence of any test duration. It is necessary for planning the experiment and design the test. The researchers placed water vole males in the space of 50 sm and recorded them during 10 minutes in order to register their behavior. They assessed aggressive and positive behavior of the animals in both parts of the experiment in order to define the appropriate test duration that would be sufficient for defining the degree of aggression and social rank of the animals. The authors observed positive correlation between animals' behavior in first 5 and 10 minutes of the test. The authors make conclusion that data received in first 5 minutes of the test is sufficient for assessment of individual behavior of males' interaction. The analysis results about the tendency of the water vole males to social dominance have shown that higher litter contributes to higher number of dominant males.

Водяная полёвка, *Arvicola amphibius* L. (Rodentia, Cricetinae), широко распространена в Европе и Азии. Она является важным элементом биоценоза и массовым вредителем полевых культур, древесной растительности и пастбищ. В Германии, например, 21–100% яблоневых садов повреждаются водяной полёвкой [1], при этом финансовые потери достигают 20 млн евро в год. Ущерб, причиняемый этими зверьками лесному хозяйству, оценивается там же в 1,41 млн евро ежегодно [2]. Особенно существенный вред водяная полёвка наносит всем культурам, возделываемым в поймах рек и в непосредственной близости от водоёмов. Вредит она также на пастбищах и сенокосах, в питомниках, на огородах и в местах хранения овощной продукции [3, 4]. Водяная полёвка – переносчик туляремии, омской геморрагической лихорадки, лептоспироза и других трансмиссивных заболеваний [3, 4].

В подтаежной и лесостепной зоне Западной Сибири численность водяной полёвки зависит от гидрологических условий и подвержена выраженным многолетним колебаниям. В период размножения (апрель – август) полёвки занимают околоводные станции и питаются гидрофильной растительностью. Индивидуальные участки самцов имеют большую площадь, чем относительно обособленные территории самок, взаимно перекрываются между собой и с участками одной или нескольких самок [4]. Для маркировки территории самцы устраивают туалеты. Весной в моче самцов увеличивается содержание феромон-связывающего белка, с помощью которого они маркируют свои участки [3]. Во второй половине лета и осенью зверьки переселяются на луговые станции, где устраивают норы, в которых живут одиночно, запасают корм и перезимовывают [5], а весной сменяют зимовочные станции на околоводные и пойменные.

Индивидуальное и социальное поведение самцов связано с сезоном года [6] и фазой популяционного цикла [7]. В период размножения конкуренция

между самцами за доступ к самкам сопровождается возрастанием уровня ранений. Самцы устанавливают между собой иерархические социальные отношения с помощью проявлений внутривидовой агрессии. При этом социальный ранг самцов положительно связан с массой органов их репродуктивной системы. Масса семенников и семенных пузырьков у агрессивных самцов выше, чем у миролюбивых [8]. Результаты полевых и лабораторных исследований свидетельствуют, что самцы-доминанты (более агрессивные) более успешны в размножении, чем субординанты (миролюбивые, уступающие агрессивным в иерархических отношениях) [9]. Интересен факт, что в фазу спада численности самцы темно-бурой окраски более агрессивны, чем бурые и черные [10].

Влияние условий раннего развития на формирование социального поведения самцов водяной полёвки не изучено. Согласно исследованиям последних лет, от качества материнского ухода, достатка пищевых ресурсов, sibсового окружения зависят эмоциональность, физическая активность, тревожность, агрессивность, когнитивные способности многих видов млекопитающих во взрослом состоянии [11]. У многоплодных млекопитающих время нахождения матери в гнезде, частота вылизывания ею детенышей находятся в обратной зависимости от величины помета [12]. У грызунов затраты на репродукцию растут с увеличением плодовитости, в связи с чем самки увеличивают потребление корма, но из-за существования физиологических ограничений возможности ассимиляции и передачи энергии потомству [13] масса детенышей отрицательно связана с величиной помета [14–16]. У водяной полёвки масса детенышей повышается с приростом жировых запасов, накапливаемых самками в период беременности [10, 17]. С величиной помета связан половой состав: в больших пометах преобладают самцы, в малых – самки [18]. До сих пор не исследовано, связана ли способность к социальному доминированию поло-

возрелых самцов водяной полёвки с условиями их раннего развития [19–24].

Это определило цель работы – проанализировать связь между склонностью к социальному доминированию, определяемой в диадных тестах на нейтральной арене, живой массой тестируемых самцов водяной полёвки и величиной пометов, в которых они были рождены и воспитывались.

Следует отметить, что разные авторы используют различную продолжительность тестирования самцов водяной полёвки при их попарном ссаживании на нейтральной территории: 30 мин [8], 10 мин [15], 5 мин [7]. При этом специального исследования вопроса о значении длительности диадного теста для корректной оценки частоты актов социального поведения и способности самцов к социальному доминированию ранее не проводилось. В связи с этим нами была поставлена также задача оценить поведение самцов в первую и вторую половину 10-минутного диадного теста и выяснить, коррелируют ли результаты, полученные в разные половины тестов. Мы выбрали именно такую длительность теста, так как, наблюдая за социальным поведением самцов более длительное время, заметили, что после 7–10 мин диадного теста самцы быстро привыкают друг к другу и перестают ярко демонстрировать поведенческие акты на арене. Меньшее же время не соответствовало поставленной задаче исследования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования явились половозрелые самцы водяных полёвок, родившиеся в виварии ИСиЭЖ СО РАН в 2014–2016 гг. Их поведение изучали в диадных тестах в январе – феврале 2017 г. Животных содержали индивидуально, в клетках с сеном в качестве подстилки (размером 48 x 25 x 25 см) при температуре 18–25 °С, естественном световом режиме, свободном доступе к воде и корму (морковь, зелень, распаренные злаки) [25].

Тесты проводили в одно и то же время суток: двух самцов полёвок помещали в предварительно обработанную 70%-м спиртом круглую арену диаметром 50 см, разделенную перегородкой на две равные части. Через 5 мин перегородку поднимали и вели видеозапись в течение 10 мин. При последующем просмотре подсчитывали число актов поведения, инициированных каждым самцом в первые и во вторые 5 мин 10-минутного теста.

Учитывали назо-назальные, назо-генитальные, назо-бодальные обнюхивания, прибли-

жение к партнеру, избегание контактов, оборонительные стойки, агрессивные выпады, атаки, драки, стук зубами, замирание, биение хвостом, близкие телесные контакты.

К агрессивным актам относили следующие: агрессивный выпад, атака, драка, стук зубами, расчесывание боковых желез и биение хвостом. На рис. 1 представлен пример агрессивного акта в диадном тесте.



Рис. 1. Пример агрессивного поведения самцов водяной полёвки

The example of aggressive behavior of water vole males

К ознакомительным актам относили назо-назальные, назо-генитальные и назо-бодальные обнюхивания, а также приближение к партнеру [11]. На рис. 2 представлен пример ознакомительного поведенческого акта в процессе тестирования.



Рис. 2. Пример ознакомительного поведения самцов водяной полёвки

The example of familiarizing behavior of water vole males

Ранг доминанта присваивали в тестируемой паре тому самцу, который продемонстрировал большее число агрессивных актов, а его оппонен-

ту – ранг субординанта [26]. Всего проведено 18 диадных тестов, в которых протестировали 36 половозрелых самцов в возрасте 1–3 года.

Несомненно, что о социальном поведении того или иного животного невозможно судить по отдельным поведенческим актам [10]. Адекватную характеристику поведения представляет комплекс связанных элементов поведения.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistika 6.1. Для оценки связи между поведенческими признаками использовали ранговый корреляционный анализ. Для сравнения долей применяли метод хи-квадрат, для определения достоверности различий – критерий Стьюдента. Уровень статистической значимости $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После обработки результатов диадных тестов провели анализ зависимости социального поведения самцов от продолжительности теста.

Коэффициенты корреляции Спирмена между числом поведенческих актов, продемонстрированных в первые и вторые 5 мин 10-минутного теста, составили для элементов поведения:

Назо-назального обнюхивания	+0,70 ***
Назо-генитального обнюхивания	+0,81 ***
Назо-бодального обнюхивания	+0,71 ***
Приближения	+0,80 ***
Избегания	+0,67 ***
Оборонительной стойки	+0,77 ***
Выпада	+0,64 ***
Атаки	+0,63 ***
Драки	+0,64 ***
Стука зубами	+0,64 ***
Замирания	+0,53 **
Расчесывания боковых желез	+0,40 *
Бисения хвостом	+0,69 ***

Все коэффициенты корреляции были статистически значимы (* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$), что указывает на возможность получения совпадающих результатов при проведении диадных тестов длительностью как 5, так и 10 мин. Полученный результат важен для обсуждения полученных результатов, сравнения их с литературными сведениями и планирования дизайнов следующих экспериментов.

Наши данные показывают равную информативность тестов продолжительностью и 5, и 10 мин. Это позволяет считать результаты иссле-

дования поведения пар самцов в течение 5 мин диадного теста адекватно информативными для определения социального статуса доминанта или субординанта.

Также проанализирована величина помётов, в которых родились исследованные самцы, в связи с их живой массой на период тестирования и определенным социальным статусом. В таблице приведены показатели многочисленности помётов, в которых родились исследованные самцы, число тестируемых самцов в каждой из выделенных по размеру помёта групп и доля доминантов среди них.

Доля самцов-доминантов в зависимости
от величины помётов, в которых они родились
The part of dominant males in relation to amount
of litter when they were born

Величина помёта	Число самцов	Доля доминантов, %
4 и меньше	8	0
5	13	61,54
6	10	40,00
7	5	60,00
		$\chi^2 = 8,53$, $df = 3$, $P < 0,05$

Анализ результатов, представленных в таблице, свидетельствует о статистически достоверной связи между способностью самцов водяной полёвки к социальному доминированию и величиной помётов, в которых они родились: $\chi^2 = 8,53$, $df = 3$, $P < 0,05$. Самцы из больших помётов (с пятью и более детенышами) чаще становились доминантами, чем из малых (с четырьмя и менее детенышами). Средняя величина помёта при рождении у доминантов – $5,67 \pm 0,21$, у субординантов – $4,76 \pm 0,33$ ($t = 2,10$, $df = 34$, $P < 0,05$).

Не выявлено достоверных различий между средней живой массой самцов-доминантов ($99,43 \pm 9,03$ г) и средней массой самцов-субординантов ($107,45 \pm 7,88$ г).

Таким образом, результаты проведенных экспериментов с использованием диадных тестов, выполненных в условиях вивария в конце зимнего периода, накануне начала сезона размножения, показали, что для определения социального статуса половозрелых самцов водяной полёвки 5-минутная продолжительность диадных тестов является обоснованной и информативной. Выяснено также, что величина помётов, в которых родились и выращивались эти самцы, обуславливает

в дальнейшем их склонность к социальному доминированию.

ВЫВОДЫ

1. Для оценки социального поведения самцов водяной полёвки и их способности к доминированию достаточно проводить диадный тест длительностью 5 мин, так как их поведение устойчиво на протяжении и более длительного теста: частоты различных поведенческих актов, зарегистриро-

ванных в первые 5 мин, положительно коррелируют с оцененными в следующие 5 мин 10-минутного теста.

2. Не выявлено достоверных различий между склонностью к доминированию у самцов с разной массой тела.

3. Склонность самцов водяной полёвки к социальному доминированию зависит от величины помётов, в которых они родились: особи из больших помётов чаще становятся доминантами, чем из малых.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *How expensive is vole damage?* / B. Walther, O. Fülling, J. Malevez, H.-J. Pelz // Int. Conf. on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, 18–20 Feb. 2008, Weinsberg. – 2008. – P. 330–335.
2. *Jacob J., Tkadlec E.* Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage // In: *Rodent Outbreaks – Ecology and Impacts* / G.R. Singleton, S. Belmain, P.R. Brown, B. Hardy (eds.). International Rice Research Institute. – Los Banos, Philippines, 2010. – P. 207–223.
3. *Влияние гидрологических условий на внутривидовую конкуренцию, структуру поселений и воспроизводство у водяной полёвки Arvicola terrestris* / В. Ю. Музыка, Г. Г. Назарова, М. А. Потапов [и др.] // Сиб. экол. журн. – 2010. – № 5. – С. 827–833.
4. *Назарова Г. Г., Проскурняк Л. П.* Содержание белка в моче самцов и самок водяной полёвки в период весеннего роста и полового созревания // Журн. эволюцион. биохимии и физиологии. – 2012. – Т. 48, № 6. – С. 593–596.
5. *Водяная полёвка. Образ вида* / П. А. Пантелеев (ред.). – М.: Наука, 2001. – 527 с.
6. *The effect of winter food stores on body mass and winter survival of water voles, Arvicola terrestris, in Western Siberia: the implications for population dynamics* / M.A. Potapov, V.G. Rogov, L.E. Ovchinnikova [et al.] // Folia Zool. – 2004. – Vol. 53 (1). – P. 37–46.
7. *Социальное поведение самцов водяной полёвки Arvicola amphibius L. в зимний и весенний сезоны* / Г. Г. Назарова, С. П. Князев, К. И. Старченко, А. В. Ульшина // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 3 (40). – С. 84–91.
8. *Евсиков В. И., Назарова Г. Г., Потапов М. А.* Генетико-экологический мониторинг циклирующей популяции водяной полёвки (*Arvicola terrestris* L.) на юге Западной Сибири // Генетика. – 1997. – Т. 33, № 8. – С. 1133–1143.
9. *Плюснин Ю. М., Евсиков В. И., Потапов М. А.* Изменение этологической структуры популяции водяной полёвки в динамике численности // Экология популяций. – М., 1988. – Ч. 1. – С. 142–144.
10. *Исаева Э. В., Князев С. П., Назарова Г. Г.* Масса органов репродуктивной системы у половозрелых самцов водяной полёвки разного социального статуса // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22). – С. 53–57.
11. *Cox K. H., So N. L. T., Rissman E. F.* Toward understanding how early-life social experiences alter oxytocin- and vasopressin-regulated social behaviors // Horm Behav. – 2013. – Vol. 61. – P. 304–312.
12. *Litter size affects emotionality in adult male rats* / E. Dimitsantos, R. M. Escorihuela, S. Fuentes [et al.] // Physiology & Behavior. – 2007. – Vol. 92. – P. 708–716.
13. *Sikes R. S.* Unit pricing: economics and the evolution of litter size // Evol. Ecol. – 1998. – Vol. 12. – P. 179–190.
14. *Евсиков В. И., Назарова Г. Г., Потапов М. А.* Половой отбор и роль внутрисемейных отношений в реализации адаптивного потенциала млекопитающих // Успехи современной биологии. – 2014. – Т. 134, № 4. – С. 323–338.
15. *Миролюбивое и агрессивное поведение как факторы формирования видоспецифических семейно-групповых отношений у грызунов* / М. А. Потапов, П. А. Задубровский, И. В. Задубровская [и др.] // Докл. Акад. наук. – 2014. – Т. 454, № 4. – С. 491.

16. Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Влияние метаболических ресурсов в период беременности у водяной полевки (*Arvicola terrestris* L.) на вторичное соотношение полов // Зоол. журн. – 2004. – Т. 83, № 12. – С. 1488–1494.
17. Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Наследуемая по материнской линии способность накапливать жировые резервы в период беременности повышает жизнеспособность и репродуктивный потенциал дочерей (на примере водяной полевки, *Arvicola amphibius*) // Докл. Акад. наук. – 2012. – Т. 445, № 6. – С. 704.
18. Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Влияние физического состояния матери в период беременности и лактации на постнатальный рост и репродуктивный успех потомков у водяной полевки (*Arvicola terrestris* L.) // Онтогенез. – 2008. – Т. 39, № 2. – С. 125–133.
19. Южик Е.И., Проскурняк Л.П., Назарова Г.Г. Динамика морфофизиологических показателей самок водяной полевки (*Arvicola amphibius* L.) в период беременности // Журн. эволюцион. биохимии и физиологии. – 2013. – Т. 49, № 4. – С. 290–295.
20. Генетические компоненты массы новорождённых у двух видов многоплодных млекопитающих / Г.Г. Назарова, Л.П. Проскурняк, С.П. Князев, С.В. Никитин // Научное обозрение. – 2015. – № 20 (октябрь). – С. 26–36.
21. Никитин С.В., Князев С.П., Ермолаев В.И. Вариация массы новорожденной особи у домашних свиней и процесс адаптации // Вавилов. журн. генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 263–278.
22. Nazarova G. G., Knyazev S. P., Nikitin S. V. A comparative study on the genetic basis of birth weight in Water Vole and Domestic Pig // Modern Achievements in Population, Evolutionary, and Ecological Genetics: International Symposium. Vladivostok – Vostok Marine Station, September 1–10, 2015: Program and Abstracts. – Vladivostok, 2015. – P. 46.
23. Южик Е.И., Проскурняк Л.П., Назарова Г.Г. Корреляции репродуктивных показателей самок водяной полевки (*Arvicola amphibius*) с морфометрическими и гормональными характеристиками // Журн. эволюцион. биохимии и физиологии. – 2015. – Т. 51, № 2. – С. 122–126.
24. Nazarova G. G. Influence of seasonal, ontogenic and genetic factors on variability of life span in male and female water vole (*Arvicola amphibius*) // Genetics of Aging and Longevity: Abstracts of reports of 2nd International Conference. – Moscow, 2012. – P. 64.
25. Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Скорость роста, репродуктивная способность и выживаемость в условиях вивария водяных полевок, изъятых из природной популяции в разные фазы цикла численности // Экология. – 2010. – № 4. – С. 287–291.
26. Nazarova G. G., Evsikov V. I. The evolutionary ecology of animal fertility: The fitness of progeny is determined by their prenatal development (according to the example of the European water vole, *Arvicola terrestris* L.) // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2012. – Vol. 2. – P. 23–28.

REFERENCES

1. Walther B., Fülling O., Malevez J., Pelz H. – J. How expensive is vole damage? Int. Conf. on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, 18–20 Feb. 2008, Weinsberg, pp. 330–335.
2. Jacob J., Tkadlec E. Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage, In «Rodent Outbreaks – Ecology and Impacts», Singleton G. R., Belmain S., Brown P. R., Hardy B. (eds.), International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 2010, pp. 207–223.
3. Muzyka V. Ju., Nazarova G. G., Potapov M. A., *Sibirskij jeologicheskij zhurnal*, 2010, No. 5, pp. 827–833. (In Russ.)
4. Nazarova G. G., Proskurnjak L. P., *Zhurnal jevoljucionnoj biohimii i fiziologii*, 2012, No. 6 (48), pp. 593–596. (In Russ.)
5. Panteleev P. A., *Vodjanaja polevka. Obraz vida* (Water vole. The shape of species), Moscow, Nauka, 2001, 527 pp.
6. Potapov M. A., Rogov V. G., Ovchinnikova L. E., Muzyka V. Yu., Potapova O. F., Bragin A. V., Evsikov V. I., *Folia Zool.*, 2004, No. 1 (53), pp. 37–46.

7. Nazarova G.G., Knjazez S.P., Starchenko K.I., Ul'shina A.V., *Vestnik NGAU*, 2016, No. 3 (40), pp. 84–91. (In Russ.)
8. Evsikov V.I., Nazarova G.G., Potapov M.A., *Genetika*, 1997, No. 8 (33), pp. 1133–1143. (In Russ.)
9. Pljusnin Ju.M., Evsikov V.I., Potapov M.A., *Jekologija populjacij*. (Ecology of Populations), Moscow, 1988, pp. 142–144.
10. Isaeva Je.V., Knjazez S.P., Nazarova G.G., *Vestnik NGAU*, 2012, No. 1 (22), pp. 53–57. (In Russ.)
11. Cox K.H., So N.L.T., Rissman E.F., *Horm Behav.*, 2013, Vol. 61, pp. 304–312.
12. Dimitsantos E., Escorihuela R.M., Fuentes S. Armario A., Nadal R., *Physiology & Behavior*, 2007, Vol. 92, pp. 708–716.
13. Sikes R.S. *Evol. Ecol.*, 1998, Vol. 12 pp. 179–190.
14. Evsikov V.I., Nazarova G.G., Potapov M.A., *Uspehi sovremennoj biologii*, 2014, No. 4 (134), pp. 323–338. (In Russ.)
15. Potapov M.A., Zadubrovskij P.A., Zadubrovskaja I.V., Potapova O.F., Evsikov V.I., *Doklady Akademii nauk*, 2014, No. 4 (454), pp. 491. (In Russ.)
16. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Zoologicheskij zhurnal*, 2004, No. 12 (83), pp. 1488–1494. (In Russ.)
17. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Doklady Akademii nauk*, 2012, No. 6 (445), p. 704. (In Russ.)
18. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Ontogenez*, 2008, No. 2 (39), pp. 125–133. (In Russ.)
19. Juzhik E.I., Proskurnjak L.P., Nazarova G.G., *Zhurnal jevoljucionnoj biohimii i fiziologii*, 2013, No. 4 (49), pp. 290–295. (In Russ.)
20. Nazarova G.G., Proskurnjak L.P., Knjazez S.P., Nikitin S.V., *Nauchnoe obozrenie*, 2015, No. 20, pp. 26–36. (In Russ.)
21. Nikitin S.V., Knjazez S.P., Ermolaev V.I., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2014, No. 2 (18), pp. 263–278. (In Russ.)
22. Nazarova G.G., Knyazez S.P., Nikitin S.V. *Modern Achievements in Population, Evolutionary, and Ecological Genetics: International Symposium, Vladivostok, September 1–10, 2015: Program and Abstracts*, Vladivostok, 2015, p. 46.
23. Juzhik E.I., Proskurnjak L.P., Nazarova G.G., *Zhurnal jevoljucionnoj biohimii i fiziologii*, 2015, No. 2 (51), pp. 122–126. (In Russ.)
24. Nazarova G.G. Genetics of Aging and Longevity: Abstracts of reports of 2nd International Conference, Moscow, 2012, p. 64.
25. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Jekologija*, 2010, No. 4, pp. 287–291. (In Russ.)
26. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2012, Vol. 2, pp. 23–28.