

УДК 595.1

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМОРФИЗМА ЗЕЛеноЙ ЖАБЫ *BUFOTES VIRIDIS* (LAURENTI, 1768) НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2019 А.И. Файзулин¹, И.В. Чихляев¹, А.Е. Князев^{1,2}, А.Е. Кузовенко^{1,3}, Р.А. Михайлов¹

¹ Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

² Самарский научно-исследовательский университет имени С.П. Королева

³ Самарский зоопарк

Статья поступила в редакцию 04.03.2019

Представлены результаты исследования особенностей полиморфизма популяций зеленой жабы в черте г. Самара. Установлено, что в контрольных условиях и средней трансформации местообитаний отмечается сходный состав анализируемых морф с преобладанием доминирующего типа М2 («фон темный, пятна отдельные»), в биотопе с наиболее низкой антропопрессией – М1 («фон светлый, пятна отдельные»). Отмечено, резкое снижение разнообразия – до мономорфизма (отмечен только фенотип М2), в условиях трансформации местообитаний – малоэтажной застройки. *Ключевые слова:* полиморфизм, признаки рисунка окраски, зеленая жаба, *Bufo viridis*, г. Самара, Самарская область.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ полиморфизма по вариациям окраски спины и брюха амфибий применялся для бурых [3-5, 12, 24] и зеленых [2-5, 7, 10, 23, 25, 27] лягушек. Реже используется анализ признаков окраски в других группах земноводных [29], в частности у зеленых жаб [1, 6, 9, 16-20]. Зеленой жабе, так же, как и лягушкам, присуща значительная изменчивость окраски и рисунка дорсальной стороны [13]. В некоторых популяциях этого вида рисунок спины состоит из пятен, образующих полосы [21]. Также отмечают, что частоты фенотипов, связанные с окраской, распределены по изученной им совокупности зеленых жаб более равномерно, чем морфометрические признаки [28]. Особенности проявления полиморфизма в различных участках ареала могут быть связаны с определенными различиями, обусловленными наличием криптических морф, рассматриваемых в качестве подвидов [22] или видов [30] с протяженной зоной вторичного контакта в Волжском бассейне, в том числе и по территории Самарской области [26].

Файзулин Александр Ильдусович, кандидат биологических наук, заместитель директора по науке, заведующий лабораторией. E-mail: alexandr-faizulin@yandex.ru
Чихляев Игорь Вячеславович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник.
E-mail: diplodiscus@mail.ru

Князев Алексей Евгеньевич, студент.

Кузовенко Александр Евгеньевич, главный зоотехник.
E-mail: prigodnick@yandex.ru

Михайлов Роман Анатольевич, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник.
E-mail: roman_mihaylov_1987@mail.ru

По литературным данным наблюдается зависимость проявления полиморфизма от степени антропогенного воздействия [5-7, 11, 17].

К настоящему времени исследование полиморфизма зеленой жабы проведено в Предкавказье [16, 19], Республике Башкортостан [9], и Болгарии [6], также фенотипические особенности окраски исследованы в Харьковской области Украины [28] и Прибалтике [21].

Цель нашего сообщения – представить анализ проявления полиморфизма по особенностям рисунка окраски популяций зеленых жаб, обитающих на урбанизированных территориях Самарской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В популяциях *B. viridis* отмечают четыре известные цветовые морфы по окраске спины: 1) фон светлый, пятна отдельные; 2) фон темный, пятна отдельные; 3) фон светлый, пятна слившиеся; 4) фон темный, пятна слившиеся [19]. Оценку разнообразия морф проводили по показателям, предложенным Л.А. Животовским [8], где m – показатель разнообразия полиморфных признаков. Выделение кластеров проводилось с использованием статистической среды R v. 3.5.3 и ее пакета *vegan*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Проведенный анализ встречаемости полиморфных признаков у половозрелых особей для урбанизированных территорий Самарской области для шести популяций зеленой жабы показал определенную связь степени трансформа-

ции и состава морф, выделяемых по признакам рисунка окраски.

В условиях контроля и средней трансформации местообитаний отмечается сходный состав анализируемых морф с преобладанием M2 (40,0-53,3 %), а в биотопе с низкой антропопрессией – M1 (46,7 %). Представлены данные по встречаемости анализируемых признаков (рис. 1) и показателю разнообразия для зеленой жабы (рис. 2).

Результаты исследований показали, что с увеличением антропогенной трансформации снижается разнообразие встречаемости морф у зеленой жабы по следующим признакам: M1 – фон светлый, пятна отдельные; M2 – фон темный, пятна отдельные; M3 – фон светлый, пятна слившиеся; M4 – фон темный, пятна слившиеся (рис. 1).

По данным Ф.Ф. Зариповой [9] отмечается, что для популяций зеленых жаб в условиях средней трансформации местообитаний (но с высо-

ким уровнем загрязнения нерестовых водоемов тяжелыми металлами) преобладают особи с морфами «M3» и «M4», а в условиях контроля и пригородных территорий доминируют особи с морфами «M1» и «M2». В последнем случае данные, полученные Зариповой Ф.Ф. [9], сходны с нашими результатами. Анализ полиморфизма, проведенный Т.Ю. Песковой [18] в Западном Предкавказье и Ж.М. Желевым [6] в Болгарии, показал преобладание «темнофоновых» особей в условиях антропопрессии.

По нашим данным (рис. 2) отмечается резкое снижение разнообразия – до мономорфизма (отмечен только фенотип M2) в условиях высокой трансформации местообитаний – на территории многоэтажной застройки и в промышленной зоне (биотопы 5 и 6, соответственно). Также в Республике Башкортостан отмечено снижение показателя разнообразия (m) от контроля к урбанизированной территории [9].

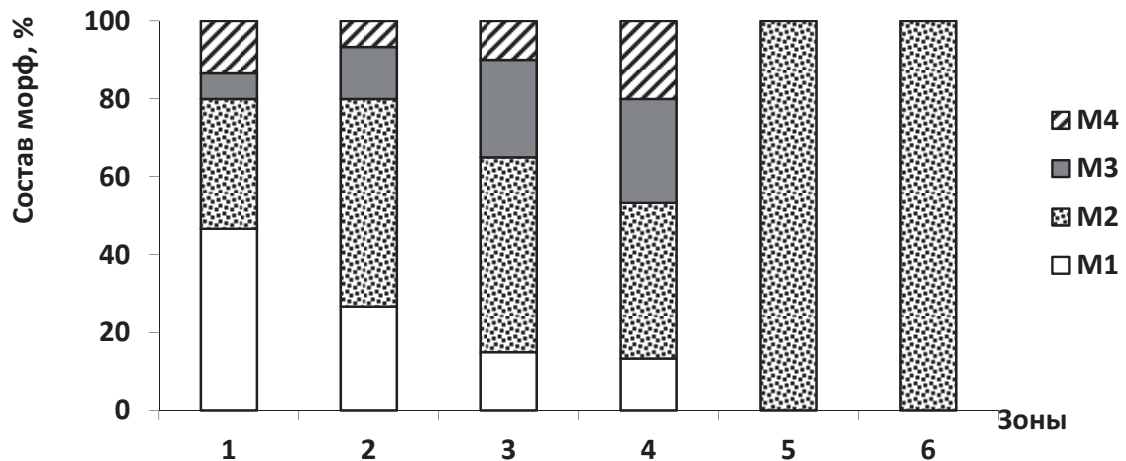


Рис. 1. Состав морф по признакам окраски спины в популяциях зеленой жабы *B. viridis*. Обозначения: 1. Контроль-1 («Октябрьский»); 2. Контроль-2 («Ендурайкино»); 3. Зеленая зона («Парк Победы»); 4. Малоэтажная застройка («Университет»); 5. Многоэтажная застройка («Детский парк»); 6. Промышленная зона («Трехозерные»)

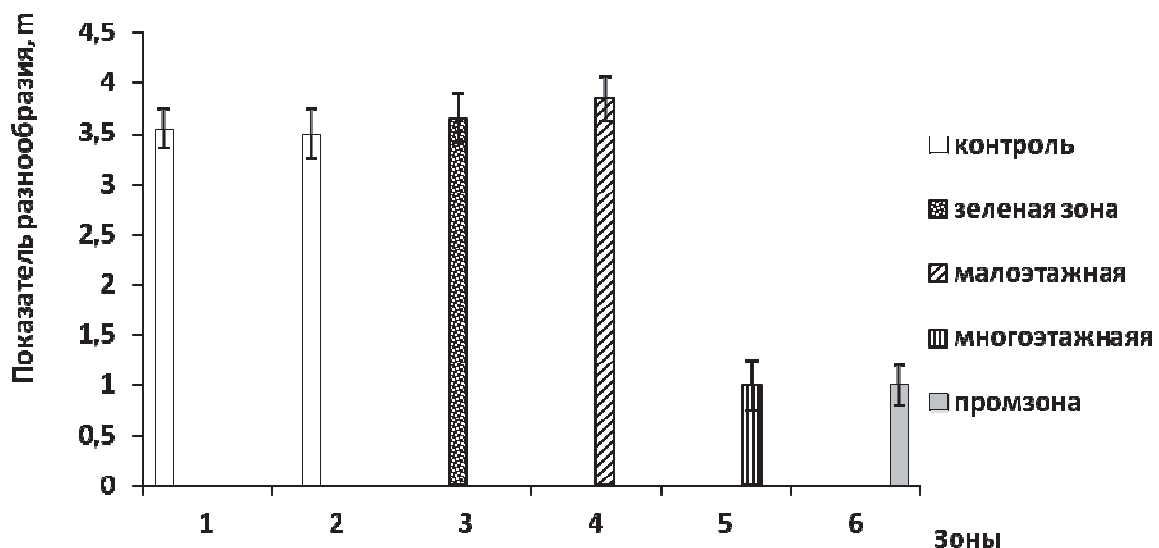


Рис. 2. Показатель разнообразия полиморфизма популяций (m) в естественных и трансформированных местообитаниях зеленой жабы *B. viridis*. Обозначения (см. рис. 1)

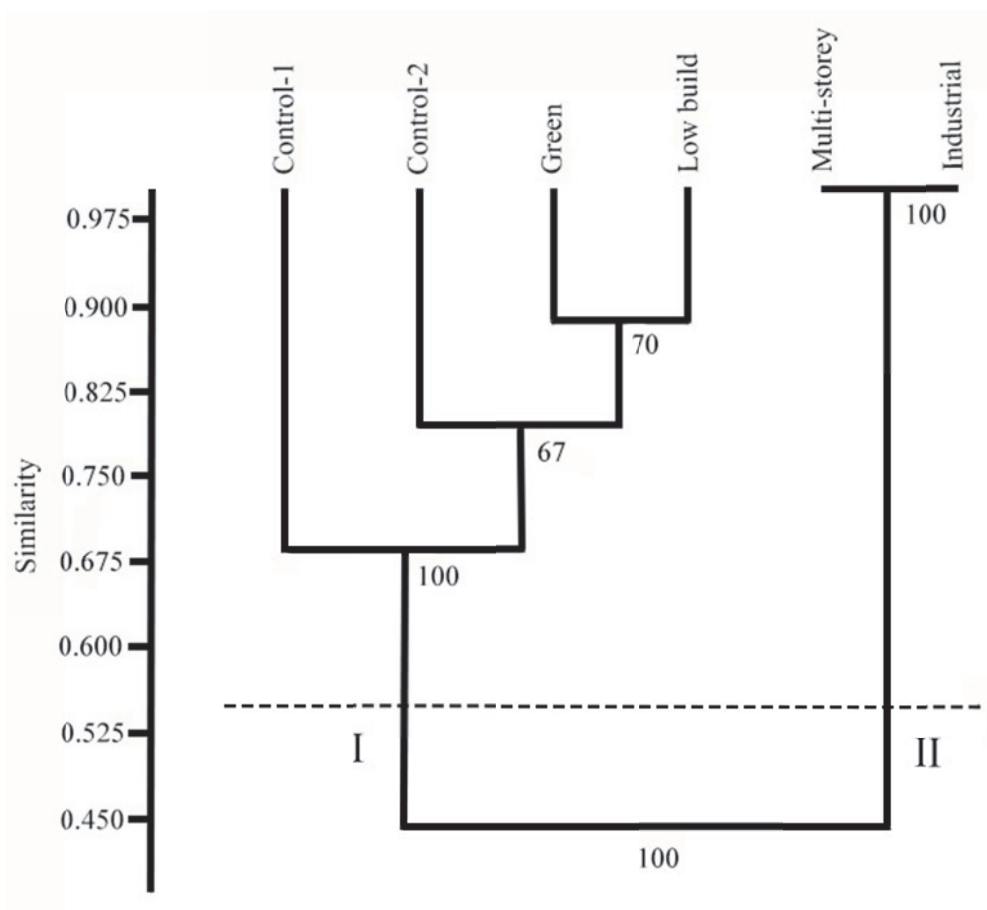


Рис. 3. Дендрограмма сходства (по Брею-Кертису) популяций зеленой жабы *B. viridis* по признакам рисунка окраски.

Обозначения локалитетов: Control-1 – контрольные условия («Октябрьский»); Control-2 контрольные условия («Ендурайкино»); Green – зеленая зона («Парк Победы»); Low build – зона малоэтажной застройки («Университет»); Multi-storey – зона многоэтажной застройки («Детский парк»); Industrial – промышленная зона («Трехозерные»)

По результатам анализа сходства популяций по составу морф вариантов рисунка окраски можно выделить два кластера (рис. 3). Значимость выделенных кластеров подтверждается процедурой анализа группового сходства: $R_I = 0.685$, $p = 0.028$; $R_{II} = 0.999$, $p < 0.001$.

Как видно из рис. 3, во второй кластер (II) обособляются популяции, обитающие в условиях критической антропогенной трансформации местообитаний. В условиях более низкой трансформации в первый кластер (I) объединены популяции зеленой зоны и малоэтажной застройки, в отличие от популяций существующих в контрольных условиях.

По опубликованным данным для прудовой лягушки отмечен рост показателя разнообразия полиморфизма популяций от контрольных условий до наибольшего значения в популяциях из черты г. Самары и промышленной зоны г. Тольятти, за исключением изолированных популяций на периферии ареала – в Национальном парке «Самарская Лука» [27]. У остромордой лягушки разнообразие фенотипа снижается в на-

правлении от контроля с наименьшей степенью антропопрессии [24]. Полученные ранее данные [5-7, 11, 17] показывают, что на фенотипический состав популяции амфибий может влиять комплекс факторов как природного, так и антропогенного происхождения. Возрастание разнообразия (по числу морф) с ростом антропогенного воздействия было отмечено у травяной лягушки для г. Нижний Новгород [14]. Напротив, у озерной лягушки отмечено снижение разнообразия полиморфизма в г. Липецк [15], г. Тольятти [23] и урбоденнозах Республики Башкортостан [11].

Таким образом, установлено существенное снижение разнообразия фенотипов в популяциях зеленых жаб, выделяемых по признакам окраски в условиях значительной антропогенной трансформации местообитаний урбанизированных территорий Самарской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айрапетян М.В. Экологическая характеристика зеленой жабы при обитании в степной зоне Предкавказья // Молодой ученый. 2011. Т. 1. № 12. С.

- 103–106. URL <https://moluch.ru/archive/35/4001/> (дата обращения: 24.10.2018).
2. Боркин Л.Я., Тихенко Н.Д. Некоторые аспекты морфологической изменчивости, полиморфизма окраски, роста, структуры популяции и суточной активности *Rana esculenta* на северной границе ареала // Экология и систематика амфибий и рептилий. Труды ЗИН АН СССР. Т. 89. Л., 1979. С. 18–54.
 3. Вершинин В.Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 1997. 47 с.
 4. Вершинин В.Л. Морфа *Striata* и ее роль в путях адаптациогенеза рода *Rana* в современной биосфере // Доклады академии наук. 2004. Т. 396. № 2. С. 280–282.
 5. Вершинин В.Л. Морфа *Striata* у представителей рода *Rana* (Amphibia, Anura) – причины адаптивности к изменениям среды // Журнал общей биологии. 2008. Т. 69. № 1. С. 65–71.
 6. Желев Ж.М. Сравнительное изучение цветового полиморфизма в популяциях зеленой жабы (*Bufo viridis* Laurenti 1768) из чистых и антропогенно загрязненных биотопов Болгарии. Второе сообщение // Современные зоологические исследования в России и сопредельных странах: Мат. I Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию со дня рожд. М.А. Козлова. Чебоксары: Типография «Новое время», 2011а. С. 87–92.
 7. Желев Ж.М. Биоиндикационная оценка состояния двух биотопов в Южной Болгарии на основании флуктуирующей асимметрии и фенетического состава популяций озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia, Ranidae) и краснобрюхой жерлянки *Bombina bombina* Linnaeus, 1761 (Amphibia, Anura, Discoglossidae) в условиях синтропического обитания // Перспективы науки. 2011б. № 22. С. 7–18.
 8. Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций. М.: Наука, 1982. С. 38–44.
 9. Зарипова Ф.Ф. Эколого-фаунистическая характеристика земноводных урбанизированных территорий Республики Башкортостан: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Зарипова Фаля Фуатовна. Тольятти, 2012. 20 с.
 10. Зарипова Ф.Ф., Файзулин А.И. Полиморфизм животных как метод индикации среды // Эколого-биологические и медицинские исследования на Южном Урале: Сборник материалов Всероссийской заочной научно-практической конференции (15 мая 2012 г.). Уфа: РИЦ БашГУ, 2012. С. 34–38.
 11. Зарипова Ф.Ф., Юмагулова Г.Р., Файзулин А.И. Характеристика состояния популяции озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) в Республике Башкортостан по полиморфизму рисунка окраски спины // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 1. № 1. 2009. С. 78–82.
 12. Иценко В.Г. Динамический полиморфизм бурых лягушек фауны СССР. М., Наука, 1978. 148 с.
 13. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР М.: Т-во науч. изд. КМК, 1999. 298 с.
 14. Лебединский А.А. Фенетические особенности популяций травяной лягушки на урбанизированной территории // Наземные и водные экосистемы. Горький, 1989. Вып. 12. С. 66–72.
 15. Никашин И.А. Эколого-морфологические признаки популяций озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.) как средство оценки антропогенного воздействия на водные экосистемы (на примере Липецкой области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. / Никашин Игорь Александрович. Липецк, 2007. 17 с.
 16. Пескова Т.Ю. Внутрипопуляционный полиморфизм окраски зеленой жабы // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии. Вып. 6. Тольятти, 2003. С. 90–91.
 17. Пескова Т.Ю. Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук: 03.00.16 / Пескова Татьяна Юрьевна. Тольятти, 2004. 36 с.
 18. Пескова Т.Ю. Сезонная динамика полиморфизма окраски зеленой жабы в чистом и антропогенно загрязненном биотопах Западного Предкавказья // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии. Вып. 9. Тольятти, 2006. С. 130–146.
 19. Пескова Т.Ю. Адаптационная изменчивость земноводных в антропогенно загрязненной среде // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2005. № 3. С. 66–70.
 20. Пескова Т.Ю., Жукова Т.И. Использование земноводных для биоиндикации загрязнения водоёмов // Наука Кубани. 2007. № 2. С. 45–54.
 21. Румберг И. Изменчивость зеленой жабы (*Bufo viridis*) в Эстонии // Вопросы герпетологии. Киев, 1989. С. 214–215.
 22. Файзулин А.И., Чихляев И.В., Кузовенко А.Е. Амфибии Самарской области. Тольятти: Кассандра, 2013. 140 с.
 23. Файзулин А.И., Кузовенко А.Е. Использование амфибий в мониторинге состояния окружающей среды в условиях Самарской области: фенетическая структура популяций // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 14. № 1(3). 2012. С. 829–833.
 24. Файзулин А.И., Зарипова Ф.Ф., Кузовенко А.Е. Характеристика полиморфизма по признакам рисунка окраски остромордой лягушки *Rana arvalis* Приволжского Федерального округа // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. Вып. 6. С. 3098–3100.
 25. Файзулин А.И., Зарипова Ф.Ф., Хусаинова И.М. Особенности полиморфизма по признаку *Striata* в популяциях озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) Республики Башкортостан // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3. С. 452–458.
 26. Распространение и зона контакта в Поволжье двух форм зелёных жаб комплекса *Bufo viridis* (Anura, Amphibia), различающихся по размеру генома / А.И. Файзулин, А.О. Свинин, А.Б. Ручин, Д.В. Скоринов, Л.Я. Боркин, Ю.М. Розанов, А.Е. Кузовенко, С.Н. Литвинчук // Современная герпетология. 2018. Т. 18. № 1–2. С. 35–45.
 27. Файзулин А.И., Чихляев И.В., Кузовенко А.Е. Особенности полиморфизма прудовой лягушки *Pelophylax lessonae* (Camerano, 1882) урбанизированных территорий Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 15. № 3. 2013. С. 158–163.
 28. Шабанов Д.А. Мозаичное распределение зеленых жаб (*Bufo viridis*) в пределах однородного физи-

- ко-географического региона // Вопросы герпетологии: Мат. Первого съезда Герпетологического общ-ва им. А.М. Никольского. Пущино Москва, 2001. С. 334–336.
29. Hoffman E.A., Blouin M.S. A review of color and pattern polymorphisms in anurans // Biological Journal of Linnean Society. 2000. 70. № 4. P. 633–665.
30. Stöck M., Moritz C., Hickerson M., Frynta D., Dujsbayeva T., Eremchenko V., Macey J.R., Papenfuss T.J., Wake D.B. Evolution of mitochondrial relationships and biogeography of Palearctic green toads (*Bufo viridis* subgroup) with insights in their genome plasticity // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2006. Vol. 41. Iss. 2. P. 663–689.

CHARACTERISTICS OF GREEN TOADS *BUFOTES VIRIDIS* (LAURENTI, 1768) POLYMORPHISM IN URBANIZED TERRITORIES OF THE SAMARA REGION

© 2019 A.I. Fayzulin¹, I.V. Chikhlyayev¹, A.E. Knyazev^{1,2}, A.E. Kuzovenko^{1,3}, R.A. Mikhailov¹

¹Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian Academy of Sciences, Togliatti

²Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

³Samara Zoo

The results of the study of the features of polymorphism of green toad populations within the city of Samara are presented. It was established that under conditions of low and medium transformation of habitats, a similar composition of analyzed morphs is observed with a predominance of the dominant type M2 («dark background, separate spots»), in a biotope with the lowest anthropopression – M1 («bright background, separate spots»). It was noted that a sharp decrease in diversity – to monomorphism (only the M2 phenotype is noted), in the conditions of habitat transformation – low-rise buildings.

Keywords: polymorphism, signs of color pattern, green toad, *Bufo viridis*, Samara, Samara region.

Alexander Fayzulin, Candidate of Biological Sciences,
Deputy Director for Science, Head of the Laboratory.

E-mail: alexandr-faizulin@yandex.ru

Igor Chikhlyayev, Candidate of Biological Sciences, Senior
Researcher. E-mail: diplodiscus@mail.ru

Alexey Knyazev, Student.

Alexander Kuzovenko, Chief Livestock Specialist.

E-mail: prirodnick@yandex.ru

Roman Mikhailov, Candidate of Biological Sciences, Junior
Researcher. E-mail: roman_mihaylov_1987@mail.ru