

популяция большого баклана только за время летнего кормления на прудах рыбхоза с июня по август включительно съедает 810 кг (9 кг x 30 дн. x 3 мес. = 810 кг) товарной рыбы, нанося ощутимый урон хозяйственной деятельности.

Таким образом, в результате многолетних наблюдений за видовым составом орнитокомплекса прудового рыбного хозяйства отмечены следующие изменения:

– появление и рост численности двух новых видов околотовдных птиц – большой белой цапли и баклана большого, что вызвано ростом численности популяций данных видов в Европе. Разводимые на промышленной основе в прудах виды рыб служат кормовой базой для этих двух видов рыбоядных птиц. Оба вида на территории рыбхоза не гнездятся;

– исчезновение из видов, ранее гнездившихся на территории рыбхоза, сизоворонки, что вызвано резким падением ее численности в пределах ареала в конце XX в.

Современный орнитокомплекс рыбхоза включает 42 вида птиц, из них 29 видов непосредственно гнездятся на прудах. По численности и показателю плотности населения доминирует озерная чайка. Суммарная плотность населения птиц в конце сезона размножения в 3 раза превышает значение этого показателя в весеннее время и составляет 3,665 экз./га, что является свидетельством успешной реализации репродуктивного потенциала водных и околотовдных птиц в условиях прудового рыбного хозяйства.

Международный охранный статус присвоен 28 видам (66,7 %) из списка водных и околотовдных птиц рыбхоза. Особо следует отметить черного аиста, орлана-белохвоста и скопу. В Красную книгу Республики Беларусь занесены 12 видов.

Из птиц-ихтиофагов рыбхоза «Вилейка» только большой баклан наносит значительный урон хозяйственной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мониторинг животного мира Беларуси (основные принципы и результаты) / под общ. ред. акад. Л. М. Сущени, чл.-кор. В. П. Семенченко). Минск, 2005.
2. Беляев В. И. Справочник рыбвода. Минск, 1975.
3. Бибби К., Джонс М., Марсен С. Точечные учеты и учеты на линейных маршрутах (трансектах) // Методы полевых экспедиционных исследований. Исследования и учеты птиц: пер. с англ. М., 2000.
4. Никифоров М. Е., Козулин А. В., Гричик В. В., Тишечкин А. К. Птицы Беларуси на рубеже XXI века. Минск, 1997.
5. Лебедева Н. В., Дроздов Н. Н., Криволицкий Д. А. Биоразнообразие и методы его оценки: учеб. пособие. М., 1999.
6. Бурко Л. Д., Гричик В. В., Шкляров Л. П. Редкие и охраняемые птицы района Вилейского водохранилища // Фауна и систематика: тр. Зоол. музея. Минск, 1995. Вып. 1. С. 288–295.
7. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. Минск, 2004.
8. Вадковский В. Б. Экология и значение рыбоядных птиц прудовых рыбных хозяйств Белоруссии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1971.
9. Samusenko I., Nikiforov M., Kozulin A. Status of the cormorant *Phalacrocorax carbo* in Belarus: distribution and population trends // Ekologia polska. 1997. Vol. 45. № 1. P. 119–121.

Поступила в редакцию 15.01.13.

Леонид Дмитриевич Бурко – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии.

Дарья Александровна Микелевич – студентка 5-го курса биологического факультета.

УДК 599:57.049

Д. Г. ЖОРОВ, А. А. СИДОРОВИЧ

АНАЛИЗ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ И ЧАСТОТЫ ГИБЕЛИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ (*MAMMALIA* L.), ПОГИБАЮЩИХ НА ДОРОГАХ С РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ В БЕЛАРУСИ

Приводятся данные о видовом составе и частоте гибели млекопитающих (*Mammalia* L.) на автодорогах со средней и высокой интенсивностью движения в Беларуси. На дорогах с высокой интенсивностью движения млекопитающие погибали в 11,4 раза чаще, чем на дорогах со средней интенсивностью движения. Среди погибших животных преобладали крот обыкновенный (*Talpa europaea*), еж белогрудый (*Erinaceus concolor*), лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes*) и собака обыкновенная (*Canis familiaris*). За последние годы наблюдалась тенденция к росту количества ДТП с участием млекопитающих и пострадавших в них людей.

Ключевые слова: гибель; дорожное движение; дорожно-транспортное столкновение; млекопитающие; частота гибели.

Data on species composition and mortality rates of mammals (*Mammalia* L.) dying on roads with moderate and high intensity of movement in Belarus is given. On roads with high intensity of movement mammals died in 11,4 times more often than on roads with moderate intensity of movement. Among died mammals the mole (*Talpa europaea*), eastern hedgehog (*Erinaceus concolor*), red fox

(*Vulpes vulpes*) and common dog (*Canis familiaris*) were prevailed. Tendency toward increasing of numbers of road accidents with mammals and traumatized people was clearly observed in the recent years.

Key words: death; traffic; traffic collision; mammals; the frequency of death.

Дорожное движение – один из значимых факторов, оказывающий негативное воздействие на естественные экосистемы. Дорожная инфраструктура развивается довольно устойчиво, и ее влияние на дикую природу со временем будет только увеличиваться [1]. Первые исследования гибели животных из-за транспортных средств были сделаны в конце XIX в. и продолжены в XX в. [2–4]. Гибель животных на автодорогах – одна из наиболее острых экологических проблем в аспекте сохранения биоразнообразия в большинстве развитых стран. Чаще всего объектами ДТП становятся такие виды животных, как лось, кабан и косуля. Многие европейские государства далеко продвинулись на пути решения проблемы гибели животных: ведется постоянный учет погибших особей, на этапе проектирования дорог предусматривается сооружение переходов, тоннелей, коридоров для животных. В Беларуси достаточно хорошо изучены вопросы гибели земноводных на автодорогах [5, 6], исследован видовой состав птиц, погибших на автодорогах в конце XX в. [6]. А вот в отношении млекопитающих есть лишь единичные публикации локального характера [7].

Цель данного исследования – установить и проанализировать видовую структуру млекопитающих, погибающих на автодорогах с разной интенсивностью движения на территории Беларуси.

Материал и методика

Чтобы установить и проанализировать видовую структуру млекопитающих, погибающих на автодорогах Беларуси, мы использовали данные, полученные в период с 2010 по 2012 г., и следующие показатели: 1) долю в процентах погибших млекопитающих на дорогах с разной интенсивностью движения от совокупного количества погибших животных; 2) количество особей, погибающих на 100 км в сутки; 3) различия в видовом составе млекопитающих, погибающих на дорогах с разной интенсивностью движения, либо доли отдельных видов, разных размерных и систематических групп с использованием *G*-критерия максимального правдоподобия.

Исследование проводили на автодорогах по всей территории Беларуси вне населенных пунктов. Мы выделяли дороги с высокой и средней интенсивностью движения автотранспортных средств. К дорогам с высокой интенсивностью движения относили крупные автотрассы межрегионального и международного значения с двумя и более полосами движения. К дорогам со средней интенсивностью движения – двухполосные дороги пригородного сообщения. Дороги с низкой интенсивностью движения (с гравийным покрытием) мы не рассматривали. Для того чтобы можно было корректно сравнивать видовую структуру и интенсивность гибели млекопитающих на дорогах в зависимости от интенсивности движения, мы выбирали разнотипные дороги, проходящие поблизости друг от друга в одинаковых ландшафтно-климатических условиях.

Учет проводился как пешком, так и с использованием автотранспортного средства на медленной скорости передвижения. Для установления интенсивности гибели млекопитающих (количества особей, погибших за сутки на 100 км маршрута) учеты проводили сессиями по несколько дней (с ежедневной повторной проверкой участков).

Совокупная протяженность маршрутов составила 1600,3 км, в том числе на автодорогах с высокой интенсивностью движения – 796,0 км, на автодорогах со средней интенсивностью движения – 804,3 км.

За время исследования обнаружено 94 экземпляра останков млекопитающих. На месте гибели заполнялся протокол, где указывали: вид животного (при возможности его визуального определения), место гибели, описание участка (тип ландшафта, конфигурация обочины, наличие придорожной древесно-кустарниковой растительности, наличие постоянных водоемов), время гибели и возраст животного. В случае невозможности визуального установления видовой принадлежности животного его остатки целиком (для мелких видов) или остатки шерсти и костного материала (зубы) забирали с собой и в лабораторных условиях проводили дальнейшую идентификацию по микроскопическим особенностям структуры волос и зубов, используя атласы-определители [8–10]. Для того чтобы список видов млекопитающих, попадающих под колеса автотранспорта, был полный, мы внесли в него и те виды, которые попадались нам на других маршрутах и погибли в период исследования. В этом случае частоту гибели мы принимали равной менее 0,1 особи на 100 км автодороги в сутки.

Результаты и их обсуждение

Данные по видовому составу млекопитающих, погибших на дорогах Беларуси в 2010–2012 гг., представлены в таблице.

Видовой состав и частота гибели млекопитающих на автодорогах с высокой и средней интенсивностью движения

Вид млекопитающего	Высокая интенсивность движения			Средняя интенсивность движения		
	Количество особей	Доля в процентах	Частота гибели, особей на 100 км	Количество особей	Доля в процентах	Частота гибели, особей на 100 км
Кот домашний	14	16,3	1,8	–	–	–
Собака обыкновенная	10	11,5	1,3	1	12,5	0,1
Лошадь	1	1,2	<0,1	–	–	–
Всего домашних животных	25	29,0	3,1	1	12,5	0,1
Крот обыкновенный	16	18,6	2,0	4	50,0	0,5
Бурозубка обыкновенная	5	5,8	0,6	–	–	–
Обыкновенная полевка	2	2,3	0,3	–	–	–
Полевая мышь	2	2,3	0,3	–	–	–
Рыжая полевка	2	2,3	0,3	–	–	–
Крыса серая	3	3,5	0,4	–	–	–
Всего мелких млекопитающих	30	34,8	3,9	4	50,0	0,5
Еж белогрудый	6	7,0	0,8	1	12,5	0,1
Лисица обыкновенная	10	11,6	1,3	1	12,5	0,1
Каменная куница	4	4,7	0,5	–	–	–
Ласка	1	1,2	0,1	–	–	–
Заяц-русак	2	2,3	0,3	–	–	–
Американская норка	1	1,2	0,1	–	–	–
Ондатра	1	1,2	0,1	–	–	–
Всего диких среднеразмерных млекопитающих	25	29,2	3,2	2	25,0	0,2
Лось	5	5,8	<0,1	–	–	–
Дикий кабан	1	1,2	<0,1	–	–	–
Косуля	–	–	–	1	12,5	0,1
Всего диких млекопитающих крупных размеров	6	7,0	<0,1	1	12,5	<0,1
Общее количество	86	100,0	10,3	8	100,0	0,9

В результате проведенного исследования было установлено, что на дорогах с высокой интенсивностью движения млекопитающие погибают в 11,4 раза чаще, чем на дорогах со средней интенсивностью движения, где погибает около 0,9 особи на 100 км в сутки, тогда как на дорогах с высокой интенсивностью движения – 10,3 особи на 100 км в сутки. Различия в видовом составе погибших млекопитающих были статистически достоверными ($G_m=65,96, p<0,01$).

На дорогах со средней интенсивностью движения зафиксирована гибель млекопитающих 5 видов, причем чаще всего жертвами ДТП становятся мелкие млекопитающие (50,0 % от всех случаев), домашние животные (12,5 %), дикие среднеразмерные млекопитающие (25,0 %) и дикие млекопитающие крупных размеров (12,5 %). Из мелких млекопитающих отмечен один вид – крот обыкновенный (*Talpa europaea*) (50,0 % от всех встреч), из диких среднеразмерных – еж белогрудый (*Erinaceus concolor*) (12,5 %) и лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes*) (12,5 %), а из домашних млекопитающих – собака обыкновенная (*Canis familiaris*) (12,5 %).

На дорогах с высокой интенсивностью движения отмечено 19 видов погибших животных, из них чаще всего встречались: крот обыкновенный (18,6 %) из мелких млекопитающих, кот домашний (*Felis domestica*) (16,3 %) и собака обыкновенная (11,5 %) из домашних животных и лисица обыкновенная (11,6 %) из диких среднеразмерных млекопитающих. Жертвами ДТП становились: дикие млекопитающие крупных размеров (7,0 %), домашние животные (29,0 %), дикие среднеразмерные млекопитающие (29,2 %) и мелкие млекопитающие (34,8 %). Так же как и на дорогах со средней интенсивностью движения, среди мелких млекопитающих преобладал крот обыкновенный, доля которого от совокуп-

ного количества млекопитающих была значительно меньшей (18,6 %; $G=19,15$, $p<0,01$). Среди диких среднеразмерных млекопитающих также преобладали лисица обыкновенная (11,6 %; статистически достоверные различия с таковым показателем для дорог со средней интенсивностью движения отсутствовали) и еж белогрудый (7,0 %; различия отсутствовали). А из домашних млекопитающих помимо собаки обыкновенной (11,5 %; различия отсутствовали) встречался кот домашний (*Felis domestica*) (16,3 %; $G=18,38$, $p<0,01$).

При анализе общей совокупности условий гибели млекопитающих на дорогах (типа ландшафта, времени суток, периода года, конфигурации обочины, а также пола погибших животных) можно отметить следующее. Большинство погибших животных находили в комбинированном (35,7 % встреч) и аграрном (39,8 %), реже в лесном ландшафте (10,2 %). Конфигурация обочины также определяет частоту гибели млекопитающих. Большой процент гибели животных приходится на дороги с прямой конфигурацией обочины (46,9 %) и невысокой пологой обочиной (28,6 %), так как животные, вероятно, быстрее могут ее пересечь. Наиболее высокий уровень гибели млекопитающих приходился на вечерние часы (38,6 %), первую половину дня (23,9 %) и утро (23,9 %) и реже всего на вторую половину дня. Большинство млекопитающих погибло на дорогах в летние месяцы: июнь (21,4 %), июль (19,4 %) и август (22,4 %), а меньше всего погибших животных было учтено в зимние месяцы: декабрь (1,0 %), январь (1,0 %), февраль (2,0 %). На частоту гибели млекопитающих оказывает влияние наличие древесно-кустарниковой растительности (79,6 %). Наличие постоянных источников воды также влияет на гибель млекопитающих. Наиболее высокий уровень гибели млекопитающих отмечен при отсутствии постоянных источников воды (98,0 %). На частоту гибели оказывает влияние и возрастная группа животного. Большинство животных погибало во взрослом возрасте (84,9 %), меньший процент приходился на молодь (15,1 %).

Из результата учета погибших животных видно, что частота их гибели зависит от ряда сопутствующих условий. Подавляющее количество животных погибает летом в вечерние часы, причем чаще гибнут животные в условиях обширного аграрного ландшафта на дорогах с прямой конфигурацией обочины.

Исследование показало, что на дорогах с разной интенсивностью движения погибает от 1 до 10 особей на 100 км в сутки. Это может быть связано, с одной стороны, с расширением строительства сети автомагистралей на территории Беларуси, а с другой – с увеличением интенсивности движения на уже имеющихся.

В настоящее время этому вопросу уделено много внимания в Европе [11–15] и Америке [16], где для решения проблемы гибели животных проводятся различные мероприятия: ведется постоянный учет погибших особей, на этапе проектирования дорог предусматривается сооружение переходов, тоннелей, коридоров для животных.

В отношении выяснения наиболее значимых факторов, обуславливающих частоту гибели млекопитающих на автодорогах, данная работа является предварительной. Полученные результаты помогут скорректировать постановку задач для дальнейших более детальных исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R. W., Stachura K., Zawadzka B. Zwierzeta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt // Zakład badania ssaków Polskiej akademii nauk. 2006.
2. Stephen C., Frissell A., Trombulak N., Christopher B. Review of ecological effect of roads on terrestrial and aquatic communities // Conservation Biology. 2000. № 14 (1). P. 18–30.
3. Stoner D. The toll of the automobile // Science. 1925. № 61. P. 56–57.
4. Nilsson J. Effekter av viltstängsel. Viltolyckor. Nordiska trafiksäkerhetsrådet // Linköping. 1987. Rapport 45. P. 65–69.
5. Новицкий Р. В., Корзун Е. В. Выявление угроз со стороны автомобильного транспорта и транспортных путей для локальных популяций в Национальном парке «Припятский» и окрестностях // Антропогенная динамика ландшафтов и проблемы сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия: материалы II Респ. науч.-практ. конф. (Минск, 1–2 дек. 2004 г.). Минск, 2004. С. 151–152.
6. Балаш А. В. Гибель позвоночных животных на автомобильных дорогах Республики Беларусь: дипломная работа. Минск, 1992. С. 36.
7. Интернет-адрес: ГЛХУ «Ляховичский лесхоз». На автодорогах Беларуси участились случаи гибели диких животных [Электронный ресурс]. 2011. Режим доступа: <http://lesgas.by> (дата обращения: 12.03.2012).
8. Debrot S., Fivaz G., Mermod C., Weber J.-M. Atlas des poils de mammifères d'Europe // Ed. Inst. Zool. Univ. Neuchâtel, 1982.
9. Teerink B. J. Hair of West-European Mammals. Cambridge, 1991.
10. Pucek Z. Keys to Vertebrates of Poland Mammals. Warsaw, 1981.
11. Ronald M. Case Interstate highway road-killed animals: a data source for biologists // Wildlife Society Bulletin. 1978. № 6 (1). P. 8–16.
12. Mardiste M. Traffic accidents with animals // Eesti Loodus. 1992. № 1. P. 290–295.

13. Stephen C., Trombulak N., Christopher B., Frissell A. Review of ecological effect of roads on terrestrial and aquatic communities // Conservation Biology. 2000. № 1 (14). P. 18–30.
14. Seiler S., Hellidin J.-O., Seiler C. Road mortality in Swedish mammals: result of a drivers' questionnaire // Wildl. Biol. 2004. № 10. P. 225–233.
15. Richini-Pereira V. B., Theodora R. C., Barrozo L., Bagagli E. Road-killed wild animals: a preservation problem useful for eco-epidemiological studies of pathogens // J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis. 2010. № 16 (4). P. 607–613.
16. Gryz J., Dagny K. Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza (NE Poland) // Eur. J. Wildl. Res. 2008. № 54. P. 709–714.

Поступила в редакцию 22.11.12.

Дмитрий Георгиевич Жоров – аспирант кафедры зоологии. Научный руководитель – А. А. Сидорович.

Анна Андреевна Сидорович – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии.

УДК 575.86:582:58.088

З. Е. ГРУШЕЦКАЯ, Т. В. НИКИТИНСКАЯ, С. В. КУБРАК, О. В. ДЗЮБАН, Л. В. КУХАРЕВА, В. Д. ПОЛИКСЕНОВА,
В. В. ТИТОК, В. А. ЛЕМЕШ, В. И. ПАРФЕНОВ, Л. В. ХОТЫЛЕВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ISSR-АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВНУТРИ- И МЕЖВИДОВОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА РАЗЛИЧНЫХ ТАКСОНОВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Проведен анализ информативности ISSR-маркеров и определены генетические дистанции между 17 образцами 4 дикорастущих видов (*C. vulgaris* L., *S. sclarea* L., *P. vulgare* L., *T. europaeus* L.) и 18 сортами, относящимися к различным подвидам *L. usitatissimum* L.

Анализ ISSR-маркеров для видов *Linum usitatissimum* L., *Trollius europaeus* L., *Salvia sclarea* L., *Calluna vulgaris* L. и *Polypodium vulgare* L. показал, что данный тип маркеров применим при исследовании как внутривидового, так и межвидового генетического полиморфизма культурных и дикорастущих растений. Уровень внутривидовой неоднородности, значения генетических дистанций между популяциями в значительной степени определяются типом микросателлитных повторов и их представленностью в геномах исследуемых видов, поэтому обязательным требованием при изучении генетического полиморфизма различных таксонов является скрининг информативности ISSR-маркеров. Кластерный анализ генетических дистанций между видами, полученных на основании оценки полиморфизма по ISSR-маркерам, согласуется с современными представлениями о филогенетических взаимоотношениях между изученными видами.

Ключевые слова: внутривидовой генетический полиморфизм; межвидовой генетический полиморфизм; оценка биоразнообразия; ISSR-маркеры; *Trollius europaeus*; *Salvia sclarea*; *Calluna vulgaris*; *Polypodium vulgare*; *Linum usitatissimum*.

The analysis of the informativity level for ISSR-markers and the genetic distance evaluation between the 17th samples of 4 wild species (*C. vulgaris* L., *S. sclarea* L., *P. vulgare* L., *T. europaeus* L.) and 18 varieties belonging to different subspecies of *L. usitatissimum* L. are performed.

The analysis of ISSR-markers for species *Linum usitatissimum* L., *Trollius europaeus* L., *Salvia sclarea* L., *Calluna vulgaris* L. and *Polypodium vulgare* L. showed that this type of marker is applicable for the assessment of intraspecific and interspecific genetic polymorphism of cultivated and wild plants. Intraspecific level of heterogeneity, the values of genetic distances between populations is largely determined by the type of microsatellite repeats and their representation in the genomes of species studied, so the strong requirement for the study of the genetic polymorphism of different taxa is preliminary screening for informative ISSR-markers. Cluster analysis of genetic distances between species obtained on the basis of evaluation of polymorphism on ISSR-markers, is consistent with current knowledge of the phylogenetic relationships between the studied species.

Key words: intraspecific genetic polymorphism; interspecific genetic polymorphism; biodiversity assessment; ISSR-markers; *Trollius europaeus*; *Salvia sclarea*; *Calluna vulgaris*; *Polypodium vulgare*; *Linum usitatissimum*.

От генетического разнообразия популяции зависит ее способность адаптироваться к непосредственному окружению в процессе естественного отбора. При низких показателях внутривидового полиморфизма снижается количество возможных комбинаций генов, способствующих адаптации к окружающей среде, что уменьшает вероятность возникновения в этой популяции новых приспособленных генотипов. Таким образом, популяция в естественных условиях нуждается в соответствующем уровне генетического разнообразия для выживания под давлением постоянно меняющихся биотических и абиотических компонентов экосистемы. В процессе искусственного отбора сельскохозяйственных культур наблюдаются закономерности, аналогичные происходящим в естественных популяциях. Среди генетически полиморфных образцов селекционных популяций выделяются индивидуальные генотипы, обладающие признаками, которые позволяют данной сельскохозяйственной культуре максимально использовать преимущества антропогенной окружающей среды или успешно противостоять вредителям и возбудителям заболеваний. Поэтому при разработке эффективных селекционных программ необходимы источники генетического разнообразия.

Уровень генетического полиморфизма как природных популяций, так и культурных растений наиболее эффективно определяется с помощью ДНК-маркеров. Помимо оценки биоразнообразия, молекулярные маркеры применяются для исследования происхождения, доместикировки видов и их последующей миграции, получения информации по филогенетическим взаимоотношениям между видами, а также для географической локализации популяций, имеющих разное генетическое происхождение [1].