

**КОКЦИНЕЛЛИДЫ (COCCINELLEIDAE):  
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГОРОДА МОЗЫРЯ И ОЦЕНКА  
ПРЕДСТАВЛЕННОСТИ СЕМЕЙСТВА В BOLD и GENBANK**

**COCCINELLEIDAE: SPECIES DIVERSITY OF MOZYR AND ESTIMATION  
OF REPRESENTATION IN FAMILIES IN BOLD AND GENBANK**

**М. М. Воробьева<sup>1</sup>, А. Barsevskis<sup>2</sup>, D. Lazdans<sup>2</sup>, А. П. Кузнецов<sup>1</sup>  
М. М. Varabyova<sup>1</sup>, А. Barsevskis<sup>2</sup>, D. Lazdans<sup>2</sup>, А. Р. Kuzniatsou<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>УО «Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь,  
<sup>2</sup>Daugavpilsskij universitet, Daugavpils, Latvia

*На территории города Мозыря коллектировано и идентифицировано 18 видов кокциnellид. Среди них 4 вида, редкие для Беларуси, а 1 – включен в список инвазивных чужеродных видов. В биотопе № 1 отмечено 12 видов кокциnellид.*

*В BOLD и GenBank депонированы нуклеотидные последовательности митохондриальных и ядерных генов всех анализируемых видов кокциnellид. Кокциnellиды из Беларуси очень плохо представлены.*

*Ключевые слова: кокциnellиды, нуклеотидные последовательности, митохондриальные гены, ядерные гены, биотоп, Беларусь, BOLD и GenBank.*

*On the territory of Mozyr there are 18 species of Coccinellidae representatives that had been collected and identified. Among them 4 species are indicated as rare for The Republic of Belarus, but 1 is included into the list of invasive alien species. The biotope № 1 includes 12 species of Coccinellidae.*

*Nucleoid sequences of mitochondrial and nucleus genes of all analyzed species of Coccinellidae are deponed in BOLD и GenBank databases, but Coccinellidae from Belarus are poorly represented.*

*Keywords: Coccinellidae, nucleoid sequences, mitochondrial genes, nucleus genes, biotope, BOLD and GenBank.*

**Введение.** Божьи коровки, или кокциnellиды (Coccinelleidae), – одно из крупных семейств жуков, насчитывающих на сегодняшний день около 6000 видов, среди которых 2000 видов встречаются в Палеарктике. В Беларуси зарегистрировано 57 видов из 29 родов и 5 подсемейств: Epilachninae, Coccidulinae, Scymninae, Chilocorinae, Coccinellinae [1; 2].

Кокциnellиды, как известно, имеют всеветное распространение, за исключением Антарктиды и зон вечной мерзлоты. Большинство видов приурочены к определенным ландшафтным и географическим зонам, однако среди представителей этого таксона есть и полизональные виды. Необходимо подчеркнуть, что представители семейства Coccinelleidae характеризуются привязанностью к определенной растительности, в частности, одни из них встречаются преимущественно на деревьях, другие – на травяной растительности, а третьи – на растительности любого типа.

подавляющее большинство божьих коровок принадлежат к числу эффективных насекомых-энтомофагов – уничтожающих вредителей сельскохозяйственных и иных возделываемых культур, однако среди них есть и фитофаги (распространены главным образом в странах с теплым климатом) – вредители сельскохозяйственных культур [3].

На сегодняшний день огромный интерес в сельском хозяйстве представляют хищные кокцинеллиды, обладающие экологической пластичностью и высокой прожорливостью, поэтому их активно используют, особенно в последние годы, в качестве биологического оружия для борьбы с вредителями (тли, червецы, белокрылки, листоеды и паутинные клещи) возделываемых культур [4; 5]. В связи с этим возникает необходимость в сохранении их популяции на локальной территории, а также в контроле их численности и видового состава.

**Цель работы** – выявить видовое разнообразие кокцинеллид (Coleoptera: Coccinellidae) на территории города Мозыря и оценить их представленность в Международных генетических базах данных нуклеотидных последовательностей на 2020 год.

**Материалы и методика исследований.** Исследование проводилось в летний период 2020 г. на территории г. Мозыря (Гомельская область). Объектом исследования выбраны кокцинеллиды на разных участках города Мозыря: лесах, парках, суходольных и пойменных лугах (таблица 1).

Таблица 1. – Место коллектирования энтомологического материала

Номер участка	Биотоп	Местонахождение биотопа
№ 1	Лес	Остановка «Лесопарк «Молодежный»», остановка «Поворот на хлебозавод» в сторону д. Дрозды, «Мозырские овраги»
№ 2	Парк	Остановка «Площадь Ленина» – центральный парк «Победа» города Мозыря
№ 3	Суходольный луг	Остановка «Площадь Примостовая» – левый берег реки Припять, остановка «Деревня Бобры» и остановка «Лесопарк «Молодежный»
№ 4	Пойменный луг	Остановка «Площадь Примостовая» – левый берег реки Припять, остановка «Деревня Бобры»

Сбор материала проводился с помощью энтомологического сачка. Также при отлове был использован метод ручного сбора. Собранные насекомые помещались в морилку для умерщвления, далее выкладывались на ватные слои (матрасики) для дальнейшего хранения и определения. Общая выборка составила 908 особей.

Индекс Шеннона характеризует разнообразие и выравненность сообщества, т. е., чем больше в сообществе видов и чем меньше отличается их численность, тем выше значение индекса Шеннона. Расчет индекса Шеннона проводится по формуле:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i,$$

где  $p_i = n_i/N$  – доля  $i$ -го вида в биотопе;  $n_i$  – численность  $i$ -го вида;  $N$  – общая численность видов;  $\ln$  – натуральный логарифм.

С индексом Шеннона тесно связан индекс выравненности по Пиелу:

$$E = \frac{H'}{\ln S},$$

$H'$  – индекс Шеннона;  $\ln S$  – число видов.

Увеличение величины индекса Бергера-Паркера означает уменьшение разнообразия и увеличение степени доминирования одного вида. Для расчета данного индекса, используется следующая формула:

$$D = \frac{N}{n_{imax}},$$

где  $N$  – общая численность сообщества;  $n_{imax}$  – численность самого обильного вида.

Для оценки представленности нуклеотидных последовательностей митохондриальных и ядерных генов представителей семейства кокциnellиды использовали Международные генетические базы данных нуклеотидных последовательностей – BOLD и GenBank. Учитывали количество нуклеотидных последовательностей для каждого вида кокциnellид и географический регион.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В результате работы коллектировано и идентифицировано 18 видов кокциnellид, относящихся к 15 родам (таблица 2).

Таблица 2. – Видовой состав кокциnellид на исследованных территориях

Семейство	Вид	Биотоп	Особи, экз.	Обилие, %
<i>Adalia</i>	<i>Adaliabipunctata</i>	№ 1, 2	312	34,36
	<i>Adaliadecempunctata</i>	№ 1, 2	203	22,36
<i>Adonia</i>	<i>Adoniavariegata</i>	№ 1	5	0,55
<i>Anatis</i>	<i>Anatisocellata</i>	№ 1, 2	7	0,77
<i>Anisosticta</i>	<i>Anisostictanovemdecimpunctata</i>	№ 3, 4	10	1,10
<i>Aphidecta</i>	<i>Aphidectaobliterata</i>	№ 1	2	0,22
<i>Calvia</i>	<i>Calviadecemguttata</i>	№ 2	2	0,22
<i>Coccinella</i>	<i>Coccinellaseptempunctata</i>	№ 1, 2	325	35,79
	<i>Coccinellamagnifica</i>	№ 1	1	0,11
	<i>Coccinellaquinquepunctata</i>	№ 1–3	23	2,53
<i>Halyzia</i>	<i>Halyziasedecimguttata</i>	№ 1	1	0,11
<i>Hippodamia</i>	<i>Hippodamiatredecimpunctata</i>	№ 3, 4	2	0,22
<i>Harmonia</i>	<i>Harmoniaaxyridis</i>	№ 1	1	0,11
<i>Oenopia</i>	<i>Oenopiaconglobata</i>	№ 2, 3	6	0,66
<i>Propylaea</i>	<i>Propylaeaquatordecimpunctata</i>	№ 3, 4	2	0,22
<i>Sospita</i>	<i>Sospitavigintiguttata</i>	№ 1	1	0,11
<i>Subcoccinella</i>	<i>Subcoccinellavigintiquatuoripunctata</i>	№ 3	4	0,44
<i>Tytthaspis</i>	<i>Tytthaspisedecimpunctata</i>	№ 1	1	0,11
Всего экземпляров			908	
Всего видов			18	

Доминантными видами оказались *C. septempunctata*, *A. bipunctata* и *A. decempunctata*, относительное обилие которых составило 35,79 %, 34,36 % и 22,36 % соответственно. Необходимо отметить, что данные виды замечены на биотопах № 1 и № 2.

Для оценки биологического разнообразия изученных биотопов были определены индексы Шеннона, Бергера-Паркера и выравнинности по Пиелу. Индекс Шеннона, характеризующий видовое разнообразие или выравнинность сообщества, оказался выше на биотопе № 1 (1,147). На биотопе № 2 он составил 0,698, на биотопе № 3 – 0,122, а на биотопе № 4 – 0,033. Данный факт указывает на то, что на биотопе № 1 сложились более благоприятные условия, что и обусловило полидоминантность.

Индекс Бергера-Паркера (мера доминирования) на биотопе № 1 составил 0,38 и это свидетельствует о том, что в сообществе доминирует большее количество видов, чем на биотопе № 2 (0,44), биотопе № 3 (0,43) и биотопе № 4 (0,60). Значения индексов выравнинности по Пиелу в исследованных биотопах варьировали от 0,029 до 0,46.

Необходимо отметить, что в общую выборку попали 4 вида кокциnellид, которые являются редкими на территории Беларуси, в частности *C. decemguttata*, *C. magnifica*, *H. sedecimguttata*, *S. vigintiguttata* и 1 вид – *H. axyridis* – чужеродный инвазивный вид дальневосточного происхождения, принадлежащий к числу 100 наиболее опасных инвазивных видов Европы [6] и внесенный в «Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси» [7].

Таким образом, за период исследований изучено 908 особей кокцинелл, представленных 18 видами. Наибольшее численное и видовое разнообразие характерно для биотопа № 1, где отмечено 639 особей, представленных 12 видами. Это обусловлено благоприятными экологическими условиями и богатой кормовой базой кокцинелл на данном биотопе. Среди описанных видов 4 – редкие для территории Беларуси и 1 – инвазивный чужеродный.

В Международных базах нуклеотидных последовательностей к настоящему времени содержатся записи, касающиеся всех анализируемых видов кокцинелл, охваченных настоящим исследованием. Наиболее хорошо представлены последовательности гена субъединицы 1 цитохромоксидазы *c* (COI) для 5 видов, в частности *A. bipunctata*, *A. decempunctata*, *A. variegata*, *C. septempunctata*, *H. axyridis* и *P. quatuordecimpunctata*. Необходимо подчеркнуть, что данные виды кокцинелл коллектированы в географически удаленных регионах, включая Республику Беларусь и сопредельные ей регионы. Кроме гена COI, для данных видов кокцинелл представлены последовательности других митохондриальных генов (ген NADH-дегидрогеназы, ген субъединицы 2 цитохромоксидазы *c* (COII), ген субъединицы 3 цитохромоксидазы *c* (COIII), цитохром *b* (*cytb*), АТФ-синтазы и рРНК (12S и 16S) и ядерных генов (18S, 5,8S и 28S). Для *C. septempunctata* в дополнение к митохондриальным и ядерным генам получены и депонированы микросателлитные последовательности.

Для 7 видов кокцинелл, в частности *A. ocellata*, *A. novemdecimpunctata*, *C. magnifica*, *C. quinquepunctata*, *H. sedecimguttata*, *O. conglobata* и *S. vigintiguttata*, расшифрованы и депонированы нуклеотидные последовательности для генов COI, 16S, 12S (митохондриальные гены), 28S и 18S (ядерные гены). Для 4 видов кокцинелл – *A. obliterated*, *H. tredecimpunctata*, *S. vigintiquatuor punctata* и *T. Sedecimpunctata* – расшифрованы и представлены в международных генетических базах данных нуклеотидные последовательности только одного гена (COI).

Таблица 3. – Представленность в Международных генетических базах данных нуклеотидных последовательностей генов кокцинелл, вовлеченных в настоящее исследование

Вид кокцинелл	Маркер	Количество сиквенсов	Страна происхождения
<i>Adaliabipunctata</i>	COI	174	Канада, Россия, Иран, Германия, Беларусь, Норвегия, Польша и Финляндия
	5,8S	1	Россия
	28S	2	Россия, Китай
	Ab	1	Великобритания
	ND5	4	Германия, Великобритания
	COII	1	–
	18S	1	Франция
	16S	3	Италия, Китай, Великобритания
	12S	2	Франция, Великобритания
	gbrpd	1	Великобритания
<i>Adaliadecempunctata</i>	COI	47	Германия, Республика Чехия, Швеция, Норвегия, Италия, Финляндия, Россия, Испания, Беларусь
	5,8S	12	Россия, Германия
	28S	12	Россия, Франция
	12S	2	Франция, Великобритания
	16S	3	Франция, Великобритания
	18S	3	Великобритания, Франция, Германия
	gbrpd	1	Великобритания
	COII	1	Германия
	ND5	3	Германия, Великобритания

Продолжение таблицы 3

<i>Adoniavariegata</i>	COI	180	Пакистан, Канада, Саудовская Аравия, Южная Африка, Германия, Египет, Словения, Австралия, Финляндия
	HvarSat	30	Испания
	H3	4	Китай
	16S	20	Египет
	12S	19	Египет, Франция
	28S	1	Египет, Франция
	18S	1	Франция
<i>Anatisocellata</i>	COI	25	Германия, Финляндия, Великобритания, Польша, Норвегия, Бельгия
	16S	1	Франция
	12S	1	Франция
	28S	1	Франция
	18S	1	Франция
<i>Anisostictanovemdecimpunctata</i>	COI	28	Германия, Финляндия, Великобритания, Польша
	18S	1	Великобритания
	12S	1	Великобритания
	16S	1	Великобритания
<i>Aphidectaobliterata</i>	COI	39	Норвегия, Германия, Финляндия, Канада, Словения, Беларусь, Республика Чехия
<i>Calviadecemguttata</i>	COI	29	Германия, Республика Чехия
<i>Coccinellaseptempunctata</i>	COI	798	Канада, США, Пакистан, Германия, Япония, Франция, Индия, Италия, Нидерланды
	Quinta	1	Франция
	Tetra	2	Франция
	Tri	1	Франция
	Di	15	Франция
	Bm	9	Франция
	COII	1	США
	COIII	1	США
	28S	1	США
	18S	1	США
	16S	2	США, Великобритания
	12S	2	США, Великобритания
	ND2	2	Германия, Япония
	<i>Coccinellamagnifica</i>	COI	8
12S		1	Франция
28S		1	Франция
16S		1	Франция
18S		1	Франция
<i>Coccinellaquinquepunctata</i>	COI	14	Германия, Польша, Финляндия, Италия
	12S	1	Франция
	28S	1	Франция
	16S	1	Франция
	18S	1	Франция
<i>Halyziasedecimguttata</i>	COI	51	Германия, Финляндия, Франция, Норвегия
	12S	1	Франция
	28S	1	Франция
	18S	1	Франция
<i>Hippodamiatredecimpunctata</i>	COI	46	Канада, Германия, Финляндия, США, Китай, Норвегия

Окончание таблицы 3

<i>Harmoniaaxyridis</i>	COI	946	Канада, США, Россия, Германия, Великобритания, Китай, Италия, Япония, Аргентина
	16S	15	Китай
	12S	19	Китай, Франция
	<i>cytb</i>	18	Китай
	COII	17	Китай
	18S	5	США, Германия
	28S	6	США, Япония, Китай
	COIII	7	Россия
	EF1 $\alpha$	2	Китай, США
	ND2	1	Япония
<i>Oenopiaconglobata</i>	COI	8	Германия, Польша, Китай
	16S	6	Франция, Италия,
	12S	1	Франция
	28S	1	Франция
	18S	1	Франция
<i>Propylaeaquatuordecimpunctata</i>	COI	218	Канада, Беларусь, Германия, Китай, Пакистан, Болгария, Индия, Франция, Финляндия, Нидерланды, Россия, Бангладеш, Норвегия, Австрия
	18S	2	Австралия, Франция
	16S	2	Франция, Великобритания
	28S	1	Франция
	12S	1	Франция
<i>Sospitavigintiguttata</i>	COI	5	Финляндия, Германия, Норвегия
	16S	1	Великобритания
<i>Subcoccinellavigintiquatuor punctata</i>	COI	25	Германия, Италия, Норвегия, Финляндия, Словения, Греция
	28S	1	Польша, Франция
	16S	3	Польша, Великобритания, Франция
	18S	2	Франция, Польша
<i>Tytthaspissedecimpunctata</i>	COI	39	Германия, Швеция, Польша, Норвегия, Словакия
	16S	2	Великобритания, Франция
	18S	3	Великобритания, Франция
	12S	1	Франция
	28S	1	Франция

Таким образом, можно заключить, что в Международных базах данных нуклеотидных последовательностей репрезентированы последовательности митохондриальных и ядерных генов (для *C. septempunctata* микросателлитные повторы), находящиеся в открытом доступе, что создает предпосылки для использования их в готовом виде при изучении внутривидового генетического полиморфизма кокциnellид из географически удаленных регионов, а также для разработки ПЦР-ПДРФ ключей для выявления гаплотипического разнообразия. Однако, на сегодняшний день, расшифрованы и депонированы нуклеотидные последовательности в BOLD только для двух видов кокциnellид из Беларуси, в связи с чем возникает необходимость в пополнении данного списка. В BOLD и GenBank содержится достаточно информации о последовательностях митохондриальных и ядерных генов инвазивного для Беларуси вида кокциnellид – *H. axyridis*, что дает возможность для реконструкции хода экспансии данного вида по территории нашей страны.

**Заключение.** За период исследования установлена принадлежность 908 особей кокциnellид к 18 видам. Наибольшее численное и видовое разнообразие представителей данного семейства характерно для биотопа № 1 (639 особей, представленных 12 видами), что обусловлено благоприятными экологическими условиями и богатой кормовой базой.

На территории города Мозыря коллектировано 4 вида кокциnellид, которые являются редкими на территории Беларуси, в частности *C. decemguttata*, *C. magnifica*, *H. sedecimguttata*, *S. vigintiguttata*, и 1 вид – *H. axyridis* – чужеродный инвазивный дальневосточного происхождения, внесенный в «Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси».

В Международных базах нуклеотидных последовательностей к настоящему времени содержатся записи, касающиеся всех анализируемых видов кокциnellид. Нуклеотидные последовательности митохондриальных и ядерных генов (для *C. septempunctata* микросателлитные повторы) находятся в открытом доступе, что позволяет их использовать в готовом виде при изучении внутривидового генетического полиморфизма кокциnellид и для разработки ПЦР-ПДРФ ключей для выявления гаплотипического разнообразия. На сегодняшний день расшифрованы и депонированы нуклеотидные последовательности в BOLD только для двух видов кокциnellид из Беларуси, в связи с чем возникает необходимость в пополнении данного списка.

#### Список использованной литературы

1. Phylogeny, classification and evolution of ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae) based on simultaneous analysis of molecular and morphological data / A. E. Seago [et al.] // Molecular Phylogenetics and Evolution. – 2011. – Vol. 60, Iss. 1. – P. 137–151.
2. Буга, С. В. Обзор фауны кокциnellид (Coleoptera: Coccinellidae) Белоруссии / С. В. Буга, Е. С. Шалапенко // Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии. – Минск : Наука і тэхніка, 1991. – С. 111–121.
3. Семьянов, В. П. Фауна, биология и полезная роль кокциnellид (Coleoptera, Coccinellidae) в Белоруссии / В. П. Семьянов // Зап. ЛСХИ. – Т. 95. – 1965. – С. 106–120.
4. Буга, С. В. Кокциnellиды (Coleoptera: Coccinellidae) в структуре комплексов мало-мобильных энтомофагов дендрофильных тлей (Sternorrhyncha: Aphidoidea) / С. В. Буга, А. П. Колбас, О. В. Синчук // Труды БГУ. – Т. 11, ч. 2. – 2016. – С. 359–367.
5. Савойская, Г. И. Кокциnellиды (систематика, применение в борьбе с вредителями сельского хозяйства) / Г. И. Савойская. – Алма-Ата : Наука, 1983. – 248 с.
6. Handbook of alien species in Europe / eds. P.E. Hulme&DAISIE. – Dordrecht, Netherlands: Springer, 2009. – 399 p.
7. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А.В. Алехнович [и др.]; под ред. В. П. Семенченко. – Минск : Беларуская навука, 2016. – 105 с.