
ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ECOLOGY AND CONSERVANCY

УДК 595.762.12

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА ЖУЖЕЛИЦ (*COLEOPTERA: CARABIDAE*) НА РАННЕМ ЭТАПЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ САНИТАРНОЙ РУБКИ ЕЛЬНИКА КИСЛИЧНОГО В БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩЕ

Н. Г. КОЗУЛЬКО¹⁾, Г. А. КОЗУЛЬКО²⁾

¹⁾Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам,
ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Беларусь

²⁾Общественный проект «Беловежская пуца – XXI век» (<http://bp21.org.by>),
ул. Пуцанская, 6, 225063, агрогородок Каменюки, Брестская обл., Беларусь

Приводятся данные по влиянию сплошной санитарной рубки ельника кисличного на организацию сообщества жужелиц в Беловежской пуце. С апреля по ноябрь 1992 г. с использованием 20 ловушек Барбера учтено 3028 экз. жужелиц, относящихся к 45 видам. Почвенно-зоологические раскопки позволили обнаружить 42 экз., относящихся к 12 видам. Рассмотрена структура сообществ жужелиц в лесном массиве и на прилегающей вырубке. Выявлено преобладание следующих видов: *Calathus micropterus*, *Carabus arcensis*, *Carabus hortensis*, *Carabus nemoralis*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus oblongopunctatus* и *Trechus secalis*. Установлено увеличение видового богатства при снижении численности жесткокрылых после сведения леса. На вырубленной площади зарегистрировано

Образец цитирования:

Козулько Н. Г., Козулько Г. А. Структура сообщества жужелиц (*Coleoptera: Carabidae*) на раннем этапе лесовосстановления после санитарной рубки ельника кисличного в Беловежской пуце // Журн. Белорус. гос. ун-та. Биология. 2017. № 2. С. 80–89.

For citation:

Kazulka M. H., Kazulka H. A. Ground beetle (*Coleoptera: Carabidae*) community structure at the early stage of forest regeneration after sanitary logging of oxalidosum spruce forest in Belovezhskaya Pushcha. *J. Belarus. State Univ. Biol.* 2017. No. 2. P. 80–89 (in Russ.).

Авторы:

Николай Георгиевич Козулько – аспирант Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам. Научный руководитель – кандидат биологических наук, доцент В. А. Цинкевич.

Георгий Алексеевич Козулько – кандидат биологических наук; координатор проекта.

Authors:

Mikalai Kazulka, postgraduate student at the National Scientific Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources.

kazulka.mikalai@gmail.com

Heorhi Kazulka, PhD (biology); coordinator of the project.
kazulka@tut.by

снижение численности большинства лесных видов и увеличение численности видов, населяющих открытые биотопы, а также лесного вида *Trechus secalis*. Данные, полученные с помощью ловушек Барбера, во многом подтверждены материалами раскопок.

Ключевые слова: жужелицы; видовой состав; ельник кисличный; рубка леса; Беловежская пушча.

Благодарность. Авторы выражают благодарность доктору биологических наук, профессору О. Р. Александровичу (г. Слупск, Польша) и кандидату биологических наук, доценту В. А. Цинкевичу (г. Минск) за критические замечания и комментарии, сделанные при написании работы.

GROUND BEETLE (COLEOPTERA: CARABIDAE) COMMUNITY STRUCTURE AT THE EARLY STAGE OF FOREST REGENERATION AFTER SANITARY LOGGING OF OXALIDOSUM SPRUCE FOREST IN BELOVEZHSKAYA PUSHCHA

M. H. KAZULKA^a, H. A. KAZULKA^b

^aNational Scientific Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, Akademičnaja Street, 27, 220072, Minsk, Belarus

^bPublic project «Belovezhskaya Pushcha – 21st Century» (<http://bp21.org.by>), Puščanskaja Street, 6, 225063, Kamenyuki, Brest region, Belarus

Corresponding author: M. H. Kazulka (kazulka.mikalai@gmail.com)

Data on the effect from sanitation harvest upon community structure of ground beetles in the Oxalidosum spruce forest in Belovezhskaya Pushcha are given. 3028 specimens of ground beetles belonging to 45 species were collected by using pitfall traps and 42 specimens of 12 species were collected by quadrat method from April to November 1992. The structure of ground beetle communities in the forest area and the adjacent logging plot were examined. *Calathus micropterus*, *Carabus arcensis*, *Carabus hortensis*, *Carabus nemoralis*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus oblongopunctatus* and *Trechus secalis* prevailed. Increasing in species diversity and reducing in the number of ground beetles after deforestation was established. Decreasing in the number of most forest species and increasing in the number of species of open habitats and the forest species *Trechus secalis* was recorded on the logging plot. Data obtained by pitfall traps were largely confirmed by quadrat method.

Key words: carabid beetles; species composition; spruce forest; logging; Belovezhskaya Pushcha.

Acknowledgements. Authors are grateful to doctor of science (biology), full professor O. R. Aleksandrowicz (Slupsk, Poland) and PhD (biology), docent V. A. Tsinkevich (Minsk) for providing critical comments on the manuscript.

Беловежская пушча представляет собой наиболее крупный равнинный лесной массив в Европе, сохранившийся в относительно ненарушенном состоянии. Расположение на стыке европейской неморальной и евразийской таежной геоботанических областей обуславливает высокое флористическое и фаунистическое богатство этой территории. Длительная история лесопользования, особенности условий произрастания, а также результаты действий природных катаклизмов (ветровалы, вспышки численности насекомых-вредителей и др.) способствовали формированию большого разнообразия типов леса в регионе.

Леса Беловежской пушчи представлены широким спектром коренных и производных типов с преобладанием сосновых фитоценозов. Еловые леса занимают здесь более 10 % лесопокрытой площади [1] и, находясь на южной границе сплошного распространения [2], образуют менее устойчивые фитоценозы. В результате воздействия причин природного (засушливость некоторых сезонов, буреломы и др.) и антропогенного характера иногда создаются благоприятные условия для массового развития насекомых-ксилофагов. С учетом физиологического ослабления древостоев вредители приводят к их преждевременной гибели [3]. При отсутствии должных лесотехнических мероприятий возникает опасность распространения вредителей леса за пределы очагов заражения.

В борьбе с ксилофагами основной и наиболее эффективной практикой лесопользования считаются санитарные рубки леса [4]. При небольшом поражении древостоев проводятся рубки промежуточного пользования. В случае значительного усыхания применяются сплошные санитарные рубки

(в том числе с удалением сопутствующих пород), а также различные лесотехнические мероприятия, направленные на борьбу с вредителями (сжигание порубочных остатков, окорка деревьев). При этом характер экологических изменений на лесосеке сильно варьирует в зависимости от вида и способа рубки.

В системе управления лесами Беловежской пуши рубки леса занимают одно из ведущих мест среди различных видов антропогенного влияния. Помимо коммерческой выгоды от продажи древесины большое значение придается формированию и поддержанию структуры ценных в породном отношении древостоев путем проведения рубок ухода, а также санитарным мероприятиям, направленным на борьбу со стволовыми вредителями леса. И хотя сплошнолесосечные рубки не получили здесь широкого распространения (ввиду их ограничения в условиях заповедного режима), они применяются в случае значительного усыхания древостоев.

Поскольку жужелицы характеризуются высокой численностью и разнообразием в различных типах экосистем, они являются удобным объектом для мониторинговых исследований. В настоящее время хорошо разработаны методы их отлова и учета, изучены экологические особенности и систематика [5]. Это позволяет широко использовать жужелиц для оценки изменения среды их обитания, в том числе при рубках леса и на последующих этапах лесовозобновления [6–10].

Место, материалы и методы исследований

Исследования проводились в 1992 г. в ельнике кисличном (квартал 742А) и на расположенном рядом участке, образовавшемся в 1989 г. после сплошной вырубке поврежденных короедом елей (порубочные остатки сжигались). Территориальный эффект, потенциально способный оказывать влияние на организацию сообществ, видовой состав и численность жужелиц [11; 12], нивелировался благодаря соседству изучаемых площадок.

В ельнике в составе древостоя доминировала ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) H. Karst.) с незначительным участием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). Живой напочвенный покров представлен кислицей обыкновенной (*Oxalis acetosella* L.), майником двулиственным (*Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt), черникой обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), вейником тростниковым (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth) и зелеными мхами (*Dicranum scoparium* Hedw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.).

Сформировавшийся в результате лесохозяйственных мероприятий участок площадью около 0,5 га представлял собой сплошную вырубку трехлетнего возраста вейникового типа с доминированием в напочвенном покрове вейника тростникового.

Жужелицы собирались модифицированными ловушками Барбера [13] (полистироловые стаканы объемом 250 мл с диаметром отверстия 72 мм). В качестве фиксирующей жидкости использовался 4 % раствор формалина. В каждом биотопе устанавливалось по 10 ловушек на расстоянии не менее 25 м от края биоценоза для ослабления краевого эффекта между ельником и вырубкой. Ловушки функционировали с начала апреля по середину ноября. Выбор материала проводился один раз в 9–11 дней.

Плотность жужелиц определялась методом почвенно-зоологических раскопок по стандартной процедуре (пробы размером 25 × 25 см (1/16 м²) отбирались на глубину 10 см) [14]. Насекомых учитывали в апреле, июне, августе и октябре. За один раз в месяц бралось 16 проб, что составило 1 м². Таким образом, за период исследований в каждом биотопе взято по 64 пробы. Разбор подстилки и почвы производился ручным способом частично в полевых и лабораторных условиях.

Биотопическая приуроченность жужелиц устанавливалась на основании литературных данных [15; 16] с некоторыми изменениями. В настоящей работе выделены следующие группы видов жесткокрылых с преимущественным обитанием в определенных типах биоценозов:

- лесные (Лс);
- луговые (Л);
- полевые (П);
- болотные (Б);
- прибрежные (Пр);
- эврибионтные (Э).

Для выявления различий в численности массовых видов жужелиц, учтенных с помощью ловушек Барбера, и их экологических групп использовался *U*-критерий Манна – Уитни [17]. Достоверными считались результаты при уровне значимости (*P*) меньше 0,05. Степень сходства сообществ жесткокрылых оценивалась на основании индекса Брея – Кёртиса для количественных данных. Все расчеты выполнены в программном продукте PAST [18].

Номенклатура жужелиц приводится согласно Catalogue of Palaearctic Coleoptera [19].

Результаты исследований

Всего на двух участках с помощью почвенных ловушек Барбера учтено 3028 экз. жужелиц, относящихся к 45 видам (табл. 1). Более высокая численность жужелиц характерна для ельника кисличного ($U = 135,5$; $P = 0,005$), где было отловлено 2244 экз. В ельнике учтено 26 видов, на вырубке – 42 вида. Численность семи видов превышала 100 экз. Наиболее многочисленными видами являлись *Pterostichus oblongopunctatus* и *Carabus hortensis*, обилие которых составляло 26,1 и 21,8 % всего улова соответственно. Лесная группа включала в себя 22 вида, их обилие составляло 94,9 %. Обитатели открытых пространств (луговые и полевые виды) представлены 14 видами, их обилие было незначительным (3,3 %). На долю остальных видов (болотные, прибрежные и эврибионты) приходилось 1,7 % численности жужелиц.

Таблица 1

Видовой состав и численность жужелиц в ельнике кисличном и на вырубке
(по результатам почвенных ловушек)

Table 1

Species composition and abundance of carabid beetles in the Oxalidosum spruce forest
and on the logging plot (data obtained by pitfall traps)

Вид	Биотопическая приуроченность	Численность особей, экз.		
		Ельник	Вырубка	Всего
<i>Agonum fuliginosum</i> (Panzer, 1809)	Б	1	1	2
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	Л	–	1	1
<i>Amara brunnea</i> (Gyllenhal, 1810)	Лс	5	–	5
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)	Л	–	2	2
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)	Л	2	4	6
<i>Amara lunicollis</i> Schiödte, 1837	Л	–	39	39
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	П	–	12	12
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)	Л	–	1	1
<i>Badister bullatus</i> (Schrank, 1798)	Л	–	1	1
<i>Bradycellus csikii</i> Laczó, 1912	П	–	1	1
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Л	–	2	2
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	Лс	121	3	124
<i>Carabus arcensis</i> Herbst, 1758	Лс	116	94	210
<i>Carabus coriaceus</i> Linnaeus, 1758	Лс	38	28	66
<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790	Лс	33	6	39
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	Б	–	9	9
<i>Carabus hortensis</i> Linnaeus, 1758	Лс	631	28	659
<i>Carabus nemoralis</i> Müller, 1764	Лс	177	4	181
<i>Carabus violaceus</i> Linnaeus, 1758	Лс	7	18	25
<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)	Л	–	3	3
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	Лс	64	15	79
<i>Dyschirius aeneus</i> (Dejean, 1825)	Пр	–	1	1
<i>Dyschirius globosus</i> (Herbst, 1784)	Б	–	2	2
<i>Harpalus laevipes</i> Zetterstedt, 1828	Лс	63	6	69
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	Лс	16	6	22
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)	П	–	4	4
<i>Leistus terminatus</i> (Panzer, 1793)	Лс	1	1	2
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	Лс	–	1	1

Вид	Биотопическая приуроченность	Численность особей, экз.		
		Ельник	Вырубка	Всего
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	Лс	5	1	6
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	Лс	18	–	18
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)	Б	3	13	16
<i>Patrobus atrorufus</i> (Ström, 1768)	Лс	1	–	1
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	П	–	1	1
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	Л	2	21	23
<i>Pterostichus aethiops</i> (Panzer, 1797)	Лс	1	1	2
<i>Pterostichus diligens</i> (Sturm, 1824)	Б	–	2	2
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	Э	6	7	13
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	Лс	174	93	267
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)	Б	2	3	5
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	Лс	716	75	791
<i>Pterostichus rhaeticus</i> Heer, 1838	Б	–	2	2
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797)	Лс	17	27	44
<i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1796)	Лс	–	1	1
<i>Synuchus vivalis</i> (Illiger, 1798)	Л	–	5	5
<i>Trechus secalis</i> (Paykull, 1790)	Лс	24	239	263
Всего		2244	784	
Кол-во видов		26	42	

В ельнике кисличном преобладал *Pterostichus oblongopunctatus* (учтено 716 экз., что составило 31,9 %). Вторым по обилию был *Carabus hortensis* (631 экз., или 28,1 %). В число массовых видов с обилием более 5 % также входили *Carabus nemoralis* (177 экз.), *Pterostichus niger* (174 экз.), *Calathus micropterus* (121 экз.) и *Carabus arcensis* (116 экз.). Виды открытых пространств в ельнике представлены очень бедно (по 2 экз. *Amara familiaris* и *Poecilus versicolor*). Немногочисленны болотные и эврибионтные виды (всего 12 экз.).

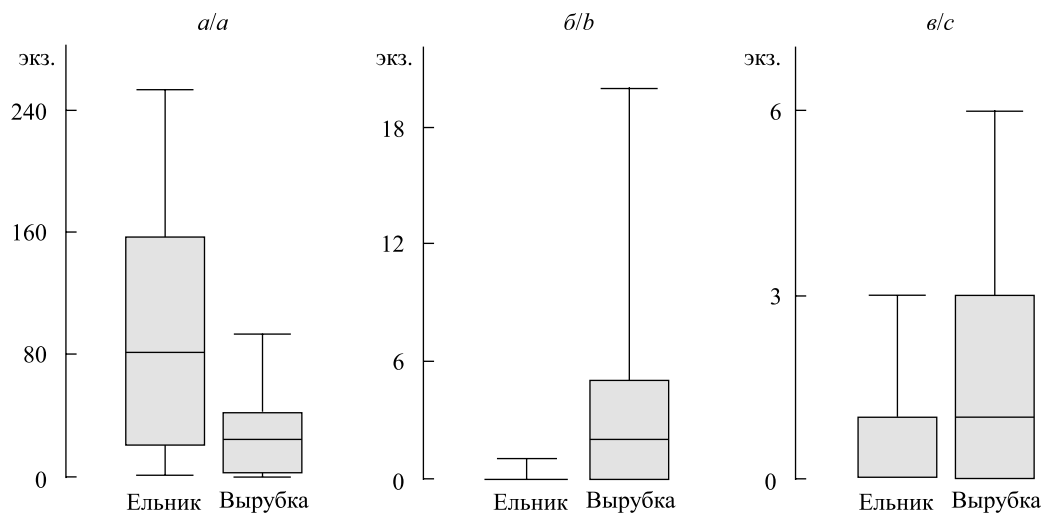
На вырубке доминировал *Trechus secalis* (239 экз., или 30,5 %), численность которого в лесном массиве была незначительной. В число доминирующих видов с обилием более 5 % входили *Carabus arcensis* (94 экз.), *Pterostichus niger* (93 экз.) и *Pterostichus oblongopunctatus* (75 экз.). Здесь разнообразна группа видов, приуроченных к открытому местообитанию (14 видов), среди которых высокой численностью отличался *Amara lunicollis* (39 экз., или 5 %). На долю болотных, прибрежных и эврибионтных видов на вырубке приходилось 5,1 % численности жуужелиц.

Вырубка леса оказала существенное влияние на структуру сообщества жуужелиц. Комплексы жесткокрылых в ельнике и на вырубке значительно различались между собой (коэффициент сходства Брея – Кёртиса составил 28,6 %). На вырубке существенно возрастает видовое разнообразие жуужелиц (см. табл. 1). Многие виды, предпочитающие открытые пространства, встречались исключительно здесь (либо демонстрировали наиболее высокую численность). Из лесных видов более высокая численность на вырубке установлена только для *Trechus secalis*, *Carabus violaceus* и *Pterostichus strenuus*.

Численность многих видов на вырубке существенно снижалась. К ним относились *Pterostichus oblongopunctatus* ($U = 100,5$; $P < 0,001$), *Carabus hortensis* ($U = 174,5$; $P = 0,030$), *Carabus nemoralis* ($U = 124,5$; $P < 0,001$), *Calathus micropterus* ($U = 97,5$; $P < 0,001$) и некоторые другие. Сходная тенденция выявлена для *Pterostichus niger* и *Carabus arcensis*, однако разница в численности статистически недостоверна. Единственным доминантным видом, демонстрировавшим увеличение численности на вырубке, был *Trechus secalis* ($U = 13,5$; $P = 0,026$).

Характерным изменением в структуре сообщества жуужелиц при сведении леса является резкое снижение численности лесных видов ($U = 120$; $P = 0,002$) и увеличение численности видов, обитающих в открытых биотопах (луговые и полевые) ($U = 102,5$; $P < 0,001$). Возрастает разнообразие

и численность болотных и прибрежных видов, а также эврибионтов (по совокупным данным $U = 156,5$; $P = 0,010$). Если виды открытых пространств в ельнике представлены незначительно, то на вырубке их численность возрастает до 97 экз., или 12,4 % в структуре сообщества жужелиц (см. рисунок).



Численность экологических групп жужелиц:
a – лесные виды; *b* – виды открытых пространств (луговые и полевые);
c – прочие виды (болотные, прибрежные и эврибионты)

Abundance of ecological groups of carabid beetles:
a – forest species; *b* – open-habitat species (praticolous and campicolous species);
c – other species (paludicolous, riparian and eurytopic species)

Методом почвенно-зоологических раскопок учтено 42 экз. жужелиц, относящихся к 12 видам (табл. 2). Количество учтенных видов оказалось почти одинаковым (7 – в ельнике, 8 – на вырубке), общая плотность жужелиц достоверно не различалась между биоценозами (различия оценивались с использованием *t*-критерия Стьюдента). Преобладающие виды – *Pterostichus oblongopunctatus* и *Notiophilus biguttatus* – были найдены только в ельнике ($1,8 \pm 0,6$ и $1,5 \pm 0,7$ экз./м² соответственно), а *Trechus secalis* – только на вырубке ($1,8 \pm 0,6$ экз./м²). Виды, предпочитающие открытые пространства (*Bradycellus csikii*, *Amara familiaris*, *Bembidion guttula*), доминировали на вырубке, а в лесном массиве были представлены лишь одним видом – *Amara plebeja*. В то же время лесные виды *Trechus secalis* и *Pterostichus strenuus* обильны на вырубке.

Обсуждение результатов исследований

Рубка леса оказала сильное влияние на структуру сообщества жужелиц. Отсутствие сомкнутости крон деревьев, повреждение подстилки и верхнего горизонта почвы при сведении леса и трелевке древесины приводят к изменению экологических параметров среды на вырубленной территории [20; 21]. Увеличение мозаичности биотопа после рубки способствует формированию комплексов жужелиц с более высоким видовым богатством, что свойственно молодым вырубкам [6; 8; 22]. Учет с помощью ловушек Барбера позволил выявить значительное снижение численности жужелиц на вырубке по сравнению с еловым массивом. Сильное снижение численности сообществ жужелиц в первые три года после рубки леса было отмечено также в сосновых лесах Польши [23].

Видовое богатство жужелиц на вырубке сформировалось благодаря появлению видов открытых пространств (луговых и полевых). Виды, предпочитающие открытые биотопы, разнообразны и характеризуются высокой численностью на недавно сформировавшихся вырубках [6; 23; 24]. В результате лесозаготовительной деятельности создается большое количество подходящих для них местообитаний [25], а лесные дороги являются коридорами для распространения [26–28]. Многие виды открытых пространств (*Amara* spp., *Calathus melanocephalus*, *Harpalus rufipes*, *Poecilus* spp.) имеют хорошо развитые крылья, что способствует их активному расселению [29].

В ельнике обнаружено лишь незначительное число видов, обитающих в открытых биотопах. В то же время сообщество жужелиц на вырубке включает в себя 18 лесных видов (42,9 %), при этом численность *Trechus secalis*, *Carabus arcensis*, *Pterostichus niger* и *Pterostichus oblongopunctatus* оказалась

значительной (см. табл. 1). Известно, что многие лесные стенобионтные виды сохраняют достаточно высокую численность в первые годы после рубки [23; 30]. Это может достигаться как за счет их миграции с соседних лесных участков, так и за счет выживания особей некоторых видов в наименее нарушенных рубками микростациях [31].

Таблица 2

Видовой состав и плотность жужелиц в ельнике кисличном
и на вырубке (по результатам раскопок)

Table 2

Species composition and density of carabid beetles in the Oxalidosum spruce forest
and on the logging plot (data obtained by quadrat method)

Вид	Плотность, экз./м ²		Всего, экз.
	Ельник	Вырубка	
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)	–	+	1
<i>Amara plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	+	–	1
<i>Bembidion guttula</i> (Fabricius, 1792)	–	+	1
<i>Bradycellus csikii</i> Laczó, 1912	–	1,0 ± 0,6	4
<i>Carabus violaceus</i> Linnaeus, 1758	+	–	1
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	1,5 ± 0,7	–	6
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)	0,5 ± 0,3	0,8 ± 0,4	5
<i>Pterostichus diligens</i> (Sturm, 1824)	–	+	1
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790)	+	+	2
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	1,8 ± 0,6	–	7
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797)	0,8 ± 0,4	0,8 ± 0,4	6
<i>Trechus secalis</i> (Paykull, 1790)	–	1,8 ± 0,6	7
Кол-во видов	7	8	
Общая плотность, экз./м ²	5,3 ± 1,1	5,3 ± 1,2	

Примечание. Знак + означает единично встреченных особей.

Такие виды, как *Pterostichus oblongopunctatus*, *Carabus hortensis*, *Carabus nemoralis*, *Calathus micropterus*, *Harpalus laevipes*, *Notiophilus biguttatus* и некоторые другие, демонстрируют приуроченность к ельнику (см. табл. 1 и 2). В условиях зоны смешанных лесов все они предпочитают леса разных типов [15]. Сплошная рубка ельника негативно отразилась на их численности, что также частично подтверждают исследования, проведенные в других регионах [24; 32].

На вырубке доминировал *Trechus secalis*. В зоне смешанных лесов этот вид приурочен к листовым лесам разных типов [15]. Кроме того, он обнаружен на лугах с различной степенью увлажнения [15; 33]. В зоне тайги *T. secalis* не демонстрирует четкой приуроченности к высокополотным древостоям, достигая относительно большой численности после рубок леса и в молодых лесах на начальных этапах лесовосстановления [30; 32].

Хотя учет методом почвенно-зоологических раскопок не выявил существенного увеличения видового разнообразия и снижения численности жужелиц на вырубке, основные тенденции в изменении плотности отдельных видов соответствуют данным, полученным с помощью ловушек Барбера. Оба метода позволяют выявить различные аспекты биологии жужелиц (активность в случае ловушек Барбера и абсолютную плотность в случае раскопок), а их совместное использование дает возможность в значительной степени охарактеризовать видовой состав и обилие беспозвоночных.

Заключение

Сплошная санитарная рубка в ельнике кисличном оказала сильное воздействие на структуру сообщества жужелиц. Полученные данные по реакции жужелиц на рубку леса сходны с таковыми, выявленными в различных регионах Европы (средняя и южная тайга, зоны смешанных и широколиственных лесов). Общими являются увеличение видового разнообразия за счет проникновения на вырубку

и развития там видов открытых пространств, а также уменьшение разнообразия и численности лесных видов. Между тем отдельные виды проявляют неодинаковую реакцию на вырубку леса в различных регионах. Это может быть связано с условиями ведения лесного хозяйства (например, площадь вырубок, объем изъятых древесины, сохранение сопутствующих пород и биогрупп деревьев, сжигание или оставление порубочных остатков и т. д.) и региональными причинами (разная микроклиматическая обстановка на вырубках в зависимости от региона) и др.

В настоящее время важное значение приобретают экологически щадящие технологии проведения рубок, в том числе с сохранением биогрупп живых деревьев [34]. Минимальное повреждение живого напочвенного покрова, подстилки и почвы, сохранение порубочных остатков на лесосеке будут способствовать выживанию многих лесных видов насекомых на вырубках [35]. В условиях сильного антропогенного воздействия на естественные экосистемы это снизит проявление отрицательных экологических эффектов при сведении леса на коренные комплексы живых организмов, включая сообщества жужелиц, и будет способствовать максимальному сохранению биоразнообразия.

Библиографические ссылки

1. Бамбиза Н. Н., Толкач В. Н., Бернацкий Д. И. Формационно-типологическая структура лесов Национального парка «Беловежская пуща» // Эколого-экономический механизм сохранения биоразнообразия особо охраняемых природных территорий : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Беловежская пуща, 23–25 мая 2007 г.). Брест, 2007. С. 122–137.
2. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Парфенов В. И. Типы и ассоциации еловых лесов: по исследованиям в БССР. Минск, 1971.
3. Сарнацкий В. В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси. Минск, 2009.
4. Grodzki W., Jakuš R., Lajzová E., et al. Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in the Tatra Mts. in Poland and Slovakia // Ann. For. Sci. 2006. Vol. 63. P. 55–61.
5. Rainio J., Niemelä J. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators // Biodivers. Conserv. 2003. Vol. 12, issue 3. P. 487–506.
6. Niemelä J., Langor D., Spence J. R. Effects of clear-cut harvesting on boreal ground-beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in Western Canada // Conserv. Biol. 1993. Vol. 7, № 3. P. 551–561.
7. Koivula M. Alternative harvesting methods and boreal carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) // For. Ecol. Manag. 2002. Vol. 167, issue 1–3. P. 103–121.
8. Saint-Germain M., Larrivière M., Drapeau P., et al. Short-term response of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) to fire and logging in a spruce-dominated boreal landscape // For. Ecol. Manag. 2005. Vol. 212. P. 118–126.
9. Magura T., Tóthmérész B., Elek Z. Diversity and composition of carabids during a forestry cycle // Biodivers. Conserv. 2003. Vol. 12, issue 1. P. 73–85.
10. Johansson T., Hjalten J., Olsson J., et al. Long-term effects of clear-cutting on epigeic beetle assemblages in boreal forests // For. Ecol. Manag. 2016. Vol. 359. P. 65–73.
11. Niemelä J., Tukka H., Halme E. Patterns of carabid diversity in Finnish mature taiga // Ann. Zool. Fennici. 1994. Vol. 31. P. 123–129.
12. Judas M., Dornieden K., Strothmann U. Distribution patterns of carabid beetle species at the landscape-level // J. Biogeogr. 2002. Vol. 29, issue 4. P. 491–508.
13. Barber H. S. Traps for cave-inhabiting insects // J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 1931. Vol. 46. P. 259–266.
14. Гиляров М. С. Учет крупных почвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований : сб. тр. М., 1975. P. 12–29.
15. Александрович О. П. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) запада лесной зоны Русской равнины. Фауна, зоогеография, экология, фауногенез. Lambert Academic Publishing, 2014.
16. Lindroth C. H. Ground beetles (Carabidae) of Fennoscandia: a Zoogeographic Study : in 3 parts. Washington, 1988–1992. Part 1 : Specific Knowledge Regarding the Species.
17. Zar J. H. Biostatistical Analysis. 5th ed. New Jersey, 2010.
18. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Palaeontol. Electron. 2001. Vol. 4, issue 1. URL: <http://paleo-electronica.org/2001-1/past/past.pdf>.
19. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Eds.: I. Löbl, A. Smetana. Vol. 1. Stenstrup, 2003.
20. Язбченко С. С., Загуральская Л. М., Лазарева И. П. Динамика экологических процессов на сплошных концентрированных вырубках Северной Карелии // Лесоведение. 1988. № 3. С. 3–10.
21. Исаев В. И. Изменение экологической среды в результате сплошных рубок леса // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем : сб. ст. / редкол.: Ю. А. Израэль [и др.]. Л., 1979. Т. 2. С. 249–257.
22. Beaudry S., Duchesne L. C., Côté B. Short-term effects of three forestry practices on carabid assemblages in a jack pine forest // Can. J. For. Res. 1997. Vol. 27, № 12. P. 2065–2071.
23. Szyzko J. Planning of prophylaxis in threatened pine forest biocenoses based on an analysis of the fauna of epigeic Carabidae. Warsaw, 1990.
24. Арнольди К. В., Матвеев В. А. Население жужелиц (Carabidae) еловых лесов у южного предела тайги (Марийская АССР) и изменение его на вырубках // Экология почвенных беспозвоночных : сб. ст. / редкол.: М. С. Гиляров (отв. ред.). М., 1973. С. 131–143.
25. Spence J. R., Langor D. W., Niemelä J., et al. Northern forestry and carabids: the case for concern about old-growth species // Ann. Zool. Fennici. 1996. Vol. 33, issue 1. P. 173–184.

26. Koivula M. J. Effects of forest roads on spatial distribution of boreal carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) // *Coleopt. Bull.* 2005. Vol. 59, issue 4. P. 465–487.
27. Vermeulen H. J. W. The composition of the carabid fauna on poor sandy road-side verges in relation to comparable open areas // *Biodivers. Conserv.* 1993. Vol. 2, issue 4. P. 331–350.
28. Eversham B. C., Telfer M. G. Conservation value of roadside verges for stenotopic heathland Carabidae: corridors or refugia? // *Biodivers. Conserv.* 1994. Vol. 3, issue 6. P. 538–545.
29. Den Boer P. J. On the significance of dispersal power for populations of carabid-beetles (Coleoptera, Carabidae) // *Oecologia.* 1970. Vol. 4, issue 1. P. 1–28.
30. Koivula M. Boreal carabid-beetle (Coleoptera, Carabidae) assemblages in thinned uneven-aged and clear-cut spruce stands // *Ann. Zool. Fennici.* 2002. Vol. 39. P. 131–149.
31. Koivula M., Niemelä J. Boreal carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in managed spruce forests – a summary of Finnish case studies // *Silva Fennica.* 2002. Vol. 36, № 1. P. 423–436.
32. Аницферов А. Л. Особенности трансформации фауны жужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесных вырубок на разных стадиях вторичной сукцессии // *Изв. Пенз. гос. пед. ун-та. Ест. науки.* 2011. № 25. С. 301–306.
33. Шляхтенко А. С. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) луговых сообществ как объект экологического мониторинга // *Фауна и экология насекомых Березинского заповедника : сб. науч. ст. / редкол.: Л. М. Сушня (отв. ред.) [и др.]. Минск, 1991. С. 146–169.*
34. Thompson J. Green-tree retention in harvest units: boon or bust for biodiversity? // *Sci. Findings.* 2007. № 96.
35. Козулько Г. А., Козулько Т. Н. Роль порубочных остатков в сохранении полезных беспозвоночных животных // *Лесная наука на рубеже XXI века : сб. науч. тр. Гомель, 1997. Вып. 46. С. 119–121.*

References

1. Bambiza N. N., Tolkach V. N., Bernatskii D. N. [Formational and typological structure of forests of the National Park «Belovezhskaya pushcha»]. *Ekologo-ekonomicheskii mekhanizm sokhraneniya bioraznoobraziya osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii* : materialy II Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. (Belovezhskaya pushcha, 23–25 May, 2007). Brest, 2007, P. 122–137 (in Russ.).
2. Yurkevich I. D., Golod D. S., Parfenov V. I. [Types and associations of spruce forests: according to research in the BSSR]. Minsk, 1971 (in Russ.).
3. Sarnackii V. V. [Spruce forests: formation, increase of productivity and stability in the conditions of Belarus]. Minsk, 2009 (in Russ.).
4. Grodzki W., Jakuš R., Lajzová E., et al. Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in the Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Ann. For. Sci.* 2006. Vol. 63. P. 55–61. DOI: 10.1051/forest:2005097.
5. Rainio J., Niemelä J. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodivers. Conserv.* 2003. Vol. 12, issue 3. P. 487–506. DOI: 10.1023/A:1022412617568.
6. Niemelä J., Langor D., Spence J. R. Effects of clear-cut harvesting on boreal ground-beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in Western Canada. *Conserv. Biol.* 1993. Vol. 7, No. 3. P. 551–561. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1993.07030551.x.
7. Koivula M. Alternative harvesting methods and boreal carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *For. Ecol. Manag.* 2002. Vol. 167, issue 1–3. P. 103–121. DOI: 10.1016/S0378-1127(01)00717-4.
8. Saint-Germain M., Larrivé M., Drapeau P., et al. Short-term response of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) to fire and logging in a spruce-dominated boreal landscape. *For. Ecol. Manag.* 2005. Vol. 212. P. 118–126. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.03.001.
9. Magura T., Tóthmérész B., Elek Z. Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. *Biodivers. Conserv.* 2003. Vol. 12, issue 1. P. 73–85. DOI: 10.1023/A:1021289509500.
10. Johansson T., Hjältén J., Olsson J., et al. Long-term effects of clear-cutting on epigeic beetle assemblages in boreal forests. *For. Ecol. Manag.* 2016. Vol. 359. P. 65–73. DOI: /10.1016/j.foreco.2015.09.041.
11. Niemelä J., Tukia H., Halme E. Patterns of carabid diversity in Finnish mature taiga. *Ann. Zool. Fennici.* 1994. Vol. 31. P. 123–129.
12. Judas M., Dornieden K., Strothmann U. Distribution patterns of carabid beetle species at the landscape-level. *J. Biogeogr.* 2002. Vol. 29, issue 4. P. 491–508. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2002.00697.x.
13. Barber H. S. Traps for cave-inhabiting insects. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 1931. Vol. 46. P. 259–266.
14. Gilyarov M. S. [Inventory of large soil invertebrates]. *Metody pochvenno-zoologicheskikh issledovaniy.* Moscow, 1975. P. 12–29 (in Russ.).
15. Aleksandrowicz O. R. [Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the west forest zone of the Russian Plain]. Fauna, zoogeography, ecology, faunogenesis. Lambert Academic Publishin, 2014 (in Russ.).
16. Lindroth C. H. Ground beetles (Carabidae) of Fennoscandia. A Zoogeographic Study : in 3 parts. Washington, 1988–1992. Part 1 : Specific Knowledge Regarding the Species.
17. Zar J. H. *Biostatistical Analysis.* 5th ed. New Jersey, 2010.
18. Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 2001. Vol. 4, issue 1. URL: <http://paleo-electronica.org/2001-1/past/past.pdf>.
19. Löbl I., Smetana A. (eds.). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera.* Vol. 1. Stenstrup, 2003.
20. Zyabchenko S. S., Zagural'skaya L. M., Lazareva I. P. [Dynamics of ecological processes at extensive clear felling in Northern Karelia]. *Lesovedenie.* 1988. No. 3. P. 3–10 (in Russ.).
21. Isaev V. I. [Change in the ecological environment as a result of clear cuttings]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem* : sb. statei. Leningrad, 1979. Vol. 2. P. 249–257 (in Russ.).
22. Beaudry S., Duchesne L. C., Côté B. Short-term effects of three forestry practices on carabid assemblages in a jack pine forest. *Can. J. For. Res.* 1997. Vol. 27, No. 12. P. 2065–2071. DOI: 10.1139/x97-171.
23. Szyszko J. Planning of prophylaxis in threatened pine forest biocenoses based on an analysis of the fauna of epigeic Carabidae. Warsaw, 1990.

24. Arnol'di K. V., Matveev V. A. [Ground beetles (Carabidae) of spruce forests near the southern boundary of the taiga (Mari ASSR) and its change on felling areas]. *Ekologiya pochvennykh bespozvonochnykh* : sb. statei. Moscow, 1973. P. 131–143 (in Russ.).
25. Spence J. R., Langor D. W., Niemelä J., et al. Northern forestry and carabids: the case for concern about old-growth species. *Ann. Zool. Fennici*. 1996. Vol. 33, issue 1. P. 173–184.
26. Koivula M. J. Effects of forest roads on spatial distribution of boreal carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Coleopt. Bull.* 2005. Vol. 59, issue 4. P. 465–487. DOI: /10.1649/815.1.
27. Vermeulen H. J. W. The composition of the carabid fauna on poor sandy road-side verges in relation to comparable open areas. *Biodivers. Conserv.* 1993. Vol. 2, issue 4. P. 331–350. DOI: 10.1007/BF00114038.
28. Eversham B. C., Telfer M. G. Conservation value of roadside verges for stenotopic heathland Carabidae: corridors or refugia? *Biodivers. Conserv.* 1994. Vol. 3, issue 6. P. 538–545. DOI: 10.1007/BF00115159.
29. Den Boer P. J. On the significance of dispersal power for populations of carabid-beetles (Coleoptera, Carabidae). *Oecologia*. 1970. Vol. 4, issue 1. P. 1–28. DOI: 10.1007/BF00390612.
30. Koivula M. Boreal carabid-beetle (Coleoptera, Carabidae) assemblages in thinned uneven-aged and clear-cut spruce stands. *Ann. Zool. Fennici*. 2002. Vol. 39. P. 131–149.
31. Koivula M., Niemelä J. Boreal carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in managed spruce forests – a summary of Finnish case studies. *Silva Fennica*. 2002. Vol. 36, No. 1. P. 423–436. DOI: 10.14214/sf.573.
32. Antsiferov A. L. Features of carabid beetle fauna (Coleoptera, Carabidae) transformation in the places of deforestation at various stages of secondary succession. *Izv. Penz. gos. un-ta. Est. nauki*. 2011. No. 25. P. 301–306 (in Russ.).
33. Shlyakhtenok A. S. [Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of meadows as an object of environmental monitoring]. *Fauna i ekologiya nasekomykh Berezinskogo zapovednika* : sb. nauchn. statei. Minsk, 1991. P. 146–169 (in Russ.).
34. Thompson J. Green-tree retention in harvest units: boon or bust for biodiversity? *Science Findings*. 2007. No. 96.
35. Kazulka H. A., Kazulka T. N. Role of logging residues in conservation of beneficial invertebrates. *Lesnaya nauka na rubezhe XXI veka* : sb. nauchn. tr. Gomel, 1997. Issue 46. P. 119–121 (in Russ.).

Статья поступила в редколлегию 21.04.2017.
Received by editorial board 21.04.2017.