

УДК 574.4; 595.7; 630*907.1

В. В. Лукин¹, А. В. Дерунков², С. А. Жданович³

¹Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси» ул. Академическая, 27, 220072 Минск, Республика Беларусь, luka-2000@rambler.ru

²Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая, 27, 220072 Минск, Республика Беларусь, alex_derunkov@tut.by

³Государственное учреждение по защите и мониторингу леса «Беллесозащита», ул. Парковая, 26а, 223031 Ждановичи, Минская обл., Минский р-н, Республика Беларусь, zhsa82@mail.ru

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА САПРОКСИЛЬНЫХ ЖУКОВ СТАФИЛИНИД (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE) В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА», БЕЛАРУСЬ)

Исследования были выполнены на территории Беловежской пушчи в усыхающих еловых древостоях, в которых проводились санитарные рубки с удалением древесного отпада, а также в ельниках, расположенных в заповедной зоне, без лесохозяйственного воздействия на древостой и древесный отпад. Видовое богатство сапроксильных стафилинид сопоставимо между насаждениями, пройденными рубками, и без рубок. Это объясняется наличием крупных древесных остатков различного качественного состава (разных стадий разложения) и в первую очередь валежа, на котором было собрано более 80 % экземпляров жуков. Трофическая структура сообществ стафилинид в насаждениях обоих режимов ведения лесного хозяйства характеризуется доминированием по видовому богатству облигатных и факультативных хищников.

Ключевые слова: Staphylinidae; сапроксильные жуки; видовое богатство; трофическая структура; Национальный парк «Беловежская пушча»; Беларусь.

Табл. 2. Библиогр.: 3 назв.

V. V. Lukin¹, A. V. Derunkov², S. A. Zhdanovich³

¹State Scientific Institution “V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus”, 27 Akademicheskaya Str., 220072 Minsk, the Republic of Belarus, luka-2000@rambler.ru

²Scientific-Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus for Biological Resources, 27 Akademicheskaya Str., 220072 Minsk, the Republic of Belarus, alex_derunkov@tut.by

³State Institution for the Protection and Monitoring of Forests “Bellesozashchita”, 26a Parkovaya Str., 223031 Zhdanovichi, Minsk distr., Minsk reg., the Republic of Belarus, zhsa82@mail.ru

THE STRUCTURE OF SAPROXYLIC ROVE BEETLE COMMUNITY (COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE) UNDER CONDITIONS OF DIFFERENT TYPES OF FOREST MANAGEMENT (ON THE EXAMPLE OF THE NATIONAL PARK “BELOVEZHSKAYA PUSHCHA”, BELARUS)

The study was carried out on the territory of Belovezhskaya Pushcha (Bialowieza Primeval Forest) in the drying spruce forests, where sanitary felling with elimination of deadwood took place and in the spruce forests, located in the strict protected zone of the National Park without the influence of forest management on the forests and deadwood. Species richness of saproxylic rove beetles is comparable between the forests with felling and forests without felling. This is explained, in the first run, by the presence of coarse woody debris of different “quality” (different stages of decomposition), and by deadfallen trees where more than 80 % of specimens of beetles were collected. The trophic structure of the rove beetle communities in forest stands under both types of forest management is characterized by domination in the species richness of obligatory and facultative predators.

Key words: Staphylinidae; saproxylic beetles; species richness; trophic structure; the National Park “Belovezhskaya Pushcha”; Belarus.

Table 2. Ref.: 3 titles.

Введение. Периодическое, более или менее массовое усыхание еловых лесов Европы (в том числе и Беларуси) — явление вполне закономерное и прогнозируемое. Основным фактором ослабления ельников является комплекс неблагоприятных для ели метеорологических явлений, важнейшая роль среди которых принадлежит высоким температурам с одновременным дефицитом осадков в летние месяцы (июнь—август).

В связи с тем, что «вредящая» стадия жизненного цикла большинства насекомых — стволовых вредителей ели в основном проходит под корой заселенных ими деревьев, наиболее эффективным методом сокращения их численности является вырубка свежезаселённых деревьев до вылета из-под коры молодого поколения жуков. Вырубка таких деревьев производится при проведении санитарных рубок и уборке захламленности (если заселенные деревья представлены ветровалом, буреломом или сухостоем). В связи с тем, что в момент чёткого проявления признаков заселения деревьев «стволовыми вредителями» их молодое поколение уже может покинуть заселенные ими деревья, санитарные рубки часто оказываются неэффективны. В этом случае лесозащитный эффект санитарных рубок существенно снижается, цель их проведения фактически сводится к своевременному использованию древесины повреждённых деревьев, поддержанию санитарного, эстетического и противопожарного состояния в зависимости от категории и назначения лесов. Проведение санитарных рубок и уборки захламленности оправдано в эксплуатационных, рекреационно-оздоровительных и защитных лесах. В лесах на заповедных территориях в зонах, где проведение санитарных рубок допустимо, они могут не давать ожидаемого положительного эффекта, и даже наоборот, снижать видовое разнообразие сапроксильных насекомых, которые являются важным компонентом лесных экосистем.

Значительную долю сапроксильных насекомых составляют жесткокрылые, среди которых часто встречаются представители семейства коротконадкрылых жуков или стафилинид. Большинство видов стафилинид являются неспециализированными хищникам, некоторые обитают в ходах короедов под корой и могут контролировать численность стволовых вредителей. Целью настоящей работы было изучение влияния лесохозяйственной деятельности в усыхающих еловых лесах Беловежской пуши на биологическое разнообразие сапроксильных жесткокрылых на примере стафилинид.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на 10 постоянных пробных площадях (далее — ППП), заложенных сотрудниками научного отдела Национального парка «Беловежская пуша» в еловых насаждениях, в разное время и в различной степени затронутых процессами усыхания ели вследствие формирования в них очагов стволовых вредителей. Хозяйственное воздействие на указанные еловые насаждения после их усыхания характеризовалось двумя режимами:

– «А» — отсутствие любых рубок леса в насаждениях, расположенных в абсолютно заповедной зоне (ППП № 1, 3, 8, 9);

– «В» — проведение санитарных рубок в насаждениях, расположенных в зоне регулируемого использования (ППП № 2, 4, 10, 12, 13, 14).

Массовое усыхание елового элемента леса в насаждениях пробных площадей протекало в 1992—1993 (ППП № 2, 3, 4) и 2002—2003 годах (ППП № 1, 8, 9, 10, 12, 13, 14). Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений на ППП приводится в таблице 1.

Анализ запаса и структуры крупных древесных остатков (далее — КДО) выполнен на основе лесоводственно-таксационных данных и материалов картирования и перечета КДО на ППП, предоставленных научным отделом Беловежской пуши. Для валежа и пней устанавливали стадию разложения на основании шкалы разложения валёжной древесины, модифицированной нами [1] на основе шкалы стадий разложения валежа ели, предложенной В. Г. Стороженко [2].

Т а б л и ц а 1. — Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений на ППП до усыхания и по состоянию на 2016—2017 годы в разрезе режимов хозяйственного воздействия

Т а б л е 1. — Silvicultural-taxational characteristics of the forest stands in the Permanent Sample Plots before tree drying and in 2016—2017 from the point of view of management conditions

Номер ППП / квартал (выдел)	Год начала усыхания	Исходный тип леса	Возраст преобладающей породы основного яруса на момент усыхания, лет	Состав насаждения по ярусам		Общая относительная полнота		Запас отпада в результате усыхания, м ³ /га	Показатели отпада с 2004 по 2017 год	
				до усыхания	в 2017 году	до усыхания	в 2017 году		Запас, м ³ /га	Средний диаметр, см
<i>Усыхающие еловые насаждения, незабрануемые рубками леса</i>										
1 / 292 (3)	2002	Ельник черничный	110	I: 6Е4С+Б II: 10Е	I: 10С+Б, Е II: 7Е3Б	0,88	0,54	248	36	22
3 / 479 (6)	1993	Ельник черничный	130	I: 6Е4С	I: 8С2Е II: 9Е1Б+С, Ос	0,60	0,60	253*	94	45
8 / 779 (5)	2003	Ельник кисличный	н/д	I: 7Е3Д II: 6Е2Г16ПзД	I: 7Д1С1Е1Лп+Б, Г II: 6Е3Г1Лп	0,88	0,69	282	75	32
9 / 779 (5)	2003	Ельник кисличный	н/д	н/д	I: 7Е3Д II: 5Е5Г+Д	н/д	0,25	53**	29	41
<i>Усыхающие еловые насаждения, в которых проводили санитарные рубки</i>										
2 / 264 (31)	1993	Ельник мшистый	180	I: 5Е4С1Б II: 10Е	I: 10С+Е II: 4Б3Е2С1Кл+Д, Ос, Ив	0,80	0,95	216*	—	—
4 / 480 (1)	1992	Ельник орляковый	130	I: 6Е4С	I: 10С+Е II: 7Е3Б+Г, Ив	0,6	0,62	308*	—	—
10 / 802 (5)	2002	Ельник черничный	120	н/д	I: 7Е3С II: 10Е+Б	н/д	0,31	20**	66	28
12 / 653 (14)	2002	Ельник черничный	н/д	н/д	I: 6С2Е2Д II: 5Е4Б1Г+Д	н/д	0,42	36**	22	30
13 / 653 (20)	2002	Ельник черничный	н/д	н/д	I: 10С II: 5Е4Б1Г	н/д	0,20	19**	251	50
14 / 802 (5)	2002	Ельник черничный	н/д	н/д	I: 8С1Е1Б II: 6Е4Б	н/д	0,51	4**	59	34

Примечание. Номера кварталов и выделов приводятся в соответствии с последним лесоустройством; * — запас отпада рассчитан как разность общего запаса до усыхания и запаса I яруса после усыхания; ** — запас сухостоя, который образовался уже после усыхания, учтенный при закладке ППП; прочерки означают, что отпад в этот период отсутствовал; н/д — нет данных; в формуле состава древостоя насаждений: С — сосна, Е — ель, Б — береза, Г — граб, Д — дуб, Ос — осина, Лп — липа, Кл — клен, Ив — ива; I — первый ярус древостоя, II — второй ярус древостоя.

Объем выборки на ППП составлял 5 единиц КДО каждой древесной породы для каждой стадии разложения. В насаждениях, не затронутых рубками, обследовали преимущественно валёж, который был преобладающей категорией КДО в насаждениях данной группы. В ельниках, в которых проводили санитарные рубки, обследовали послерубочные пни, крупные порубочные остатки и естественно образовавшийся после рубки валёж.

Сбор сапроксильных стафилинид осуществлялся под корой или в трухе КДО путем снятия палеток и сифтования трухи на почвенных ситах. Собранный материал фиксировали 70 %-ным этанолом.

Экология видов, в том числе и их трофические предпочтения, определены с использованием данных по Средней Европе [3], а также собственных наблюдений авторов.

Результаты исследования и их обсуждение. Режим хозяйственного воздействия в усыхающих еловых насаждениях оказал существенное влияние на запас и структуру КДО в них. Наиболее наглядно это влияние отражают абсолютные и относительные (в % от растущей части древостоя) величины запаса валежа и пней, распределение запаса валежа и пней по категориям крупности и стадиям разложения. Так, средний абсолютный запас валежа в усохших еловых насаждениях, не затронутых рубками, составил $338 \text{ м}^3 / \text{га}$ ($271\text{—}393 \text{ м}^3 / \text{га}$), естественных пней — $22 \text{ м}^3 / \text{га}$ ($5\text{—}32 \text{ м}^3 / \text{га}$), что в сумме составило 207 % от запаса растущей части древостоя. Распределение запаса КДО по стадиям разложения в насаждениях данного режима было неравномерным, преобладали КДО 3-й или 4-й стадии в зависимости от времени, прошедшего с момента усыхания. В усохших ельниках, в которых проводили санитарные рубки, средние абсолютные запасы валежа и пней составили 23 и $11 \text{ м}^3 / \text{га}$ соответственно, или 22 % от запаса растущей части древостоя.

Всего в исследованных КДО было собрано более 10 видов жуков стафилинид (таблица 2). На ППП, где не проводили санитарные рубки (режим А), собраны представители 8 видов жуков стафилинид. Чаще всего представители данного семейства были отмечены на ППП № 3, из 25 обследованных КДО они были обнаружены на 6, в подавляющем большинстве они были отмечены на валеже, реже на естественных пнях. Виды относительно равномерно отмечались на 2, 3 и 4-й стадиях разложения. На ППП № 8 ни на одном из фрагментов КДО представителей стафилинид не оказалось. На ППП № 9 был выявлен вид *Quedius xanthopus* Erichson на еловом пне естественного происхождения. На ППП № 1 сразу 3 вида были выявлены на валеже березы. В целом более 80 % экземпляров и более 75 % видов стафилинид были отловлены на валеже.

На ППП, в которых проводили санитарные рубки, обнаружены представители 5 видов жуков стафилинид. Чаще других был отмечен вид *Stenus clavicornis* (Scopoli), который встречался на КДО на трех ППП, в подавляющем большинстве случаев вид отмечали на послерубочных пнях 4-й и 5-й стадий разложения и реже на валеже. Остальные виды встречались реже и также в основном на послерубочных пнях. При этом существенную роль в поддержании разнообразия на указанных пробах выполнял валеж и оставленные колоды. Более 60 % видов стафилинид собраны на валеже, однако по количеству экземпляров они составили немногим более 30 %.

Большинство зафиксированных видов стафилинид являются эвритопными лесными видами. Два из них — *Gabrius splendidulus* (Gravenhorst) и *Atrecus longiceps* (Fauvel) — кортиколы. Ксилобионтный *Quedius xanthopus* очень часто встречается в трухлявых пнях и предпочитает эту нишу. Выявленные виды рода *Stenus* (*S. clavicornis* и *S. humilis* Erichson) предпочитают лесные биотопы, часто встречаются в лесной подстилке, иногда даже доминируют среди других видов стафилинид. Под корой и в трухлявой древесине они находят как убежище, так и пищу. Эти виды хищничают на мелких беспозвоночных, коллемболах, личинках мух. *Sepedophilus marshami* (Stephens) и *S. immaculatus* (Stephens) чаще всего встречаются под корой мертвых деревьев, однако могут обитать и в лесной подстилке, особенно в сухих биотопах.

Т а б л и ц а 2. — Видовой состав и количество жуков стафилинид, собранных на КДО на ППП с разным режимом хозяйственного воздействия
 T a b l e 2. — Species composition and number of the rove beetles collected in the Coarse Woody Debris in the Permanent Sample Plots with different management conditions

Вид	Порода	Диаметр	Стадия разложения	Категория	Количество экземпляров	Номер ППП	Режим	Дата
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Б	42	4	Валеж	1	1	A	15.08.2018
<i>Gabrius splendidulus</i> (Gravenhorst, 1802)	Б	42	4	Валеж	1	1	A	15.08.2018
<i>Stenus humilis</i> Erichson, 1839	Б	42	4	Валеж	1	1	A	15.08.2018
<i>Atrecus longiceps</i> (Fauvel, 1873)	Е	36	4	Валеж	1	3	A	16.08.2018
<i>Xantholinus tricolor</i> (Fabricius, 1787)	С	23	2	Валеж	1	3	A	16.08.2018
<i>Sepedophilus immaculatus</i> (Stephens, 1832)	С	28	3	Валеж	2	3	A	16.08.2018
<i>Sepedophilus marshami</i> (Stephens, 1832)	Е	51	4	Пень	1	3	A	16.08.2018
gen. sp.	С	50	2	Валеж	1	3	A	16.08.2018
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Е	42	4	Валеж	1	3	A	16.08.2018
<i>Quedius xanthopus</i> Erichson, 1836	Е	25	3	Пень	1	9	A	09.10.2018
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1795)	Е	38	4	Пень	1	2	B	14.08.2018
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Е	38	4	Пень	2	2	B	14.08.2018
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Б	30	5	Пень	1	2	B	14.08.2018
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Е	18	4	Пень	1	2	B	14.08.2018
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Е	38	5	Пень	1	4	B	15.08.2018
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Е	59	4	Валеж	1	4	B	15.08.2018
gen. sp.	С	36	3	Пень	2	4	B	15.08.2018
<i>Quedius xanthopus</i> Erichson, 1836	Е	29	2	Пень	1	10	B	09.10.2018
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Е	52	4	Пень	1	12	B	16.08.2018
gen. sp.	Д	48	3	Колода	1	12	B	17.08.2018
<i>Sepedophilus immaculatus</i> (Stephens, 1832)	Д	20	3	Колода	2	12	B	17.08.2018
<i>Quedius xanthopus</i> Erichson, 1836	Д	20	2	Колода	1	12	B	17.08.2018
<i>Sepedophilus immaculatus</i> (Stephens, 1832)	Д	20	2	Колода	1	12	B	17.08.2018
<i>Stenus clavicornis</i> (Scopoli, 1763)	Е	30	5	Пень	1	13	B	16.08.2018
<i>Sepedophilus immaculatus</i> (Stephens, 1832)	С	52	2	Пень	1	14	B	11.10.2018
<i>Oscypus nitens</i> (Schrank, 1781)	Е	60	3	Пень	1	14	B	11.10.2018

В отношении трофических предпочтений только вид *Sepedophilus marshami* считается чистым мицетофагом, питается спорами грибов. Вероятно, *Sepedophilus immaculatus* также является факультативным мицетофагом, но в целом этот вид является зоофагом. Хищные виды *Stenus clavicornis* и *Stenus humilis* могут иногда питаться разлагающимися растительными остатками.

В составе трофических групп выявлены мицетофаги (10 %), облигатные (50 %) и факультативные (40 %) зоофаги. Выделение группы облигатных зоофагов достаточно условно. Большинство отмеченных хищных видов стафилинид, вероятнее всего, характеризуются смешанным питанием, потребляя как животную, так и растительную пищу, чаще всего разлагающиеся растительные остатки или мицелий грибов. Тем не менее, например, представители рода *Stenus* могут быть отнесены к облигатным зоофагам.

На основании полученных результатов можно считать КДО лиственных пород наиболее важными для сохранения сапроксильных жесткокрылых. В КДО березы и дуба на ППП даже в ельниках отмечено наибольшее биологическое разнообразие стафилинид. КДО березы и дуба необходимо сохранять как резерваты разнообразия жесткокрылых в хвойных лесах.

Заключение. На основании анализа видового состава и экологической структуры комплексов сапроксильных жуков стафилинид можно сделать вывод, что видовое богатство сапроксильных стафилинид сопоставимо между насаждениями, пройденными рубками, и без рубок. Это объясняется наличием КДО различного качественного состава (разных стадий разложения) и в первую очередь валежа, на котором было собрано более 80 % экземпляров жуков. Трофическая структура стафилинид в насаждениях обоих режимов ведения лесного хозяйства характеризуется доминированием по видовому богатству облигатных и факультативных хищников.

Авторы выражают большую благодарность администрации Национального парка «Беловежская пуща» за предоставленную возможность проведения исследований на территории парка.

Научный анализ материалов выполнен при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Б22В-012).

Список цитируемых источников

1. Пугачевский, А. В. Запасы, размерная структура и степень разложения древесных остатков в некоторых типах сосновых, еловых и березовых лесов / А. В. Пугачевский, С. А. Жданович // Тр. БГТУ. Сер. 1. «Лесное хозяйство». — Минск, 2007. — Вып. 15. — С. 366—370.
2. Стороженко, В. Г. Датировка разложения валежа ели / В. Г. Стороженко // Экология. — 1990. — № 6. — С. 66—69.
3. Koch, K. Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie / K. Koch. — Krefeld : Goecke and Evers, 1989. — Bd. 1. — 440 s.

References

1. Pugachevsky A. V., Zhdanovich S. A. *Zapasy, razmernaya struktura i stepen razlozheniya drevesnyh ostatkov v nekotoryh tipah sosnovykh, elovykh, i berezovykh lesov* [Resources, size structure and degree of decay of the wood debris in some types of pine, spruce and birch forests]. *Proceedings of BSTU. Seria 1. Forestry. Environmental management*. Minsk, 2007, iss. 15, pp. 366—370. (in Russian)
2. Storozhenko V. G. *Datirovka razlozheniya valezha eli*. [Dating of decaying of the spruce fallen trees]. *Ecology*, 1990, no. 6, pp. 66—69. (in Russian)
3. Koch K. *Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie*. Krefeld, Goecke and Evers, 1989, bd. 1, 440 s.

The studies were carried out on the territory of Bialowieza Primeval Forest in drying spruce forests, where sanitary felling with elimination of deadwood was organized and in the spruce forests, located in the strictly protected zone of the National Park, forest management not affecting the forests and the deadwood.

The forest management in the drying spruce stands have substantially influenced the pool and the structure of the Coarse Woody Debris (CWD) in these forests. The average complete pool of felling trees in the drying spruce stands without cutting was $338 \text{ m}^3 / \text{ha}$ ($271\text{—}393 \text{ m}^3 / \text{ha}$), natural stubs — $22 \text{ m}^3 / \text{ha}$ ($5\text{—}32 \text{ m}^3 / \text{ha}$), totally 207 % of the pool of standing trees. In the drying spruce forests after sanitary felling the average complete pool of felling trees and stubs was 23 and $11 \text{ m}^3 / \text{ha}$ accordingly, totally 22 % of the pool of standing trees.

Totally, more than 10 rove beetle species were collected in the studied CWD. Eight rove beetle species were collected in the Permanent Sample Plots (PSP) without sanitary felling. The beetles were found relatively evenly at the 2nd, 3^d and 4th stages of decay. Five rove beetle species were found in the PSP after sanitary felling. The species *Stenus clavicornis* (Scopoli) dominated.

On the basis of the analysis of the species composition and the ecological structure of complexes of saproxylic rove beetles it is possible to conclude that the species richness of saproxylic rove beetles is comparable between stands with sanitary felling and without sanitary felling. This can be accounted for by the fact that there is the CWD of different qualitative composition (different stages of decaying) in the plots, especially fallen trees where more than 50 % of all insects were collected. The trophic structure of the rove beetle communities in the forest stands under both types of forest management is characterized by the domination in the species richness of obligate and facultative predators. The results obtained make it possible to consider CWD of deciduous trees as the most important for conservation of saproxylic beetles.

Поступила в редакцию 13.06.2022.