

ЗООЛОГИЯ

УДК 595.762.12 (470.317)

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA: CARABIDAE) ЛЕСНОГО МАССИВА КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ: СТРУКТУРА ФАУНЫ ЛЕСА И УЧАСТКА ВЫРУБКИ

А.Л. Анциферов¹, И.В. Смирнов²

¹Костромской государственной университет им. Н.А. Некрасова,

²Санкт-Петербургский государственный университет

Рассмотрено изменение структуры сообщества жуужелиц (Coleoptera: Carabidae), обусловленное вырубкой леса. Индекс биоценотического сходства между фрагментами леса и вырубки составляет 41%, а между разными участками вырубки – 27%. Состав групп доминантных и субдоминантных видов постоянен. Описан характер изменения активности жуужелиц в течение летнего сезона в лесных биотопах и на вырубке. Фауна вырубки по ряду признаков отличается от фауны лесного массива. В составе сообществ вырубок представлены лесные виды и виды других прилегающих биотопов.

Ключевые слова: Carabidae; вырубка; лес; ловушки Барбера; трансекты; активность и уловистость жуужелиц; Костромская область.

Введение. Около 70% территории Костромской обл. покрыто лесами. В настоящее время ведётся интенсивная разработка лесных угодий. Вырубка леса ведёт к изменению абиотических условий в данном биотопе. В.А. Матвеев отмечал, что «на вырубке перестаёт действовать мощный «насос» транспирации древостоя, а также не задерживается кронами падающая на почву влага, влажность почвы иногда резко возрастает и уровень грунтовых вод поднимается высоко сравнительно с их уровнем в лесу» [3]. Вырубка леса отражается на структуре хищной мезофауны. Заметной частью последней являются насекомые-энтомофаги. Их роль как регуляторов численности вредителей лесного хозяйства представляет большой практический интерес. К этой группе почвенных беспозвоночных относятся и представители семейства жуужелиц (Carabidae).

Цель работы — изучение влияния лесной вырубки на структуру сообщества жуужелиц. Исследован видовой состав жуужелиц вырубки, определены их численность, процентное соотношение. Выявлена динамика активности жуужелиц в течение четырех месяцев. Этот дополнительный аспект исследования авторам представляется важным в виду того, что различные виды жуужелиц имеют разные периоды активности, а, следовательно, их экологическая роль в жизни сообщества вырубки в каждый момент времени различна.

Материал и методика. Данное исследование проводилось с 1 мая по 31 августа 2005 г в окрестностях дер. Лазарево Судиславского р-на Костромской обл. В качестве объекта исследования был выбран лесной биотоп с прилегающей к нему сплошной вырубкой. Лесной массив является типичным для лесной растительности южно-таёжной подзоны, в которой располагается большая часть территории Костромской обл.

Выделено два разных участка лесного массива: 1) хвойный лес, представляющий фрагмент сложного ельника с преобладанием хвойных пород; 2) лиственный лес, сформировавшийся на основе сложного ельника, где в настоящее время доминируют лиственные породы. Возраст вырубки, прилегающей к обоим участкам леса, определялся по возрасту основной массы подроста осины. Он составил 3 года.

Для определения видового состава и динамической плотности популяций жуужелиц был использован метод ловушек Барбера [6]. В качестве фиксирующей жидкости применялся 4% раствор формальдегида. По территории двух выделенных участков леса было равномерно распределено по 15 ловушек Барбера. На территории вырубки было заложено три линейные трансекты, по 10 ловушек в каждой. Первая трансекта была удалена на 10 м от границы леса, вторая — на 20 м, третья — на 30 м. Расстояние между ловушками в пределах одной трансекты составляло 10 м.

Единицей выборки на вырубке принята совокупность материала из ловушек каждой трансекты, взятая одновременно. Собираемый материал каждой трансекты суммировался. Единицей выборки в лесу принята совокупность материала из всех ловушек каждого типа лесного массива. Для сравнения общей структуры фауны вырубки и леса материал трёх трансект вырубки суммировался и сравнивался с суммарными показателями сообщества жуужелиц для леса. В сравнительном анализе использован индекс биоценологического сходства Ю.И. Чернова [7]. Он учитывает общность сообществ по видовому составу и численности жуужелиц:

$$K_n = K_n \times K_\phi,$$

где: K_n — коэффициент сходства группировок по обилию, рассчитываемый по формуле:

$$K_n = \frac{\sum C_{\min} \times 100}{a + b - \sum C_{\min}},$$

где: C_{\min} — меньший из двух сравниваемых показателей уловистости каждого вида; a — суммарная уловистость всех видов в одном из биотопов; b — суммарная уловистость всех видов в другом биотопе; K_ϕ — коэффициент фаунистического сходства, рассчитываемый по формуле Жаккара:

$$K_\phi = \frac{C}{A + B - C}$$

где: С — число видов, общих для двух сравниваемых биотопов; А — число видов в первом биотопе; В — число видов во втором биотопе.

Данный индекс был применён при сравнении сообществ жужелиц леса и вырубки в целом и при сравнении трансект вырубки и участков леса между собой. При этом использованы суммарные данные по выборкам за весь сезон.

Выделение групп жужелиц по обилию проводилось по системе И.И. Соболевой-Докучаевой [5]. Виды, доля которых превышает 5% сбора с одной трансекты, определены как доминанты; находится в пределах 1–5% — как субдоминанты; составляет менее 1% — как редкие виды. Расчёт доли видов жужелиц (в %) произведён по данным за весь сезон для каждого из участков в отдельности и для леса и вырубки в целом.

За время проведения исследования было отловлено и учтено 8668 особей жужелиц 53 видов 21 рода. В лесу отмечено 4616 особей 32 видов, на вырубке — 4064 особи 49 видов. Диагностика видов жужелиц осуществлялась по определителям А.Ю. Исаева и О.Л. Крыжановского [1; 2]. Характеристика видового состава каждого участка леса и каждой трансекты вырубки (видовое богатство, обилие и доля (в %) за весь сезон) приведена в табл. 1 и 2 соответственно. Для видов, относящихся к категории редких, указан суммарный процент. Отдельно приведена таблица (табл. 3), характеризующая по тем же параметрам лес и вырубку в целом.

Результаты и обсуждение. Видовое богатство исследованных участков леса практически одинаково. Разница составляет один вид (27 видов жужелиц в хвойном лесу и 28 видов — в лиственном). Число общих видов составляет 22. При этом сходство доминантной и субдоминантной части фаун жужелиц обоих участков очень высоко. Различия заключаются в том, что в лиственном участке леса полностью отсутствует *Leistus terminatus* (*L. rufescens*). Кроме того, *Cychrus caraboides* в хвойном лесу является не субдоминантом, а редким видом.

Показатели обилия большинства видов жужелиц за весь сезон сходны. Исключение составляют 2 вида: *Trechus secalis* и *Pterostichus melanarius*. Доля первого снижается в лиственном лесу по отношению к хвойному с 31% до 16%, доля второго — наоборот повышается с 4% до 20%. Особенностью фауны хвойного леса является высокая доля двух вместе взятых видов (*Trechus secalis* и *Pterostichus oblongopunctatus*) — 65%. Большая доля этих двух видов, вероятно, может отрицательно сказаться на устойчивости лесного биотопа к определённым видам вредителей. Выпадение вследствие каких-либо причин массового вида может привести к уменьшению интенсивности истребления этих вредителей. Более важным с этой точки зрения представляется *Pterostichus oblongopunctatus*, так как этот вид обладает большей массовостью, по сравнению с *Trechus secalis*. Индекс биоценотического сходства двух участков леса достаточно высок и составляет 41%.

Таблица 1

Видовое богатство, обилие и долевое участие жуужелиц в разных биотопах леса

Показатели	Хвойный лес		Лиственный лес	
Видовое богатство	27		28	
Обилие	2183		2433	
Группы	виды	доля, %	виды	доля, %
доминанты	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	34	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	35
	<i>Eraphius secalis</i> Payk.	31	<i>Pterostichus melanarius</i> Ill.	20
	<i>Carabus granulatus</i> L.	7	<i>Eraphius secalis</i> Payk.	16
			<i>Carabus granulatus</i> L.	9
субдоминанты	<i>Agonum assimile</i> Pk.	5	<i>Calatus micropterus</i> Duft.	5
	<i>Calatus micropterus</i> Duft.	4	<i>Agonum assimile</i> Pk.	3
	<i>Pterostichus melanarius</i> Ill.	4	<i>Pterostichus niger</i> Schaller.	2
	<i>Harpalus quadripunctatus</i> Dej.	3	<i>Harpalus quadripunctatus</i> Dej.	2
	<i>Pterostichus strenuus</i> Pz.	3	<i>Carabus hortensis</i> L.	2
	<i>Carabus hortensis</i> L.	2	<i>Pterostichus strenuus</i> Pz.	2
	<i>Pterostichus niger</i> Schaller.	2	<i>Carabus glabratus</i> Payk.	1
	<i>Leistus rufescens</i> F.	1	<i>Cychrus caraboides</i> L.	1
	<i>Carabus glabratus</i> Payk.	1		
редкие	всего	3	всего	2

Видовое богатство жуужелиц на территории вырубки по данным трёх трансект колеблется незначительно (от 32 до 37 видов). Однако число общих видов для всех трансект равно 23. Число общих видов в доминантно-субдоминантом комплексе составляет 13. Обилие таких видов, как *Leistus terminatus*, *Agonum muelleri*, *Carabus glabratus*, *Platynus assimilis*, *Acupalpus* sp. на отдельных трансектах переходит из разряда «субдоминантные» в разряд «редкие виды».

Обилие жуужелиц на трёх трансектах вырубки колеблется тоже незначительно. Оно варьирует в пределах 1300–1463 особей, причём небольшое повышение обилия происходит только на третьей трансекте (1463 особи), тогда как на первых двух этот показатель примерно равен

(1301 и 1300 особей). Индекс биоценотического сходства больше между первой и второй трансектами (46%). Общность между первой и третьей трансектами довольно низкая и составляет 27%.

Таблица 2

Видовое богатство, обилие и долевое участие жуужелиц на трансектах вырубке

Показатели	Первая трансекта, 10 м		Вторая трансекта, 20 м		Третья трансекта, 30 м	
Видовое богатство	36		37		32	
Обилие	1301		1300		1463	
Группы	виды	доля, %	виды	доля, %	виды	доля, %
доминанты	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	21	<i>Poecelus cupreus</i> L.	18	<i>Agonum sexpunctatum</i> L.	22
	<i>Poecelus cupreus</i> L.	15	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	15	<i>Poecelus cupreus</i> L.	18
	<i>Epaphius secalis</i> Payk.	12	<i>Agonum sexpunctatum</i> L.	14	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	16
	<i>Pterostichus melanarius</i> Ill.	11	<i>Carabus granulatus</i> L.	10	<i>Poecelus versicolor</i> Sturm.	10
	<i>Carabus granulatus</i> L.	10	<i>Pterostichus melanarius</i> Ill.	12	<i>Carabus granulatus</i> L.	7
субдоминанты	<i>Agonum sexpunctatum</i> L.	5	<i>Epaphius secalis</i> Payk.	7	<i>Epaphius secalis</i> Payk.	6
	<i>Harpalus quadripunctatus</i> Dej.	3	<i>Pterostichus niger</i> Schaller.	4	<i>Pterostichus melanarius</i> Ill.	4
	<i>Pterostichus niger</i> Schaller.	3	<i>Harpalus quadripunctatus</i> Dej.	3	<i>Amara aenea</i> Deg.	2
	<i>Amara familiaris</i> Duft.	3	<i>Amara familiaris</i> Duft.	3	<i>Harpalus quadripunctatus</i> Dej.	2
	<i>Pterostichus strenuus</i> Pz.	2	<i>Amara aenea</i> Deg.	2	<i>Amara familiaris</i> Duft.	2
	<i>Carabus glabratus</i> Payk.	2	<i>Calatus micropterus</i> Duft.	2	<i>Pterostichus strenuus</i> Pz.	2
	<i>Leistus rufescens</i> F.	2	<i>Pterostichus strenuus</i> Pz.	2	<i>Amara famelica</i> Zimm.	1
	<i>Poecelus versicolor</i> Sturm.	2	<i>Carabus glabratus</i> Payk.	2	<i>Acupalpus</i> sp.	1
	<i>Amara famelica</i> Zimm.	2	<i>Poecelus versicolor</i> Sturm.	2	<i>Pterostichus niger</i> Schaller.	1
	<i>Calatus micropterus</i> Duft.	1	<i>Amara famelica</i> Zimm.	1		
	<i>Agonum muelleri</i> Hbst.	1	<i>Agonum assimile</i> Pk.	1		
	<i>Amara aenea</i> Deg.	1				
	редкие	всего	4	всего	5	всего

Видовое богатство карабид на вырубке в 1,5 раза превышает данный показатель для леса (49 видов на вырубке и 32 в лесу). Число общих для вырубке и леса видов равно 28. Однако 5 видов жуужелиц, обнаруженных в лесу и отсутствующие на вырубке, относятся к редким. На вырубке зарегистрирован 21 вид карабид, не отмеченных в лесу.

Видовое богатство, обилие и доля жуужелиц
в биотопах вырубки и леса в целом

Показатели	Вырубка		Лес	
Видовое богатство	49		33	
Обилие	4064		4616	
Группы	виды	доля, %	виды	доля, %
доминанты	<i>Pterostychus oblongopunctatus</i> L.	17	<i>Pterostychus oblongopunctatus</i> L.	34
	<i>Poecilus cupreus</i> L.	17	<i>Trechus secalis</i> Payk.	23
	<i>Agonum sexpunctatum</i> L.	14	<i>Pterostychus melanarius</i> III.	13
	<i>Carabus granulatus</i> L.	10	<i>Carabus granulatus</i> L.	8
	<i>Pterostychus melanarius</i> III.	8		
	<i>Trechus secalis</i> Payk.	8		
субдоминанты	<i>Poecilus versicolor</i> Sturm.	4	<i>Calathus micropterus</i> Duft.	5
	<i>Harpalus laevipes</i> Zett.	3	<i>Platynus assimilis</i> Payk.	4
	<i>Pterostychus niger</i> Schaller.	3	<i>Harpalus laevipes</i> Zett.	2
	<i>Amara familiaris</i> Duft.	2	<i>Pterostychus strenuus</i> Panz.	2
	<i>Pterostychus strenuus</i> Panz.	2	<i>Pterostychus niger</i> Schaller.	2
	<i>Amara aenea</i> Deg.	2	<i>Carabus hortensis</i> L.	2
	<i>Amara famelica</i> Zimm	2	<i>Carabus glabratus</i> Payk.	1
	<i>Carabus glabratus</i> Payk.	1		
	<i>Calathus micropterus</i> Duft.	1		
редкие	34	3	32	2

В лесу выявлено четыре доминирующих вида (табл. 4), эти же виды являются доминантными и на вырубке. Помимо них к этому же разряду причислены ещё два вида: *Poecilus cupreus* и *Agonum sexpunctatum*. Пять из шести субдоминантных видов, характерных для леса отмечены и на вырубке и имеют тот же статус. Отмечена тенденция для некоторых видов жуужелиц закономерно изменять свою численность при движении от границы леса вглубь вырубки. *Poecilus cupreus* и *Agonum sexpunctatum* повышают свою численность, а *Trechus secalis* наоборот — понижают (рис. 1). К этому добавляется факт того, что первые два вида полностью отсутствуют в лесу, а численность вторых двух значительно ниже в лесу по отношению к вырубке.

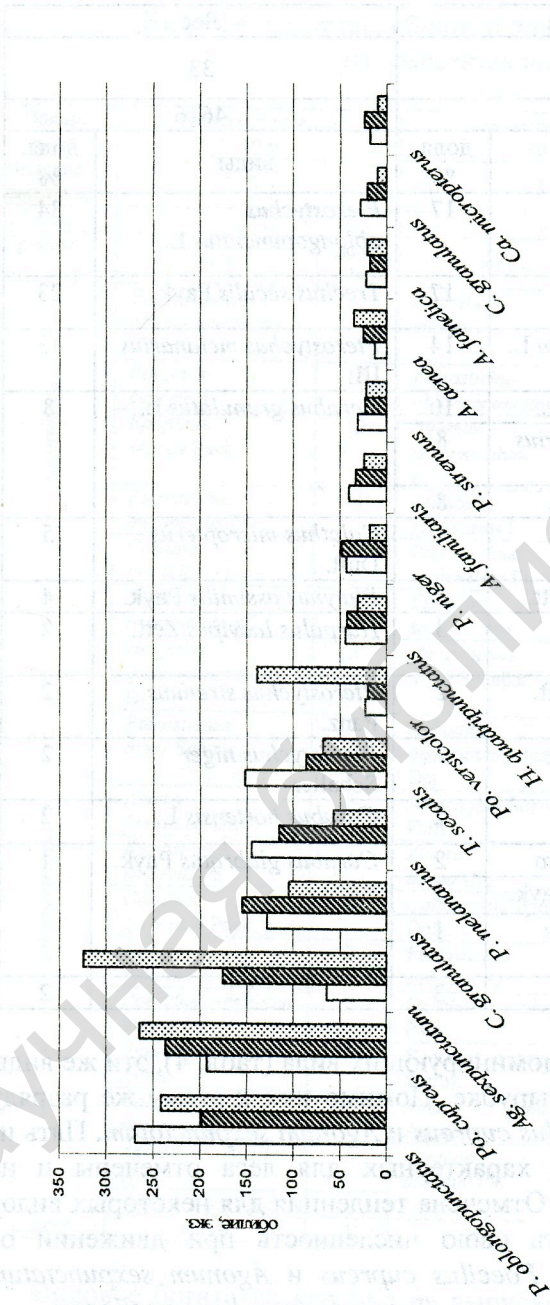


Рис. 1. Изменение численности жужелиц сообщества вырубki по мере удаления от исходного участка леса: белые столбцы — 10 м, заштрихованные — 20 м, с точками — 30 м от леса; А. — *Amara*, Ag. — *Agonum*, С. — *Carabus*, Ca. — *Calatus*, H. — *Harpalus*, P. — *Pterostichus*, Po. — *Poecilus*, T. — *Trechus*

Объём выборок в лесу и на вырубке характеризуется динамикой, представленной на рис. 2. Уловистость ловушек зависит от плотности популяций жужелиц и подвижности самих насекомых в периоды времени между выборками. Возрастание подвижности этих насекомых наблюдается во время интенсивного поиска пищи и полового партнёра. Соответственно много и быстро бегающие виды чаще попадают в ловушки. Поэтому при использовании ловушек Барбера в течение сезона наблюдаем динамическую плотность популяций жужелиц (зависящую как от собственно плотности популяции, так и от подвижности жуков) на исследуемой территории. Несмотря на то, что реальную плотность популяции установить трудно, для целого ряда экологических задач её не требуется определять для популяции какого-либо вида и динамическая плотность сама по себе является достаточной характеристикой [4; 6]. В лесу отмечено наличие двух максимумов уловистости, приходящихся на конец мая – начало июня и на первую половину августа. Минимальная уловистость наблюдается в конце июня – начале июля. На вырубке наблюдается постепенное уменьшение уловистости жужелиц в течение большей части сезона, однако, в середине августа имеется небольшое увеличение уловистости.

Очевидно, что наиболее массовые виды жужелиц вносят больший вклад в эту картину. Рассмотрим динамику уловистости двух общих для леса и вырубки видов карабид, обладающих высокой численностью (рис. 3). В лесу *Pterostichus oblongopunctatus* имеет наибольшую уловистость в середине мая и начале июня. Это соответствует первому пику на графике динамики уловистости лесного сообщества жужелиц (рис. 2.). На вырубке уловистость максимальна в течение мая, причём она постепенно уменьшается в дальнейшем. Аналогично ведёт себя и *Carabus granulatus*. Это предопределяет вид графика активности жужелиц на вырубке в начале сезона (рис. 2.). Активность *Trechus secalis* приходится на конец июля и весь август. Численность этого вида в лесу значительно больше, чем на вырубке, поэтому на графике суммарной уловистости для леса наблюдается второй пик, а на аналогичном участке графика для вырубки — лишь небольшое возрастание данного параметра.

Различие в уровне уловистости карабид, общих для леса и вырубки в один и тот же период времени могут быть объяснены резкими различиями микроклиматических условий (суточные колебания температуры, влажность, освещённость и т.д.) в данных биотопах. В основном они связаны с отсутствием древесного покрова на вырубке. Конкретные микроклиматические условия оказывают влияние на жужелиц в соответствии с их экологическими потребностями. Однако при этом, очевидно, что условия вырубки не оказывают существенного влияния на протекание жизненного цикла карабид в целом.

Подобным образом была проанализирована динамика активности других видов жужелиц.

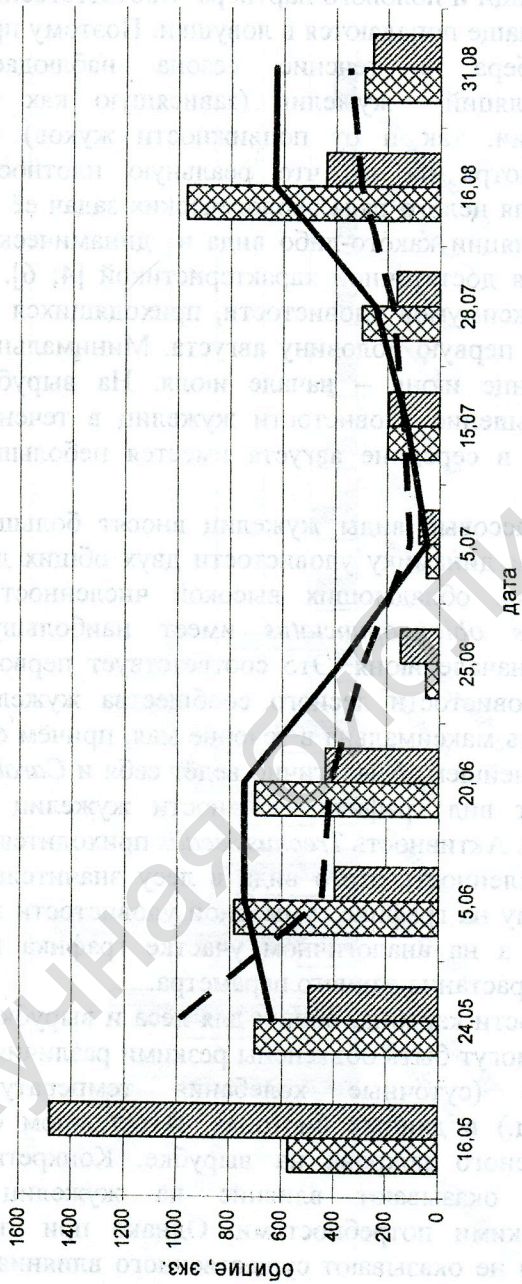


Рис. 2. Динамика активности жужелиц в лесу и на вырубке: столбцы: двойная штриховка — лес, одинарная — вырубка; линейные фильтры: — — — лес, — — — — — 2 вырубка

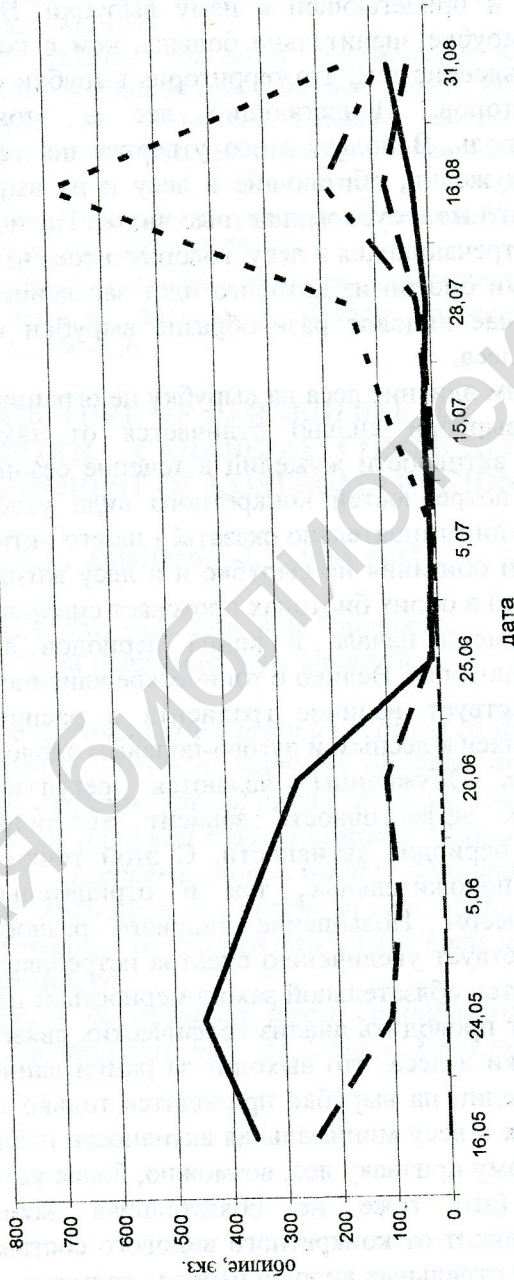


Рис. 3. Динамика активности *Pterostychnus oblongoripitatus* и *Trechus secalis*

в лесу и на вырубке в течение всего сезона:

Pterostychnus oblongoripitatus: --- лес, — вырубка,

Trechus secalis:..... лес, -.-.- вырубка

Выявлено, что спад активности *Pterostichus oblongopunctatus* и *Carabus granulatus* происходит синхронно, также как и повышение активности *Trechus secalis* в лесу и на вырубке.

Итогом данного исследования стало выявление различий сообществ жужелиц леса и прилегающей к нему вырубке. Видовое разнообразие жужелиц на вырубке значительно больше, чем в исследуемом лесу. Это может быть объяснено тем, что территория вырубке активно заселяется из соседних биотопов. Прилегающий лес в этом процессе играет значительную роль. В пользу этого утверждения говорит тот факт, что многие виды жужелиц, обитающие в лесу и на вырубке, имеют тот же статус (доминантные и субдоминантные виды). Наличие на вырубке видов жужелиц, не встречающихся в лесу, говорит о том, что прилегающий лес – не единственный биотоп из которого идёт заселение вырубке жуками. В противном случае видовое разнообразие вырубке не превышало этого показателя для леса.

Однако, этим влияние леса на вырубку не ограничивается. Безусловно, микроклимат вырубке сильно отличается от такового в лесу. Это сказывается на активности жужелиц в течение сезона. В зависимости от экологических потребностей конкретного вида условия вырубке могут положительно или отрицательно сказаться на его активности. Но при всей разнице условий обитания на вырубке и в лесу жизненный цикл карабид (на стадии имаго) в обоих биотопах протекает синхронно. Об этом говорит совпадение времени начала и конца периодов активности жуков в сравниваемых биотопах. Велико и топическое влияние леса на вырубку. Об этом свидетельствует наличие градиента в распределении отдельных видов, относящихся к лесным и лугово-полевым экологическим группам.

Заключение. Жужелицы являются регуляторами численности вредителей. Их эффективность зависит от видового разнообразия, численности и периодов активности. С этой точки зрения на вырубке имеются как положительные, так и отрицательные тенденции по сравнению с лесом. Повышение видового разнообразия карабид на вырубке способствует увеличению спектра истребляемых ими вредителей (но это не является обязательной закономерностью; для более конкретных выводов следует проводить анализ трофических связей внутри сообществ жужелиц вырубке и леса, что выходит за рамки данной статьи). Высокая активность жужелиц на вырубке приходится только на первую половину сезона, тогда как в лесу минимальная активность наблюдается лишь в его середине. По этому признаку лес, возможно, более устойчив к вредителям, чем вырубка (это тоже не обязательная закономерность). Сама устойчивость зависит от конкретного видового состава жужелиц вырубке или леса, обилия отдельных видов и периода времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаев А.Ю. Определитель жесткокрылых Среднего Поволжья // Природа

Ульяновской области. Вып. 10. Ульяновск, 2002. С. 8–51.

2. Крыжановский О.Л. Определитель насекомых Европейской части СССР / Под ред. Г.Я. Бей-Биенко М., 1986.

3. Матвеев В.А. Население жуужелиц (Carabidae) еловых лесов у южного предела тайги (Мариинская АССР) и изменение её на вырубках // Экология почвенных беспозвоночных. М., 1973.

4. Оливерусова Л. Оценка состояния окружающей среды методом комплексной биоиндикации // Биоиндикация и биомониторинг. М., 1991. С. 51–53.

5. Соболева-Докучаева И.И. Динамика видового состава и активности жуужелиц на полях озимой пшеницы Нечерноземья // Биоценоз пшеничного поля. М., 1986. С. 93–102.

6. Тихомирова А.Л. Учет напочвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований. М., 1975. С. 73–85.

7. Чернов Ю.И. Основные синэкологические характеристики почвенных беспозвоночных и методы их анализа // Методы почвенно-зоологических исследований. М., 1975. С. 160–216.

STRUCTURE OF CARABID BEETLE (COLEOPTERA: CARABIDAE) COMMUNITY IN THE FOREST OF KOSTROMA REGION

A.L. Antsiferov¹, I.V. Smirnov²

¹Kostroma Nekrasov State University,

²Saint Petersburg State University

Change of structure of community Carabidae, caused by deforestation. The index biocenosis similarities between fragments of wood and cutting down makes 41 %, and between different sites of cutting down – 27 %. The structure of groups of prepotent and subdominant kinds is constant. Character of change of activity жуужелиц during a summer season in wood biotops and on cutting down is described. The cutting down fauna on a number of signs differs from large forest fauna. As a part of communities of cuttings down wood kinds and kinds of other adjoining biotops are presented.

Key words: Carabidae; deforestation; forest; cutting down; Barbers' traps; transects; activity and catching efficiency of Carabidae; Kostroma region.