

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени С. М. Кирова»

---

ИЗВЕСТИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ  
АКАДЕМИИ

Выпуск 200

*Издаются с 1886 года*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2012

Рассмотрен и рекомендован к изданию Ученым советом  
Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова  
(протокол № 4 от 22.05.12 г.)

Главный редактор

**А. В. Селиховкин**, доктор биологических наук, профессор

**А. С. Алексеев**, доктор географических наук, профессор (отв. редактор),

Редакционная коллегия

**В. А. Александров**, доктор технических наук, профессор,

**С. М. Базаров**, доктор технических наук, профессор,

**Н. Белгасем**, профессор Высшей школы бумажной и полиграфической промышленности (Франция),

**Н. Вебер**, заведующий кафедрой лесной экономики и лесного планирования,

профессор Дрезденского технического университета (Германия),

**Х. Деглиз**, профессор Международной академии наук о древесине (Франция),

**И. П. Дейнеко**, доктор химических наук, профессор,

**Т. Карьялайнен**, профессор Финского НИИ лесного хозяйства (Финляндия),

**А. Н. Минаев**, доктор технических наук, профессор,

**В. И. Онегин**, доктор технических наук, профессор,

**В. А. Петрицкий**, доктор философских наук, профессор,

**В. Н. Петров**, доктор экономических наук, профессор,

**О. Саллас**, профессор Шведского университета сельскохозяйственных наук (Швеция),

**В. Г. Санаев**, доктор технических наук, профессор, ректор МГУЛ,

**В. А. Сулов**, доктор технических наук, профессор, ректор СПбГТУРП,

**Л. В. Уткин**, доктор технических наук, профессор,

**А. Н. Чубинский**, доктор технических наук, профессор,

**М. В. Маенко**, кандидат технических наук, технический секретарь.

*Адрес редакции:* 194021, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5.

*Тел.:* (812) 670-93-90, *факс:* (812) 670-93-08. *E-mail:* lautner@mail.ru. *Сайт:* www.ftacademy.ru

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия Российской Федерации. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-23613 от 10.03.2006 г.

УДК 630

**Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии:** Вып. 200.  
СПб.: СПбГЛТУ, 2012. – 310 с. ISBN 978-5-9239-0516-8, ISSN 2079-4304

Очередной выпуск «Известий СПбЛТА» представляет результаты текущих исследований по лесному хозяйству, вопросам экологии различных групп насекомых-дендрофагов и болезней леса. Сборник предназначен для работников лесного комплекса, преподавателей, аспирантов, студентов и выпускников лесотехнических, сельскохозяйственных и общебиологических вузов, сотрудников НИИ лесного профиля.

Темплан 2012 г. Изд. № 214.

ISBN 978-5-9239-0516-8

ISSN 2079-4304

© Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет им. С.М. Кирова  
(СПбГЛТУ), 2012

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова в 2011 г. провел юбилейные (пятые) Чтения памяти Олега Александровича Катаева. Впервые это мероприятие было совмещено со Всероссийской конференцией “Болезни и вредители в лесах России: век XXI” и проведено в Екатеринбурге. Более 70 докладчиков представляли более 30 научно-исследовательских институтов, вузов и производственных организаций из России, Украины, Казахстана и Киргизии. Материалы почти половины докладов представлены в данном сборнике трудов.

Ежегодно проводимые в стенах СПбГЛТУ Чтения памяти Олега Александровича Катаева стали признанным энтомологическим форумом, на котором участники получают представление о современном состоянии и методических проблемах исследований в области экологии и фаунистики насекомых-дендрофагов, знакомятся с новостями в области изучения биологии и экологии вредителей лесного и садово-паркового хозяйства, узнают о важных проблемах, встающих перед отечественной и мировой лесной энтомологией, и предлагаемых путях их решения. На этот раз тематика Чтений была расширена за счет обсуждения разнообразных проблем патологии леса и в первую очередь – взаимоотношения стволовых насекомых и офиостомовых грибов в хвойных лесах и фитопатологических процессов в естественных и антропогенных дендроценозах. Большое внимание было также уделено вопросам мониторинга и контроля абригенных и инвазивных фитопатогенов и насекомых-вредителей древесных растений.

Сборник материалов Чтений и Всероссийской конференции представляет интерес для широкого круга специалистов — энтомологов, фитопатологов, экологов, работников лесного хозяйства, специалистов по защите леса, преподавателей, аспирантов и студентов лесных, биологических и сельскохозяйственных вузов.

С Оргкомитетом ежегодных Чтений можно связаться по электронной почте: [chtenia.o.a.kataeva@gmail.com](mailto:chtenia.o.a.kataeva@gmail.com). Все замечания и пожелания просим направлять по адресу редакции (194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5, СПбГЛТУ, Редколлегия «Известий Санкт-Петербургской лесотехнической академии») или по электронной почте ([lautner@mail.ru](mailto:lautner@mail.ru)). Годовую подписку можно оформить также через редакцию.

Материалы нынешнего и предыдущих Чтений представлены на сайте [www.ftacademy.ru](http://www.ftacademy.ru).

*Редакционная коллегия  
и Оргкомитет Чтений  
памяти Олега Александровича Катаева*

# ЭКОЛОГИЯ ДЕНДРОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ-ФИЛЛОФАГОВ

---

УДК 575.21+57.084.1+591.499.6+595.787

*Елена Михайловна Андреева*, кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник, e\_m\_andreeva@mail.ru,  
*Ботанический сад УрО РАН,*

*Полина Дмитриевна Жердева*, студентка, *Уральский федеральный  
университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,*

*Елена Юрьевна Захарова*, кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник, zakharova@ipae.uran.ru,  
*Алексей Олегович Шкурихин*, аспирант,  
*Институт экологии растений и животных УрО РАН*

## ПРОТАНДРИЯ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПРИЗНАКОВ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА *LYMANTRIA DISPAR* (L.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ВЫЛЕТА ИМАГО В ХОДЕ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Протандрия, гусеница, куколка, имаго, крыло, геометрическая морфометрия, непарный шелкопряд.

Protandry, caterpillar, pupa, imago, wing, geometric morphometrics, gypsy moth.

**Введение.** Половая структура и динамика соотношения полов являются важными популяционными характеристиками вида. Известно, что помимо генетических причин, соотношение полов может определяться различной степенью выживаемости самцов и самок на разных фазах жизненного цикла в зависимости от меняющихся внешних факторов. Одно из явлений, характеризующих динамику соотношения полов в популяции, представляет собой протандрия, которую в энтомологии понимают как более раннее появление имаго самцов по сравнению с самками.

Несмотря на большой объем накопленного фактического материала адаптивное значение протандрии до сих пор не всегда ясно. Обзору и классификации гипотез адаптивности этого явления посвящена работа канадских зоологов И. Морби и Р. Иденберга [1]. Протандрия у чешуекрылых может быть связана с репродуктивной стратегией вида, степенью моногамности самок, половым диморфизмом по размеру, типом жизненного цикла и многими другими биологическими особенностями [2–8].

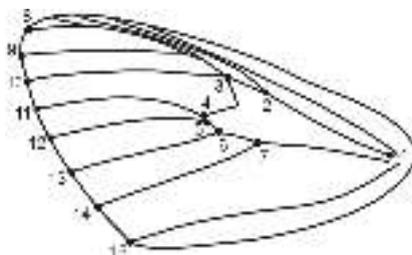
Часто авторы анализируют динамику соотношения полов у насекомых из природных популяций. Целью нашей работы является изучение причин более раннего вылета имаго самцов по сравнению с самками, а также анализ связи времени вылета имаго непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.) с некоторыми морфофизиологическими показателями (продолжительность разных стадий жизненного цикла, масса куколки, размер и форма крыла, плодовитость самок). В эксперименте мы получаем точные оценки продолжительности развития каждой особи на всех стадиях жизненного цикла, что невозможно при проведении полевых исследований и анализе протандрии у насекомых в их естественной среде.

**Материалы и методы.** Кладки непарного шелкопряда были собраны в уральской популяции (Покровский мастерский участок Каменск-Уральского участкового лесничества Свердловской обл. (56° 51' с. ш., 61° 57' в. д.) осенью 2008 и 2009 гг. В природных условиях гусеницы кормятся на березе повислой *Betula pendula* Roth. После созревания яиц кладки были помещены в холодильник, где хранились при температуре 2...4 °С. Регулярно проводили тесты по отрождению гусениц из яиц. Когда отрождаемость кладок составила не менее 95 %, начинали выращивание гусениц. Кладки перемешивали, отбор яиц проводили случайным способом.

Эксперименты проводили в Лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада УрО РАН. Гусениц выращивали индивидуально при постоянной температуре (26...27 °С) и влажности (около 60 %) на искусственной питательной среде (ИПС) [9], параллельно закладывали вариант эксперимента на ИПС с добавлением ионов железа ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  из расчета 150 мг на 500 г среды), которые являются активаторами свободно-радикальных процессов [10].

В ходе выполнения экспериментов мы регистрировали значения следующих морфофизиологических показателей: количество личиночных возрастов, продолжительность фазы гусеницы и фазы куколки (дни), масса куколки (мг), дата выхода имаго, площадь переднего крыла ( $\text{мм}^2$ ). Плодовитость самок оценивали при вскрытии имаго путем подсчета количества яиц в яйцевых трубках. По ряду причин, в том числе из-за низкой массы куколок, количество нормально расправивших крылья бабочек-самцов было небольшим. Вследствие этого для дальнейшего анализа изменчивости размеров и формы крыла мы использовали только самок. Статистическую значимость различий по вышеперечисленным морфофизиологическим параметрам в зависимости от времени вылета имаго оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (в пакете программ Statistica 6.0).

Отпрепарированные передние крылья бабочек оцифровывали с помощью сканера Epson Perfection 2480 PHOTO при разрешении 2400 dpi. Полученные изображения были обработаны в пакете программ TPS [11, 12] и MorphoJ 1.04a [13]. В программе tpsDig 2.10 [11] провели расстановку меток (landmarks), очерчивающих структуру жилкования и форму крыла [14]. Схема расстановки меток приведена на рис. 1.



**Рис. 1.** Схема расстановки меток (landmarks) на переднем крыле непарного шелкопряда

Количественный анализ изменчивости формы крыла проводили с помощью методов геометрической морфометрии в программе MorphoJ 1.04a. По полученным в программе tpsDig

конформациям крыла методом Прокрустова анализа обобщенных наименьших квадратов (GLS) провели выравнивание (alignment) объектов и получили значения частных прокрустовых дистанций (partial Procrustes distances), по значениям которых провели дискриминантный анализ. Для оценки статистической значимости различий между группами использовали критерии  $T^2$  Хотеллинга (многомерный аналог критерия t-Стюдента), при этом о величине различий судили по значению  $D^2$  Махаланобиса.

На основе вычисленной дискриминантной функции провели классификацию объектов. Корректность данной классификации проверяли с помощью метода ресэмплинга (resampling): перекрестного проверочного теста (cross-validation test) с количеством реплик, равным 1000. Значения площади переднего крыла ( $\text{мм}^2$ ) вычисляли с помощью программы tpsUtil 1.40 [12].

Авторы выражают искреннюю признательность д. б. н., зав. лабораторией эволюционной экологии ИЭРиЖ УрО РАН А.Г. Васильеву за обучение методам геометрической морфометрии.

**Результаты и обсуждение.** Ранее было показано, что при снижении адаптированности гусениц непарного шелкопряда к ИПС, добавление в питательную среду ионов железа приводит к снижению каннибализма и ускоряет развитие гусениц, особенно в первых возрастах [15], а также к более полному расправлению крыла при выходе имаго из куколки. Мы провели сравнение изучаемых показателей, полученных в ходе разных вариантов эксперимента в 2008 и 2009 гг. (табл. 1). Гусеницы развиваются на ИПС достоверно дольше, чем на среде с добавлением ионов железа и имеют большее количество возрастов ( $\lambda$  Уилкса = 0,22,  $F = 84,52$ ,  $p = 0,001$ ). Гусеницы, развивающиеся на ИПС, мельче гусениц, развивающихся на ИПС +  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и, как следствие, имеют меньшую массу куколки, плодовитость и размер крыльев имаго. Дисперсионный анализ показал наличие достоверных различий по признакам «масса куколки» и «длительность фазы куколки» как для выборок самцов ( $\lambda$  Уилкса = 0,47,  $F = 37,642$ ,  $p = 0,001$ ), так и для выборок самок ( $\lambda$  Уилкса = 0,60,  $F = 26,24$ ,  $p = 0,001$ ). Наблюдаемые различия по плодовитости и размерам крыла самок достоверны как между годами, так и между вариантами среды, на которой выращивали гусениц ( $\lambda$  Уилкса = 0,84,  $F = 7,88$ ,  $p = 0,0001$ ). Поскольку были обнаружены достоверные различия между выборками разных полов, полученных на разных средах и между годами, весь дальнейший анализ проводили, не смешивая эти группы.

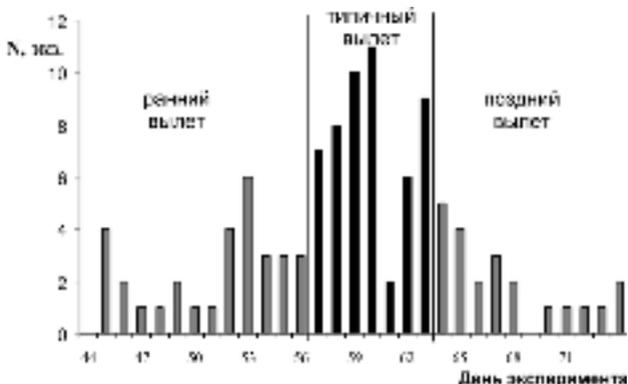
Таблица 1

**Средние значения морфобиологических показателей непарного шелкопряда  
в условиях лабораторного эксперимента**

Показатель	Самцы		Самки	
	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.
На ИПС				
Количество личиночных возрастов	7,3 ± 0,1	6,0 ± 0,1	8,2 ± 0,2	6,6 ± 0,1
Продолжительность стадии гусеницы, сут.	58,3 ± 1,6	42,1 ± 0,8	66,9 ± 1,9	48,7 ± 0,6
Масса куколки, мг	267,8 ± 9,5	453,9 ± 8,8	686,7 ± 47,3	1529,2 ± 38,4
Продолжительность стадии куколки, сут.	11,8 ± 0,1	11,8 ± 0,1	10,4 ± 0,1	10,9 ± 0,1
Плодовитость, шт. яиц	–	–	93,9 ± 16,6	16,1 ± 1,9
Площадь переднего крыла, мм <sup>2</sup>	–	–	237,0 ± 14,6	19,7 ± 1,1
Объем выборки N, экз.	24	87	32	106
На ИПС+FeSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O				
Количество личиночных возрастов	5,0 ± 0	5,1 ± 0,1	5,6 ± 0,1	5,7 ± 0,1
Продолжительность стадии гусеницы, сут.	28,9 ± 0,4	32,4 ± 0,4	33,8 ± 0,7	37,0 ± 0,5
Масса куколки, мг	508,4 ± 16,0	496,7 ± 8,1	1355,5 ± 50,9	1507,9 ± 35,9
Продолжительность стадии куколки, сут.	13 ± 0,1	12,5 ± 0,1	11,2 ± 0,1	11,3 ± 0,1
Плодовитость, шт. яиц	–	–	253,8 ± 28,4	18,6 ± 1,9
Площадь переднего крыла, мм <sup>2</sup>	–	–	244,8 ± 11,3	21,9 ± 0,9
Объем выборки N, экз.	30	113	26	108

Первым днем эксперимента считали день выхода гусениц из яйца. Продолжительность жизни особи рассчитывали как количество дней от момента вылупления гусеницы из яйца до момента выхода имаго из куколки, т. е. суммировали продолжительность фазы гусеницы и продолжительность фазы куколки (в днях). Обычно вылет имаго длится около месяца, иногда – более, в зависимости от варианта опыта. Для каждого варианта эксперимента были построены кривые распределения. Например, в 2009 г. из гусениц, развивавшихся на среде ИПС, первая самка имаго появилась на 44-й день эксперимента, а последняя – на 73-й. С 58-го по 63-й день эксперимента наблюдался пик вылета имаго (рис. 2). Мы разделили все имеющиеся выборки имаго на три «под-выборки» в зависимости от времени вылета, соответственно обозначив их как «ранняя», «типичная» и «поздняя» (табл. 2).

Для вылета имаго непарного шелкопряда характерна протандрия: первыми всегда появляются самцы, затем через 3–4 дня – самки. Согласно данным литературы и результатам нашего эксперимента протандрия обусловлена меньшим количеством личиночных возрастов и меньшей длительностью фазы гусеницы самцов по сравнению с самками, тогда как скорость развития обоих полов на стадии куколки одинакова и составляет 10–12 дней [16, 17].



**Рис. 2.** Динамика выхода из куколок имаго самок непарного шелкопряда в ходе проведения лабораторного эксперимента (ИПС, 2009 г.)

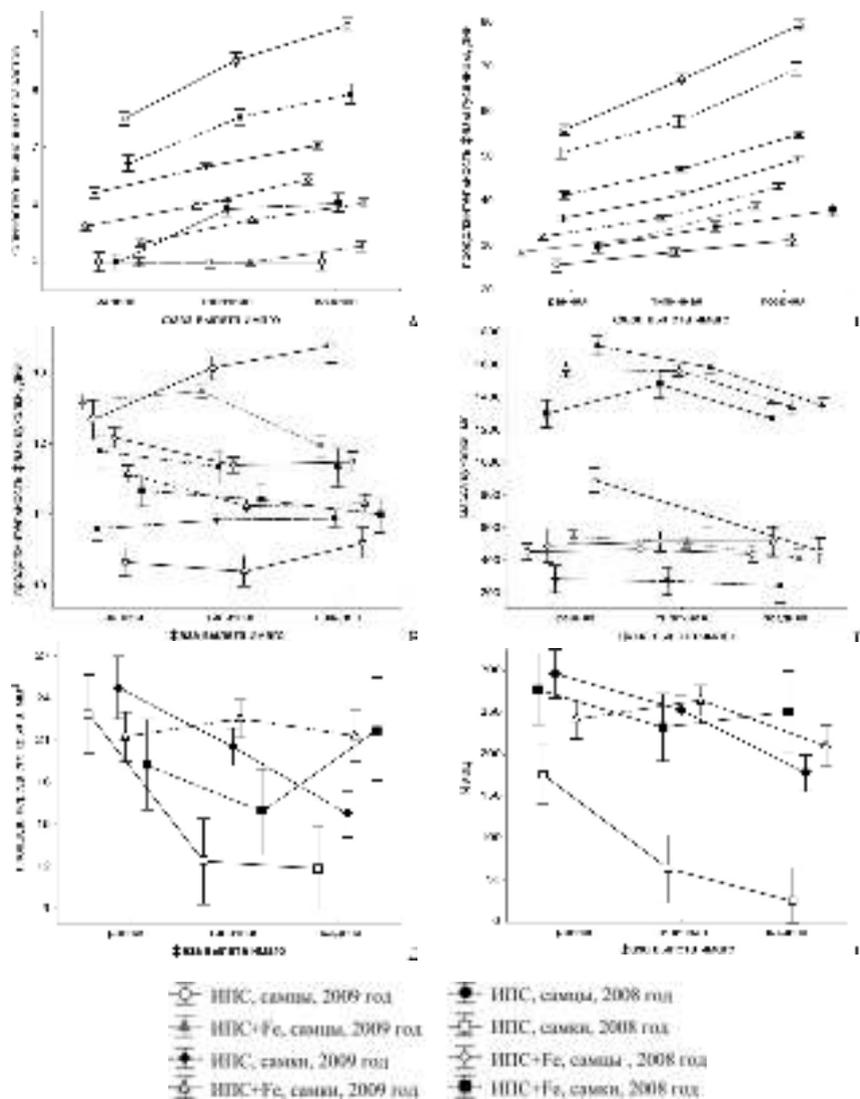
Мы проанализировали изменчивость ряда морфофизиологических показателей в зависимости от времени вылета имаго. Результаты дисперсионного анализа представлены на рис. 3.

Как и следовало ожидать, бабочки, вылетающие первыми, имеют меньшее количество личиночных возрастов и меньшую продолжительность фазы гусеницы по сравнению с бабочками, вылетающими последними (рис. 3, А, Б). У особей, развивающихся на ИПС, различия по данным признакам достоверны и проявляются однонаправлено как у самцов, так и самок. Добавление в среду ионов железа приводит к ускорению развития в фазе гусеницы и, как следствие, сглаживанию наблюдаемых различий. Например, все гусеницы самцов, развивающиеся на ИПС+FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O (2008 г.), имели пять личиночных возрастов и наблюдаемые различия по длительности развития гусеницы недостоверны.

Таблица 2

**Продолжительность вылета имаго непарного шелкопряда в условиях лабораторного эксперимента (в днях эксперимента, начиная с момента выхода гусеницы из яйца)**

Вариант эксперимента	Самцы						Самки					
	Вылет имаго											
	Ранний		Типичный		Поздний		Ранний		Типичный		Поздний	
Сроки, дн.	N, экз.	Сроки, дн.	N, экз.	Сроки, дн.	N, экз.	Сроки, дн.	N, экз.	Сроки, дн.	N, экз.	Сроки, дн.	N, экз.	
<b>2008 г.</b>												
ИПС	58–66	9	67–73	9	74–84	6	61–72	12	73–84	10	85–95	10
ИПС+FeSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	36–39	6	40–43	16	44–48	8	39–43	9	44–47	10	48–51	7
<b>2009 г.</b>												
ИПС	39–55	25	56–59	39	60–76	23	44–57	19	58–63	53	64–73	34
ИПС+FeSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	36–42	34	43–46	56	47–59	23	39–47	30	48–51	51	52–65	27



**Рис. 3.** Зависимость изученных морфофизиологических показателей от фазы вылета имаго непарного шелкопряда.

А – количество личиночных возрастов; Б – продолжительность стадии гусеницы; В – продолжительность стадии куколки; Г – масса куколки; Д – площадь переднего крыла; Е – плодовитость самки.

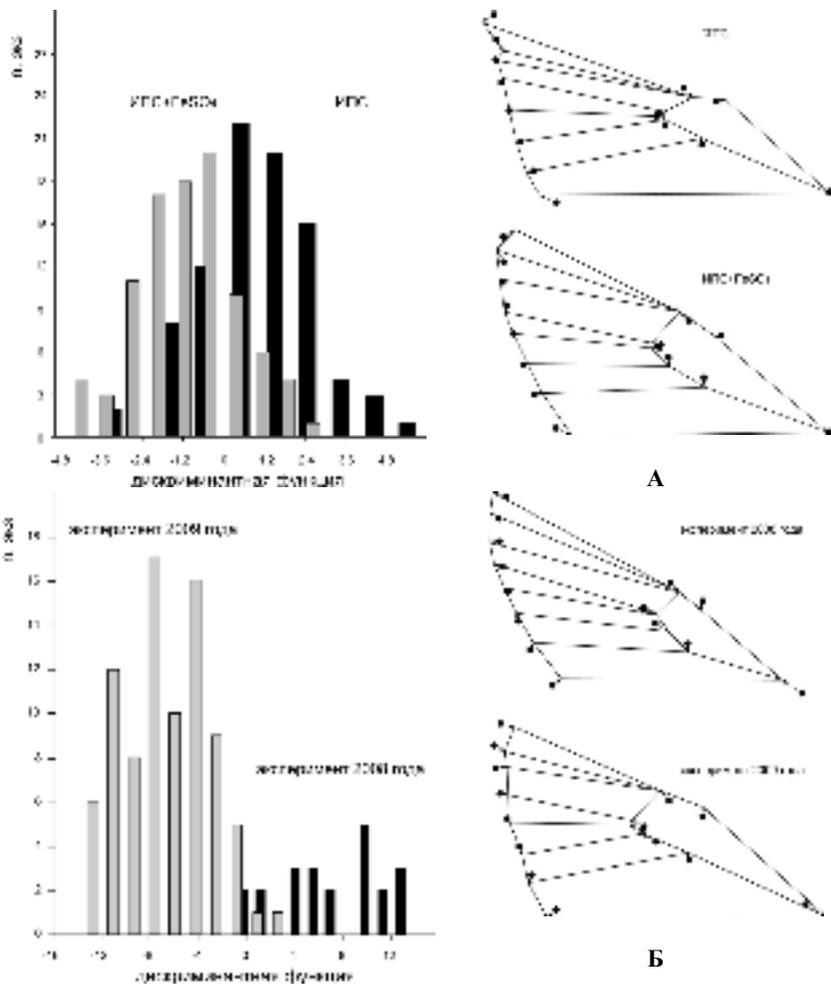
Длительность фазы куколки является весьма стабильным показателем для непарного шелкопряда, варьирует в пределах от 10,4 до 12,5 дней (см. таблицу) и в среднем соответствует 11 дням. Из восьми анализируемых групп только в трех были обнаружены достоверные различия по данному признаку. В эксперименте 2009 г. при выращивании гусениц на ИПС+FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O, как у самцов, так и самок первыми появлялись имаго, чья фаза куколки длилась в среднем дольше, чем у тех, которые вылетали позднее (рис. 3, В). Противоположная тенденция наблюдалась в эксперименте 2008 г. (самцы, ИПС+FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O), когда первыми вылетали имаго с меньшей продолжительностью фазы куколки.

Дисперсионный анализ изменчивости массы куколки в зависимости от времени вылета имаго показал наличие достоверных различий для выборок самок, в то время как для самцов различий обнаружено не было (за исключением варианта эксперимента на ИПС+FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O в 2009 г.) (рис. 3, Г).

Результаты однофакторного дисперсионного анализа изменчивости массы куколок, площади переднего крыла самок и их плодовитости в зависимости от времени вылета имаго свидетельствуют о том, что первыми вылетают наиболее плодовитые и крупные особи из наибольших по массе куколок (рис. 3, Г, Д, Е). Наблюдаемые различия достоверны: по признаку «масса куколки»  $F = 9,82$ ,  $p = 0,0001$ ; по признаку «плодовитость»  $F = 7,11$ ,  $p = 0,001$ ; по признаку «площадь переднего крыла»  $F = 3,82$ ,  $p = 0,02$ . В конце лета появляются наименее плодовитые, мелкие самки из самых легких куколок.

Полученные результаты хорошо согласуются с гипотезой адаптивности протандрии о репродуктивной стратегии самцов, выработанной в результате конкуренции за спаривание [3]. Наши данные показывают, что вылетающие первыми самцы непарного шелкопряда имеют возможность спариться с более крупной и плодовитой самкой, и, вследствие этого, получить преимущество перед самцами, вылетающими позднее.

Далее мы провели анализ изменчивости формы переднего крыла самок. Результаты дискриминантного анализа различий формы крыла в зависимости от среды выращивания гусениц по материалам эксперимента 2009 г. достоверны ( $T^2 = 111,74$ ,  $p < 0,01$ ,  $D^2 = 1,57$ ,  $p < 0,01$ ) и проиллюстрированы на рис. 4 (А). Процент корректной классификации объектов на основе дискриминантной функции составил 79,5 %, после перекрестного проверочного теста (cross-validation test) с количеством реплик равным 1000 – 70 %. При выращивании гусениц на стандартной ИПС медиальная ячейка крыла имаго приобретает угловатую форму и несколько укорачивается. Маргинальный край переднего крыла самок данной группы прямой, апекс острый, крыло в целом имеет узкую заостренную форму. У имаго, полученных из гусениц, выращенных на среде с добавлением FeSO<sub>4</sub>, медиальная ячейка переднего крыла округлая и несколько более вытянута. Маргинальный край крыла также округлый, апекс пригнут, крыло в целом имеет широкую округлую форму. Установленные различия формы переднего крыла имаго в зависимости от среды выращивания гусениц сходны с полученными ранее результатами по данным эксперимента 2008 г. [17].



**Рис. 4.** Результаты дискриминантного анализа различий формы переднего крыла самок непарного шелкопряда в зависимости от среды выращивания гусениц (А) и от года проведения эксперимента (Б). Справа приведены конформации крыла, соответствующие центроидам выборок

Мы оценили различия по форме переднего крыла между выборками самок из экспериментов 2008 и 2009 гг. Вне зависимости от среды выращивания различия по форме крыла оказались принципиально сходными. На рис. 4, Б показаны результаты дискриминантного анализа выборок самок 2008 и 2009 гг., выращенных на ИПС.

Различия между анализируемыми группами достоверны ( $T^2 = 250,35$ ,  $p < 0,01$ ,  $D^2 = 3,72$ ,  $p < 0,01$ ), процент корректной классификации объектов на основе дискриминантной функции составил 96,3 %, а после перекрестного проверочного теста (cross-validation test) с количеством реплик равным 1000 – 88 %. Из рис. 4, Б видно, что основные различия по форме переднего крыла между экспериментами разных лет заключаются в размерах медиальной ячейки и относительной ширине маргинальной области крыла. Крылья самок 2008 г. характеризуются короткой медиальной ячейкой и относительно широкой маргинальной областью, в то время как для самок 2009 г. характерны крылья с крупной длинной медиальной ячейкой и относительно узкой маргинальной областью. Как в случае данных 2008 г. [17], так и по данным 2009 г. сравнение выборок в зависимости от времени вылета имаго показало отсутствие достоверных различий по форме переднего крыла.

Таким образом, обнаруженные различия формы переднего крыла обусловлены различными условиями выращивания гусениц в эксперименте и межгодовой изменчивостью. При добавлении в стандартную ИПС ионов железа крылья выращенных на ней самок имеют более широкую округлую форму. Установленные межгодовые различия заключаются в изменении относительных размеров медиальной ячейки крыла и ширины маргинального края. Так как условия выращивания гусениц в эксперименте постоянны, то наблюдаемые различия могут быть обусловлены материнским эффектом и различными погодными условиями на участках сбора грен в разные годы. Следует отметить, что родительское поколение бабочек, выращенных из кладок 2008 г., в природных условиях подвергалось воздействию низких температур, что привело к снижению адаптивности гусениц к ИПС и в целом к низким показателям роста и развития [15]. В 2009 г. температурных стрессов в период питания гусениц в природных условиях не наблюдалось, и неадаптированность гусениц к ИПС стала снижаться.

В отличие от изученных нами физиологических показателей и морфологических признаков, таких как масса куколки, плодовитость и размер крыла, форма крыла не зависит от времени вылета имаго. По-видимому, форма крыла непарного шелкопряда не связана напрямую с протандрией как репродуктивной стратегией вида.

Сделанная попытка анализа изменчивости крыла имаго непарного шелкопряда методами геометрической морфометрии представляет собой начальный этап нашей работы в этом направлении. В связи с полученными результатами нам кажется интересным сравнение формы крыла непарного шелкопряда из зауральской популяции с выборками из других частей ареала. Работы по изучению морфологии крыла непарного шелкопряда и его изменчивости немногочисленны [7, 18], хотя, несомненно, представляют значительный интерес с точки зрения популяционной экологии. Возможно, применение методов геометрической морфометрии позволит расширить представления о географических формах (подвидах, расах, морфах и т. д.) непарного шелкопряда.

Работа поддержана грантом РФФИ 11-04-00720-а, проектами 12-П-4-1048 Программы Президиума РАН и 12-С-4-1031 Программы фундаментальных исследований, выполняемых совместно организациями УрО, СО и ДВО РАН, а также грантом НШ-5325.2012.4.

### Библиографический список

1. *Morbey, Y.* Protandrous arrival timing to breeding areas: a review [Text] / Y. Morbey, R. Ydenberg // *Ecology Letters*. – 2001. – Vol. 4. – P. 663–673.
2. *Butterflies: Ecology and Evolution Taking Flight* [Text] / C.L. Boggs, W.B. Watt, P.R. Ehrlich (eds.). – Chicago and London: University of Chicago Press, 2003. – 756 p.
3. *Wiklund, C.* Why do males emerge before females? A Hypothesis to explain the incidence of protandry in butterflies [Text] / C. Wiklund, T. Fagerström // *Oecologia*. – 1977. – Vol. 31. – P. 153–158.
4. *Wiklund, C.* Sexual size dimorphism in relation to female polygamy and protandry in butterflies: a comparative study of Swedish Pieridae and Satyridae [Text] / C. Wiklund, J. Forsberg // *Oikos*. – 1991. – Vol. 60. – P. 373–381.
5. *Zonneveld, C.* Being big or emerging early? Polyandry and the trade-off between size and emergence in male butterflies [Text] / C. Zonneveld // *The American Naturalist*. 1996. – Vol. 147. – № 6. – P. 946–965.
6. *Захарова, Е.Ю.* Протандрия и изменчивость размеров в популяциях моновольтинных видов бархатниц (Lepidoptera: Satyridae) [Текст] / Е.Ю. Захарова // *Евразийский энтомологический журнал*. – 2004. – Т. 3, вып. 1. – С. 59–65.
7. *Петько, В.М.* Сезонная изменчивость размеров особей в популяциях сибирского шелкопряда [Текст] / В.М. Петько // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. – 2010. – Вып. 192. – С. 193–200.
8. *Сафонкин, А.Ф.* Моногамная репродуктивная стратегия у чешуекрылых [Текст] / А.Ф. Сафонкин // *Известия РАН. Серия биологическая*. – 2011. – № 4. – С. 427–435.
9. *Ильиных, А.В.* Оптимизированная искусственная среда для культивирования непарного шелкопряда (*Ocneria dispar* L.) [Текст] / А.В. Ильиных // *Биотехнология*. – 1996. – № 7. – С. 42–43.
10. *Пономарев, В.И.* Влияние ионов железа ( $Fe^{+3}$ ) при добавлении в корм на проявление эффекта группы у гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) [Текст] / В.И. Пономарев, Н.В. Шаталин, Т.М. Стрельская // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. – 2009. – Вып. 187. – С. 249–258.
11. *Rohlf, F.J.* tpsDig, digitize landmarks and outlines, version 2.10 [Text] / F.J. Rohlf. – Stony Brook: State University of New York at Stony Brook. Department of Ecology and Evolution, 2006.
12. *Rohlf, F.J.* tpsUtil, file utility program, version 1.40 [Text] / F.J. Rohlf. – Stony Brook: State University of New York at Stony Brook. Department of Ecology and Evolution, 2008.
13. *Klingenberg, C.P.* MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics [Text] / C.P. Klingenberg // *Molecular Ecology Resources*. – 2011. – Vol. 11. – P. 353–357.
14. *Жердева, П.Д.* Протандрия и половой диморфизм формы переднего крыла непарного шелкопряда в условиях лабораторного эксперимента [Текст] / П.Д. Жердева, А.О. Шкурихин // *Экология: сквозь время и расстояние: матер. конф. молодых ученых*. – Екатеринбург: Голицынский, 2011. – С. 69–72.
15. *Пономарев, В.И.* Уровень эффективности эндогенных активаторов перекисного окисления липидов мембран у разных возрастов гусениц непарного шелкопряда [Текст] / В.И. Пономарев, Е.М. Андреева, Н.В. Шаталин, Г.И. Клобуков, Т.М. Стрельская // *Известия Самарского научного центра РАН*. – 2009. – Т. 11, вып. 1(2) (27). – С. 129–131.
16. *Ильинский, А.И.* Непарный шелкопряд и меры борьбы с ним [Текст] / А.И. Ильинский. – М.; Л.: Гослесбуиздат, 1959. – 59 с

17. Захарова, Е.Ю. Анализ изменчивости морфофизиологических признаков самок непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.) в условиях лабораторного эксперимента в связи с протандрией [Текст] / Е.Ю. Захарова, Е.М. Андреева, П.Д. Жердева, А.О. Шкурихин // Болезни и вредители в лесах России: век XXI: матер. Всерос. конф. с международным участием. – Екатеринбург, 2011. – С. 110–112.

18. Баранчиков, Ю.Н. Опыт морфометрического анализа географических популяций непарного шелкопряда по совокупности признаков [Текст] / Ю.Н. Баранчиков, Б.А. Кравцов // Пространственно-временная структура лесных биогеоценозов. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 96–112.

---

**Введение.** Протандрия, которую в энтомологии понимают как более раннее появление имаго самцов по сравнению с самками, представляет собой распространенное среди чешуекрылых явление, обсуждению адаптивного значения которого посвящено значительное количество работ [1]. Цель нашей работы является изучение причин протандрии у непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.), а также анализ зависимости времени вылета имаго с некоторыми морфофизиологическими показателями.

**Материалы и методы.** Кладки непарного шелкопряда были собраны в зауральской популяции (56° 51' с. ш., 61° 57' в. д.) осенью 2008 и 2009 гг. Эксперименты проводили в Лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада УрО РАН. Гусениц выращивали индивидуально при постоянной температуре (26...27 °С) и влажности (около 60 %) на искусственной питательной среде (ИПС) [9], параллельно закладывали вариант эксперимента на ИПС с добавлением ионов железа ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  из расчета 150 мг на 500 г среды), которые являются активаторами свободно-радикальных процессов [10]. Все имеющиеся выборки имаго были разделены на три «подвыборки» в зависимости от фазы вылета, соответственно обозначив их как «ранняя», «типичная» и «поздняя». Количественный анализ изменчивости формы крыла проводили с помощью методов геометрической морфометрии.

**Результаты и обсуждение.** Гусеницы развиваются на ИПС достоверно дольше, чем на среде с добавлением ионов железа и имеют большее количество возрастов. Гусеницы, развивающиеся на ИПС, мельче гусениц, развивающихся на среде ИПС+ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и, как следствие, имеют меньшую массу куколки, плодовитость и размер крыльев имаго. Согласно данным литературы и результатам нашего эксперимента протандрия обусловлена меньшим количеством личиночных возрастов и меньшей длительностью фазы гусеницы самцов по сравнению с самками, тогда как скорость развития обоих полов на стадии куколки одинакова и составляет от 10 до 12 дней. Полученные результаты анализа зависимости изменчивости физиологических показателей от фазы вылета имаго хорошо согласуются с гипотезой об адаптивности протандрии как репродуктивной стратегии самцов, выработанной в результате конкуренции за спаривание [3]. Наши данные показывают, что вылетающие первыми самцы непарного шелкопряда имеют возможность спариться с более крупной и плодovитой самкой, и, вследствие этого, получить преимущество перед самцами, вылетающими позднее. Были обнаружены различия формы переднего крыла обусловлены различными условиями выращивания гусениц в эксперименте (ИПС и ИПС + $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) и межгодовой изменчивостью.

**Заклучение.** В отличие от изученных нами физиологических показателей и связанных с ними морфологических признаков, таких как масса куколки, плодовитость и размер крыла, форма крыла является консервативным признаком и не зависит от времени вылета имаго. По-видимому, форма крыла непарного шелкопряда не связана напрямую с протандрией как репродуктивной стратегией вида.

\* \* \*

**Introduction.** In entomology a term «protandry» means emergence of adult males before adult females. It is a common phenomena among Lepidoptera species. The adaptive significance of protandry is widely discussed [1]. The aim of our paper is to study the reasons of protandry in gypsy moth *Lymantria dispar* (L.), and to analyze the dependence of hatching time of imago with some morpho-physiological traits.

**Materials and methods.** *L. dispar* eggs were collected in the Transural population (56° 51' N, 61° 57' E) in the autumns of 2008 and 2009. Experiments were conducted in the laboratory of reforestation, forest protection and forest management of the Botanical Garden, Ural Division of Russian Academy of Sciences. Caterpillars were reared individually at a constant temperature (26...27 °C) and humidity (about 60 %) on the artificial diet (AD) [9]. There was a parallel treatment of the experiment on the same AD with addition of FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O (150 mg per 500 g of the diet), which is an activator of free-radical processes [10]. All imago samples were divided into three «subsamples», depending on the time of moths' hatching («early», «typical» and «late»). The quantitative analysis of wing shape variability was performed using the geometric morpho-metrics approach.

**Results and discussion.** Caterpillars developed significantly longer on the control AD and had more instars than caterpillars reared on the AD with the addition of iron ions. Caterpillars fed with the AD were significantly smaller than caterpillars developed on the AD + FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O and, consequently, had lower pupal weight, fecundity and wing size. According to the literature and the results of our experiments, protandry was caused by the reduced number of instars and shorter duration of larva phase of males compared to females. Duration of the pupal stage was the same for the both sexes and varied from 10 to 12 days. The obtained results are in a good agreement with the hypothesis suggesting that protandry is adaptive as a reproductive strategy of males in terms of mating competition [3]. Our data demonstrate that the first emerging gypsy moth males have an opportunity to mate with larger and more fertile females and therefore to have an advantage over males which emerge later. There were also differences in forewing shape among females reared on different diets (AD vs AD + FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O).

**Conclusions.** In contrast to some physiological and associated morphological traits (such as pupal weight, fecundity and wing size), the wing shape is a conservative trait and does not depend on adults' hatching time. Apparently, the wing shape of the gypsy moth is not directly related to protandry as a reproductive strategy of the species.

**Юрий Николаевич Баранчиков**, кандидат биологических наук,  
заведующий лабораторией, baranchikov-yuri@yandex.ru,  
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,

**Марцела Скугрова**, доктор философии (энтомология),  
**Вацлав Скугрови**, доктор философии (энтомология),  
Институт энтомологии ЧАН, (Чешская Республика)

## ДЕНДРОФИЛЬНЫЕ ГАЛЛИЦЫ (DIPTERA, SECIDOMYIIDAE) ЮГА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИК ХАКАСИЯ И ТЫВА

**Дендрофильные галлицы, биология, распространение, Южная Сибирь.**  
**Dendrophilows gall midges, biology, distribution, Southern Siberia.**

**Введение.** Фауна растительноядных галлиц Южной Сибири исследована крайне фрагментарно. Ранее были опубликованы краткие предварительные результаты нашей совместной южно-сибирской экспедиции 1988 г. [1]. В последнее время появились фаунистические заметки В.И. Никольского [2–4] с указанием на нахождение ряда видов в окрестностях Красноярска, в Хакасии и Восточном Саяне. Из дендрофильных галлиц в регионе подробно изучен лишь один вид – листовничная почковая галлица Рожкова *Dasineura rozhkovi* Mamaev et Nikolskij, – вредитель лесосеменных плантаций лиственниц [5]. В настоящей заметке мы приводим информацию о 37 видах растительноядных галлиц данного региона – консортов деревьев и кустарников.

**Материал и методы.** Материал собран в период с 1988 по 2011 г. в основном в окрестностях городов Красноярск и Ужур в Красноярском крае и в Ширинском районе Республики Хакасия, а также в ходе краткой автомобильной экскурсии по маршруту Кызыл – Абакан – Красноярск в 1988 г. Определения галлиц проведены исключительно по признакам галлов, численности и окраске личинок. При определении использованы как многолетний опыт авторов, так и известные сводки [6, 7]. Номенклатура приведена в соответствие с каталогом галлиц мира Р. Ганье [8] с последующими авторскими правками [9], русские названия галлиц даны по Т.П. Коломоец и др. [6].

**Результаты и обсуждение.** Ниже приводится аннотированный список определенных видов галлиц. После аннотации указаны районы сбора видов. Для краткости они обозначены цифрами. В Республике Тыва обследованы местообитания горностепного (1) и горнотаежного (2) поясов вдоль трасс Кызыл-Чадан и Кызыл-Туран-Усинское, а также пойма р. Тес-Хем близ границы с Монголией (3 [4]). В Республике Хакасия сборы проведены в лесостепном поясе (4). На юге Красноярского края материал был собран как в горно-таежном поясе Западного (5) и Восточного Саяна (6 [4]), в лесостепных ландшафтах (7), так и в окрестностях Красноярска: собственные сборы (8) и сборы В.И. Никольского – 9 [2–4].

***Anisostephus betulinus* (Kieffer, 1889) – березовая пузырчатая галлица.** Желтовато-оранжевые личинки живут в круглых пузырчатых вздутых эпидермиса, диаметром 2–3 мм, одинаково выступающих с обеих сторон листовой пластинки березы *Betula pubescens*. Личинки покидают галл через отверстие на верхней стороне листа. В течение года развивается только одна генерация. Зимуют в почве. Распространен по всей Европе, найден и на Дальнем Востоке (Приморье). Найден: 1, 4; ранее указан также для 4 и 6 [4].

***Buhriella rubicola* Stelter, 1960 – малиновая листовая галлица.** Беложелтые личинки живут в паренхимных веретеновидных галлах длиной 5–7 мм, выступающих с нижней стороны листа малины *Rubus idaeus*. В течение года развивается только одна генерация. Зимуют в почве и весной там же окукливаются. Известна из Центральной и Восточной Европы. Найден: 7 и 8.

***Contarinia caraganicola* (Marikovskij, 1955) – акациевая галлица.** Множество грязно-белых личинок в сильно вздутых основаниях бутонов желтой акации *Caragana arborescens*. Плоды не образуются. Зимуют в галле, давая, по-видимому, одну генерацию за сезон. Ошибочное описание галла и личинок этого вида в определителе Т.П. Коломоец и др. [6:99–100] сбилось с толка целый ряд последующих исследователей, державших в руках галлы именно данного вида [4, 10]. Распространен в Восточной Европе, Киргизии, Казахстане и в Западной Сибири. По устному сообщению Н.Г. Коломийца, подобные повреждения цветов акации обычны в Новосибирске. В массе встречается в Красноярске: 8.

***Contarinia petioli* (Kieffer, 1898) – осиновая черешковая галлица.** Беловато-желтые личинки живут в крупных (до 8 мм в диаметре) зеленых или красноватых шарообразных галлах на черешках листьев осины *Populus tremula* и черного тополя *P. nigra*. В течение года развивается только одна генерация. Развитие очень быстрое: спустя несколько недель личинки уже покидают галлы через специальные отверстия. Зимуют в почве. Повсеместно в лесной зоне Палеарктики. Указан: 4, 6 и 9 [2–4]. Найден: 1, 4, 5.

***Contarinia populi* Rübсаamen, 1917 – осиновая листовая галлица.** Беловатая личинка в округлом галле, выступающем с обеих сторон пластинки листа осины *Populus tremula*. Покидает галл, оставляя округлое отверстие на верхней или нижней сторонах листа. Развивается только одна генерация за сезон. Зимовка и окукливание в почве. Обычный обитатель осин и тополя белого в Западной Европе. В сводке Т.П. Коломоец и др. [6] отнесен к роду *Harmandia* Kieff. Найден: 5.

***Dasineura glycyrrhizicola* Fedotova, 1985 – солодковая галлица.** Личинки развиваются в листовых галлах *Glycyrriza uralensis*. Биология малоизучена. Ранее вид был известен только из Казахстана [7]. Найден пока только в Туве: 1.

***Dasineura interbractea* Roskam, 1979 – галлица сережковая березовая.** Розоватые личинки обитают между семенами в сережках березы *Betula pendula*, не образуя галлов. В течение года развивается только одно поколение. Ранее был указан для Центральной и Северной Европы [6]. Найден: 4.

***Dasineura mali* (Kieffer, 1904) – яблоневая листовая галлица.** На листьях яблонь *Malus sylvestris* и *M. domestica* образует галл в виде красного валика, –

утолщенного и скрученного на верхнюю сторону края листа. В галле до 30 оранжевых личинок. Окукливаются в почве. Может давать несколько поколений в год. Европа, Западная Сибирь, Дальний Восток (Приморье), интродуцирован в Северную Америку и Новую Зеландию. Найден в окрестностях Красноярска: 8.

***Dasineura populeti* (Rübsaamen, 1889) – осиновая галлица.** Беловатые личинки обитают в валикообразно завернутых вверх краях на одной или обеих сторонах листьев осины *Populus tremula*. В отличие от остальных галлиц, поражает только самые молодые побеги. В течение года развиваются две генерации. Окукливание – в почве. Ранее считался исключительно европейским видом [6]. Найден: 5.

***Dasineura rosae* (Bremi, 1847) (= *Wachtliella rosarum* (Hardy, 1850)) – розанная листовая галлица.** Обычно около 20 оранжевых личинок обитают в галлах, образованных сложенными продольно вдоль средней жилки вверх, слегка вздутыми и окрашенными в красноватый цвет листочками шиповника *Rosa acicularis*, *Rosa canina* и других видов рода *Rosa*. Часто обитают вместе с белыми личинками инквилина *Macrolabis luceti* [11]. В течение года в Европе развиваются несколько генераций. Окукливание в почве. Широко распространен от Западной Европы и Казахстана до Дальнего Востока. Повсеместно в северной Голарктике Указан: 4 и 6 [4], 9 [2]. Найден: 5, 7.

***Dasineura rozhkovi* Mamaev et Nikolskij, 1983 – большая лиственничная почковая галлица Рожкова.** Оранжевая личинка обитает в относительно крупном (до 11 мм высотой и 8 мм шириной) артишкокообразном галле, состоящем из 50-70 плотно сомкнутых чешуй и расположенном в центре пучка хвоинок брахибласта лиственницы сибирской, *Larix sibirica*. В течение года развивается только одна генерация. Зимовка и окукливание исключительно в галле. Взрослые насекомые вылетают в конце мая и атакуют начавшие охвоение брахибласты лиственницы в момент закладки почек следующего года, провоцируя их разрастание в галл. Зараженные почки погибают и не доживают, таким образом до своей генеративной фазы развития. Основной вредитель лесосеменных хозяйств лиственницы на юге Сибири. Б.М. Мамаев, придя к выводу о видовой самостоятельности сибирских экземпляров почковых галлиц, описал их как новый вид в 1983 г. [12]. Ранее вид был указан для Сибири под невалидным названием *Dasineura laricis* F. Löw [13]. Эта неточность перекочевала в каталог Р. Ганье, который приводит вид под названием *D. kellnery* для Западной Сибири [8 : 133]. Наконец, З.А. Федотова [11] ошибочно указывает на зимовку личинок этого вида в подстилке. По неопубликованным данным Ю.Н. Баранчикова, распространен от Новосибирской и Томской областей на западе до Хабаровска и Магадана на востоке; севернее Туры (Эвенкия) пока не встречен, на юг вид идет до севера Монголии включительно. Неоднократно указан для юга Красноярского края и севера Хакасии. Найден: 1, 2, 4, 5, 7, 8.

***Dasineura sibirica* (Marikovskij, 1962) – акациевая листовая галлица.** Группы личинок обитают в сложенных вдоль средней жилки листочках на *Caragana arborescens*. Края листочков склеиваются, галл принимает вид стручка.

В галле – несколько белых личинок. Окукливаются в почве. Несколько генераций в году. Известен с юга Европейской части России, с Урала, Западной и Восточной Сибири (Братск [14]), а также из Казахстана, где вместе с желтой акацией заселяет *C. frutex* [7]. Указан: **3** и **9** [2, 4]. Найден: **1, 5, 8**.

***Dasineura tetensi* (Rübsaamen, 1891) – листовая смородиновая галлица.** Белые личинки обитают в складках молодых верхушечных листьев смородины, *Ribes nigrum*. Поврежденные побеги не растут, часто засыхают. В течение года развиваются несколько генераций. Окукливание в почве. В году может быть несколько поколений. Вся Европа. Восточнее найден впервые: **1** и **5**.

***Dasineura* sp. – малая лиственничная почковая галлица.** Оранжевая личинка обитает внутри маленького (не выше 4 мм) галла, образованного коричневыми чешуйками и расположенного в центре пучка хвоинок на брахибласте лиственницы *L. sibirica*. В среднегорье Хакасии (350–500 м н. у. м.) лёт имаго начинается в первой и заканчивается в третьей декаде июня. Самки активно мигрируют, перелетая от дерева к дереву, и откладывают яйца в основание растущих пучков хвоинок брахибластов. Отродившиеся через пять-семь дней личинки достигают меристематического конуса нарастания почки следующего года. Выделения личинок модифицируют морфогенез почек на стадии медленного заложения кроющих чешуй. Ростактивирующая способность почек в это время уже понижена. По-видимому, это является одной из причин формирования галла небольшого размера, состоящего всего из 23–25 чешуй [16]. К середине июля личинки линяют на II, а к августу – на III возраст. К середине августа они покидают тераты и, сплетая редкий кокон, зимуют под тонким слоем подстилки. Окукливание происходит в конце мая, за 1–1,5 недели до вылета имаго. Основные факторы смертности галлицы связаны с зимовкой в подстилке и с конкуренцией за почки с фенологически более ранней галлицей Рожкова. Зараженность личиночным эктопаразитом *Torymus isajevi* Zerova et Dolgin обычно не превышает 20 %. Имеет крайне широкую амплитуду экологической валентности, встречаясь практически во всех типах лиственничных лесов: от остепненных парковых лиственничников межгорных котловин до предтундровых редколесий (например, на высоте 2100 м н. у. м. близ гольцов, окружающих оз. Хубсугул в Монголии [16]). По хозяйственной значимости этот вид значительно уступает галлице Рожкова. Смертность почек, пораженных галлами этого вида, не превышает 40 % (среднее – 15 %). Большая часть почек весной следующего года вновь продуцирует хвою. Такие брахибласты обычно несут на 1/3 меньше хвоинок, чем избежавшие заражения. Впервые вид упомянут А.С. Рожковым [15:221], описание же нового таксона не последовало. Широко распространен на юге Красноярского края, в Республике Хакасия, и на восток до Забайкалья, обычен в северной Монголии [16]. Найден: **1, 2, 3** и **4**.

***Harmandiola cavernosa* (Rübsaamen, 1889) – осиновая двухсторонняя галлица.** Одна оранжевая личинка обитает в круглом, диаметром до 5 мм, толстостенном галле, выступающем с обеих сторон листа осины *Populus tremula*. Открывается галл на верхней стороне продольной щелью с выступающими краями. В течение года развивается только одна генерация. Галл вырастает за

несколько дней. В конце мая – начале июня личинка покидает галл, и зимует в подстилке. Окукливается там же весной. Обычный вид: вся Европа, Казахстан, юг Западной Сибири. Указан для 4, 6 и 9 [2, 4]. Нами найден: 1, 4 и 5.

***Harmandiola (Harmandia) globuli (Rübsaamen, 1889)* – осиновая шаровидная галлица.** Одна оранжевая личинка в маленьком (до 1.5 мм в диаметре) тонкостенном округлом галле, прилегающем широким основанием к верхней поверхности листа осины *Populus tremula*. Личинка покидает галл через отверстие на нижней стороне листа. На некоторых листьях бывает 10–20 галлов. Европа (*P. alba*, *P. tremula*), Казахстан, Западная Сибирь; восточнее ранее не указан. Найден: 1.

***Harmandiola (Harmandia) populi (Rübsaamen, 1917)* – осиновая тонкостенная галлица.** Одиночная личинка в продолговатом, длиной до 2,5 мм тонкостенном галле, который образуется на нижней поверхности листа осины *P. tremula*. Личинка покидает галл через отверстие на верхней поверхности листа. Европа (*P. alba*, *P. tremula*), Казахстан, Западная Сибирь; восточнее не был указан. Найден: 1 и 4.

***Harmandiola (Harmandia) tremulae (Winnertz, 1853)* (= *Harmandia loewii* Rubsaamen, 1892) – осиновая красная галлица.** Оранжевая личинка обитает внутри относительно крупного (до 6 мм) толстостенного темно-красного или зеленого галла, прикрепленного тонким основанием к верхней стороне листа осины *Populus tremula*. Галлы обычно располагаются группами по три-шесть штук. Личинка покидает галл через отверстие на нижней стороне листовой пластинки. Окукливается в подстилке. Одна генерация в год. Европа (*P. alba*, *P. tremula*), Казахстан, Западная Сибирь. Найден в Красноярске: 8 и 9 [2].

***Iteomyia capreae (Winnertz, 1853)* – ивовая листовая галлица.** Оранжевая личинка обитает в маленьком бородавковидном галле, видимом с обеих сторон листа ив *Salix caprea*, *S. aurita*. Личинки покидают галл через отверстие в нижней стороне листа. В течение года развивается одна генерация. Зимует и окукливается в почве. Вид широко распространен от Западной Европы до Китая и Японии. Найден: 5 и 8.

***Jaapiella blavatskae Fedotova, 1996* – галлица Блаватской.** В крупном галле на вершине побега, образованного плотным пучком покрытых белыми волосками листьев, обитает до десятка белых личинок. Ранее была известна из Казахстана и Южного Алтая [7]. Указан: 3 и 4 [4]. Найден: 8.

***Lasioptera rubi (Schrank, 1803)* – малиновая стеблевая галлица.** Оранжево-красные личинки обитают под корой молодых побегов стеблей малины *Rubus idaeus* в веретеновидных или неправильно-шаровидных вздутиях с шероховатой поверхностью. Длина их может достигать 30, ширина – 20 мм. Зимуют и окукливаются в галлах. Пораженные побеги отмирают. Вид широко распространен от Западной Европы до Дальнего Востока и Японии, указан для Западной Сибири. В Приенисейской Сибири найден на Кутурчинском белогорье (6 [4]) и под Красноярском, – 8.

***Mycodiplosis melamporae (Rübsaamen, 1889)* – микодиплозис ивовая.** Оранжевые личинки обитают в колониях грибов *Melampsora salicina* Wint

(Basidiomycetes) на листьях *Salix caprea*. В Западном Саяне личинки найдены также в галлах *Rabdophaga rosaria* (H. Loew), внутри которых находятся колонии грибов *M. salicina*. Ранее был известен лишь из Центральной Европы. Найден: 5.

***Rabdophaga clavifex* (Kieffer, 1891) – булавообразующая галлица.** Оранжевые личинки обитают в галлах на вершинах побегов разных видов ив, в основном *Salix aurita*, *S. caprea* и *S. cinerea*. Конец побега образует булавовидный галл длиной 8–15 мм с 4–20 слегка вздутыми почками на его поверхности. 10–15 личинок зимуют и весной окукливаются внутри галла. Лет имаго в мае. Европа, Казахстан, Япония; в Сибири найден в 1, 4 и 5. Валидное название рода именно *Rabdophaga* Westwood, 1847, а не *Rhabdophaga* Kieffer 1901 [8:229].

***Rabdophaga dubiosa* (Kieffer, 1913) – галлица дубиоза.** Многочисленные оранжевые личинки обитают в веретеновидно вздутых концах побегов ряда видов ив. Для Западной и Восточной Европы в качестве хозяев указаны *Salix aurita*, *S. caprea*, *S. cinerea* [6], для Казахстана – *S. argyracea* и *S. capraea* [7:713]. В Красноярске отмечен на *Salix acutifolia*: 9 [2, 3].

***Rabdophaga marginemtorquens* (Bremer, 1847) – ивовая краевая галлица.** Оранжево-желтые личинки обитают внутри свернутых краев листьев *Salix viminalis* L. и близких к ней видов ив. В течение года развиваются две генерации. Часть личинок окукливается в почве, другая часть – в галлах. Вид обычен в Западной и Восточной Европе, в последней обитает на *S. cinerea*, *S. purpurea*, *S. viminalis* [6], в Японии. Известен также в Западной Сибири и в Средней Азии, в частности в Казахстане обитает на *S. alba*, *S. argyraceae*, *S. cinerea* [7]. Указан: 9 на *S. acutifolia* [2, 3]. Найден: 1 и 4.

***Rabdophaga iteobia* (Kieffer, 1890) – ивовая розеточная галлица.** Оранжевые личинки формируют галлы на вершине побегов ивы *Salix caprea* L. Галл состоит из большого количества укороченных листьев, которые покрыты густыми белыми волосками. В течение года развивается только одна генерация. Часть личинок зимует в галлах, а часть в почве. Широко распространен в Западной Европе и в северных районах Восточной Европы. Найден нами: 2, 5 и 8; отмечен ранее для 4 и 9 [4].

***Rabdophaga heterobia* (H. Loew, 1850) – ивовая двудомная галлица.** Многочисленные (6–12 шт.) оранжевые личинки обитают в белых губчатых утолщениях на сережках *Salix triandra* (= *S. amygdalina*) и ее гибридов. В Сибири в течение года нами отмечена только одна генерация, заселяющая сережки ив и называемая в литературе «весенней». Зимует в почве. На обширном ареале вида (от Западной Европы до Японии) обычна и вторая генерация. При этом множество (до 40) личинок обитает в маленьких (до 10 мм в диаметре) розетках листьев, образованных укороченным побегом, растущим из зараженной апикальной почки (ивовые «розы»). Листья при этом покрыты опушением только у основания. Зимуют в галле. Указан: 4 [4]. Найден: 1.

***Rhabdophaga jaapi* (Rubsamen, 1915) (= *R. repentis* Skuhrava, 1986) – ивовая галлица.** Одна оранжево-желтая личинка обитает в маленькой бокалообразно расширенной вверху веретеновидной удлинённой розетке, образованной тесно

сближенными листьями на вершине побега *Salix repens* L. и близких к ней видов ив. Одна генерация в год. Зимует в галлах. Известна в Западной и Восточной Европе. Указан: 9 [4]. Найден: 1, 6.

***Rabdophaga pierreana* (Kieffer, 1909) – ивовая полосатая галлица.** Побег ивы (*Salix*) у вершины яйцевидно вздут, опушен, покрыт листьями. Внутри галла – одна тонкостенная полость, заполненная несколькими красными личинками. Широко распространен в Европе, но восточнее Прибалтики не был ранее указан [6, 7]. Недавно обнаружен в большом количестве на Кутурчинское белогорье (6), откуда указан, вслед за [6], как *Dasineura pierreana* (Kieffer) [4].

***Rabdophaga rosaria* (H. Loew, 1850) – ивовая розообразующая галлица.** Одиночная и очень крупная (до 4 мм длиной) оранжевая личинка обитает в середине мощного розетковидного галла на вершине побегов ив (*Salix alba*, *S. aurita*, *S. caprea*, *S. purpurea* и др.). Галл образован из сильно укороченного верхушечного побега текущего года и состоит из большого числа недоразвитых и расширенных в основании листьев. Одно поколение в году. Зимует и окукливается в галле. Самый распространенный вид дендрофильных галлиц: от Европы до Японии и Кореи, обладает широкой экологической валентностью – встречается практически на всех высотах от 200 до 1500 м над уровнем моря. Найден: 1, 2, 4, 5, 7, 8; ранее указан для Красноярска – 9 [2].

***Rabdophaga salicis* (Schrank, 1803) – ивовая обыкновенная галлица.** Оранжевые личинки обитают в крупных продолговатых утолщениях на побегах *Salix aurita*, *S. caprea* и других видов ив. Одна генерация в год. Окукливание в галле. Широко распространенный голарктический вид: Европа, Алжир, Сибирь и Дальний Восток, Казахстан, Турция, Китай, Япония, Корея, Северная Америка. Найден: 1 и 5.

***Resseliella betulicola* (Kieffer, 1889) – березовая листовая галлица.** Белые личинки деформируют молодые листья на вершине побегов *Betula pendula* и *B. pubescens*. Нижняя часть средней и боковых жилок листа вздувается, укороченный лист краснеет, становится внутри клейким. Окукливание в почве. Поврежденные листья опадают. Повреждаются березы в возрасте 5–15 лет. Широко распространена по всей Европе, и, как выяснилось, на юге Сибири: 1, 2, 4, 5, 6, 8.

***Resseliella sibirica* (Mamaev, 1971) (= *Thomasiniana sibirica* Mamaev, *Camptomyia laricis* M.) – лиственничная шишковая галлица.** С июня по август в шишках лиственницы множество (до 50 экз.) беловатых личинок, которые к старшим возрастам розовеют. Зимуют в подстилке, коконируются и вылетают в конце мая–начале июня. Биология и вредоносность описаны [17:69–71 и 15:221–222]. Распространен от Восточной Европы до Дальнего Востока, Якутии и Казахстана. Найден: 1, 4, 7, 8.

***Semudobia betulae* (Winnertz, 1853) – березовая галлица-семяед.** Оранжевая личинка превращает в галл семя берез *Betula pendula*, *B. pubescens*, *B. nana*. Поврежденные семена вздуваются, на поверхности оболочки образуется отверстие, затянутое пленкой. Через него весной выходит взрослая галлица. В течение года развивается только одна генерация. Личинки зимуют в галлах, где весной окукливаются. Вид имеет голарктическое распространение (завезен в Канаду –

Онтарио, в США – Пеннсильвания) и развивается на многих видах рода *Betula*. Найден: 1, 2, 4, 5 и 8.

***Semudobia skuhravae* Roskam, 1977** – галлица березовая Скугравы. Оранжевые личинки обитают в небольших одиночных вздутиях, несимметрично расположенных у основания семян в сережках берез *Betula pendula* и *B. pubescens*. Они там же зимуют и весной окукливаются. В течение года развивается одна генерация. Хотя вид имеет голарктическое распространение, для России до нас не был отмечен. Найден: 1 и 8.

***Tavolgomia karelini* Fedotova, 1982** – галлица Карелина. В закрученных краях листовой пластины спиреи *S. media* обитают от 1 до 5 белых личинок. В одном поколении, зимовка в почве. Ранее [7] был указан для европейской части России, Казахстана (на *S. hypericifolia*), а также для 3, 4, 6 и 9 [4]. Найден: 4, 7 и 8.

***Thecodiplosis brachyntera* (Schwagrighen, 1835)** – сосновая красная галлица. Оранжевая личинка обитает в маленькой полости у основания пары игл *Pinus sylvestris* (в Европе также на *P. strobus* и *P. mugo*). Заражает молодую хвою. Пораженные иглы утолщены в основании, на *P. sylvestris* укорочены в два раза. После окончания питания личинки окукливаются в почве, а поврежденные иглы желтеют и опадают. При массовом размножении возможна полная дефолиация побегов текущего года, особенно подвержены поражению молодые деревья. В течение года развивается только одна генерация. Вид широко распространен в Европе от Испании до Швеции. В горах средней Европы, на высоте 1200 м н. у. м., личинки зимуют в коконах на ветках, а в предгорьях – в почве [18]. Найден в Зауралье [19]. Восточнее указывается впервые. На российском Дальнем Востоке виды этого рода пока не отмечены, хотя в Корею и Японии близкий вид *T. japonicus* Uchida et Inoue с идентичной экологией наносит существенный вред сосне *P. densiflora*. Найден: 5 (Ермаковский район Красноярского края).

Из 37 определенных до вида дендрофильных галлиц 19 видов до наших исследований для изучаемого региона не были известны. Из них *Dasineura glycyrrhizicola*, *D. interbracta*, *Mycodiplosis melampsorae* и *Semudobia skuhravae* не были известны из пределов России, а *Buhriella rubicola*, *Contarinia populi*, *Dasineura populeti*, *D. tetensi*, *Resseliella betulicola* и *Thecodiplosis brachyntera* ранее не находили восточнее Урала. В Южной Сибири дендрофильные галлицы заселяют в основном виды ив (10 видов), осину (7) и березы (5). На лиственнице обитают три вида, на спирее, малине, и акации – по два. На яблоне, солодке, смородине и шиповнике обнаружено по одному виду галлиц.

К вредителям леса можно отнести три вида галлиц: *T. brachyntera* свою потенциальную вредоносность в нашем регионе пока не реализовал, вред от *Resseliella sibirica* никто по-настоящему не оценивал, а вот *Dasineura rozhkovi* является бесспорным вредителем, практически полностью сводящим на нет продуктивность лесосеменных хозяйств лиственницы в Южной Сибири. Садовой малине может вредить *Lasioptera rubi*, черной смородине – *Dasineura tetensi*.

Среди неопределенных до вида дендрофильных галлиц можно указать на *Dasineura* sp., образующего галл из очень мелких, часто закругленных листьев на вершинах побегов клена *Acer ginalla*; *Oligotrophus* sp., образующего большие

(15 мм высотой и до 5 мм шириной) розетковидные галлы на вершинах побегов *Juniperus sibirica*; *Putoniella* sp., образующий на листьях *Padus avium* карманообразно утолщенные хрящевидные складки, заметные только с нижней стороны вдоль центральной жилки листа и открывающиеся сверху продольной щелью, а также на ряд других видов на акациях и спирее.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 10-04-00196-а.

### Библиографический список

1. *Skuhrava, M.* Gall midges (Cecidomyiidae, Diptera) of the southern part of Central Siberia [Text] / M. Skuhrava, V. Skuhravy // *Dipterologia bohemoslovaca*. – 1993. – Vol. 5. – P. 93–100.
2. *Никольский, В.И.* Обзор галлиц-фитофагов Средней Сибири, идентифицированных по повреждениям (Diptera, Cecidomyiidae). Сообщение 2 [Текст] / В.И. Никольский // Энтомологические исследования в Сибири. Красноярский филиал РЭО. – Вып. 1. – Красноярск, 1998. – С. 100–102.
3. *Никольский, В.И.* О фауне галлиц-фитофагов юга Средней Сибири (Diptera, Cecidomyiidae) [Текст] / В.И. Никольский, А.В. Герасимчук // Энтомологические исследования в Северной Азии : матер. VII Межрег. совещания энтомологов Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Ин-т систематики и экологии животных СО РАН, 2006. – С. 365–367.
4. *Герасимчук, А.В.* Галлицы фитофаги (Diptera, Cecidomyiidae) на растениях юга Средней Сибири, идентифицированные по повреждениям [Текст] / А.В. Герасимчук, В.И. Никольский // Фауна и экология животовых Средней Сибири и Дальнего Востока. – Вып. 5. – Красноярск: Красноярский гос. пед. ун-т, 2008. – С. 132–141.
5. *Баранчиков, Ю.Н.* Насекомые-галлообразователи // Популяционная динамика лесных насекомых [Текст] / Ю.Н. Баранчиков, А.С. Исаев, Р.Г. Хлебоброс, Л.В. Недорезов и др. – М.: Наука, 2001. – С. 172–181.
6. *Коломоец, Т.П.* Насекомые-галлообразователи культурных и дикорастущих растений европейской части СССР. Двукрылые [Текст] / Т.П. Коломоец, Б.М. Мамаев, М.Д. Зерова, Э.П. Нарчук, В.М. Ермоленко, М.А. Дьякончук. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 168 с.
7. *Федотова, З.А.* Галлицы-фитофаги (Diptera, Cecidomyiidae) пустынь и гор Казахстана: морфология, биология, распространение, филогения и систематика [Текст] / З.А. Федотова. – Самара: Самарская ГСХА, 2000. – 803 с.
8. *Gagne, R.J.* A catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the world. – (Memoirs of the Entomol. Soc. of Washington, No. 25) [Text] / R.J. Gagne. – Washington D.C.: Entomol. Soc. Washington, 2004. – 408 p.
9. *Gagné, R.J.* 2010. Update for a catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the world. Digital version 1. USDA ARS. – Washington, D.C. [Electronic resource] / R.J. Gagné. – URL: [http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12754100/Gagne\\_2010\\_World\\_Catalog\\_Cecidomyiidae.pdf](http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12754100/Gagne_2010_World_Catalog_Cecidomyiidae.pdf)
10. *Никольский, В.И.* Галлица *Contarinia* sp.n. на акации *Caragana arborescens* в окрестностях г. Красноярска [Текст] / В.И. Никольский // Животное население и растительность бореальных лесов и лесостепей Средней Сибири. – Вып. 1. – Красноярск: Изд-во КГПУ, 2000. – С. 156–157.

11. Федотова, З.А. Сем. Cecidomyiidae – Галлицы [Текст] / З.А. Федотова, О.В. Ковалев // Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. VI. Двукрылые и блохи. Ч. 2. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – С.390–612.
12. Мамаев, Б.М. Новый вид – галлица *Dasyneura rozhkovi* Mamaev et Nikol'skij, sp.n. – серьезный вредитель лиственницы в Сибири (Diptera, Cecidomyiidae) [Текст] / Б.М. Мамаев, В.И. Никольский // Известия СО АН СССР. Серия биологических наук. – 1983. – Вып. 3. – С. 108–112.
13. Коломиец, Н.Г. Лиственничная галлица – *Dasyneura laricis* F. Lw. в лесах Сибири [Текст] / Н.Г. Коломиец // Зоологический журнал. – 1955. – Т. 34, вып. 2. – С. 347–350.
14. Голутвина, Л.С. Повреждаемость галлицей текущего прироста караганы древовидной в связи с использованием стимулятора роста [Текст] / Л.С. Голутвина // Экология и защита леса. – Ленинград: ЛТА, 1989. – С. 69–70.
15. Рожков, А.С. Отряд Diptera – двукрылые [Текст] / А.С. Рожков. // Вредители лиственницы сибирской. – М.: Наука, 1966. – С. 219–224.
16. Баранчиков, Ю.Н. Распространение и особенности экологии малой лиственничной почковой галлицы в лесах байкальского региона [Текст] / Ю.Н. Баранчиков // Энтомологические проблемы байкальского региона. – Улан-Удэ: БурНЦ АН СССР, 1991. – С. 20–21.
17. Вредители шишек и семян хвойных пород [Текст] / под ред. Г.В. Стадницкий. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 168 с.
18. Skuhravy, V. The needle-shortening gall midge *Thecodiplosis brachyntera* (Schwagr.) on the genus *Pinus* [Text] / V. Skuhravy // Rozpravy Ceskoslovenske Akademie Ved. Rada Matematickych a Prirodnich Ved. Praha, 1991. – Vol. 10. – P. 1–104.
19. Максимов, С.А. Механизм массовых размножений шелкопряда-монашенки и непарного шелкопряда на Урале [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С.А. Максимов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1998. – 23 с.

---

**Введение.** Фауна растительноядных галлиц Южной Сибири исследована крайне фрагментарно. В настоящей заметке приведены новые и обобщены имеющиеся данные о 37 видах растительноядных галлиц – консортов деревьев и кутарников в данном регионе.

**Материал и методы.** Материал собран в период с 1988 по 2011 гг. в основном в окрестностях гг. Красноярск и Ужур в Красноярском крае и в Ширинском районе Республики Хакасия, а также в ходе краткой автомобильной экскурсии по маршруту Кызыл-Красноярск в 1988 г. Определения галлиц проведены исключительно по признакам галлов, численности и окраске личинок. При определении использованы как опыт авторов, так и известные сводки. Номенклатура приведена в соответствие с каталогом галлиц мира (Gagne, 2004).

**Результаты и обсуждение.** Приводится аннотированный список 37 определенных видов галлиц. После аннотации указаны районы сбора видов. В Республике Тыва обследованы местообитания горноstepного и горнотаежного поясов вдоль трасс Кызыл-Чадан и Кызыл-Туран-Усинское, а также пойма р. Тес-Хем близ границы с Монголией. В Республике Хакасия сборы проведены в лесостепном поясе. На юге Красноярского края материал был собран в горно-таежном поясе Западного и Восточного Саян, в лесостепных ландшафтах и в окрестностях г. Красноярска.

Из 37 определенных до вида дендрофильных галлиц 19 видов до наших исследований для изучаемого региона не были известны. Из них *Dasineura glycyrrhizicola*, *D. interbracta*, *Mycodiplosis melamporae* и *Semudobia skuhraevae* не были известны из пределов России, а *Buhriella rubicola*, *Contarinia populi*, *Dasineura populeti*, *D. tetensi*, *Resseliella betulicola* и *Thecodiplosis brachyntera* ранее не находили восточнее Урала. В Южной Сибири дендрофильные галлицы заселяют в основном виды ив (10 видов), осину (7) и березы (5). На лиственнице обитают 3 вида, на спирее, малине, и акации – по два. На яблоне, солодке, смородине и шиповнике обнаружено по одному виду галлиц.

К вредителям леса можно отнести три вида галлиц: *T. brachyntera* свою потенциальную вредоносность в нашем регионе пока не реализовал, вред от *Resseliella sibirica* никто по-настоящему не оценивал, а вот *Dasineura rozhkovi* является бесспорным вредителем, практически полностью сводящим на нет продуктивность лесосеменных хозяйств лиственницы в Южной Сибири. Садовой малине может вредить *Lasioptera rubi*, черной смородине – *Dasineura tetensi*.

\* \* \*

**Introduction.** Species composition of the dendrophilous gall midges of Southern Siberia is known rather fragmentary. In this paper we present new and review existing data about 37 species of plant-eating gall midges, inhabitants of trees and shrubs in the region.

**Material and methods.** Material was collected in 1988–2011 mainly in the vicinity of Krasnoyarsk and Uzhur in the Krasnoyarsk Krai and in the Shira region of Khakassia, as well as during the short car trips on the route of Kyzyl-Krasnoyarsk in 1988. Species determination of gall midges were made solely on the basis of galls and the size and color of the larvae. Determination was based on the authors' experience, and taxonomic monographs. The nomenclature is according to the catalog of gall midges of the world (Gagne, 2004).

**Results and discussion.** An annotated list of 37 identified species of gall midges is presented. After short annotation the place of data collection is shown. In the Republic of Tuva habitats in mountain-steppe and mountain-taiga belts were explored along the roads of Kyzyl-Chadan and Kyzyl-Turan-Usinskoe; floodplain of the river Tes-Hem near the border with Mongolia was also studied. In the Republic of Khakassia material was collected in the forest-steppe zone. In the south of Krasnoyarsk Krai midges were collected at a mountain-taiga belt of Western and Eastern Sayan Mountains, in steppe landscapes, and in the vicinity of Krasnoyarsk.

Of the 37 gall midges identified to species, 19 species appeared to be new for our region. Of these *Dasineura glycyrrhizicola*, *D. interbracta*, *Mycodiplosis melamporae* and *Semudobia skuhraevae* were not known beyond the borders of Russia, and *Buhriella rubicola*, *Contarinia populi*, *Dasineura populeti*, *D. tetensi*, *Resseliella betulicola* and *Thecodiplosis brachyntera* have not been found East of the Urals. In Southern Siberia dendrophilous midges infest mainly species of willows (10 species), aspen (7) and birch (5). On larch 3 species are found, on *Spirea*, raspberry, and *Acacia* – 2. On apple, licorice, currant and wild rose only one species of gall midges was found.

Three species of gall midges can be considered to be a forest pest: the potential harmfulness of *T. brachyntera* in our region have not yet implemented, the harmfulness of *Resseliella sibirica* was not really evaluated yet, but *Dasineura rozhkovi* is a certain pest, it almost completely nullifies the productivity of larch seed orchards in Southern Siberia. *Lasioptera rubi* can damage *Rubus idaeus* in gardens, *Dasineura tetensi* may be a pest of black currants.

*Александр Васильевич Ильиных*, доктор биологических наук, ail@sibmail.ru,  
*Ольга Викторовна Поленова*, ovr0408@yandex.ru,  
*Институт систематики и экологии животных СО РАН*

**ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА БАКУЛОВИРУСА  
У НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА *LYMANTRIA DISPAR* (L.)  
ПРИ НИЗКОЙ СМЕРТНОСТИ НАСЕКОМЫХ ОТ ПОЛИЭДРОЗА  
В РОДИТЕЛЬСКОМ ПОКОЛЕНИИ**

**Непарный шелкопряд, вирус ядерного полиэдроза, вертикальная передача.  
Gypsy moth, nucleopolyhedrovirus, vertical transmission.**

**Введение.** Вирусы насекомых могут играть важную роль в популяционной динамике [1, 2] и, возможно, в поддержании генетического полиморфизма своих хозяев [3]. Поэтому проблема, каким образом поддерживается перманентность вирусной инфекции в популяциях вирусоносителей (в частности, лесных насекомых-филлофагов, дающих вспышки массового размножения), относится к одной из интригующих проблем общей биологии и лесной энтомологии. Удобным объектом для модельных исследований взаимоотношений в системе «хозяин – вирус» может быть непарный шелкопряд *Lymantria dispar* (L.) и поражающий его вирус ядерного полиэдроза (ВЯП): для этого вида разработаны методики культивирования в лабораторных условиях.

В литературе известны работы по исследованию вертикальной передачи бакуловирусов у некоторых видов насекомых [1, 4–6], однако имеющиеся результаты весьма противоречивы. Так, среди потомков особей *Spodoptera ornitogalli* (Guenée), выживших в результате заражения вирусом родительского поколения, не было зарегистрировано гибели от вироза [1]. Однако в схожих экспериментах с тутовым шелкопрядом *Bombyx mori* (L.) смертность в дочернем поколении составила 100 % [5]. Кроме того, во всех известных случаях для заражения насекомых авторы применяли концентрацию вируса, вызывающую относительно высокую (50 % и более) смертность насекомых родительского поколения. Однако эффект вертикальной передачи вируса может быть обусловлен именно изначально высокой дозой патогена. Наконец, в настоящей работе при моделировании вертикальной передачи ВЯП мы исходили из ситуации, которая наблюдается в природных популяциях непарного шелкопряда на территории Западной Сибири и Зауралья, где полиэдроз, как правило, проявляется у небольшой части насекомых, не превышающей нескольких процентов [7, 8].

Поэтому в настоящей работе осуществлялось моделирование вертикальной передачи ВЯП у непарного шелкопряда при относительно низкой смертности особей родительского поколения (~10 %) и исследовалось проявление индуцированного полиэдроза в течение двух генераций насекомого. Кроме того, с помощью метода ПЦР выполнялась диагностика скрытого вируса у насекомых до

их инфицирования в лабораторных условиях, а также у особей, выживших после заражения.

**Материалы и методы.** Для экспериментов использовали яйцекладки непарного шелкопряда, собранные в очагах массового размножения на территории Свердловской области в сентябре 2008 г. Подготовку яиц и культивирование гусениц выполняли по методике, описанной ранее [9]. Во время эксперимента гусениц содержали на ветвях березы *Betula pendula* Roth. Для заражения гусениц вирусом из ручного опрыскивателя обрабатывали ветви кормового растения, равномерно распределенные на площадке из полиэтилена площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Количество вирусной суспензии составляло 2,5 мл в каждом случае. Инфицирование проводили через 2 дня после линьки гусениц на четвертый возраст. В контрольной группе насекомых корм обрабатывали дистиллированной водой. После просушивания ветви березы помещали в 3-литровые сосуды с гусеницами непарного шелкопряда, по 15 особей в каждый сосуд.

В работе применяли штамм «Джалал-Абадский», который был выделен из природной популяции непарного шелкопряда в 2003 г. на территории Южного Кыргызстана. Для экспериментов использовали суспензию вируса в концентрации  $5 \cdot 10^6$  полиэдров на мл. Количество полиэдров определяли под световым микроскопом с помощью камеры Горяева.

Количество насекомых в опыте и контроле составило по 150 особей. Выживших после заражения насекомых, а также особей контрольной группы выращивали до фазы имаго, скрещивали, и от них получали потомство. Для активации вирусной инфекции в поколении F<sub>1</sub> гусениц, начиная с IV возраста, содержали при недостатке корма (частичное голодание), а в другой группе использовали воздействие повышенной температуры (45 °С в течение 30 мин). В поколении F<sub>2</sub> применяли только частичное голодание гусениц. На протяжении всего эксперимента сосуды с насекомыми просматривали ежедневно и при необходимости заменяли корм и удаляли погибших особей, которых анализировали под световым микроскопом для диагностики причины гибели. Для оценки достоверности различий выборочных средних применяли критерий Стьюдента, используя угловое преобразование Фишера.

Часть яиц непарного шелкопряда, из которых выращивали насекомых в данной работе, использовали для диагностики скрытого вируса с помощью ПЦР. Для анализа отбирали по 50–150 яйцекладок, каждую очищали от волосков и отделяли яйца друг от друга. Из отдельной яйцекладки брали по 20 жизнеспособных яиц и стерилизовали с поверхности. Для этого яйца перемешивали в течение 10 минут в 0,25 % растворе NaOH на магнитной мешалке, затем промывали стерильной водой и сушили. В стерильных условиях из яиц извлекали эмбрионы и помещали в пробирки Eppendorff по 20 особей в каждую. Образцы хранили при –70 °С до проведения ПЦР.

Суммарную ДНК из образцов насекомых выделяли с помощью комплекта реагентов для выделения ДНК («Лаборатория МЕДИГЕН», Россия) в соответствии с протоколом производителя. Амплификацию ПЦР-продукта гена белка слияния Ld130 проводили в 20 мкл буфера, содержащего 10 мкл PyroStart™

Fast PCR Master Mix (2X) («Fermentas», США); 0,1 мкМ прямого и обратного праймеров и 27,5 % ДНК по объему. Дизайн специфических праймеров выполняли по полногеномной последовательности ВЯП непарного шелкопряда, депонированной в базе данных GenBank под номером NC\_001973. Структура разработанных праймеров для определения ДНК ВЯП непарного шелкопряда в биологических образцах:

прямой: 5' CGGGCATCATCCGCGGCC 3' (127651–127668)

обратный: 5' CGCCCTCCAGTCCGCGC 3' (127944–127927).

ПЦР проводили на амплификаторе «DNA Engine Dyad<sup>®</sup> Peltier Thermal Cycler» («BIO-RAD», США) в режиме: денатурация 30 с – 94 °С, отжиг 30 с – 68 °С и синтез 30 с – 72 °С – 37 циклов; синтез 7 мин – 72 °С. Размер амплифицируемого фрагмента составлял 294 пн.

**Результаты.** При инфицировании гусениц непарного шелкопряда ВЯП в родительском поколении смертность от полиэдроза составила  $12 \pm 2$  %. Результаты по исследованию проявления индуцированного полиэдроза среди потомков особей, выживших после инфицирования гусениц, представлены в таблице. Гибель насекомых от полиэдроза при частичном голодании наблюдается в поколениях F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub>, в обоих случаях значения смертности различаются ( $P < 0,01$ ) от аналогичного показателя в контрольной группе. Однако уровень смертности насекомых от полиэдроза при воздействии повышенной температуры не отличается от контроля (см. таблицу).

**Смертность насекомых от полиэдроза у потомков особей,  
выживших после заражения вирусом гусениц родительского поколения**

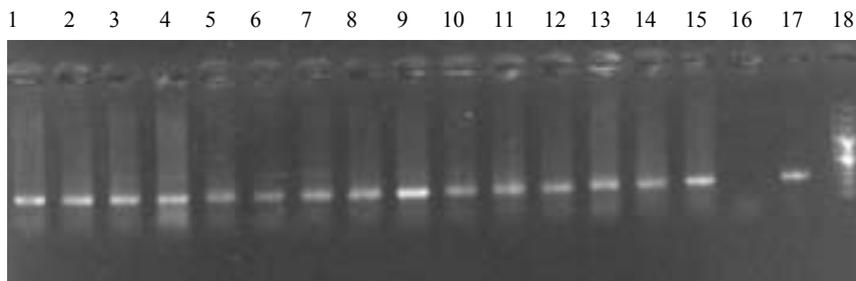
Поколения насекомых	Смертность насекомых от полиэдроза (%) при различных способах воздействия на гусениц для активации вирусной инфекции		
	Частичное голодание	Содержание при повышенной температуре	Интактные насекомые (контроль)
F <sub>1</sub>	6,0 ± 1,5 b	1,5 ± 0,4 a	0,0 a
F <sub>2</sub>	4,5 ± 0,9 b	–	0,0 a

**Примечание.** Разными буквами отмечены значения смертности насекомых от спонтанного полиэдроза, достоверно различающиеся при  $P = 0,01$ .

Результаты ПЦР показали, что вирусная ДНК присутствует в анализируемых образцах из эмбрионов, выделенных из яиц непарного шелкопряда, собранных в очаге массового размножения. Уровень скрытого вирусносительства составил  $46 \pm 4$  %, который у интактных насекомых оставался практически на прежнем уровне в обоих поколениях. В природных популяциях некоторых видов насекомых с помощью метода ПЦР показано наличие вируса [10–12], поэтому уровень вирусносительства у эмбрионов непарного шелкопряда является, вероятно, фоновым значением для насекомых исследуемой популяции. Уровень вирусносительства у эмбрионов поколений F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub>, полученных от выживших после заражения насекомых, составил  $92 \pm 7$  % и  $78 \pm 5$  % соответственно;

различия статистически достоверны как между этими значениями, так и по сравнению с контрольными насекомыми.

На рисунке представлена электрофореграмма продуктов ПЦР ДНК из эмбрионов поколения  $F_1$ , полученных от выживших после заражения ВЯП насекомых. Видно, что в данном случае все проанализированные пробы оказались положительными на вирус.



Электрофорез продуктов ПЦР гена LD 130 ВЯП непарного шелкопряда у выживших после заражения насекомых (поколение  $F_1$ )

1–15 – положительные пробы на ВЯП; 16 – отрицательный контроль;  
17 – положительный контроль; 18 – маркер (фаг  $\lambda$ ).

**Обсуждение.** В обзоре Кукан (Kukan) [1] приведены результаты по исследованию вертикальной передачи вируса у некоторых видов насекомых в лабораторных условиях. В этих экспериментах насекомые заражались вирусом в личиночной фазе, и часть из них погибала от вирусной инфекции. Выжившие насекомые выращивались до фазы имаго, скрещивались, и от них получалось потомство. Поверхность полученных яйцекладок стерилизовалась для инактивации экзогенного вируса; зараженность насекомых вирусом в дочернем поколении определялась с помощью светового или электронного микроскопа. В 9 случаях из 11 потомки инфицированных насекомых были заражены вирусом, уровень инфицирования варьировал от 0,5 % у *Chrysodeixis includens* Walker (старое название *Pseudoplusia includens* (Walker)), до 57,1 % у *Mythimra separate* (Walker). Уровень проявления инфекции был выше, если личинки заражались в старших возрастах. Характерно, что в контрольных группах в большинстве экспериментов также регистрировались инфицированные потомки, хотя уровень инфекции был относительно низким [1].

Результаты по исследованию вертикальной передачи вируса у непарного шелкопряда неоднозначны. По данным Муррея и Элкинтона (Murray, Elkinton) [13] гибель насекомых от полиэдроза среди потомков особей, выживших после заражения вирусом в фазе гусеницы II возраста, составила менее 2 %. Авторы полагают, что смертность от полиэдроза среди потомков родительского поколения явилась результатом случайной лабораторной контаминации насекомых вирусом. Однако Шапиро и Робертсон (Shapiro, Robertson) [14] в схожих экспериментах показали, что гибель насекомых от спонтанного полиэдроза в дочернем поколении варьировала от 4,7 до 11,5 %. Эти авторы, в свою очередь, относят

смертность насекомых от полиэдроза среди потомков инфицированного поколения на счет вертикальной передачи вируса. В других экспериментах по изучению вертикальной передачи ВЯП у непарного шелкопряда наблюдали зараженность особей в дочернем поколении на уровне 15 % [6]. Различия в передаче вируса, о которых можно судить по имеющимся работам, возможно, связаны с возрастными отличиями инфицированных насекомых и особенностями самих вирусов. Очень интересным является вопрос о том, зависит ли вертикальная передача вируса от количества погибших насекомых в родительском поколении, но имеющихся литературных данных [14] недостаточно для обобщения.

В настоящей работе нам впервые в прямом эксперименте удалось показать, что вирусная инфекция может формироваться у потомков выживших насекомых даже при относительно низкой смертности от полиэдроза в родительском поколении, и может быть активирована как минимум, в течение двух генераций насекомого. Судя по данным наших экспериментов, уровень вирусоносительства у эмбрионов во всех группах превышает значения гибели насекомых от полиэдроза. То есть, полученные результаты показывают, что присутствие вируса у насекомых не означает скорой и неизбежной гибели хозяев. Возможно, вирусная ДНК может полностью или частично утратить свою инфекционность, хотя и выявляться в анализируемых образцах насекомых. Кроме того, развитие инфекции и болезни может подавляться механизмами преодоления репликация вируса, которые рассмотрены ранее [3].

**Выводы.** Вирусная инфекция может формироваться у потомков выживших насекомых при относительно низкой смертности от полиэдроза в родительском поколении, и может быть активирована как минимум, в течение двух генераций (период наблюдения).

Уровень вирусоносительства, определенный у эмбрионов непарного шелкопряда с помощью метода ПЦР в поколениях  $F_1$  и  $F_2$ , выше, чем количество погибших насекомых среди особей дочерних генераций.

Авторы признательны И.Д. Петровой и Ф.А. Ильиных (ГНЦ ВБ «Вектор», п. Кольцово Новосибирской обл.) за помощь в проведении экспериментов, а также В.И. Пономареву (Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург) за предоставленные яйцекладки непарного шелкопряда. Работа выполнялась при финансовой поддержке РФФИ: проекты № 07-04-00776а, 11-04-00367а и интеграционного проекта СО РАН № 88.

#### Библиографический список

1. Kukan, B. Vertical transmission of nucleopolyhedrovirus in insects [Text] / B. Kukan // J. Invertebr. Pathol. – 1999. – Vol. 74. – P. 103–111.
2. Ilyinykh, A. Analysis of the causes of declines in Western Siberian outbreaks of the nun moth, *Lymantria monacha* [Text] / A. Ilyinykh // BioControl. – 2011. – Vol. 56. – P. 123–131.
3. Ильиных, А.В. Латентность бакуловирусов [Текст] / А.В. Ильиных, Е.Г. Ульянова // Известия РАН. Серия биологических наук. – 2005. – № 5. – С. 599–606.
4. Fuxa, J.R. Vertical transmission of TnSNPV, TnCPV, AcMNPV, and possibly recombinant NPV in *Trichoplusia ni* [Text] / J.R. Fuxa, A.R. Richter, A.O. Ameen, B.D. Hammock // J. Invertebr. Pathol. – 2002. – Vol. 79. – P. 44–50.

5. *Khurad, A.M.* Vertical transmission of nucleopolyhedrovirus in the silkworm, *Bombyx mori* L. [Text] / A.M. Khurad, A. Mahulikar, M.K. Rathod, M.M. Rai, S. Kanginakudru, J. Nagaraju // *J. Invertebr. Pathol.* – 2004. – Vol. 87. – P. 8–15.
6. *Myers, J.* Syblethral nucleopolyhedrovirus infection effects on female pupal weight, egg mass size, and vertical transmission in gypsy moth (*Lepidoptera: Lymantriidae*) [Text] / J. Myers, H.R. Malakar, J.S. Cory // *Environ. Entomol.* 2000. – Vol. 29. – P. 1268–1272.
7. *Ильиных, А.В.* Роль полиэдроза в динамике численности непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) в различных частях его ареала [Текст] / А.В. Ильиных, И.Д. Петрова // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии.* – 2008. – Вып. 182. – С. 139–147.
8. *Колтунов, Е.В.* Экология непарного шелкопряда в условиях антропогенного воздействия [Текст] / Е.В. Колтунов, В.И. Пономарев, С.И. Федоренко. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 212 с.
9. *Ilyinykh, A.V.* Exploration into a mechanism of transgenerational transmission of nucleopolyhedrovirus in *Lymantria dispar* L. in Western Siberia [Text] / A.V. Ilyinykh, M.V. Shternshis, S.V. Kuzminov // *BioControl.* – 2004. – Vol. 49. – P. 441–454.
10. *Burden, J.P.* Covert infections as a mechanism for long-term persistence of baculoviruses [Text] / J.P. Burden, C.P. Nixon, A.E. Hodgkinson, R.D. Rossee, S.M. Sait, L.A. King, R.S. Hails // *Ecol. Letters.* – 2003. – Vol. 6. – P. 524–531.
11. *Cooper, D.* Myers Nucleopolyhedroviruses of forest and western tent caterpillars: cross-infectivity and evidence for activation of latent virus in high-density field populations [Text] / D. Cooper, J.S. Cory, D.A. Theilmann, J.H. // *Ecol. Entomol.* – 2003. – Vol. 28. – P. 41–50.
12. *Eastwell, K.C.* Characterisation of *Cydia pomonella* granulovirus from codling moths in a laboratory colony and in orchards of British Columbia [Text] / K.C. Eastwell, J.E. Cossentine, M.G. Bernardy // *Ann. App. Biol.* – 1999. – Vol. 134. – P. 285–291.
13. *Murray, K.D.* Environmental contamination of egg masses as a major component of transgenerational transmission of gypsy moth nuclear polyhedrosis virus (LdMNPV) [Text] / K.D. Murray, J.S. Elkinton // *J. Invertebr. Pathol.* – 1989. – Vol. 53. – P. 324–334.
14. *Shapiro, M.* Yield and activity of gypsy moth (*Lepidoptera: Lymantriidae*) nucleopolyhedrosis virus recovered from survivors of viral challenge [Text] / M. Shapiro, J.L. Robertson // *J. Econ. Entomol.* – 1987. – Vol. 80. – P. 901–905.

---

**Введение.** Вирусы насекомых могут играть важную роль в популяционной динамике и, возможно, в поддержании генетического полиморфизма своих хозяев. Поэтому проблема, каким образом поддерживается перманентность вирусной инфекции у вирусосенсителей (в частности, у лесных насекомых-филлофагов), относится к одной из интригующих проблем общей биологии и лесной энтомологии.

**Материалы и методы.** В работе в лабораторных условиях осуществлялось моделирование вертикальной передачи вируса ядерного полиэдроза (ВЯП) у непарного шелкопряда при относительно низкой смертности особей родительского поколения (12 %) и исследовалось проявление индуцированного полиэдроза в течение двух генераций насекомого. Гусениц для активации вирусной инфекции, начиная с IV возраста, содержали при недостатке корма. С помощью метода ПЦР выполнялась диагностика скрытого вируса у насекомых до их инфицирования в лабораторных условиях, а также у особей, выживших после заражения.

**Результаты.** Гибель насекомых от полиэдроза, полученных от выживших после заражения насекомых, в поколениях F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub> составила  $6 \pm 1,5$  и  $4,5 \pm 0,9$  % соответственно. В контроле во всех случаях гибели насекомых от полиэдроза не отмечалось. Уровень вирусносительства у эмбрионов непарного шелкопряда поколений F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub> составил  $92 \pm 7$  и  $78 \pm 5$  % соответственно.

**Обсуждение.** Уровень вирусносительства у эмбрионов превышает значения гибели насекомых от полиэдроза. То есть, полученные результаты показывают, что присутствие вируса у насекомых не означает скорой и неизбежной гибели хозяев. Возможно, вирусная ДНК может полностью или частично утратить свою инфекционность, хотя и выявляться в анализируемых образцах насекомых. Кроме того, развитие инфекции и болезни может подавляться механизмами контроля репликация вируса.

**Выводы.** Вирусная инфекция может формироваться у потомков насекомых, выживших при относительно низкой смертности от полиэдроза в родительском поколении непарного шелкопряда, и может быть активирована в течение двух генераций насекомого (период наблюдения). Уровень вирусносительства, определенный у эмбрионов непарного шелкопряда с помощью метода ПЦР, выше, чем количество погибших насекомых от полиэдроза среди особей дочерних генераций.

\* \* \*

**Introduction.** Insect viruses can play an important role in population dynamics and possibly in maintenance of genetic polymorphism of their hosts. That is why the problem of how permanent viral infection is supported among virus-positive individuals (in particular, in forest phytophagous insects) refers to one of the intriguing problems of general biology and forest entomology.

**Materials and methods.** Under laboratory conditions, modeling of the vertical transmission of nucleopolyhedrovirus (NPV) in gypsy moth was realized at a relatively low level of mortality among individuals of the parental generation (12 %) and manifestation of induced polyhedrosis was studied in two generations of insects. For activation of occult virus, larvae were reared starting from IV instar under food limiting conditions. Diagnostics of occult virus was executed by PCR method in insects before their infection under laboratory conditions, as well as in individuals, which survived the inoculation.

**Results.** NPV-caused mortality among individuals, which survived the infection, in generations F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> was  $6 \pm 1,5$  and  $4,5 \pm 0,9$  % respectively. In the control group, NPV-caused mortality was not recorded in all occasions. The incidence of virus-positive individuals among gypsy moth embryos in generations F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> was  $92 \pm 7$  and  $78 \pm 5$  %, respectively.

**Discussion.** The incidence of virus-positive individuals among gypsy moth embryos in generations F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> was higher than NPV-caused mortality of insects. Thus, the obtained results show that presence of virus among insect does not mean fast and inevitable mortality of their hosts. Perhaps, viral DNA can completely or partly lose its infectivity but still might be revealed in analyzed insect samples. Besides, development of infection and disease could be interrupted by the control mechanisms of virus replication.

**Conclusions.** Viral infection can be formed among progeny of insects that have survived at comparatively low death rate from polyhedrosis in the parental generation, and it can be activated during two generations (period of observation in this experiment). The incidence of virus-positive individuals among gypsy moth embryos determined by the PCR method in the daughters' generations was higher than NPV-caused mortality of insects.

*Георгий Игоревич Клобуков*, инженер, klobukov\_g\_i@mail.ru,  
*Татьяна Михайловна Стрельская*, инженер,  
*Ботанический сад УрО РАН*

**РЕАЛИЗАЦИЯ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ  
ЗАУРАЛЬСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА  
*LYMANTRIA DISPAR* (L.) (LEPIDOPTERA, LYMANTRIIDAE)  
В РАЗЛИЧНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ  
НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА**

**Вспышка массового размножения, непарный шелкопряд, лесорастительные условия, дефолиация.**

**Outbreak, gypsy moth, forest conditions, defoliation.**

**Введение.** Явление «вспышки массового размножения» в определениях, данных различными авторами в специализированных словарях, сводится к *резкому многократному увеличению численности особей популяции или групп популяций* относительно оптимального уровня численности, обусловленное благоприятными биотическими и абиотическими условиями, происходящее циклично, периодически или без видимых закономерностей в повторении [1–3]. Однако эти определения характеризуют динамику численности популяции, либо не отражая последствий явления на биоценотическом уровне, либо ограничиваясь замечаниями о нарушении баланса трофических связей [4], т. е. рассматривают вспышку лишь с позиции популяционной экологии. При надзоре за численностью вредителей лесного хозяйства, важным параметром вспышек массового размножения является степень ущерба кормовой породе и биоценозу в целом. На проблему терминологии одним из первых обратил внимание Г.В. Стадницкий [5]. Для оценки угрозы нанесения существенного вреда древоостою он рекомендовал учитывать численность популяции на активной питающейся фазе. Для своего определения термина вспышки массового размножения он ввел понятие критической плотности – число особей данного вида, приходящееся на соответствующую единицу пищевого или стационального субстрата, при котором пищевые ресурсы полностью реализуются, а под вспышкой понимается такое состояние популяции, при котором плотность питающейся фазы достигает величины критической плотности [5]. Согласно одному из последних вариантов определения, с лесохозяйственной точки зрения вспышка массового размножения – это такое состояние популяции насекомых вредителей, при котором в течение нескольких генераций происходит увеличение плотности популяции в 100 и более раз по сравнению с плотностью латентного периода, и эта популяция наносит существенный вред лесным массивам или отдельным их частям, существенный с точки зрения выполнения ими хозяйственных, экологических и социальных функций леса [6].

Учитывая разночтения в терминологии, в настоящей статье исследуемые вспышки массового размножения вредителей, приведшие к серьезной дефолиации кормового растения, называются реализованными, т. е. значимыми для лесного хозяйства.

На реализацию вспышки оказывают влияние различные факторы: погодные условия, состав древостоев, состояние кормового растения и др., в том числе и лесорастительные условия, на которые обычно обращают недостаточно внимания.

Одним из наиболее изученных вспышечных видов филофагов является непарный шелкопряд *Lymantria dispar* (L.). Вспышки массового размножения этого вида носят выраженный циклический характер и возникают с различной частотой в разных частях ареала: от 5–6 лет в европейской его части, до 25 лет и реже – в Восточной Сибири и Дальнем Востоке.

Периодичность вспышек зауральской популяции непарного шелкопряда (в основном, степная и лесостепная зоны Челябинской области), где основной кормовой породой является береза, составляет 10–12 лет [7]. За все время наблюдений (с 1950-х гг.) наиболее длительные периоды с повышенной плотностью вредителя наблюдались в степной и южной части лесостепной зоны [8].

На северной границе ареала вспышек зауральской популяции непарного шелкопряда (юг Свердловской области) за период систематического надзора на Урале (с конца 1940-х гг.) было зарегистрировано три реализованные вспышки массового размножения: 1959–1967, 1985–1986 и 2006–2010 гг. Так же отмечались периоды повышенной плотности в очагах вредителя в 1977–1979 и 1998–1999 гг. [9, 10], при плотности яйцекладок, соответствующей угрозе существенного повреждения древостоя (более двух кладок на дерево), однако, видимой дефолиации не фиксировалось. Таким образом, с позиций популяционной экологии частота вспышек массового размножения на северной границе ареала соответствует частоте вспышек в центральной части зауральской популяции, вспышки проходят одновременно [7, 11], однако реализация вспышки происходит на северной границе в два раза реже.

Максимальные площади очагов в исследуемом районе в период вспышки 1959–1967 гг. охватывали до 50 тыс. га на территории пяти и более лесхозов [9]. Во время двух последних реализованных вспышек максимальные площади очагов составляли 3–3,5 тыс. га и проходили на территории одного лесхоза (Свердловский лесхоз, Покровский мастерский участок).

Кормовая порода непарного шелкопряда на всем ареале популяции одна – береза, поэтому периодичность реализации вспышек, по-видимому, обусловлена погодными условиями, в первую очередь, длительностью и температурой вегетационного сезона, а так же типом лесорастительных условий, отражающих особенности рельефа и режима увлажнения почв повреждаемого участка леса. В связи с этим, целью работы был анализ связи реализации вспышек непарного шелкопряда с лесорастительными и гидротермическими условиями на северной границе ареала вспышек.

Так как архивы детального надзора вспышки в этом районе не сохранились (известны только годы реализации вспышки и общая площадь очагов вспышки,

без их детализации), в данном сообщении обсуждается только две последние вспышки.

**Материал и методы.** Данные о площади очагов непарного шелкопряда на юге Свердловской области в периоды вспышек и роста численности с 1950 по 2000 гг. получены из литературных источников [9, 10]. Информация о кварталах, в которых проходили вспышка 1980-х гг. и рост численности вредителя в 1990-е гг., взята из архивных данных Свердловского лесхоза, Покровского участкового лесничества.

Наблюдения за численностью вредителя в период последней вспышки проводились с 2005 по 2011 гг. на постоянных пробных площадях, приуроченных к трем типам лесорастительных условий: сухой, периодически свежий; устойчиво свежий; свежий, периодически влажный (типология дана по Б.П. Колесникову [12]). В течение сезона вегетации проводился визуальный учет дефолиации деревьев на пробных площадях по 10-балльной системе, со значением балла 10 % объедания. Для определения коэффициента размножения и динамики откладки яиц осуществлялся учет кладок и самок во время лета путем их подсчета на стволах. Кладки размером меньше  $0,5 \times 0,5$  см<sup>2</sup> не учитывались. Количество учетных деревьев в сухих, периодически свежих условиях – 275; в устойчиво свежих – 414; в свежих, периодически влажных – 225. В связи с высокой агрегированностью откладки яиц на деревьях и отсутствием корреляции этого параметра с дефолиацией дисперсионный анализ плотности кладок на дерево не проводился. Для характеристики погодных условий в районе исследования использованы материалы архивов метеостанции города Каменск-Уральский, а так же сайта «Расписание погоды» [13]. Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программ *Microsoft Excel 2003* и *Statistica 6.0*.

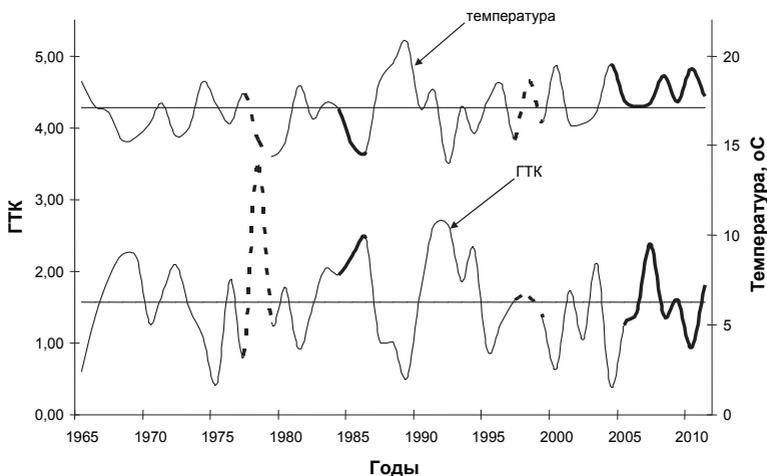
**Результаты и обсуждение.** Очаги последних двух реализованных вспышек возникли в одних и тех же кварталах березовых насаждений, приуроченных к трем типам лесорастительных условий: сухие, периодически свежие; устойчиво свежие; свежие, периодически влажные.

Во время вспышки 1980-х гг. интенсивная дефолиация в течение двух лет наблюдалась в сухих, периодически свежих и устойчиво свежих условиях. В свежих, периодически влажных условиях дефолиация была более умеренной. Интенсивное усыхание отмечалось в лесорастительных условиях с неустойчивым режимом увлажнения.

В период текущей вспышки интенсивная дефолиация в течение нескольких лет отмечалась в устойчиво свежих условиях. В свежих, периодически влажных условиях дефолиация была умеренной, а в сухих, периодически свежих вспышка пошла по продромальному типу.

Ввиду разного сценария этих двух вспышек был проведен анализ гидротермических условий во время их реализации (рис. 1).

Вспышка 1980-х гг. проходила на фоне повышенного количества осадков в период питания гусениц (ГТК июня–июля – 2,3). Вспышка 2000-х гг. проходила на фоне нормального или пониженного количества осадков (ГТК июня–июля – 1,3).



**Рис. 1.** Многолетняя динамика гидротермических условий в период питания гусениц (среднее за июнь-июль). Сплошной жирной линией отмечены годы реализованных вспышек массового размножения. Пунктирной линией отмечены годы вспышек численности не приведших к серьезной дефолиации. Прямой линией показано многолетнее среднее значение величины

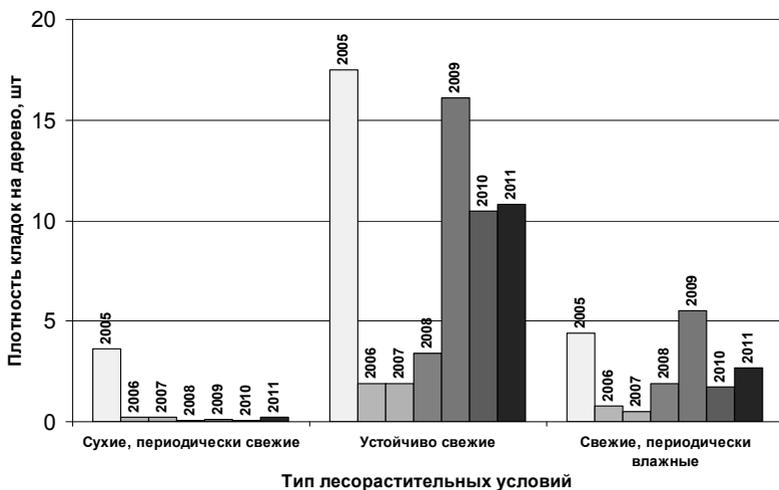
Эти данные указывают на то, что при реализации обеих вспышек вспышка в устойчиво свежих лесорастительных условиях проходила вне зависимости от метеоусловий, тогда как реализация вспышки в лесонасаждениях с неустойчивым режимом увлажнения определялась погодными условиями в период развития гусениц непарного шелкопряда.

Годы реализованных вспышек массового размножения вредителя характеризовались меньшей амплитудой колебаний значений ГТК и температуры в годы, соответствующие протромальной и эруптивной фазе динамики численности, в отличие от вспышек массового размножения не приведших к серьезному объеданию древостоев, которые отличались заметными колебаниями (в особенности температуры) вокруг среднего значения параметра.

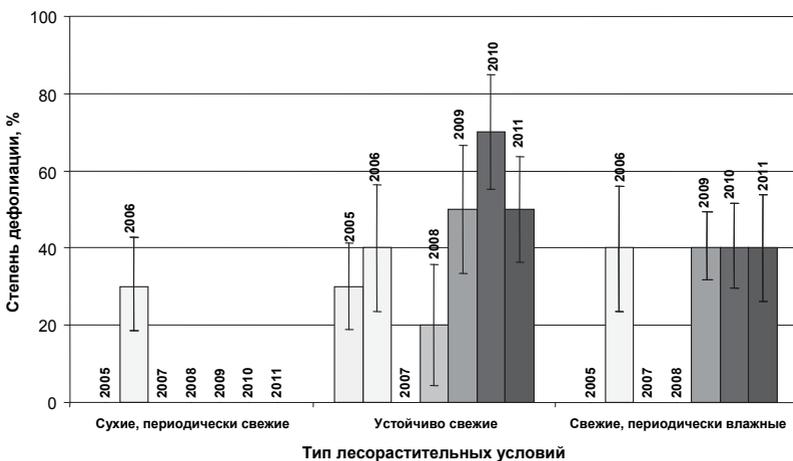
В связи с этим заключением рассмотрим интенсивность дефолиации в разных лесорастительных условиях в течение последней вспышки.

Проходящая в настоящее время вспышка оказалась очень длительной – с 2005 г. по настоящее время. Во время ее протекания также отмечались контрастные гидротермические условия.

Анализ данных по плотности кладок (рис. 2) и интенсивности дефолиации (рис. 3) в эти годы показал, что в эруптивный период вспышки массового размножения непарного шелкопряда наиболее сильная дефолиация происходила в годы с низкими значениями ГТК в период развития гусениц, тогда как в годы с повышенными значениями ГТК (> 2) отмечалось лишь фоновое объедание листвы. Резкий подъем плотности кладок произошел в 2005 году во всех типах



**Рис. 2.** Изменение плотности кладок в годы эруптивной фазы вспышки массового размножения непарного шелкопряда 2000-х гг. (2005–2010 гг.) в различных лесорастительных условиях



**Рис. 3.** Интенсивность дефолиации в различных лесорастительных условиях в течение вспышки массового размножения непарного шелкопряда 2000-х гг. (2005–2010 гг.) (среднее  $\pm$ SD)

лесорастительных условий. Коэффициент размножения составлял от 15 до 70. В 2006 г. дефолиация березовых насаждений оценивалась от умеренной до значительной. Длительные периоды низких температур в 2006 г. наблюдались в период лета имаго (с конца июля по начало августа), в 2007 и 2008 гг. – в период питания гусениц младших возрастов (с конца мая по начало июня). Однако плотность кладок в устойчиво свежих и свежих, периодически влажных условиях сохранялась на достаточно высоком уровне. В 2009 и 2010 гг., в условиях пониженного ГТК и оптимальных температур в течение всего периода развития непарного шелкопряда, наблюдалась значительная дефолиация в устойчиво свежих условиях и умеренная в свежих, периодически влажных, тогда как в сухих, периодически свежих условиях с 2006 г. плотность кладок оставалась незначительной, и, как уже отмечалось, вспышка пошла по продромальному типу.

Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что и в течение одной вспышки прохождение эруптивной фазы более стабильно в устойчиво свежих условиях.

Согласно проведенному анализу, вне зависимости от гидротермических условий, дефолиация наиболее интенсивно происходила в устойчиво свежих условиях. В контрастных лесорастительных условиях (сухие, периодически свежие и свежие, периодически влажные) интенсивность дефолиации зависела от гидротермических условий в период реализации вспышки.

Увеличение плотности популяции, подпадающее под определение вспышек массового размножения с точки зрения популяционной экологии, протекало в более контрастных гидротермических условиях, а подпадающее под определение вспышек с лесохозяйственной точки зрения – в более стабильных.

**Выводы.** В целом, анализ гидротермических условий во время возникновения и протекания вспышек показал, что их реализация в районе исследования происходила на фоне стабильных гидротермических условий в продромальный и эруптивный период динамики численности, тогда как колебания гидротермических условий в эти периоды приводил к спаду численности вредителя.

В контрастных лесорастительных условиях интенсивность реализованной вспышки зависит от гидротермических условий в период ее протекания. В сухих, периодически свежих условиях она наиболее интенсивно проходит при высоком уровне осадков, а в свежих, периодически влажных – при более низком.

В случае реализации вспышки, вне зависимости от уровня контрастности гидротермических условий в период их протекания, наиболее интенсивно повреждение древостоя происходит в устойчиво свежих условиях.

Учитывая, что в устойчиво свежих лесорастительных условиях контрастность гидротермических показателей менее значима для фенологии кормового растения филофага по сравнению с неустойчивыми лесорастительными условиями, установленные факты позволяют сделать предположение, что при реализации вспышки важным фактором поддержания высокой плотности популяции является стабильность климатических и биотопических условий, при которых от самой популяции не требуются дополнительные адаптационные перестройки.

Работа осуществлена при поддержке молодежного гранта (постановление № 11-4-НП-527) и совместного проекта УрО и СО РАН № 12-С-4-1035.

### Библиографический список

1. Биологический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. М.С. Гилярова. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 864 с.
2. Реймерс, Н.Ф. Природопользование [Текст] : словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
3. Словарь-справочник энтомолога [Текст] / сост. Ю.А. Захваткин, В.В. Исаичев. – М.: Нива России, 1992. – 334 с.
4. Дедю, И.И. Экологический энциклопедический словарь [Текст] / И.И. Дедю; предисл. В.Д. Федорова. – Кишинев: Гл. ред. Молд. сов. энцикл., 1990. – 406 с.
5. Стадницкий, Г.В. Терминология в лесозащите [Текст] / Г.В. Стадницкий // Лесное хозяйство. – 1976. – № 1. – С. 92–93.
6. Кузьмина, Д.А. Анализ динамики вспышек массового размножения насекомых-вредителей леса на северо-западе России и оценка их хозяйственной значимости [Текст] : автореф. дис. ... канд. с-х. наук / Д.А. Кузьмина. – СПб., 2006. – 20 с.
7. Соколов, Г.И. Непарный шелкопряд в Челябинской области и борьба с ним [Текст] / Г.И. Соколов // Непарный шелкопряд: Итоги и перспективы исследований. – Красноярск, 1988. – С. 28–29.
8. Гниненко, Ю.И. Анализ динамики популяционных характеристик непарного шелкопряда на основании многолетних исследований на поднадзорных участках [Текст] / Ю.И. Гниненко, Г.И. Соколов, В.И. Пономарев // Болезни и вредители в лесах России: век XXI.: сб. матер. Всерос. конф. с международным участием и V ежегодных чтений памяти О.А.Кагаева. Екатеринбург, 20–25 сентября 2011 г. – Красноярск, 2011. – С. 144–146.
9. Белоглазов, В.А. Организация лесозащиты в Свердловской области [Текст] / В.А. Белоглазов // Лесопатологическая обстановка в лесном фонде Уральского региона. – Екатеринбург, 2001. – С. 34–40.
10. Колтунов, Е.В. Популяционная экология непарного шелкопряда в лесных экосистемах Урала, нарушенных антропогенными факторами [Текст] / Е.В. Колтунов, В.И. Пономарев, С.И. Федоренко // Динамика лесных фитоценозов и экология насекомых-вредителей в условиях антропогенного воздействия. – Свердловск, 1991. – С. 128–143.
11. Гниненко, Ю.И. Вспышки массового размножения лесных насекомых в Сибири и на Дальнем Востоке в последней четверти XX в. [Текст] / Ю.И. Гниненко // Лесохозяйственная информация. – 2003. – № 1. – С. 46–57.
12. Колесников, Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области [Текст] / Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. – 176 с.
13. Сайт «Расписание погоды» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rp5.ru>

---

**Введение.** Рассматривается влияние погодных условий на реализацию вспышек массового размножения зауральской популяции непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.) в разных лесорастительных условиях на северной границе формирования очагов. За более чем полувековой период лесопатологических наблюдений в этом районе было зафиксировано три реализованные вспышки массового размножения вредителя, а так же отмечались периоды высокой плотности без серьезного повреждения древостоев фитофагом, которые, однако, соответствовали по времени вспышкам в центральной части ареала популяции. Проводится сравнительный анализ погодных условий в периоды двух последних реализованных вспышек и периоды высокой плотности непарного шелкопряда.

**Материалы и методы.** Для анализа текущей вспышки массового размножения непарного шелкопряда исследования популяционной динамики плотности вредителя и нанесенного им ущерба ассимиляционному аппарату древостоя проводились на

постоянных пробных площадях. Статистическая обработка проводилась в программах *Microsoft Excel 2003* и *Statistica 6.0*. Гидротермические условия рассчитывались на основе данных Каменск-Уральской метеостанции. При анализе вспышек предыдущих лет использовались литературные данные.

**Результаты и обсуждение.** Увеличение плотности популяции непарного шелкопряда, подпадающее под определение вспышек массового размножения с точки зрения популяционной экологии, характеризующееся в первую очередь резким многократным увеличением численности популяции, протекало в более контрастных гидротермических условиях. Подъемы численности популяции вредителя, подпадающие под определение вспышек с лесохозяйственной точки зрения, где ведущим аргументом является степень урона биоценозу, – в более стабильных условиях. Проведен детальный анализ динамики численности вредителя в течение последней вспышки массового размножения, отличающейся затяжным характером эруптивной фазы. Сделан вывод о более интенсивном протекании эруптивной фазы вспышки в насаждениях с устойчивым режимом увлажнения. В контрастных условиях прохождение эруптивной фазы вспышки определяется погодными условиями в период развития гусениц.

**Выводы.** Анализ гидротермических условий во время возникновения и протекания реализованных вспышек продемонстрировал, что в контрастных лесорастительных условиях интенсивность вспышки зависит от гидротермических условий в период ее реализации. В сухих, периодически свежих условиях она наиболее интенсивно протекает при высоком уровне осадков, а в свежих, периодически влажных – при более низком. В случае реализации вспышек, вне зависимости от уровня контрастности гидротермических условий в период их протекания, дефолиация наиболее интенсивно проходит в устойчиво свежих условиях.

\* \* \*

**Introduction.** In this paper is considered an effect of weather conditions on realization of outbreaks of Trans-Urals gypsy moth *Lymantria dispar* (L.) population on the northern border of outbreak areas. For more than half-century period of forest pathological observations in this area, the three gypsy moth outbreaks were registered, and two periods of high density without noticeable defoliation of host plants were mentioned. However these periods of high density coincided with outbreaks in the central part of this population.

**Materials and methods.** A comparative analysis of weather conditions during two last realized outbreaks and two periods of high density was conducted. For the analysis of occurring outbreak field studies were conducted on permanent plots. On the basis of Kamensk-Uralski weather station records hydrothermal conditions data were calculated. Literature sources data were used in the analysis of previous outbreaks.

**Results and discussion.** Growths of gypsy moth population, which can be characterized by dramatic increase in population density to outbreak level without forest-stands damage, occurred under more contrast hydrothermal conditions. Outbreaks of pest resulted in moderate or sever defoliation of forest stands took place under more stable hydrothermal conditions. Analysis of population dynamics during the last gypsy moth outbreak, with prolonged duration of eruptive phase, showed more intense defoliation in forest stands under stable forest-growing conditions, but outbreak progress in contrasting forest-growing conditions was determined by weather conditions during larvae growth.

**Conclusions.** Generally, analysis of hydrothermal conditions at the beginning and during outbreaks showed that outbreak level in contrasting forest-growing conditions depended on weather conditions. In dry to periodically fresh forest-growing conditions outbreak occurred under high precipitation, whereas in fresh to periodically wet conditions – under low precipitation. In case of realized outbreaks defoliation was most severely under the fresh forest-growing conditions regardless of contrast range of hydrothermal conditions.

**Василий Федосович Кобзарь**, доктор сельскохозяйственных наук,  
главный научный сотрудник, kobzartamara@yandex.ru,  
**Роман Юрьевич Данилов**, кандидат биологических наук, научный сотрудник,  
Всероссийский НИИ биологической защиты растений РАСХН, г. Краснодар,

**Михаил Иванович Кобзарь**, инженер, michail.kobzar@mail.ru,  
ООО Агентство лесного проектирования, г. Краснодар

## **НЕПАРНЫЙ ШЕЛКОПРЯД *LYMANTRIA DISPAR* (L.) В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ: МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ**

**Мониторинг, феромоны, непарный шелкопряд, энтомофаги, полиэдроз, прогнозирование.**

**Monitoring, pheromones, gypsy moth, entomophagous insects, polyhedrosis, prediction.**

**Введение.** Непарный шелкопряд распространен в европейской части России до северной границы распространения дуба. Ни один из других вредителей не давал столь часто вспышек массового размножения и на столь огромных площадях, как непарный шелкопряд, причем эти вспышки очень часто носили затяжной характер [1]. По частоте вспышек и степени поврежденности лесов в пределах ареала этого вредителя на территории европейской части России выделяют три зоны: незначительного вреда (вспышки массового размножения реализуются один раз в 40–45 лет и реже); периодического интенсивного вреда (очаги, функционирующие на значительной площади, наблюдаются в среднем один раз в 20–25 лет); перманентного интенсивного вреда (вспышки массового размножения реализуются со средней периодичностью в 11 лет, вероятность обнаружения очагов составляет более 0,70) [2].

Краснодарский край находится в зоне перманентного интенсивного вреда непарного шелкопряда. В последние 50 лет наибольшая ежегодная площадь очагов массового размножения этого вида в крае регистрировались в 1969–1977 гг. (36,6 тыс. га), в 1978–1986 гг. (234,4 тыс. га), в 1992–2000 гг. (7,8 тыс. га) и в 2001–2009 гг. (481 тыс. га) [3]. Последняя вспышка затянулась более чем на 8 лет. По данным Центра защиты леса Краснодарского края (<http://czl23.ru>), площадь насаждений в Краснодарском крае с наличием усыхания на конец III квартала 2011 г. составила 28 422 га.

В связи с этим для контроля численности вредителя весьма велика роль его мониторинга для прогноза не только возникновения вспышки, но и ее длительности и динамики. Целью наших исследований, которые были проведены в действующих очагах размножения непарного шелкопряда в Краснодарском крае, был анализ разных методов мониторинга в конце эруптивной фазы для прогноза кризиса вспышки вредителя.

**Материалы и методы.** Материалом для статьи послужили данные, полученные нами в затухающих длительно существующих очагах непарного шелкопряда в равнинных дубравах Калужского, Горячеключевского и Геленджикского лесничеств Краснодарского края в период 2009–2011 гг. Состав насаждений – 10 Д + Граб, Бук, полнота – 0,5–0,6, подрост – дуб, граб, клен, подлесок – кизил, терн. Кислотность почв – 5,6–5,7.

Из богатого арсенала методов мониторинга и прогноза плотности насекомых-фитофагов [1] нами использовались следующие:

1. Анализ кладок яиц на степень заражения их яйцедами. Сбор и анализ кладок проводили осенью и весной, что позволило выявить степень заражения яиц яйцедами до зимовки и за период от окончания яйцекладки до выхода гусениц из яиц. С этой целью в очагах вредителя собирали кладки яиц на каждом третьем или пятом дереве по способу ходовой непровешенной линии с осмотром не менее ста деревьев на каждой линии [4]. В лаборатории просматривали кладки яиц под бинокулярным микроскопом с подсчетом общего количества яиц в кладке с подразделением их на здоровые и паразитированные яйцедами. В отдельных случаях выявляли зараженность яиц в кладке послойно, для чего отбирали целые (не нарушенные) яйцекладки. Из-за трудностей с поиском не нарушенных кладок в каждом лесничестве было проанализировано лишь по три-пять яйцекладок.

2. Анализ собранных в очаге гусениц для определения степени их пораженности энтомофагами и болезнями. Собранных в очаге гусениц выкармливали до стадии имаго в садках на букетах из веточек дуба, зачехленных капроновой сеткой и стоящих в сосудах с водой. Лабораторный опыт закладывали в четырехкратной повторности по 25 гусениц в каждой повторности. Вышедших в садках энтомофагов отправляли на определение специалистам.

3. Учет численности хищных членистоногих. Для учета хищных (жуужелиц, пауков, мертвоедов и др.) и других членистоногих устанавливали на уровне почвы ловушки, заполненные смесью глицерина и воды в соотношении 1 : 1. В двух участках в Калужском лесничестве было установлено по пять ловушек, расположенных «конвертом» на расстоянии 10 м одна от другой. Сборы членистоногих в наземных ловушках проводили четыре раза в период с 24 июня по 25 июля 2011 г.

4. Феромонный мониторинг. Феромонный мониторинг лета самцов непарного шелкопряда проводили с помощью коробчатых феромонно-инсектицидных ловушек, в которые помещали диспенсеры, содержащие 500 мкг (+) диспарлора, и пластины, пропитанные 2,2-дихлорвинил диметил фосфатом (произведены в США). Ловушки размещали на ветках подроста или подлеска на высоте 1,5 м от земли. В очагах шелкопряда устанавливали по две ловушки в каждом лесничестве. Периодичность между многократными учетами имаго в ловушках в течение всего периода лета самцов шелкопряда – 7–8 дней.

При обработке данных наблюдений использовали компьютерную программу MS Excel.

**Результаты и обсуждение.** Анализ плотности кладок по результатам осенних учетов в трех лесничествах дал следующие результаты (табл. 1). Осенью 2009 г. отмечалась высокая плотность кладок. В 2010 г. плотность резко сократилась. Количество яиц в кладках в Калужском лесничестве возросло, в Горячеключевском – снизилось, но количество яиц в кладках трех лесничеств оставалась в пределах 250–350 штук, что является характерным для эруптивной фазы вспышки [1]. Вспышка вступила в эруптивную фазу, или фазу надлома. При этом изменение количества яиц в кладках являлось одним из критериев (наряду с обилием энтомофагов) наступления эруптивной фазы.

Таблица 1

**Характеристики кладок яиц непарного шелкопряда осенью 2009–2011 гг.**

Наименование лесничества	Плотность кладок, штук/дерево			Количество яиц в кладке, шт.	
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2009 г.	2010 г.
Калужское	0,4–1,6	0,02–0,04	Не обнаружено	210	280
Горячеключевское	6,0–12,7	0,03	Не обнаружено	266	205
Геленджик-ское	–	–	–	–	275

**Примечание.** «–» – учеты не проводились.

В 2011 г. яйцекладки непарного шелкопряда в обследуемых дубравах не обнаружены. Вспышка вступила в фазу кризиса.

Большое значение в регулировании численности непарного шелкопряда имеют энтомофаги, ускоряющие затухание очагов вредителя. Известно около 150 видов насекомых, паразитирующих на всех фазах развития этого вредителя [5]. Гусеницы и куколки поражаются также полиэдрозом, бактериальными, протозойными болезнями и нематодами.

Паразит яиц непарного шелкопряда *Ooencyrtus kuvanae* Now. обнаружен нами впервые в очагах вредителя в Калужском и Горячеключевском лесничествах в 2009 г. Интродуцированный О.Г.Волковым в 1987 г. [6] из Северной Кореи и выпущенный в Кабардинском лесничестве Краснодарского края в 1989 г., как и во многих других районах страны, яйцеед за 20 лет преодолел расстояние до Калужского лесничества, равное 88 км (в среднем 4,4 км в год). Вид поливольтинный [7, 8]: за сезон он дает несколько генераций, что значительно увеличивает возможность заражения яиц непарного шелкопряда. Оплодотворенные самки паразита зимуют в лесной подстилке и в других укрытиях. Имеет одну–две генерации весной и три–четыре – осенью в зависимости от климатических условий [7].

По данным наших исследований, до 90 % яйцекладок непарного шелкопряда были заражены ооэнциртусом. Степень заражения ооэнциртусом яиц непарного шелкопряда генераций 2009/2010 и 2010/2011 гг. при низкой плотности кладок яиц в очагах лесничеств изменялась в пределах 2,3–57,5 % (табл. 2). Особенно возросла степень зараженности яиц вредителя генерации 2010–2011 гг.

Таблица 2

**Степень зараженности яиц непарного шелкопряда оознциртусом  
в 2009–2011 гг., %**

Наименование лесничества	Время взятия проб		
	2009 г. (осень)	2010 г. (осень)	2011 г. (весна)
Калужское	3,3–23,6 (9,1)*	24,4–55,2 (39,8)	54,8–57,5 (56,2)
Горячеключевское	2,3–29,5 (12,4)	37,4–43,0 (40,2)	39,5–43,0 (41,5)
Геленджикское	–	7,8–54,7 (25,1)	19,6–53,1 (40,3)

**Примечание.** В скобках – средние значения, тире – учеты не проводились.

Из-за короткого яйцеклада *O. kuvanae* поражает в основном верхние слои яиц в ненарушенной кладке [8]. В южных дубравах при общей степени зараженности яиц в кладках 19,6–39,5 % в наружном слое было заражено 17,6–36,5 % яиц от их общего количества, что в 3–12 раз превышало заражение яиц второго слоя. В третьем–четвертом слоях кладов паразиты отсутствовали (табл. 3).

Таблица 3

**Зараженность яиц непарного шелкопряда оознциртусом  
в разных слоях яйцекладок**

Слои яйцекладок	Здоровые яйца, шт.	Зараженные яйца	
		штук	%
Анализ яйцекладок 25.08.2010 г. (Геленджикское лесничество)			
Первый	37	64	21,3
Второй	60	25	8,3
Третий и четвертый	115	0	0
Всего: шт./ %	212 / 70,4	89/ 29,6	–
Анализ яйцекладок 27.04.2011 г. (Геленджикское лесничество)			
Первый	142	52	17,6
Второй	60	6	2,0
Третий	36	0	0
Всего: шт./ %	238 / 80,4	58 / 19,6	–
Анализ яйцекладок 20.04.2011 г. (Горячеключевское лесничество)			
Первый	50	73	36,5
Второй	38	6	3,0
Третий	33	0	0
Всего: шт./ %	121 / 60,5	79 / 39,5	–

Кроме оознциртуса в очагах размножения непарного шелкопряда впервые нами выявлен *Telenomus lymantriae* Kozlov, известный как паразит яиц шелкопряда в условиях Молдавии, Украины, Узбекистана и Казахстана. Также отмечены куколки браконид рода *Apanteles*.

Большое значение в регулировании численности вредителя имеют обнаруженные нами в Калужском лесничестве хищные членистоногие – жужулицы

(10 видов), пауки (30 видов), мертвоеды, клещи-красотелки, кожееды, нарушающие целостность яйцекладки.

Из всех обнаруженных жужелиц в период эруптивной фазы вспышки отмечено обилие на стволах деревьев имаго двух видов жужелиц – *Calasoma sycophanta* L., *Calasoma inquisitor* L. По нашим наблюдениям, каждый жук съедал за сутки 2–2,5 гусениц непарного шелкопряда. По данным С.И. Сигиды [9], за одно лето пара жуков красотела *C. sycophanta* L. и их потомство могут истребить шесть тыс. гусениц и куколок непарного шелкопряда. По сообщению В.А. Кириленко [10], в общем рационе пауков на вредные виды насекомых приходится 68,6 %, на полезные – 31,4 %.

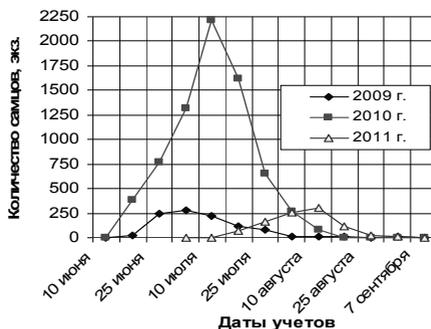
Из хищных мертвоедов отмечены два вида: четырехточечный *Xylodrepa quadripunctata* L. и трехреберный *Phosphuga atrata* L. мертвоеды.

По данным лабораторных исследований, в период с 7 июня по 7 июля 2010 г. смертность гусениц непарного шелкопряда в очагах его размножения в Калужском лесничестве составила 77,3 %. Определено, что основными причинами гибели были вирус ядерного полиэдроза (49,3 %), мухи-тахины – *Blepharipa pratensis* Mg., *Compsilura concinnata* Melg. и др. (27 %) и в незначительной степени мермитиды – *Hexameris albicans* Siab. (1 %).

Плотность кладок яиц непарного шелкопряда в 2010 г. по сравнению с 2009 г. снизилась в 20–40 раз в дубравах Калужского лесничества и в 200–423 раза – Горячклучевского лесничества (см. табл. 1). Степень зараженности ооэнциртусом яиц шелкопряда генерации 2010/2011 гг. (весной) колебалась в пределах 39,5–57,5 % (см. табл. 2). Мониторинг непарного шелкопряда и данные лабораторных исследований по определению состояния гусениц в очаге вредителя в 2010 г. (наличие вирусного заболевания гусениц и куколок, обилие энтомофагов, соотношение самцов и самок 3 : 1, низкая плотность яйцекладок и количество в них яиц, не превышающих 280 шт., средний вес куколок – 0,7 г.) позволил сделать заключение об окончании третьей (эруптивной) фазы вспышки массового размножения непарного шелкопряда в дубравах Калужского и Горячклучевского лесничеств в 2010 г. и о вступлении в 2011 г. вспышки размножения непарного шелкопряда в наблюдаемых дубравах лесничеств в последнюю, четвертую фазу – фазу кризиса. При обследовании осенью 2011 г. яйцекладок вредителя генерации 2011/2012 гг. в насаждениях этих лесничеств не обнаружено.

Подавляющее большинство исследователей, занимавшихся феромонным мониторингом непарного шелкопряда, отмечая отсутствие корреляции между плотностью популяции и отловом самцов в ловушки, тем не менее, указывают на пороговые значения уловов, сигнализирующие о высокой плотности [11–13]), указывая при этом, что для разных регионов они могут значительно различаться. Однако можно ли по результатам феромонного мониторинга прогнозировать переход популяции в фазу кризиса, этими авторами не изучалось.

Наблюдения за динамикой лета вредителя в течение трех лет в дубравах Калужского лесничества показали, что длительность лета самцов в 2009 и 2010 гг. была одинаковой (90 дней), а в 2011 г. – 68 дней (см. рисунок). На рисунке представлены усредненные данные по двум ловушкам; при каждом учете подсчитывались особи, попавшие в ловушки за предшествующий период.



Динамика лета самцов непарного шелкопряда в среднем в одну ловушку в очагах размножения (Калужское лесничество)

Отлов самцов на одну ловушку в 2010 г. увеличился в 7,3 раза по сравнению с 2009 г., а в 2011 г. эта величина снизилась в 7,7 раза. Интенсивность лета самцов была наибольшей в 2010 г. (в среднем 81 самец/ловушку в сут.) по сравнению с 2009 и 2011 гг. (11 и 14 самцов/ловушку в сут.).

Таким образом, феромонный мониторинг в условиях Краснодарского края показал, что, с одной стороны, прямое сопоставление уловистости ловушек в последний год эруптивной фазы и в год перехода вспышки в фазу кризиса не дает возможности прогнозировать наступление фазы кризиса, так как отмечено резкое возрастание уловистости ловушек в этот период.

С другой стороны, учитывая сильное снижение полового индекса в эту фазу, резкое возрастание уловистости может быть обусловлено переизбытком самцов. Подтверждение факта резкого увеличения уловистости феромонных ловушек в год начала кризиса даст возможность точно прогнозировать этот переход без дополнительных затрат на мониторинг паразитов, хищников, выживаемости гусениц. Однако, для этого необходимы дополнительные многолетние исследования – в течение всей вспышки, а также желательно проведение их и в других регионах России для подтверждения закономерности наблюдаемого явления.

**Выводы.** Таким образом, наибольшую информацию для прогнозирования перехода очагов вспышки массового размножения в условиях Краснодарского края из эруптивной фазы в фазу кризиса в настоящий момент дают данные по численности яйцекладок и по количеству в них яиц, а также зараженности яиц яйцедами. Очень важную информацию может дать факт регистрации резкого увеличения уловистости феромонных ловушек в начале фазы кризиса, но эти данные требуют дополнительной проверки.

Для постоянного мониторинга численности непарного шелкопряда, прогноза и контроля его размножения в дубравах целесообразны, по нашему мнению, следующие мероприятия:

- ежегодные наблюдения за динамикой лета самцов в феромонные ловушки не столько с целью определения их численности и длительности лета, сколько с целью обнаружения появления вредителя в насаждениях;

- осенние и весенние (до выхода гусениц из яиц) учеты кладок яиц с полным их анализом в соответствии с «Наставлением» [1];
- анализ состояния популяции вредителя как в полевых, так и в лабораторных условиях с определением степени зараженности гусениц и куколок болезнями и энтомофагами;
- прогноз размножения непарного шелкопряда и при необходимости назначение своевременных безопасных мер по контролю размножения вредителя.

**Благодарности.** Авторы признательны д.б.н. Е.С. Сугоняеву (ЗИН РАН) и канд. биол. наук В.В. Костюкову (ВНИИБЗР), определявшим паразитов яиц непарного шелкопряда; д-ру биол. наук А.В. Ильиных (Институт систематики и экологии животных СО РАН), диагностировавшему вирус гусениц вредителя, д-ру биол. наук Л.Н. Хицовой (Воронежский государственный университет), определявшей мух-тахин, д-ру биол. наук В.И. Пономареву (Ботанический Сад УрО РАН) оказавшему помощь при подготовке данной статьи.

### Библиографический список

1. Ильинский, А.И. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР [Текст] / А.И. Ильинский. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 525 с.
2. Лямцев, Н.И. Влияние климата и погоды на динамику численности непарного шелкопряда в Европейской России [Текст] / Н.И. Лямцев, А.С. Исаев, Н.В. Зукерт // Лесоведение. – 2000. – № 1. – С. 62–67.
3. Гнищенко, Ю.И. Новая вспышка численности непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) в лесах западной части Северного Кавказа [Текст] / Ю.И. Гнищенко, В.И. Щуров, Г.А. Серый // Известия СПб государственной лесотехнической академии. – Вып. 192. – СПб., 2010. – С.59–64.
4. Катаев, О.А. Экология стволовых вредителей (очаги, их развитие, обоснование мер борьбы) [Текст] / О.А. Катаев, Е.Г. Мозолевская. – Л.: ЛЛТА, 1981. – 87 с.
5. Воронцов, А.И. Лесная энтомология [Текст] / А.И. Воронцов. – М.: Высш. шк., 1982. – 384 с.
6. Волков, О.Г. Яйцеед непарного шелкопряда [Текст] / О.Г. Волков // Защита и карантин растений. – 1990. – № 2. – С. 26.
7. Ижевский, С.С. Успешная интродукция в Россию паразита непарного шелкопряда – ооэнциртуса *Ooencyrtus kuvanae* (How.) [Текст] / С.С. Ижевский, О.Г. Волков, Н.Н. Зеленов, В.А. Тряпицын // Защита и карантин растений. – 2010. – № 6. – С. 42–45.
8. Crossman, S.S. Two imported egg parasites of the gypsy moth, *Anastatus bifasciatus* (Fonsc.) and *Schedius kuvanae* (Howard) [Text] / S.S. Crossman // J. Agr. Res. – 1925. – Vol. 30. – P. 643–675.
9. Сигида, С.И. Жуки-красотелы в защите сельскохозяйственных культур и лесных массивов (в условиях Северного Кавказа) [Текст] / С.И. Сигида // Производство экологически безопасной продукции растениеводства : регион. рекомендации. – Вып. 3. – Пушкино, 1997. – С. 32–33.
10. Кириленко, В.А. Исследование видового состава и динамики численности хищных членистоногих агробиоценозов [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.А. Кириленко. – Харьков, 1974. – 26 с.
11. Амирханов, Д.В. Исследование биологической активности диспарлятора и перспективы его использования для надзора за непарным шелкопрядом [Текст] /

Д.В. Амирханов // Лесоводство и лесозащита в Башкирии: сб. науч. тр. – Вып. 10. – М., 1981. – С. 97–106.

12. *Бедный, В.Д.* Технология применения диспарлюра в лесозащите [Текст] / В.Д. Бедный. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 166 с.

13. *Бабурина, А.Г.* Мониторинг непарного шелкопряда в Приморском крае [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.Г. Бабурина. – М.: МГУЛ, 1999. – 24 с.

---

**Введение.** В статье приведены оригинальные данные по мониторингу и прогнозированию численности непарного шелкопряда, полученные авторами в процессе трехлетних исследований в длительно существующих затухающих очагах вредителя в дубравах Краснодарского края.

**Методика.** В Калужском лесничестве в 2009–2011 гг. применяли закрытые феромонно-инсектицидные ловушки (произведены в США). В лабораторных опытах определяли смертность гусениц и куколок шелкопряда.

**Результаты.** Выявлена динамика и интенсивность лета самцов шелкопряда в Калужском лесничестве в 2009–2011 гг. с применением закрытых феромонно-инсектицидных ловушек. В первые два года длительность лета бабочек самцов была одинаковой – 90 суток, в 2011г. – 68 суток. Интенсивность их лета в 2009 и 2011г. не превысила 14 бабочек в сутки, а в 2010 г. – 81 бабочки в сутки.

В 2010 г. произошло резкое снижение количества кладок яиц в очагах размножения шелкопряда: в Калужском лесничестве – в 20–40 раз, в Горячключевском – в 200–423 раза по сравнению с предыдущим годом. Увеличилась степень зараженности яиц вредителя интродуцированным яйцеедом *Ooencyrtus kuvanae* Now. в этот год по сравнению с прошлым годом – с 2,3 % до 57,5 %. Кроме ооэнциртуса в очагах размножения непарного шелкопряда впервые нами выявлен *Telenomus lymantriae* Kozlov, известный как паразит яиц шелкопряда в условиях Молдавии, Украины, Узбекистана и Казахстана. Также отмечены куколки браконид рода *Apanteles*.

По данным лабораторных опытов, в 2010 г. смертность гусениц и куколок шелкопряда составила 77,3 %. Основными факторами их гибели были полиэдроз (49,3 %), мухи-тахины (27 %) и мермитиды (1 %).

**Выводы.** На основании мониторинга, полевых и лабораторных данных в 2010 г. (наличие вирусного заболевания гусениц и куколок, обилие энтомофагов, гибель 77,3 % гусениц и куколок, соотношение самцов и самок 3:1, низкая плотность яйцекладок и количества в них яиц, не превышающих 280 штук, средний вес куколок – 0,7 г.) сделано заключение об окончании в 2010 г. третьей (эруптивной) фазы вспышки массового размножения непарного шелкопряда в дубравах Калужского и Горячключевского лесничеств.

Яйцекладок шелкопряда генерации 2011/2012 гг. в дубравах лесничеств не обнаружено. Было отмечено наличие хищных членистоногих и птиц: жужелицы (10 видов), пауки (30 видов), мертвоеды (четырёхточечный *Xylodrepa quadripunctata* L. и трехреберный *Phosphuga atrata* L.), мухи-тахины (*Blepharipa pratensis* Mg., *Compsilura concinnata* Melg. и др.), кожееды, нарушающие целостность яйцекладки. Все эти данные позволяют сделать заключение о вступлении вспышки размножения непарного шелкопряда в наблюдаемых дубравах двух лесничеств в последнюю, четвертую фазу – фазу кризиса.

Предложены мероприятия для мониторинга, прогноза и контроля численности непарного шелкопряда.

\* \* \*

**Introduction.** In this paper we present the original data on monitoring and forecasting of population density dynamics of gypsy moth obtained during 3-year studies in a mass propagation focus in oak forests in Krasnodar Krai (Russia).

**Material and Methods.** In Kaluzhskiy forest district in 2009–2011 we used closed pheromone-insecticide traps (produced in the USA). Under laboratory conditions we recorded mortality of caterpillars and pupae.

**Results.** In 2009–2010, the duration of flight period was the same (90 days), in 2011 – 68 days.

Intensity of the flight did not exceed 14 males/day in 2009 and 2011 and 81 males/day in 2010.

In 2010 we detected a sharp decrease of the number of egg masses in the focus of mass propagation of gypsy moth: In Kaluzhskiy district – in 20–40 times, in Goriachekluchevskoy district – in 200–423 times if compared to the previous year.

We report an increase of infestation rate of eggs of gypsy moth by the introduced parasitoid *Ooencyrtus kuvanae* How. from 2,3 % in 2009 to 57,5 % in 2010. Except this species we also recorded *Telenomus lymantriae* Kozlov, and pupae of *Apanteles*.

Laboratory experiments show that in 2010 mortality of caterpillars and pupae was 77,3 %. The main mortality factors were polyhedrosis (49,3 %), Tachinidae flies (27 %) and cabbageworms (Mermithidae) (1 %).

We did not find egg masses of gypsy moth of the generation 2011/2012.

**Conclusions.** Based on the monitoring, field and laboratory data in 2010 (viral diseases of caterpillars and pupae, high number of entomophagous insects, mortality of 77.3 % of caterpillars and pupae, sex rate 3:1, low density of egg masses and small size of egg masses [less than 280 eggs per mass], mean weight of pupae – 0.7 g) it is concluded that the 3<sup>rd</sup> (eruptive) phase of mass propagation of gypsy moth finished the study area in 2010.

We recorded the following predatory arthropods and birds: carabid beetles (10 species), spiders (30 species), burying beetle (Silphidae) (*Xylodrepa quadripunctata* L. and *Phosphuga atrata* L.), Tachinidae flies (*Blepharipa pratensis* Mg., *Compsilura concinnata* Melg. and others), carpet beetles (Dermestidae). These data suggest that the mass propagation cycle is entering the 4<sup>th</sup> (final, crisis) phase.

Some actions for monitoring, forecast and control measures are suggested.

*Николай Иванович Лямцев*, кандидат биологических наук,  
nilyamcev@yandex.ru, *ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства*

## ОЧАГИ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ И ВРЕДНОСТЬ ХВОЕГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ РОССИИ

**Дефолиация сосновых лесов, встречаемость очагов, отпад деревьев.  
Pine forest defoliation, occurrence of insect outbreaks, tree mortality.**

**Введение.** Хвоегрызущие насекомые оказывают существенное влияние на состояние сосновых лесов в периоды массового размножения [1]. К широко распространенным и хозяйственно опасным видам в России относятся сосновый шелкопряд (*Dendrolimus pini* L.), сосновая совка (*Panolis flammea* Denis & Schiff-ermuller), сосновая пяденица (*Bupalus piniarius* L.), шелкопряд-монашенка (*Lymantria monacha* L.), обыкновенный (*Diprion pini* L.) и рыжий (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) сосновые пилильщики, пилильщики-ткачи звездчатый (*Acantholyda posticalis* (Matsumura)) и красноголовый (*Acantholyda erythrocephala* L.). Наиболее сильно повреждаются сосновые насаждения степной и лесостепной зон. Эти территории являются зоной постоянных вспышек массового размножения насекомых и сильной лесопатологической угрозы. Очаги вредных организмов возникают с максимальной частотой, охватывают большую часть сосновых лесов, развиваются быстро (по типу первичных очагов) и нередко принимают затяжной характер [2, 3].

К зоне средней лесопатологической угрозы относятся сосновые культуры и естественные боры хвойно-широколиственных лесов и частично южной тайги. Очаги массового размножения насекомых появляются здесь существенно реже. Вспышки размножения развиваются медленнее (преимущественно по типу вторичных очагов), охватывают значительно меньшую часть сосновых лесов и в редких случаях принимают затяжную форму (размножение монашенки, звездчатого пилильщика-ткача) [2, 3].

Для оценки вредности насекомых необходимы количественные критерии, разработка или совершенствование которых требует длительных стационарных наблюдений в различных лесорастительных зонах и обобщение всей информации [4–6].

Текущее санитарное и лесопатологическое состояние сосновых лесов в различных регионах России характеризуют результаты лесопатологического мониторинга. Обзоры санитарного и лесопатологического состояния лесов [7], выходящие с 1990 г., являются практически единственным официальным

изданием, содержащим статистическую информацию национального масштаба. Основной задачей данной статьи является анализ многолетних данных по площадям очагов хвоегрызущих вредителей сосны по всем регионам России и разработка способов их использования как показателей вредоносности насекомых.

**Материал и методы.** Информационной основой исследований являются материалы отраслевой и статистической отчетности по защите леса за 1977–2009 гг. Используя базу данных инвентаризации очагов хозяйственно важных насекомых, рассчитали средние многолетние оценки площадей и встречаемости очагов шести перечисленных выше видов по 64 регионам России. При этом использовали две оценки: среднюю площадь очагов за весь период наблюдения и среднюю за годы существования очагов. Встречаемость очагов во времени (вероятность возникновения) определяли в процентах лет (% лет) существования очагов от всего периода наблюдения. В таблице показано распространение и варьирование площадей очагов хвоегрызущих насекомых в Российской Федерации.

#### **Встречаемость и распространение очагов хвоегрызущих насекомых в Российской Федерации по данным за 1977–2009 гг.**

Вид вредителя	Ежегодная площадь очагов тыс. га			Ежегодное количество регионов с очагами, шт.		
	мини-мальная	макси-мальная	средняя много-летняя	мини-мальное	макси-мальное	максимально возможное
Сосновый шелкопряд	1,32	33,69	11,98	1	9	12
Шелкопряд-монашенка	1,58	80,72	33,64	1	12	28
Сосновая пяденица	0	149,89	32,76	0	14	32
Сосновая совка	0	225,64	26,96	0	7	16
Рыжий сосновый пилильщик	1,94	137,88	50,79	5	24	40
Обыкновенный сосновый пилильщик	2,30	45,25	22,62	2	12	33

Показатель «максимально возможное количество регионов с очагами» характеризует зону вспышек массового размножения, которая объединяет территории, где очаги наблюдались хотя бы раз за весь период.

Данные статистической отчетности по площадям очагов важнейших видов хвоегрызущих насекомых позволяют определить их встречаемость и тенденции

в пространственном распространении (охвате территории и направлении движения), а также в периодичности возникновения очагов. Они являются информационной основой для оценки лесопатологической угрозы, лесозащитного районирования и прогнозирования распространения очагов вредных организмов.

### **Результаты и обсуждение**

**Сосновый шелкопряд.** Зона распространения очагов массового размножения включает 22 региона (субъекта Российской Федерации). Площадь очагов варьировала от 1320 га (1984 г.) до 33 688 га (2008 г.), количество регионов с очагами – от 1 (2002 г.) до 9 (2005 г.) Наиболее крупные очаги наблюдались в Алтайском крае (30 800 га), Воронежской (22 095 га) и Ростовской (8896 га) областях. На территории России очаги отмечались ежегодно. Наиболее длительно (более 75 % лет от периода наблюдения) они существовали в трех регионах: Волгоградской, Воронежской и Ростовской областях. Часто встречались очаги (25–50 % лет от периода наблюдения) также в Алтайском крае и Республике Удмуртия.

**Сосновая совка.** Зона массовых размножений сосновой совки включает 22 региона России. До 2008 г. очаги встречались ежегодно, их площадь была максимальна в 2003 г. (225 640 га). Наибольшее количество регионов с очагами (шесть субъектов Российской Федерации) отмечено в 2004 г. Наиболее крупные очаги наблюдались в Алтайском крае (223 936 га), Ростовской (39 637 га), Тюменской (12 000 га), Челябинской (9042 га), Пермской (7300 га) и Воронежской (6194 га) областях.

Очаги сосновой совки распространены на значительно большей территории, чем соснового шелкопряда, но зона сильной вредоносности относительно невелика. Наиболее длительно (более 75 % лет от периода наблюдения) очаги существовали в Республике Удмуртия. Частая встречаемость очагов (25–50 % лет) характерна для Воронежской и Ростовской областей.

**Сосновая пяденица.** Зона массовых размножений охватывает 32 региона России. Площадь очагов сосновой пяденицы значительно больше, чем у соснового шелкопряда и монашенки. Их максимальное распространение отмечено в 1994 г. (149,89 тыс. га, в 10 регионах). До 2008 г. очаги в России регистрировались ежегодно. В 1980 г. очаги были выявлены в 14 регионах России (112,12 тыс. га). Наиболее крупные очаги наблюдались в Курганской (109 674 га), Воронежской (26 950 га), Иркутской (20701 га), Ульяновской (11 728 га), Челябинской (8567 га) областях и Алтайском крае (77 498 га). Наиболее длительно очаги существовали в Пензенской обл. (более 75 % лет от периода наблюдения), а также в Белгородской, Воронежской, Ростовской и Курганской областях, Алтайском крае и Республике Удмуртия (встречаемость 51–75 % лет).

**Шелкопряд-монашенка.** Зона массовых размножений включает 28 регионов России. Очаги встречались ежегодно. Количество регионов с очагами варьировало

от 12 (1978 г.) до 1 (2009 г.). Площадь очагов изменялась от 1583 га (2005 г.) до 80 715 га (1985 г.). Наиболее крупные очаги наблюдались в Курганской (66 448 га), Ульяновской (33 804 га), Челябинской (32 223 га) областях, Алтайском (27056 га) и Приморском (23 543 га) краях.

Зона сильной вредоносности шелкопряда-монашенки сопоставима с сосновой пяденицей и совкой. Наиболее длительно очаги существовали в Челябинской обл. (более 75 % лет от всего периода наблюдения), а также в Пензенской, Курганской, Тюменской, Новосибирской областях и Республике Удмуртия (51–75 % лет).

**Рыжий сосновый пилильщик.** Зона массовых размножений рыжего соснового пилильщика является наибольшей и охватывает 40 регионов России. Очаги рыжего соснового пилильщика встречались ежегодно, их площадь варьировала от 1935 га (1979 г.) до 137 878 га (1984 г.). Количество регионов с очагами изменялось от 5 в 1979 г. до 24 в 1990 г. Наиболее крупные очаги наблюдались в Свердловской (68 120 га), Томской (54846 га), Ростовской (36 034 га), Ульяновской (33 041 га), Тюменской (22 030 га), Воронежской (17 917 га), Волгоградской (16 026 га) областях.

Наиболее длительно очаги существовали в Белгородской, Воронежской, Волгоградской, Липецкой, Оренбургской, Пензенской, Ростовской, Самарской, Саратовской, Ульяновской областях и Республике Удмуртия (более 75 % лет от периода наблюдения), а также в Тюменской, Томской, Новосибирской, Челябинской областях и Ставропольском крае (встречаемость 51–75 % лет).

**Обыкновенный сосновый пилильщик.** Зона массовых размножений обыкновенного соснового пилильщика охватывает 33 региона России. Зона вредоносности обыкновенного соснового пилильщика существенно меньше, чем рыжего пилильщика. Площадь очагов варьировала от 1298 га (1978 г.) до 45 250 га (1996 г.). Очаги в лесах России встречались ежегодно. Количество регионов с очагами изменялось от 2 (1978 г.) до 12 (1981 г.). Наиболее крупные очаги наблюдались в Тюменской (30 000 га), Ростовской (28 591 га), Липецкой (14 305 га), Нижегородской (13 446 га), Волгоградской (12 054 га), Воронежской (10 303 га) областях. Наиболее длительно они действовали в Волгоградской, Пензенской, Ростовской областях (более 75 % лет от периода наблюдения), а также в Воронежской, Новосибирской областях и Республике Удмуртия (51–75 % лет).

**Звездчатый пилильщик-ткач.** Зона массовых размножений звездчатого пилильщика-ткача охватывает 11 регионов России. Зона вредоносности звездчатого пилильщика-ткача меньше, чем рыжего пилильщика. Площадь очагов варьировала от 6626 га (2008 г.) до 46 224 га (2003 г.). Очаги встречались наиболее часто в Курганской, Оренбургской, Тверской, Томской, Челябинской, Читинской областях и Алтайском крае (более 50 % лет от всего периода наблюдения).

Средняя ежегодная площадь очагов хвоегрызущих насекомых в сосновых лесах России, составляет 178 тыс. га (см. табл. 1). Примерно на половине этой площади насаждения повреждаются в средней степени.

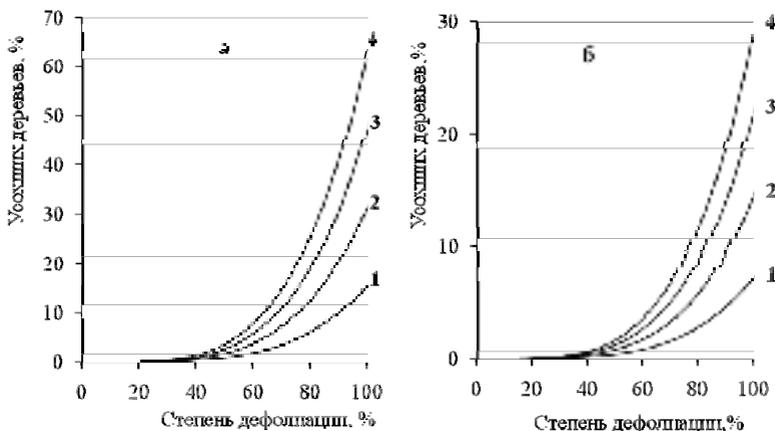
Дефолиация сосновых насаждений насекомыми имеет следующие особенности. После повреждения древостоев в средней или сильной степени на следующий год наблюдается повторная дефолиация этих участков, а также повреждение новых насаждений (распространение очагов). В первичных очагах (наиболее благоприятных для популяции вредителя условиях) дефолиация насаждений может наблюдаться в течение двух–трех лет подряд. Необходимо учитывать, что даже при умеренной дефолиации насаждения, отдельные деревья будут сильно поврежденные и затем усохнут.

Данные по допустимым пределам степени повреждения ассимиляционного аппарата сосны существенно варьируют [1, 5, 6]. В некоторых случаях сосна может без особых последствий переносить однократное повреждение и даже частичное уничтожение почек и майских побегов [1]. При этом наблюдается существенное снижение прироста (50–90 %), особенно в последующие после дефолиации годы. Осеннее повреждение сосны может вызвать снижение прироста в течение 4–6 лет [6]. Насаждения сосны усыхают после двукратного объедания, особенно при наличии сухой погоды и высокой численности стволовых вредителей. Отмирание деревьев зависит также от возраста насаждений [8].

Наиболее важным фактором является продолжительность (кратность) повреждений. Дефолиация насаждений сосновой пяденицей в течение двух лет подряд вызывает усыхание до 28 % деревьев [6]. При этом степень объедания составляет в среднем 25 %, а максимальная у отдельных деревьев – 50–75 %. Дефолиация насаждений сосновой пяденицей в течение трех лет подряд привела к усыханию 43,2 % деревьев. При этом степень повреждения характеризовалась как сильная: средняя дефолиация крон в древостое составляла 30–50 %, а максимальная у отдельных деревьев – 75–100 %. Реакция насаждений на дефолиацию не является неизменной величиной и зависит от состояния кормовых растений и абиотических, прежде всего гидротермических, факторов.

Не смотря на большое количество исследований, задача оценки вредности насекомых требует дальнейшего решения. Необходимо количественное описание (моделирование) отпада в насаждениях при разной степени дефолиации в разных экологических условиях. Еще менее изучены отдаленные последствия дефолиации (потери лесных ресурсов и возможный ущерб) [9].

Нахождение зависимостей между степенью объедания насаждений и усыханием деревьев является важной и сложной задачей. Ее решение возможно только в результате специальных многолетних экспериментальных исследований и обобщения всей накопленной информации. Примеры подобных обобщений единичны [5, 8]. На рисунке показана интенсивность усыхания дефолированных сосновых насаждений (оценки рассчитаны нами по модели А.В. Голубева [8]).



Доля усохших деревьев при разной степени дефолиации насаждений:  
 а) сосновый шелкопряд, сосновая совка, монашенка, звездчатый пилильщик-ткач;  
 б) рыжий сосновый пилильщик.

1 – деревья 1–20 лет, 2 – 21–40 лет, 3 – 41–80 лет, 4 – 81 и более лет

Доля усохших деревьев (отпад) в модели А.В. Голубева [8] зависит от трех параметров: средней степени повреждения крон, максимально возможной степени усыхания насаждений и их возраста. Значение коэффициента максимального усыхания насаждений зависит от вида насекомого. Коэффициент минимален (0,3) при повреждении крон рыжим сосновым пилильщиком, максимален (0,65) при дефолиации звездчатым ткачем-пилильщиком, монашенкой, сосновой совкой и сосновым шелкопрядом. Максимально возможная степень усыхания насаждений, поврежденных сосновой пяденицей или обыкновенным сосновым пилильщиком составляет 50 % деревьев (коэффициент равен 0,5). Коэффициенты, учитывающие возраст насаждений, составляют: 0,25 для деревьев возрастом 1–20 лет; 0,5 – 21–40 лет; 0,75 – 41–80 лет; 1,0 для деревьев возрастом 81 и более лет [8]. То есть предполагается, что устойчивость к дефолиации снижается пропорционально увеличению возраста насаждений.

Анализ приведенных материалов показывает, что значения коэффициентов модели требуют уточнения особенно в части оценки влияния возраста насаждений. Сложности с корректировкой модели, представленной на рисунке, заключаются в том, что экспериментальных данных для оценки влияния факторов на устойчивость насаждений к дефолиации недостаточно. Для оценки усыхания по модели мы считаем целесообразным для насаждений первого класса возраста использовать коэффициент 0,5, как и для деревьев, возрастом 21–40 лет.

Патологический отпад (усыхание) превышает естественный (норму) при средней дефолиации насаждения в 50 % и более. При многократном непрерывном повреждении древостоев происходит пропорциональное увеличение отпада (в два-три раза). Для оценки величины усыхания целесообразно использовать сумму средних значений дефолиации, если они наблюдались ежегодно и были более 25 % [8]. При сильном повреждении крон в течение двух-трех лет подряд отпад превышает 30–50 % по числу деревьев, а после сильной и сплошной двукратной дефолиации, чаще всего, насаждение усыхает полностью [1, 5, 6].

Степень усыхания деревьев в очагах насекомых является основной характеристикой и показателем их вредоносности [4]. Максимальная вредоносность (5 баллов) характеризуется распадом насаждений вследствие гибели основной лесобразующей породы. Такие последствия вызывает дефолиация сосны сосновым шелкопрядом в первичных очагах.

Высокая вредоносность характеризуется хроническим снижением продуктивности насаждений вследствие куртинного усыхания деревьев первого, а также массового усыхания деревьев второго яруса. Она наблюдается в первичных очагах сосновой совки и сосновой пяденицы, монашенки, звездчатого пилильщика-ткача.

Умеренная вредоносность – хроническое снижение продуктивности насаждений, связанное с глубокими потерями прироста древесины и семеношения. Наблюдается в первичных очагах обыкновенного и рыжего сосновых пилильщиков, вторичных очагах монашенки, звездчатого пилильщика-ткача.

Слабая вредоносность – временное снижение продуктивности насаждений за счет потерь прироста древесины и семеношения наблюдается во вторичных очагах обыкновенного и рыжего сосновых пилильщиков. Незначительная вредоносность (один балл) характеризуется экономически неощутимыми потерями прироста древесины.

В целом оценка вредоносности насекомых в приведенной классификации [4] совпадает с данными других авторов, в том числе и с параметром «максимально возможная степень усыхания насаждений» в модели [8]. Однако по отдельным видам (сосновая пяденица обыкновенный сосновый пилильщик) оценки различаются, что обусловлено значительной пространственно-временной изменчивостью вредоносности насекомых.

По результатам лесопатологического мониторинга в 2008 г. [7] установлено распределение площади сосновых лесов (9886,92 тыс. га) по величине отпада деревьев и группам устойчивости (биологически устойчивые, с нарушенной устойчивостью, утратившие устойчивость). Гибель сосновых насаждений составила 0,1 % от всей площади. Она отмечена в 21 субъекте Российской Федерации и варьировала от 10 га во Владимирской обл. до 5,4 тыс. га в Республике Бурятия. Насаждения с повышенным текущим отпадом (с нарушенной устойчивостью)

обнаружены на площади 2563,07 тыс. га, что составляет 26,0 % от общей площади сосновых лесов, в том числе 956,58 тыс. га с величиной отпада 11 % и более. Насекомые вызвали ослабление лесов на площади 448,36 тыс. га (17,5 % от площади насаждений с повышенным текущим отпадом).

Данных официальных обзоров санитарного состояния лесов [7] не достаточно для характеристики влияния хвоегрызущих насекомых на сосновые древостои. Прежде всего, для расчетов объемов усыхания деревьев (потерь древесины) важно знать распределение площадей очагов по степени дефолиации. Необходимо также совершенствование моделей, характеризующих патологический отпад в зависимости от степени повреждения древостоев. В данной статье приведены материалы и некоторые подходы, которые можно использовать для решения этих задач и обеспечения количественных оценок усыхания (отпада деревьев) в сосновых насаждениях, поврежденных хвоегрызущими насекомыми, по регионам и в целом для Российской Федерации.

**Выводы.** Массовые виды хвоегрызущих насекомых оказывают существенное влияние на состояние сосновых лесов. В результате дефолиации происходит усыхание деревьев, а также другие экономические и экологические потери. Отпад деревьев существенно возрастает при увеличении степени дефолиации и повреждении насаждений в течение нескольких лет подряд. Пороговым является угроза сильного и сплошного повреждения крон в насаждении (средняя степень дефолиации 50 % и выше), более чем однократная дефолиация насаждений при средней степени объедания или угрозе повреждения крон 25 % и выше.

Для оценки вредоносности насекомых и потерь лесных ресурсов необходимо использовать данные по вероятностям возникновения и площадям их очагов по регионам и России в целом. Хозяйственно опасные виды насекомых характеризуются большой территорией очагового распространения, которая включает от 12 до 40 регионов, и высокой встречаемостью (длительностью существования) очагов.

#### Библиографический список

1. *Воронцов, А.И.* Патология леса [Текст] / А.И. Воронцов. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 270 с.
2. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР [Текст]. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 525 с.
3. *Лямцев, Н.И.* Лесозащитное районирование лесного фонда России [Текст] / Н.И. Лямцев, А.М. Жуков // Лесное хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 36–38.
4. *Эпова, В.И.* Зоны вредоносности насекомых-филофагов Азиатской России [Текст] / В.И. Эпова, А.С. Плешанов. – Новосибирск: Наука, 1995. – 147 с.

5. Иерусалимов, Е.Н. Зоогенная дефолиация и лесное сообщество [Текст] / Е.Н. Иерусалимов. – М.: Тов. науч. изд. КМК, 2004. – 263 с.

6. Пальникова, Е.Н. Сосновая пяденица в лесах Сибири: Экология, динамика численности, влияние на насаждения [Текст] / Е.Н. Пальникова, И.В. Свищерская, В.Г. Суховольский. – Новосибирск: Наука, 2002. – 232 с.

7. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации в 2008 г. и прогноз лесопатологической ситуации на 2009 г. [Текст]. – М.: ФГУ «Рослесозащита», 2009. – 179 с.

8. Голубев, А.В. Система принятия решений о целесообразности лесозащитных мероприятий [Текст] / А.В. Голубев // Методы мониторинга вредителей и болезней леса. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – С. 142–149.

9. Методы мониторинга вредителей и болезней леса [Текст] : справочник. – Т. 3. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.

---

**Введение.** Оценка вредоносности насекомых с использованием количественных критериев является актуальной задачей, которая требует длительных стационарных наблюдений в различных лесорастительных зонах и обобщения разнообразной экологической информации.

**Материалы и методы.** В качестве информационной основы оценки вредоносности насекомых и угрозы повреждения лесов использованы литературные данные, материалы лесопатологического мониторинга и статистической отчетности по защите лесов. База данных включает площади очагов шести видов хозяйственно опасных насекомых за 1977–2009 гг. по 64 регионам России. Для каждого вида рассчитаны оценки средней и максимальной площади очагов, количества регионов в зоне очагового распространения насекомых, для каждого региона определена вероятность возникновения (встречаемость) очагов.

**Результаты и обсуждение.** Проведен анализ пространственно-временной динамики очагов соснового шелкопряда (*Dendrolimus pini* L.), сосновой совки (*Panolis flammea* Denis & Schiffermuller), сосновой пяденицы (*Bupalus piniarius* L.), монашенки (*Lymantria monacha* L.), обыкновенного (*Diprion pini* L.) и рыжего (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) сосновых пилильщиков, звездчатого (*Acantholyda posticalis* (Matsumura)) и красноголового (*Acantholyda erythrocephala* L.) пилильщико-ткачей. Полученные оценки параметров очагов насекомых можно использовать в качестве критериев их вредоносности, так как они существенно отличаются в разных лесорастительных условиях и характеризуют весь диапазон негативного воздействия на леса: от максимальной степени – распад насаждений до умеренной – значительное снижение прироста. Наиболее точным показателем вредоносности насекомых является отпад (усыхание) деревьев, который существенно возрастает при увеличении степени дефолиации и повреждении в течение нескольких лет подряд. Анализируется модель оценки отпада деревьев и необходимость ее уточнения для прогнозирования усыхания древостоев при разной степени дефолиации в разных экологических условиях.

**Выводы.** Дефолиация сосновых лесов в сильной степени приводит к усыханию деревьев. Для оценки вредоносности насекомых и потерь лесных ресурсов необходимо использовать данные по вероятностям возникновения и площадям их очагов в регионах России. Хозяйственно опасные виды насекомых характеризуются большой территорией очагового распространения, которая включает от 12 до 40 регионов, и высокой встречаемостью очагов насекомых.

\* \* \*

**Introduction.** Evaluation of insect harmfulness by qualitative criteria is a crucial task that needs long-term stationary observations in various forest growing zones and generalization of different environmental information.

**Materials and methods.** Literature data, materials of forest pathology monitoring and forest protection statistical reports served as an information background for insect harmfulness and forest damage hazard evaluation. Data base covers outbreak areas of 6 the most hazardous insect species over 1977–2009 in 64 regions of Russia. Values of outbreak mean and maximum sizes, number of regions affected by an insect outbreak have been estimated for every species as well as outbreak occurrence probability in each region.

**Results and discussion.** Spatial-temporal analysis of outbreak dynamics of *Dendrolimus pini* L., *Panolis flammea* Denis & Schiffermuller, *Bupalus piniarius* L., *Lymantria monacha* L., *Diprion pini* L., *Neodiprion sertifer* Geoffr., *Acantholyda posticalis* (Matsumura) and *Acantholyda erythrocephala* L. has been made. Estimated insect outbreak characteristics may be used as their harmfulness criteria since they differ significantly in various forest growing conditions and specify a whole range of negative effects on forests from maximum rate (degradations of stands) to a moderate one (significant growth decline). The most accurate insect harmfulness indicator is tree mortality (die-back) that increases notably with defoliation rate and consecutive disturbance over some years. Tree mortality assessment model and its specification needed to predict tree die-back at different defoliation rate in various environmental conditions have been analyzed.

**Conclusions.** Pine forest defoliation results in severe tree die-back. Data on probabilities of outbreak occurrence and their sizes in Russian regions is required for evaluations of insect harmfulness and forest resource losses. Forest insect pest species are characterized by large territory of outbreak distribution covering from 12 to 40 regions and by high occurrence of insect outbreaks.

**Василий Иванович Пономарев**, доктор биологических наук,  
заведующий лабораторией, v\_i\_ponomarev@mail.ru,  
*Ботанический сад УрО РАН*

**ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ДИАПАУЗЫ У НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА  
*LYMANTRIA DISPAR* (LEPIDOPTERA, LYMANTRIIDAE):  
ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И ПОПУЛЯЦИОННЫХ ФАКТОРОВ**

**Непарный шелкопряд, диапауза, сумма эффективных температур.  
Gypsy moth, diapause, sum of effective temperatures.**

**Введение.** Для непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera, Lymantriidae) характерна позднеэмбриональная диапауза [1]. При переживании эмбрионами непарного шелкопряда зимнего периода различают (а) формирование эмбриона; (б) диапаузу, которую разделяют на две части (первая часть протекает при высоких температурах после формирования эмбриона; вторая часть (собственно диапауза) при температурах ниже 0 °С, хотя бы частично); (в) период оцепенения, который наступает в случае, если после прохождения диапаузы низкие температуры сохраняются, и (г) весеннее развитие, приводящее к отрождению гусениц [2, 3]. В приведенной терминологии есть разночтения с другими авторами. Так, у специалистов, активно исследующих диапаузу у насекомых, для периодов оцепенения и весеннего развития применяется термин «постдиапауза» [4, 5]. В данной работе мы будем придерживаться терминологии, более часто применяемой лесными энтомологами.

Для нормального прохождения диапаузы необходимо получение эмбрионами определенной суммы температур до наступления холодов и после начала теплого периода. Классически считается [1, 6], что осеннее развитие яиц непарного шелкопряда (до стадии полностью сформировавшейся гусеницы в яйце) требует до 300 гр.-дн. суммы среднесуточных эффективных температур (СЭТ), начиная с +7 °С, весеннее доразвитие требует до 110 °С, начиная с +6 °С. Оптимальными температурами для созревания яиц считаются от +12 до +30 °С при влажности 40–80 % [1].

Однако для разных популяций и в пределах одной популяции эти СЭТ и порог развития могут значительно отличаться. Согласно проведенному В.Л. Мешковой анализу литературы по этому вопросу [7] необходимая для осеннего развития эмбрионов СЭТ составляет, по данным разных авторов, от 260 до 500 гр.-дн. При этом отмечается значительная вариабельность в пределах одной популяции (более 17 % от среднего значения). Порог возобновления развития гусениц в яйце после окончания диапаузы, по сведениям разных авторов [7], тоже значительно

различается – от +2,5 до +10,4 °С. Необходимая для весеннего развития СЭТ варьирует от 92 до 282 °С. Вариабельность в пределах одной популяции – до 11 % от среднего значения [7].

Кроме того, известно, что доля отродившихся гусениц и СЭТ при наступлении теплого периода зависят от времени воздействия на яйца отрицательных или пониженных температур [1, 2, 8]. Эти выводы были подтверждены в работе М. Киины [9]. По ее данным, значительная вариабельность по этим показателям может отмечаться не только между разными кладками, но и между эмбрионами в пределах одной кладки.

В то же время известно, что длительность собственно диапаузы зависит от географического происхождения популяции [1, 10] и имеет тенденцию к снижению у популяций с более суровыми зимами. По данным М. Киины [9], при равных условиях у сибирских популяций длительность собственно диапаузы составляет около двух месяцев, у североамериканских (штат Массачусетс) – пяти месяцев. По нашим данным, в Южном Кыргызстане (южная граница ареала), в фисташковом поясе на высоте 700 м н. у. м., диапауза составляет шесть месяцев.

Часть гусениц во многих популяциях развиваются без диапаузы, т. е. отрождаются из яиц без воздействия холода [1], однако неоднократные попытки выведения устойчивой бездиапаузной линии неизменно терпели крах [11, 12]. К. Линч и М. Хой [13] пришли к выводу, что бездиапаузный выход гусениц из яйца – это рецессивный признак. М. Киина [9] полагает, что диапауза, скорее всего, определяется несколькими генами. При межпопуляционном скрещивании в  $F_1$  длительность диапаузы занимает промежуточное положение по отношению к таковой в родительских популяциях [10, 14], в  $F_2$ , в соответствие с данными Р. Гольдшмидта [14], доминирует длительная диапауза.

В то же время скрещивание североамериканской и дальневосточной популяций показало, что в  $F_1$  длительность диапаузы была относительно короткой, что ближе к параметрам дальневосточной популяции [10].

Цель данной работы – анализ изменения длительности собственно диапаузы у одной популяции (в пределах одной микропопуляции) за многолетний период и обзор нескольких возможных причин наблюдаемых изменений.

**Материалы и методы.** В течение длительного периода (1995–2011 гг.) было проведено изучение изменения длительности собственно диапаузы у зауральской популяции непарного шелкопряда. В связи с высокой вариабельностью сроков и доли отрождения гусениц в зависимости от длительности воздействия фактора низких температур, за длительность собственно диапаузы принимали такой период воздействия низких температур, после которого отмечалось значительное (не менее 95 % жизнеспособных яиц) отрождение гусениц из кладок к 20-му дню их содержания при температуре +26 °С. Сбор яйцекладок ежегодно проводили в одном и том же древостое (46-й квартал Покровского мастерского участка Свердловского лесничества, Свердловская обл., Каменск-Уральский р-н;

широта 56° 28' N, долгота 61° 54' E). Кормовая порода – береза повислая (*Betula pendula* Roth). Сбор проводили в конце сентября и кладки помещали в холодильник при температуре +2...4 °С. Кладки перемешивали. Через 1,5 месяца холодового воздействия каждые две недели методом случайной выборки отбирали по 100 яиц и закладывали на отрождение в термостат (температура + 26 °С, влажность 60 %).

При изучении влияния СЭТ после откладки яиц на длительность диапаузы летом 1997 г. были собраны кладки из четырех микропопуляций: двух – из нижеволжской популяции (Волго-Ахтубинская пойма, дубовые и тополевые насаждения) и двух – из зауральской популяции (г. Ишим, Тюменская область и г. Еткуль, Челябинская область). Собранные кладки перемешивали, делили на две равные части, одну часть закладывали в холодильник при температуре +2...4 °С, другую – содержали в тепле (+20 °С) еще месяц, после чего также закладывали в холодильник при температуре +2...4 °С. Через 1,5 месяца холодового воздействия каждые две недели от каждого образца отбирали 100 яиц и закладывали на отрождение в термостат (температура +26 °С, влажность 60 %). Учет отродившихся гусениц проводили на 20-й день.

При изучении влияния длительности диапаузы на онтогенез гусениц выращивание гусениц проводили в одиночном и групповом режиме на искусственной питательной среде [15].

При изучении связи длительности развития гусениц и их массы (на начало V возраста) и содержания каротинов в теле гусениц, выращивание гусениц проводили в одиночном режиме. Анализ проводили на третий день после линьки гусеницы на V возраст. За один день до измерения веса и концентрации каротинов в теле корм у гусениц изымали, для определения концентрации каротинов в теле гусениц, их гомогенизировали, гомогенат экстрагировали в растворителе (ацетон) объемом 5 мл в течение двух часов. После этого гомогенат подвергали центрифугированию при скорости 5 000 об./мин. Измерения проводили на спектрофотометре СФ-46 (точность измерения 0,001). Расчет проводили по стандартной формуле: содержание каротинов мг % (тысячные доли процента) =  $D_{440,5} \cdot V \cdot 100000 / 213 / m$ , где D – показатели прибора при длине волн 440,5 нм; V – объем растворителя; m – масса навески (мг).

Для статистической обработки материала использованы биометрические методы с применением элементарной описательной статистики, дисперсионного анализа в стандартном пакете программ STATISTICA 6.0.

**Результаты и обсуждение.** Результаты многолетнего изучения длительности собственно диапаузы в зауральской популяции показали, что этот показатель у одной и той же микропопуляции крайне вариабелен. Данные по годам оказались следующими (указаны годы откладки яиц, мес.): 1995 г. – 2 мес.; 1996 г. – 2,5; 1997 г. – 2; 1998 г. – 1,5; 1999 г. – 2; 2000 г. – 3,5; 2001 г. – 3; 2002 г. – 3,5; 2003 г. – 5; 2004 г. – 5,5; 2005 г. – 2; 2006 г. – 2; 2007 г. – 1,5; 2008 г. – 1,5; 2009 г. – 2, 2010 г. – 2,5; 2011 г. – 2,5 мес. Таким образом, в течение 17 лет продолжительность

диапаузы изменялась от 1,5 до 5,5 мес., т. е. показывала значения, характерные как для северных, так и для южных популяций. Такая значительная вариация должна быть чем-то обусловлена. Первое, что обращает на себя внимание в этих наблюдениях, – увеличение длительности диапаузы в 2000 г. и в 2003 г., и значительное ее сокращение в 2005 г.

По нашим данным, в связи с неустойчивой погодой в мае 2000 г. в Каменск-Уральском р-не Свердловской обл. (средняя температура воздуха составляла в первой декаде +6,4 °С с колебаниями от –2,0 до +18,0 °С, во второй декаде средняя температура составляла +5,7 °С с колебаниями от –1 до +17 °С) распускание листвы березы началось только в третьей декаде мая. В то же время отрождение гусениц из значительной части кладок было зафиксировано уже в первой декаде мая. По-видимому, в связи с элиминацией той части популяции, для которой была характерна короткая диапауза, общая длительность диапаузы в популяции на следующий год резко увеличилась. Этот вывод, в целом, согласуется с литературными данными о генетической детерминации продолжительности диапаузы [1, 10, 14]. Кроме того, он хорошо объясняет имеющиеся в литературе данные о том, что характер отрождения связан с фенологией кормовых растений [2, 16, 17, 18].

Таким образом, на основании наших и литературных данных можно предположить, что почти двукратное увеличение длительности диапаузы у эмбрионов, сформировавшихся в 2000 г., скорее всего, было обусловлено несовпадением сроков отрождения гусениц с более короткой диапаузой с фенологией кормового растения. Однако в 2003 г. тепловых провокаций не отмечено, но, тем не менее, длительность диапаузы значительно возросла. Здесь необходимо опять обратиться к метеоданным. Данные Каменск-Уральской метеостанции показывают, что в этом году август (месяц созревания яиц) был очень теплым. С 1995 по 2009 гг. среднемесячная температура воздуха в августе колебалась от +13,0 до +16,0 °С, за исключением 2003 г., когда она составила +21,0 °С. То есть яйца в кладках до начала собственно диапаузы получили очень большую СЭТ. Если в литературе имеется довольно много данных о необходимой СЭТ для развития эмбрионов и возможности формирования диапаузы фараоновыми гусеницами, то о влиянии дополнительного воздействия высоких температур после набора необходимой суммы на величину диапаузы мы данных не обнаружили.

У кладок, отложенных осенью 2005 г., продолжительность собственно диапаузы значительно снизилась. Зимы 2005 и 2006 гг. характеризовались очень низкими температурами. Если среднемесячные температуры декабря–января в 2002–2004 гг. не понижались ниже –11,0...–12,0 °С, то в 2005–2006 гг. они были ниже –20,0 °С. Связаны ли эти факты между собой, на данный момент сказать трудно. Однако, более высокая морозостойкость кладок северных популяций (у которых отмечается и более короткая диапауза) – факт известный [1].

В связи с изложенными фактами крайне интересны данные американских исследователей [19]. Кладки, собранные в конце сентября, пересекали горизонтально

(разделяли на слои) и подвергали воздействию холодом в одинаковых условиях. В первую очередь отрождались гусеницы из верхних слоев, в последнюю – из нижнего слоя кладки. Разница в сроках отрождения достоверна и составляла один день. Вряд ли возможно это объяснить какой-либо разнокачественностью яиц в зависимости от времени их формирования и оплодотворения (яйца при откладке укладываются не слоями, а столбиками), а вот разницей в СЭТ и различиями в сроках отрождения гусениц из яиц, получивших разную СЭТ до наступления холодного периода, этот факт прекрасно объясняется. Эта работа побудила нас провести эксперимент по изучению влияния СЭТ на величину собственно диапаузы. В эксперименте были использованы кладки из четырех микропопуляций, двух популяций.

Анализ результатов (табл. 1) показал, что чем больше СЭТ, полученная эмбрионами до помещения яиц в условия низких температур, тем позже начинается отрождение гусениц. При этом величина собственно диапаузы у гусениц из кладок в микропопуляции из дубового насаждения, эмбрионы в которых уже сформировались к моменту сбора, помещенных в холодильник в конце августа, оказалась сопоставимой с величиной собственно диапаузы северных микропопуляций.

Из этих данных также следует, что чем меньше СЭТ, полученных после формирования эмбриона до помещения яиц в условия низких температур, тем меньше период слабого отрождения всех жизнеспособных гусениц (то есть быстрее отмечается отрождение всех гусениц после начала отрождения первых гусениц, прошедших собственно диапаузу). Возможно, что дополнительная СЭТ по-разному влияет на величину собственно диапаузы гусениц, в зависимости от их генотипа.

На такую возможность указывают работы американских исследователей. Согласно данным М. Киины и Т. О'Делла [20] по отрождаемости кладок природной популяции (Коннектикут, 1988 г., латентная фаза) и лабораторной культуры NJSS-FS, F33, гусеницы из всех использованных в эксперименте кладок NJSS-FS отрождались за 5 дн. (с 4-го по 9-й день), пик (52 %) наблюдали на 6-й день реактивации, из природной популяции – за 10 дн. (с 5-го по 15-й день), пик (28 %) – на 9-й день. Из отдельных кладок JNSS-FS гусеницы отрождались за 2 дня, из природной популяции – за 5 дней. Линия JNSS-FS характеризуется очень высокой степенью однородности по этому показателю [20].

Естественно, было крайне интересно выяснить, существуют ли различия в онтогенезе гусениц в зависимости от длительности собственно диапаузы.

Первое выращивание было проведено из кладок 1993 г. (Каменск-Уральский р-н Свердловской обл.). Выращивали гусениц (групповое выращивание), начавших отрождаться до полного прохождения собственно диапаузы всеми эмбрионами (отрождение составляло 66 %, 34 % гусениц к этому времени собственно диапаузу еще не завершили и не отрождались) и после полного прохождения диапаузы всеми эмбрионами (отрождение составляло 100 %. Выращивание особей при 66 % отрождаемости проводили только до 25-го дня. Поэтому мы можем привести только данные по скорости развития гусениц на этот день и по смертности (табл. 2).

Таблица 1

**Отрождение гусениц непарного шелкопряда разных популяций  
на 20-й день после переноса яиц в температуру +26 °С  
после разной длительности холодого воздействия (+2 °С). Кладки 1997 г.**

Популяция	Дата закладки в холодильник	Отрождение (%) гусениц после разной длительности холодого воздействия, мес.						
		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Нижевожская обл.								
Дуб, зрелые <sup>1</sup>	15.08	0	5	100	100	100	100	100
	15.09	0	0	5	30	75	100	–
Дуб, незрелые <sup>1</sup>	15.08	0	0	0	5	5	15	0
	15.09	0	0	0	10	10	–	100
Тополь <sup>2</sup>	15.08	0	5	20	40	50	75	100
	15.09	0	0	5	5	40	50	–
Тюменская обл. <sup>3</sup>								
Береза	27.08	0	30	50	100	100	–	–
	27.09	0	0	10	20	100	–	–
Челябинская обл. <sup>3</sup>								
Береза	31.08	0	50	100	100	100	–	–
	31.09	0	3	40	100	100	–	–

**Примечания.** 1. Дуб (зрелые; незрелые) – кладки собраны на дубе 3.08, кризис вспышки, сильная дисперсия в откладке яиц, часть кладок уже была зрелой (яйца – черные), часть кладок либо недавно отложены, либо откладывались в момент сбора (яйца – розовые).

2. Яйцекладки на тополе были собраны 13.07, в период массовой откладки.

3. Кладки в Тюменской и Челябинской области – в конце августа, к этому моменту они были зрелыми; знаком «–» отмечены варианты, тестирование в которых не проводили.

Таблица 2

**Соотношение возрастов гусениц непарного шелкопряда и их смертность  
на 25-й день при разной доле отрождения гусениц из кладок  
(Каменск-Уральский р-н, Свердловской обл. Кладки 1993 г.)**

Отрождение, %	NN	Распределение по гусеничным возрастам, %					Смертность, %
		1I	2II	3III	4IV	5V	
66	454	4	27	40	27	2	9 а
100	500	1	3	16	65	15	14 в

**Примечание.** Достоверность различий ( $P < 0,05$ ) по  $\chi^2$  обозначена разными буквами.

В соответствии с полученными данными, у гусениц при 66 % отрождении отмечалось достоверно более медленное развитие. И хотя смертность при 100 % отрождении достоверно выше, она не способна объяснить столь большую разницу в скорости развития. То есть, мы можем предположить, что у гусениц из одной микропопуляции, но с разной длительностью собственно диапаузы, существуют большие различия по скорости развития.

С целью проверки этого предположения в 1996 г. мы выращивали до окукливания гусениц из той же микропопуляции, взятых при 25 % (т. е. к 20-му дню после помещения в тепло отрождалось только 25 % от общего количества жизнеспособных яиц) и 100 % отрождении (групповое выращивание).

При 25 % отрождении для начала отрождения необходима была очень большая сумма температур. Отрождение начиналось на 12–15-й день после выставления кладок в термостат при +25 °С. При 100 % отрождении необходимая сумма температур значительно снижалась. Отрождение начиналось на 6–8-й день после выставления кладок в термостат при +25 °С. Как мы уже упоминали, эта закономерность установлена В.И. Бенкевичем [2]. Общая смертность гусениц в вариантах с разной степенью отрождения значимо не отличалась, однако была несколько выше при низкой отрождаемости у особей младших возрастов. Длительность развития гусениц оказалась большей при низкой отрождаемости (табл. 3) и окукливание в этом варианте началось на 10 дней позже.

Таблица 3

**Смертность и время развития гусениц непарного шелкопряда  
до окукливания при разной отрождаемости  
(Каменск-Уральский р-н, Свердловской обл. Кладки 1999 г.)**

Отрождаемость, %	N	Смертность по гусеничным возрастам и на стадии куколки, %			Время развития до окукливания, дн.			
		Общая	I–III	IV – куколки	31–40	41–50	51–60	61–70
25	83	24 а	80 а	20 а	0	18	50	32
100	136	18 а	16 в	84 в	26	60	13	1

**Примечание.** Варианты с достоверными различиями ( $P < 0,05$ ) по  $\chi^2$  обозначены разными буквами.

Полученные данные показывают, что гусеницы с более коротким периодом диапаузы при одинаковых условиях питания родительского поколения отличаются более медленным развитием. Сохраняются ли различия в СЭТ, необходимых для отрождения после прохождения диапаузы у гусениц с разной скоростью ее прохождения, нам достоверно выяснить пока не удалось. Все многочисленные попытки повторного помещения яиц в условия низких температур после отрождения части гусениц для дополнительного прохождения диапаузы и отрождения окончились неудачей. Однако, с одной стороны, факты более активного снижения

отрождаемости гусениц с более короткой диапаузой после длительного их нахождения в условиях низких положительных температур, и более длительного периода отрождения у гусениц с большим периодом диапаузы [9] указывают на это. С другой стороны, эксперимент, проведенный в 2004 г. (одиночное выращивание) показал, что, по-видимому, важное значение может иметь СЭТ, полученных в постдиапаузный период при высоких температурах (табл. 4). В этом году была очень длинная диапауза (5,5 мес.). Отрождение при 15 % отрождении началось на 12–15-й день (получено 240–300 гр.-дн. как СЭТ выше +6 °С), при 50 % отрождении на 10–12-й день (получено 200–240 гр.-дн.), при 100 % отрождении – на 4–5-й день (получено 80–100 гр.-дн.). Иначе крайне трудно объяснить столь существенную разницу во времени развития, особенно при 50 и 100 % отрождаемости. В табл. 4 также обращает на себя внимание значительная разница в концентрации каротинов в теле гусениц (одного из наиболее активных антиоксидантов, участников перекисного окисления липидов мембран).

Таблица 4

**Различия в массе гусеницы (мг), времени развития (дн.), концентрации каротинов в теле (мг %) на третий день после линьки на V возраст, в зависимости от отрождаемости (%) (среднее ± SE) (Кладки 2004 г.; Свердловская область)**

Отрождение, %	Масса гусениц, мг	Время развития до V возраста, дн.	Концентрация каротинов в теле, мг %
15	162 ± 9,6 а	44 ± 2,8 а	23 ± 5,6 а
50	142 ± 11,8 а	49 ± 2,9 а	19 ± 4,0 а
100	240 ± 2,6 в	26 ± 1,9 в	9 ± 2,6 в

**Примечание.** Достоверные различия в пределах одного столбца показаны разными буквами.

Таким образом, приведенные литературные и наши экспериментальные данные указывают на то, что длительность диапаузы зависит как от генотипа популяции, так и от внешних условий, причем оба эти фактора играют очень важную роль. Более того, есть основания полагать, что длительность диапаузы и популяционные характеристики в период активной фазы (отрождение, питание гусениц, вылет имаго и др.) взаимосвязаны.

Зауральская популяция характеризуется короткой диапаузой, однако, абиотические факторы способны значительно ее удлинить.

В то же время, полученные нами и литературные данные дают основание поставить ряд вопросов, на которые ответа пока нет.

Первое. Если длительность периода собственно диапаузы обусловлена кроме прочих факторов СЭТ, полученных после формирования эмбрионов,

до попадания яиц в условия низких температур, является ли более короткая диапауза у северных популяций в первую очередь популяционной характеристикой, либо она обусловлена в значительной степени погодными условиями после откладки яиц? То есть, является адаптационным фактором? В подавляющем большинстве статей, посвященных исследованию диапаузы в разных популяциях отмечаются все температурные параметры прохождения диапаузы и реактивации, но не указывается СЭТ, полученная после формирования эмбрионов до попадания яиц в условия низких температур. Либо СЭТ одинакова для всех тестируемых популяций [9]. Возможно, этим фактом объясняются противоречивые данные по доминированию длительности собственно диапаузы, полученные Р. Гольдшмидтом [14] и М. Киной [10].

Второе. Если существуют значительные различия в длительности развития гусениц в зависимости сроков отрождения и СЭТ необходимой для отрождения, не связана ли СЭТ (в зависимости от периода, прошедшего после прохождения собственно диапаузы) с показателями развития? Иными словами, сохраняется ли более медленное развитие гусениц с более короткой диапаузой при отрождении после получения большой СЭТ (270 гр.-дн.) и меньшей СЭТ (110 гр.-дн.) (кладки 1999 г.)?

Третье. В связи с тем, что в определении диапаузы подчеркивается высокая устойчивость особей в период собственно диапаузы к экстремальным факторам, не связана ли большая морозостойкость кладок сибирских популяций по сравнению с европейскими с различиями именно в длительности собственно диапаузы и оцепенения? На это указывают как наши данные (снижение длительности собственно диапаузы в морозные зимы 2005 и 2006 гг.), так и работа Денлингера с соавторами [21]. Эмбрионы значительно лучше выживали при температуре – 20 °С, если их предварительно содержали 100 дней при температуре –5 °С, т. е. если часть эмбрионов прошла диапаузу.

Автор крайне признателен Д.Л. Мусолину (Санкт-Петербургский государственный университет) за консультации в процессе работы над статьей. Работа выполнена при поддержке совместного проекта УрО и СО РАН 12-С-4-1035 и интеграционного проекта УрО РАН 12-И-4-2057

### Библиографический список

1. *Кожанчиков, И.В.* Волнянки (Oryziidae) // Фауна СССР. Насекомые чешуекрылые [Текст] / И.В. Кожанчиков. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – Т. XII. – 585 с.
2. *Бенкевич, В.И.* Массовые появления непарного шелкопряда в европейской части СССР [Текст] / В.И. Бенкевич. – М.: Наука, 1984. – 142 с.
3. Словарь-справочник энтомолога [Текст] / под ред. Ю.А. Захваткина. – М.: Нива России, 1992. – 334 с.
4. *Саулич, А.Х.* Экология фотопериодизма насекомых [Текст] / А.Х. Саулич, Т.А. Волкович. – СПб.: Из-во СПбГУ, 2004. – 276 с.

5. Košťál, V. Eco-physiological phases of insect diapause [Text] / V. Košťál // Journal of Insect Physiology. – 2006. – no. 52. – P. 113–127.

6. Ильинский, А.И. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР [Текст] / А.И. Ильинский, И.В. Тропин (ред.). – М.: Лесн. пром-ть, 1965. – 525 с.

7. Мешкова, В.Л. Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых [Текст] / В.Л. Мешкова. – Харьков: Планета-принт, 2009. – 396 с.

8. Злотин, А.З. Развитие непарного шелкопряда (*Ocneria dispar* L.) в лабораторных условиях [Текст] / А.З. Злотин, А.Г. Трель // Зоол. журн. – 1964. – Т. 43, № 2. – С. 287–290.

9. Keena, M.A. Comparison of the hatch of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) eggs from Russia and the United States after exposure to different temperatures and durations of low temperature [Text] / M.A. Keena // Ann. Entomol. Soc. Am. – 1996. – Vol. 89. – P. 564–572.

10. Keena, M.A. Genetics of diapause in the gypsy moth: a review [Text] / M.A. Keena // Diapause and gypsy moth management: status, applications, and research. Proceedings NE-193. – 1994 с. – P. 89–97.

11. Marovic, R. Results of the crossing inbred strain of gypsy moth, *Lymantria dispar* L., with wild moths [Text] / R. Marovic // Z. angew. Entomol. – 1981. – 91. – no. 1. – P. 107–111.

12. Hoy, M.A. Development hatch dates, overwintering success, and spring emergence of a «non-diapausing» gypsy moth (Lepidoptera: Orgyiidae) strain in field cages [Text] / M.A. Hoy, N.F. Knop // Can. Entomol. – 1978. – Vol. 110. – no. 9. – P. 1003–1008.

13. Lynch, C.B. Diapause in the gypsy moth: environment-specific mode of inheritance [Text] / C.B. Lynch, M.A. Hoy // Genet. Res. – 1978. – no. 32(2). – P. 129–133.

14. Goldschmidt, R. *Lymantria*. Bibliographia Genetica [Text] / R. Goldschmidt. – 1934. – no. 11. – P. 1–185.

15. Ильиных, А.В. Оптимизированная искусственная среда для культивирования непарного шелкопряда (*Ocneria dispar* L.) [Текст] / А.В. Ильиных // Биотехнология. – 1996. – № 7. – С. 42–43.

16. Деревянко, Н.М. Особенности весеннего развития яиц непарного шелкопряда как фактор экологической пластичности его популяции в условиях Нижнего Приднепровья [Текст] / Н.М. Деревянко // Вестник зоол. – 1980. – № 4. – С. 70–74.

17. Киреева, И.М. Экология и физиология непарного шелкопряда [Текст] / И.М. Киреева. – Киев: Наукова думка, 1983. – 128 с.

18. Кондаков, Ю.П. Возрастная структура южносибирских популяций непарного шелкопряда [Текст] / Ю.П. Кондаков, С.Ю. Кондаков // Непарный шелкопряд в Средней и Восточной Сибири / под ред. А.С. Рожкова. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 58–67.

19. Lyons, D.B. Microclimatic effects on the phenology of egg hatch of the gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) [Text] / D.B. Lyons, A.M. Liebhold // Diapause and gypsy moth management: Status, applications, and research // Report NE-193, 1991. – P. 27–40.

20. Keena, M.A. Effects of laboratory rearing on gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) [Text] / M.A. Keena, T.M. O'Dell // Gen. Tech. Rep. – NE 181. – Radnor, PA: USDA. – Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. – 1994. – 23 p.

21. Denlinger, D.L. Role of chilling in the acquisition of cold tolerance and the capacitation to express stress proteins in diapausing pharate larvae of the Gypsy moth, *Lymantria dispar* [Text] / D.L. Denlinger, R.E. Lee, G.D. Yocum, O. Kukul // Archives of Insect Biochemistry and Physiology. – 1992. – Vol. 21. – P. 271–280.

---

Для непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera, Lymantriidae) характерна позднембриональная диапауза. Известно, что длительность диапаузы зависит от географического происхождения популяции и она короче у популяций из регионов с более суровыми зимами. Классически считается, что осеннее развитие непарного шелкопряда требует до 300 гр.-дн. СЭТ, весеннее доразвитие требует до 110 гр.-дн. СЭТ. Однако для разных популяций эти суммы могут различаться. Кроме того, известно, что внутри одной популяции может существовать дифференциация в сумме эффективных температур, необходимых для отрождения при наступлении теплого периода, и ее диапазон зависит от времени воздействия на яйца отрицательных или пониженных температур. Цель работы – проанализировать изменения длительности собственно диапаузы у одной популяции (в пределах одной микропопуляции) за длительный период и рассмотреть нескольких возможных причин наблюдаемых явлений.

**Материалы и методы.** В течение длительного периода (с 1995 по 2011 г.) было проведено изучение изменения длительности диапаузы у зауральской популяции непарного шелкопряда. Сбор яйцекладок ежегодно проводили в одном и том же древостое (46-й квартал Покровского мастерского участка Свердловского лесничества; Каменск-Уральский р-он, Свердловская обл.; широта 56° 28' N, долгота 61° 54' E). Кормовая порода – береза повислая (*Betula pendula* Roth). При изучении влияния суммы положительных температур после откладки яиц на длительность диапаузы использовались кладки из четырех микропопуляций (двух популяций). При изучении влияния длительности диапаузы на онтогенез выращивание гусениц проводили в одиночном и групповом режимах на искусственной питательной среде, приготовленной на основе кукурузной, соевой муки, дрожжей и витаминов. Для статистической обработки материала использованы биометрические методы с применением элементарной описательной статистики, дисперсионного анализа в стандартном пакете программ STATISTICA 6.0.

**Результаты и обсуждение.** Многолетнее изучение длительности диапаузы у зауральской популяции этого вида (юг Свердловской области) показало, что в течение 17 лет продолжительность собственно диапаузы варьировала от 1,5 до 5,5 месяцев. Резкие изменения в продолжительности диапаузы наблюдались либо после позднелетних сезонов с очень высокими температурами после откладки яиц, либо после очень холодных зимних месяцев, либо после весенних тепловых провокаций. В результате лабораторных экспериментов установлено, что чем больше СЭТ, тем длиннее собственно диапауза; чем меньше СЭТ, полученная после формирования эмбриона, тем меньше различия в СЭТ, необходимой для отрождения гусениц. Для гусениц с более короткой диапаузой требуется большая СЭТ для отрождения, и они отличаются более замедленным развитием. Полученные результаты позволяют поставить ряд вопросов. Первое: Является ли более короткая диапауза у северных популяций в первую очередь популяционной характеристикой, либо она обусловлена в значительной степени погодными условиями после откладки яиц? Второе: не связана ли СЭТ (в зависимости от периода, прошедшего после прохождения собственно диапаузы) необходимая для весеннего развития, с показателями развития? Третье: Не связана ли большая морозостойкость кладок сибирских популяций по сравнению с европейскими с различиями в прохождении периодов собственно диапаузы и оцепенения?

\* \* \*

**Introduction.** The gypsy moth, *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera, Lymantriidae), is characterized by late embryonic diapause. It is known that the diapause duration is dependent on the geographic origin of populations and it is shorter in populations from other regions with quite cold winter. It is generally agreed that it requires up to 300 degrees-days differentiation in the sum of effective temperatures (SET) for the autumnal development of the gypsy moth, and the spring development of pest requires up to 110 degrees – days. However the different populations may have differences of this rate.

Furthermore, it is well known that within a single population can be a differentiation in SET required for hatching with onset of warm period and its range depends on the time of exposure to eggs the negative or low temperatures. The aim of this work is examine the actual changes in diapause duration in the same population (within one micro population) over a long period and to consider several possible reasons for the observed phenomena.

**Materials and methods.** The changes in diapause duration in Ural populations of the gypsy moth during the long period (from 1995 to 2011) were studied. Collection of egg masses performed annually in the same plot areas (plot # 46 (kvartal) – Sverdlovsk forest farm, Kamensk-Ural district, Sverdlovsk region. Latitude 56° 28' N, longitude 61° 54' E). Host plant species for the pest in this region is Birch (*Betula pendula* Roth). In studying the effect of SET after oviposition on the duration of diapauses used egg masses of four micro populations (two populations). In studying the influence of the duration of diapauses on the ontogeny the larval rearing was performed in single and group regime on an artificial diet, prepared on the basis of corn, soy flour, yeast and vitamins. For statistical analysis of the materials and biometric methods with elementary descriptive statistics, dispersion analysis in the standard software package STATISTICA 6.0. was used.

**Results and discussion.** The long-term study of diapause duration of the Ural population of this species (south of Sverdlovsk region), showed that within 17 years the duration of diapauses varied from 1.5 to 5.5 months. Abrupt changes in the duration of diapauses after a late summer season with very high temperatures were observed after oviposition either after a very cold winter months or after the spring warm months. Result of laboratory experiments revealed that the more sum of effective temperature, the longer actual diapause; the less SET gained after embryogenesis, the smaller differences in degree days required for larvae hatching. Larvae with shorter diapause require more SET for hatching, and these individuals distinguished by delayed development. The results obtained allow us raising some questions. In first: is shorter diapause in northern populations related with population characteristics or it is due to the weather condition after oviposition? In second: is there a relationship between SET and development indexes (subject to period that occur after actual diapause). In Third: is there a relationship between more winter resistance of Siberian populations egg masses as compared with egg masses of European populations and differences in passing of actual diapause and immobility.

*Геннадий Андреевич Серый*, начальник отдела защиты леса и лесопатологического мониторинга, gseryj@yandex.ru, *Рослесозащита, Центр защиты леса Волгоградской области*

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ В ДУБРАВАХ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ**

**Вспышки массового размножения насекомых, видовой состав, вредители леса.  
Outbreaks of insects, species composition, forest pests.**

**Введение.** В дубравах Волго-Ахтубинской поймы вспышки массового размножения листогрызущих насекомых происходят часто. Вследствие этого, согласно лесозащитному районированию Волгоградской обл., территория Волго-Ахтубинской поймы относится к зоне сильной лесопатологической угрозы [1].

Регулярные наблюдения за динамикой численности фитофагов и состоянием лесов ведутся здесь с 1959 г. [2]. Результаты этих наблюдений позволили установить комплекс насекомых-филлофагов, в разной степени повреждающих дуб. Среди представителей этого комплекса можно выделить как исключительно опасные виды, так и виды, вспышки численности которых случаются редко и опасность от них невелика.

**Материал и методы.** Целью работы было изучение видового состава комплекса листогрызущих насекомых и характеристика доминирующих видов в условиях Волго-Ахтубинской поймы. При этом использовали информацию о вспышках массового размножения листогрызущих вредителей леса за период 1959–2011 гг. из архивных материалов и литературных источников [3–9]. Изучение видового состава фитофагов дубрав проводили по материалам, собранным в 1999–2011 гг. на 10 постоянных пробных площадях (из которых семь расположены в Среднеахтубинском и три – в Лещевском лесничествах). В пунктах наблюдений древостои представлены дубравами порослевого происхождения III–V генерации, чистыми и смешанными по составу, с невысокой полнотой (0,51–0,68), в возрасте 65–86 лет, III–IV классов бонитета, со средним диаметром стволов 28–30 см.

Видовую принадлежность массовых фитофагов определяли по стадии гусеницы, в трудных случаях – по бабочкам, выращенным в лабораторных условиях из собранных в очагах личинок.

Учеты численности листогрызущих насекомых осуществляли на 30 деревьях (по три на каждый пункт наблюдения) по гусеницам на ветвях из каждого яруса кроны в соответствии с принятыми в лесозащите методиками учета [10–13]. Для учета некоторых видов дополнительно использовали клеевые кольца и феромонные ловушки. Плотность заселения фитофага определяли как среднее число гусениц на одном учетном дереве. Обработку данных учетов производили согласно

требованиям инструкции по экспедиционному лесопатологическому обследованию [10, 12]. Степень дефолиации деревьев оценивали глазомерно как слабую (0–25 %), среднюю (26–50 %), сильную (51–75 %) и сплошную (более 75 %).

**Результаты и обсуждение.** В 1959–2011 гг. в лесах Волго-Ахтубинской поймы периодически регистрировали очаги листогрызущих насекомых площадью 0,9–12,4 тыс. га [7–9]. Максимальные площади очагов отмечены в 1961 г. (8,7 тыс. га), 1972 г. (8,5 тыс. га), 1974 г. (12,4 тыс. га), 1981 г. (9,0 тыс. га), 1988 г. (8,7 тыс. га), 2004 г. (7,5 тыс. га), 2008 г. (11,5 тыс. га), а также в 2009 г. (8,2 тыс. га).

Обычно очаги были комплексного типа, с доминированием одного или нескольких видов фитофагов. Перечень видов листогрызущих насекомых дубрав и их встречаемость представлены в табл. 1.

Отмечены вспышки массового размножения десять видов сопутствующей группы. К массовым фитофагам отнесено восемь видов, что составляет 19 % от общего числа. Среди них наиболее распространены непарный шелкопряд *Lymantria dispar* (L.), зеленая дубовая листовертка *Tortrix viridana* L., зимняя пяденица *Operophtera brumata* L., златогузка *Euproctis chrisorrhoea* (L.), ранняя желто-серая совка *Orthosia cruda* (Denis & Schiffermüller).

За последние 13 лет наиболее высокая численность отмечена у непарного шелкопряда, зимней пяденицы и пяденицы-обдирало обыкновенной, листовертки дубовой (табл. 2), а наименьшая – у златогузки и кольчатого коконопряда.

Таблица 1

**Видовой состав листогрызущих фитофагов дубрав  
Волго-Ахтубинской поймы и их встречаемость**

Вид	Встречаемость
<b>ОТР. ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ (LEPIDOPTERA)</b>	
<b>Сем. Tortricidae (Листовертки)</b>	
Листовертка розанная <i>Archips rosanus</i> (L.)	++
Листовертка боярышниковая <i>Archips crataeganus</i> (Hübner)	+
Листовертка пестрозолотистая <i>Archips xylosteanus</i> (L.)	+++
Листовертка зеленая дубовая <i>Tortrix viridana</i> L.	+++
Листовертка дубовая палевая <i>Aleimma loeflingiana</i> (L.)	++
Листовертка свинцовополосая <i>Ptycholoma lecheana</i> (L.)	+
Листовертка смородинная кривоусая <i>Pandemis cerasana</i> (Hübner)	+
<b>Сем. Geometridae (Пяденицы)</b>	
Пяденицы-обдирало каемчатая <i>Agriopsis marginaria</i> (F.)	++
Пяденица-обдирало обыкновенная <i>Erannis defoliaria</i> (Clerck)	+++
Пяденица-обдирало оранжевая <i>Agriopsis aurantiaria</i> (Hübner)	++
Пяденица-обдирало светло-серая <i>Agriopsis leucophaearia</i> (Denis & Schiffermüller)	++
Пяденица-шелкопряд желтоусая <i>Apocheima hispidaria</i> (Denis & Schiffermüller)	++

Вид	Встречаемость
Пяденица-шелкопряд фруктовая <i>Lucia pomonaria</i> (Hübner)	++
Пяденица-шелкопряд бурополосая <i>Lucia hirtaria</i> (Clerck)	+
Пяденица-шелкопряд волосистая <i>Phigalia pilosaria</i> (Denis & Schiffermüller)	++
Пяденица зимняя <i>Operophtera brumata</i> (L.)	+++
Пяденица дубовая угловатая <i>Ennomos quercinaria</i> (Hufnagel)	+
<b>Сем. Lymantriidae (Волнянки)</b>	
Непарный шелкопряд <i>Lymantria dispar</i> (L.)	+++
Златогузка <i>Euproctis chrysoorrhoea</i> (L.)	+++
<b>Сем. Pyralidae (Огневки)</b>	
Огневка-акробат содателла <i>Acrobasis sodalella</i> Zeller.	+
Огневка-акробат <i>Acrobasis consociella</i> (Hübner)	+
<b>Сем. Sphingidae (Бражники)</b>	
Бражник дубовый <i>Marumba quercus</i> (Denis & Schiffermüller)	*
<b>Сем. Lasiocampidae (Коконопряды)</b>	
Коконопряд кольчатый <i>Malacosoma neustrium</i> (L.)	+++
Коконопряд дубовый <i>Lasiocampa quercus</i> (L.)	*
<b>Сем. Noctuidae (Совки)</b>	
Совка ранняя фиолетово-серая <i>Orthosia incerta</i> (Hufnagel)	++
Совка ранняя желто-серая <i>Orthosia cruda</i> (Denis & Schiffermüller)	+++
Совка ранняя желто-бурая <i>Orthosia cerasi</i> (F.)	++
Совка ранняя буро-серая <i>Orthosia gothica</i> (L.)	+
Совка воинственная <i>Eupsilia transversa</i> Hufnagel	+
Совка соломенная <i>Orthosia miniosa</i> (Denis & Schiffermüller)	+
Совка вишневая <i>Orthosia cerasi</i> (F.)	+
Совка грушевая <i>Cosmia trapezina</i> (L.)	+
Совка двойное о <i>Dicycla oo</i> (L.)	+(++)
Совка пирамидальная <i>Amphipyra pyramidea</i> (L.)	*
Совка синяя орденская лента <i>Catocala fraxini</i> (L.)	*
Совка дубовая орденская <i>Catocala sponsa</i> (L.)	*
Совка осенняя зеленая <i>Gripesia aprilina</i> (L.)	*
Совка дубовая серо-бурая <i>Dryobotodes eremita</i> (F.)	+
Совка большая южная <i>Minucia lunaris</i> (Denis & Schiffermüller)	+
<b>Сем. Notodontidae (Хохлатки)</b>	
Лунка серебристая <i>Phalera bucephala</i> (L.)	+
<b>Сем. Lycaenidae (Голубянки)</b>	
Зефир дубовый <i>Neozephyrus quercus</i> L.	*
<b>ОТР. ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫЕ (HUMENOPTERA)</b>	
<b>Сем. Пилильщики (Tenthredinidae)</b>	
Пилильщик дубовый зеленый <i>Mesoneura opaca</i> (F.)	*

**Примечание.** Условные обозначения встречаемости видов: +++ – массовый, ++ – сопутствующий, + – редко встречающийся, \* – очень редко встречающийся.

**Динамика численности листогрызущих вредителей  
в дубравах Волго-Ахтубинской поймы за период 1999–2011 гг.**

Год наблюдений	Среднее количество гусениц разных видов на одном учетном дереве, шт.								
	Непарный шелкопряд	Зеленая дубовая листовертка	Зимняя пяденица	Пяденица-обдираго обыкновенная	Комплекс пядениц	Совка ранняя желто-серая	Комплекс совок	Златогузка	Кольчатый коконопряд
1999	0,1	68	9	3	11	0,3	5	0	0
2000	12	604	943	43	387	4	29	8	0
2001	11	1852	2664	494	43	16	455	14	0
2002	214	598	1327	308	68	6	22	0	0
2003	2196	246	979	37	12	2	3	3	0,2
2004	3118	3177	51	4	68	0,2	0,5	0	1,5
2005	1411	21	4	3	2	2	22	0	0
2006	101	103	22	12	5	1	112	2	0
2007	14	844	534	454	9	21	422	11	0
2008	0,1	1198	2264	211	316	14	608	0	0
2009	0,5	1370	1466	491	488	48	144	0	0,3
2010	0,3	276	601	28	27	5	26	0	1,7
2011	0	123	384	11	8	0,2	16	0	0

Очаги с доминированием непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.), зеленой дубовой листовертки *Tortrix viridana* L., зимней пяденицы *Operophtera brumata* (L.) и златогузки *Euproctis chrysorrhoea* (L.) характеризуются затяжным периодом действия и распространением на больших территориях дубрав.

Для очагов с доминированием нескольких видов ранних совок и пядениц характерны куртинность, разбросанность и кратковременность.

За период 1999–2011 гг. степень объедания крон листогрызущими вредителями значительно изменялась по годам. Со сплошной степенью объедания (более 75 % объема крон) насаждения повреждались в 2001, 2002, 2003, 2004, 2008 и 2009 гг., что соответствует показателям динамики численности фитофагов в очагах массового размножения.

Основные факторы снижения численности фитофагов в комплексных очагах – внутри- и межвидовая конкуренция за корм, влияние паразитов на отдельных стадиях развития, специфика фенологии видов различных групп.

По срокам питания в лесах поймы доминируют ранневесенние (зеленая дубовая листовертка, зимняя пяденица и др.) и весенне-летние виды (непарный шелкопряд), гусеницы которых питаются весной и в первой половине лета. Сравнительно редки здесь виды, гусеницы которых питаются во второй половине лета (лунка серебристая и др.).

Следовательно, наибольшую опасность для дубрав представляют непарный шелкопряд, зимняя пяденица и зеленая дубовая листовертка. Но при этом не стоит обходить вниманием и сопутствующие виды, численность которых тоже периодически повышается, что приводит к значительному повреждению дубрав. Из-за различия в биологии развития фитофагов необходимо при проведении надзора и лесопатологического обследования учитывать фенологию вредителей.

**Выводы.** Проведенный анализ вспышек массового размножения вредителей дубрав в Волго-Ахтубинской пойме позволяет выделить ряд наиболее опасных видов (непарный шелкопряд, зеленая дубовая листовертка, зимняя пяденица, златогузка, ранняя желто-серая совка, пяденица-обдирало обыкновенная), а также видов, которые не столь многочисленны (листовертки розанная и палевая, пяденицы-обдирало каемчатая и оранжевая, пяденицы-шелкопряды желтоусая и фруктовая, совки ранние фиолетово-серая и желто-бурая и др.), но также представляющие некоторую опасность для лесов этой части Волгоградской обл. Именно за этими видами необходимо вести регулярные лесопатологические наблюдения, чтобы своевременно планировать проведение необходимых мероприятий по защите древостоев.

Автор выражает благодарность В.И. Щурову за предоставленный материал и помощь в определении насекомых, а также Е.Ю. Бондаренко, С.А. Подмоскотову и Н. Романюк за помощь в учетах и сборе материала.

#### Библиографический список

1. Серый, Г.А. Лесозащитное районирование Волгоградской области [Текст] / Г.А. Серый // Защиты лесов юга России от вредных насекомых и болезней: сб. науч. статей, ВНИИЛМ. – Пушкино, 2011. – С. 105–112.
2. Апрышко, Н.А. Состояние и защита от вредителей и болезней лесов Волгоградской области [Текст] / Н.А. Апрышко // Всесоюзного совещания по защите агролесомелиоративных насаждений и степных лесов от вредителей и болезней : тез. докл. ВНИАЛМИ. – Волгоград, 1986. – С. 14–16.
3. Белов, А.Н. Некоторые особенности массовых размножений насекомых-фитофагов в нагорных дубравах Поволжья [Текст] / А.Н. Белов // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. – 2003. – № 2 (27). – С. 111–115.
4. Белицкая, М.Н. Вредоносность листогрызущих насекомых в дубравах Волго-Ахтубинской поймы [Текст] / М.Н. Белицкая // Пойменные леса и ведение хозяйства в них // Бюл. ВНИАЛМИ. – 1983. – Вып. 1(40). – С. 43–45.
5. Знаменский, В.С. О формировании и развитии комплексных очагов листогрызущих насекомых в дубравах [Текст] / В.С. Знаменский // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1972. – № 11. – С. 19–23.
6. Пономарев, В.И. Реализация двух последовательных вспышек массового размножения непарного шелкопряда в Волго-Ахтубинской пойме и их последствия [Текст] / В.И. Пономарев, Г.А. Серый, О.В. Толкач // Биологическая защита леса: направления и пути развития: информ. бюл. ВПРС МОББ, Будапешт – Пушкино. – 2006. – № 6. – С. 71–74.
7. Серый, Г.А. Массовое размножение листогрызущих вредителей в дубравах Волго-Ахтубинской поймы [Текст] / Г.А. Серый // Защита леса от вредителей и болезней : сб. статей. ВНИИЛМ. – Пушкино, 2006. – С. 147–149.

8. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Волгоградской области за 2006 год [Текст] // Отчет Центра защиты леса Волгоградской области. – Волгоград, 2007. – 53 с.

9. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Волгоградской области за 2009 год и прогноз лесопатологической ситуации на 2010 год [Текст] // Отчет Центра защиты леса Волгоградской области. – Волгоград, 2010. – 136 с.

10. Наставления по надзору, учету и прогнозу хвое-листогрызущих насекомых в европейской части РСФСР [Текст]. – М.: Минлесхоз РСФСР, 1988. – 84 с.

11. Ильинский, А.И. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое-листогрызущих насекомых в лесах СССР [Текст] / А.И. Ильинский, И.В. Тропин. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 525 с.

12. Методы мониторинга вредителей и болезней леса [Текст] / под общ. ред. В.К. Тузова // Болезни и вредители в лесах России: справочник. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – Т. III. – 200 с.

13. *Воронцов, А.И.* Технология защиты леса [Текст] / А.И. Воронцов, Е.Г. Молозевская, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 304 с.

---

**Введение.** В дубравах Волго-Ахтубинской поймы вспышки массового размножения листогрызущих насекомых происходят часто. В силу этого по лесозащитному районированию Волгоградской обл. территория Волго-Ахтубинской поймы относится к зоне сильной лесопатологической угрозы.

Регулярные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов начали проводиться с 1959 г. Результаты этих наблюдений позволили установить комплекс филофагов, повреждающих дуб, и выделить наиболее опасные виды.

**Материалы и методы.** Целью работы явилось изучение видового состава комплекса фитофагов и характеристика доминирующих видов в условиях Волго-Ахтубинской поймы. Использовали информацию о вспышках массового размножения листогрызущих вредителей леса за период 1959–2011 гг. из материалов отчетов и литературных источников. Изучение видового состава проводили по материалам собранным в 1999–2011 гг. на 10 постоянных пробных площадях (семь в Среднеахтубинском и три в Лещевском лесничествах). В пунктах наблюдений подобраны древостои со сходными таксационными характеристиками, в которых проведены исследования.

**Результаты и обсуждение.** За период 1959–2011 гг. периодически регистрировали очаги листогрызущих насекомых площадью 0,9–12,4 тыс. га. Максимальные площади очагов отмечены в 1961, 1972, 1974, 1981, 1988, 2004, 2008, 2009 гг. Всего установлено наличие 43 видов фитофагов в очагах, но обычно доминировали несколько видов. Наиболее распространены непарный шелкопряд *Lymantria dispar* (L.), зеленая дубовая листовертка *Tortrix viridana* L., зимняя пяденица *Operophtera brumata* L., златогузка *Euproctis chrisorrhoea* (L.), совка желто-серая *Orthosia cruda* (Denis & Schiffermüller).

Отличительными чертами очагов с наличием нескольких видов ранних совок и пядениц являются куртичность, разбросанность и кратковременность.

По срокам питания в лесах поймы преобладают ранневесенние виды, гусеницы которых питаются весной (зеленая дубовая листовертка, зимняя пяденица и др.) и в первой половине лета (непарный шелкопряд). Сравнительно редки здесь виды, гусеницы которых питаются во второй половине лета (лунка серебристая и др.).

Следовательно, наибольшую опасность для дубрав представляют непарный шелкопряд, зимняя пяденица и зеленая дубовая листовертка.

**Выводы.** Проведенный анализ вспышек массового размножения вредителей дубрав в Волго-Ахтубинской пойме позволил выделить не только наиболее опасные виды, но и менее многочисленные, тем не менее представляющие некоторую опасность для лесов этой части Волгоградской обл. Именно за такими видами необходимо наладить ведение регулярных лесопатологических наблюдений, чтобы своевременно планировать и проводить необходимые мероприятия по защите древостоев.

\* \* \*

**Introduction.** Leaf-eating pest foci often occur in Volga-Akhtuba flood plain oak forests. For that reason, according to the forest protection zoning of the Volgogradskaya region, the Volga-Akhtuba flood plain territory is classified as a zone with severe forest pathology risk. Regular monitoring of the sanitary condition of the forests started here in 1959. The results of monitoring allowed to identify the complex of phyllophagous insects that damage oaks and to detect the most harmful of them.

**Materials and methods.** The goal of the research was to study the species composition of phytophagous insects and to assess the dominant species under conditions of the Volga-Akhtuba flood plains. We used information on leaf-eating forest pest mass outbreaks over the period 1959–2011 from reports and literature sources. Species composition studies were based on the field materials obtained in 1999–2011 on 10 permanent sample plots (7 plots in Sredneakhtubinskoe and 3 plots in Leschevskoe forest districts). Stands with similar inventory characteristics were used for research in the sample plots.

**Findings and discussion.** Mass outbreaks of leaf-eating insect were registered regularly over the period of 1959–2011 and their area varied from 0,9 to 12,4 thousand ha. The largest outbreak areas were recorded in 1961, 1972, 1974, 1981, 1988, 2004, 2008, and 2009. Usually, one or few phytophagous species prevailed in mass outbreaks. Altogether 43 phytophagous species were identified in the mass outbreaks. The most common were *Lymantria dispar* (L.), *Tortrix viridana* L., *Operophtera brumata* L., *Euproctis chrisorrhoea* (L.), *Orthosia pulverulenta* Esp. Grouping, sparsity, mobility and fugacity are typical features of the joint outbreaks of several early-season species such as *Orthosia cruda* (Denis & Schiffermüller), and *Operophtera brumata* L. Early spring species whose caterpillars feed in spring (*Tortrix viridana* L., *Operophtera brumata* L., etc.) and in the first half of summer (*Lymantria dispar* L.) prevail in the flood plain forests. The species whose caterpillars feed in the second half of summer (*Phalera bucephala* L., etc.) are quite rare there. So, *Lymantria dispar* (L.), *Tortrix viridana* L. and *Operophtera brumata* L. are the most dangerous species for oak stands.

**Conclusions.** The analysis of oak pests mass outbreaks in the Volga-Akhtuba flood plain enabled to identify the most dangerous pests as well as the species that are not so common but still present certain risk for forests in that part of the Volgogradskaya Region. Regular forest pathology monitoring of these species should be established to enable planning of timely needed operations for stand protection.

*Ирина Анатольевна Уткина*, кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник, UtkinaIA@yandex.ru,  
*Институт лесоведения РАН*

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАСЕКОМЫХ-ФИЛЛОФАГОВ С ИХ КОРМОВЫМИ ПОРОДАМИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Насекомые-филлофаги, кормовые деревья, взаимодействия в биогеоценозах.  
Phyllophagous insects, host trees, biogeocenotic interactions.**

**Введение.** Цель настоящей работы – обзор основных направлений исследований взаимодействия лесных насекомых-филлофагов и их кормовых древесных пород. Выбранный для анализа временной отрезок – с середины XX в. до настоящего времени – разделен на несколько условных, частично перекрывающихся, периодов. Это связано с тем, что многие публикации, включенные в обзор, обобщают результаты исследований, продолжающихся несколько десятилетий. Кроме того, условность выражается и в том, что периоды выделены не с жесткой фиксацией: например, 1950–1960 гг. подразумевает «пятидесятые–шестидесятые годы», 1960–1970 гг. – «шестидесятые–семидесятые» и так далее.

В связи с небольшим объемом данной публикации мы вынуждены включать в нее лишь часть из известных нам литературных источников, отбирая их по приоритетности в порядке убывания: 1) обзоры с большим числом источников, 2) исследования, выполненные в дубравах, так как это тема нашей собственной многолетней работы, 3) исследования с участием других лиственных пород.

### **1950–1960 гг.**

Обзор начинается с середины прошлого столетия потому, что именно в это время в нашей стране академик Владимир Николаевич Сукачев завершил свою работу по созданию биогеоценологии – научного направления на стыке нескольких естественнонаучных дисциплин, а за рубежом происходило формирование экологии как самостоятельной отрасли науки. В настоящее время биогеоценология рассматривается как один из разделов экологии.

В 1955 г. В.Н. Сукачев писал, что задачей лесной биогеоценологии является не столько изучение отдельных компонентов леса, т. е. растительности, животного мира, сколько изучение всех взаимосвязей, взаимодействий этих компонентов между собою [1]. Главным итогом обсуждаемого периода стал фундаментальный коллективный труд «Основы лесной биогеоценологии»,

обозначивший на многие годы вперед направление отечественной лесной науки [2].

Завершение программы биогеоценотических исследований пришлось на период руководства В.Н. Сукачевым созданного им Института леса АН СССР (1944–1959). После перевода Института леса АН СССР в 1959 г. в Красноярск на его месте была создана Лаборатория лесоведения АН СССР (с 1991 г. – Институт лесоведения РАН). В ней был создан отдел лесной зоологии, который возглавил известный энтомолог П.М. Рафес.

Основной задачей своего коллектива П.М. Рафес считал разработку научных основ лесохозяйственных и биологических методов защиты леса, исходящих из понимания биогеоценотических процессов [3]. В том же 1960 г. схожие задачи, стоящие перед отраслевой наукой и практикой того времени, изложены и А.И. Воронцовым [4]. Пожалуй, именно в этот период фундаментальная и прикладная наука приблизились к наибольшему взаимодействию.

Конечно, представления о тесных связях между растительными насекомыми и лесом существовали и прежде, но их изучение было направлено на решение хозяйственных задач – предотвращение массового размножения так называемых «вредителей леса» во избежание потерь древесины. Поэтому основным критерием ущерба, нанесенного лесу насекомыми, были и остаются потери прироста стволовой древесины. В связи с этим главной задачей лесной энтомологии и лесозащиты было и остается прогнозирование вспышек массового размножения вредных насекомых и создание методов их предотвращения и подавления. Не имея возможности подробно рассмотреть все теории вспышек массового размножения насекомых, созданные в этот период и ранее, отметим, что они подробно описаны А.И. Воронцовым [4, 5 и др.] и П.М. Рафесом [6 и др.]. Позднее П.М. Рафес сформулировал биогеоценотические принципы защиты леса от вредных насекомых на основе анализа результатов множества отечественных и зарубежных работ и собственных данных [7].

Примерно в это же время в нашей стране и за рубежом были начаты исследования связи физических и химических характеристик листвы кормовых пород и состояния популяций филофагов, подробно проанализированные А.И. Воронцовым [5].

### **1960–1970 гг.**

Создание Международной биологической программы (МБП, 1964–1974 гг.) вызвало всплеск биогеоценотических исследований в СССР и за рубежом, в ходе которых по единой методике были выполнены долговременные наблюдения за природными сообществами на биологических стационарах, объединенных в единую сеть, а их результаты стали основой для фундаментальных обобщений и решения различных прикладных задач. При этом были получены значения первичной биологической продуктивности для разных типов природных сообществ, включая лесные. Поэтому мы полагаем, что реализация МБП –

важнейшее событие этого десятилетия, которое сильно повлияло и на предмет нашего обзора.

В этот период было собрано много информации о движении и распределении потоков органического вещества в природных сообществах и о процессах взаимодействия между компонентами биогеоценозов. При выполнении исследований по МБП специалисты, занятые оценками первичной биологической продуктивности, накопления и распределения биомассы, потоков энергии в лесных биоценозах, стали обращать внимание на то, что филлофаги способны оказать на эти процессы разное влияние: «Объедание насекомыми почек перед распусканием листьев вызовет большие потенциальные потери фитомассы, чем объедание листьев, хотя в количественном выражении истинные величины потерь в обоих случаях могут оказаться одинаковыми или в первом случае даже меньшими» [8].

Постепенно от энтомологии и зоологии «отпочковалось» самостоятельное научное направление, связанное с определением количества органического вещества, отчуждаемого из годичной продукции на корм насекомых и млекопитающих, т.н. «консумции». Первоначально консумция выражалась в единицах массы, реже энергии. Позже аналогичные оценки стали осуществлять в показателях площади листовой поверхности.

В одной из наиболее цитируемых работ этого периода показано, как вместе с ростом листовой пластинки увеличивается и площадь отчужденной поверхности, причем эта связь нелинейная [9].

В монографии, посвященной площади поверхности лесных растений, сделан обзор большого числа публикаций преимущественно 1960–1980-х гг., обсуждающих значение оценки индекса листовой поверхности насаждения [10]. Отдельная глава монографии посвящена методам оценки степени дефолиации и восстановления листовой поверхности в процессе питания филлофагов и интерпретации полученных результатов.

Такой интерес ботаников к объектам изучения зоологов и, наоборот, интерес зоологов к объектам исследований ботаников можно расценить как все большее понимание тесной взаимосвязи между всеми компонентами природных сообществ, включая лесные, и необходимости комплексного изучения протекающих в них процессов.

Именно этот период, на наш взгляд, характеризуется интенсивными и разнообразными работами биогеоценологического характера, связанными с изучением взаимодействия насекомых-филлофагов и их кормовых деревьев. Их можно разделить на несколько направлений.

Одно из них – прогнозирование вспышек массового размножения вредных насекомых и негативных последствий их деятельности, а также разработка биологических методов защиты леса, т. е. давняя задача отраслевой науки и практики. Один из примеров такого рода исследований – работы сотрудников кафедры лесозащиты МЛТИ под руководством А.И. Воронцова [5]. Их результатами

стало внедрение в практику лесозащиты новых математически и биологически обоснованных методов учета насекомых, прогноза динамики их численности и угрозы повреждения насаждений [11, 12 и др.].

Были получены новые сведения о реакции насаждений на повреждения хвои и листвы конкретными видами насекомых (их подробный обзор выполнен в [5]), позволившие обобщить данные о характере реакции насаждений разных пород на повреждения и о зависимости последствий повреждения леса хвое- и листогрызущими насекомыми от сезона и продолжительности их питания и принадлежности к определенной фенологической группе [13, 14 и др.]. Это стало основой для оценки реальных потерь и ожидаемого ущерба от повреждений леса насекомыми как одного из главных эколого-экономических критериев целесообразности назначения лесозащитных мероприятий [15].

Эти работы имели и теоретическое значение, вполне вписываясь в круг задач, сформулированных МБП. Так, дана оценка влиянию дефолиации не только на деревья кормовой породы, но и на другие компоненты лесного биоценоза [16]. Почти в это же время появилась аналогичная работа с близкими выводами, выполненная в Великобритании [17].

Один из авторов [16], Е.Н. Иерусалимов, в дальнейшем неоднократно обращался к этой теме, показав своими многолетними исследованиями сложность и многосторонность реакции древостоев и лесных сообществ в целом на повреждения филлофагами крон деревьев разных древесных пород [18–20].

### **1970–1980 гг.**

В этот период продолжились работы по МБП. Оценивались изменения в процессах круговорота вещества и энергии под действием филлофагов [21, 22 и др.].

Проблема усыхания дубрав, охватившего в 1964–1980 гг. многие страны Европы и большие территории СССР, не могла не отразиться в публикациях, анализирующих роль филлофагов наряду с метеофакторами в этом процессе. Впрочем, на эту тему обращали внимание и раньше, по мере появления признаков усыхания дубрав. Обзор работ этого направления содержится в [23–25].

Особенностью этого периода стало большее, чем раньше, внимание к компенсационным процессам у деревьев в ответ на дефолиацию, вследствие противоречивых выводов относительно того, какова роль рефолиации в восстановлении нормального физиологического состояния деревьев, повреждавшихся филлофагами.

Надо отметить, что если относительно роли самой дефолиации выводы были разными, то по поводу рефолиации они были еще более противоречивыми. Например, утверждалось, что сильная дефолиация в любое время снижает способность дерева осуществлять основной ассимиляционный процесс – фотосинтез [26]. Дефолиация в начале вегетационного периода особенно опасна, так как новая листва не сразу начинает функционировать и формируется за счет запасных веществ. Поэтому при повторном облиствении резервы истощаются еще

больше, размер и число листьев, как и радиальный прирост, снижаются, а дерево становится чувствительным к нападению других насекомых и поражению болезнями. Иными словами, именно рефолиация ослабляет дерево, а не сама по себе дефолиация, что связано с тем, что деревья вынуждены нести дополнительные затраты энергии и пластических веществ на рефолиацию, отчего углубляется их ослабление вследствие дефолиации [27, 28 и др.].

Особенности физиологических показателей и компенсации определяли в условиях как естественной, так и экспериментальной дефолиации [29–31 и др.]. Повышенная интенсивность фотосинтеза оставшейся первичной листвы и отросшей в процессе рефолиации отнесена к компенсационной реакции на дефолиацию.

Восстановление листвы дуба черешчатого после дефолиации зеленой дубовой листоверткой детально изучал в курских дубравах в течение нескольких лет Г.В. Домников [32 и др.]. Сделан вывод, что независимо от степени повреждения крон листва в них восстанавливается за счет дефолиации примерно до одного уровня (около 80 % по сравнению с контрольными деревьями), при очень сильном повреждении уровень восстановления даже увеличивается, но при этом наблюдается некоторое снижение продукции древесины по мере возрастания степени повреждения.

Побегообразование в очагах листоверток и пядениц исследовали Г.А. Лохматов и др. [33]. Сделан вывод, что в условиях интенсивной деятельности филлофагов весеннего комплекса дуб ранней феноформы, лишаясь весенних побегов, продолжает свою жизнедеятельность за счет недоразвитых и ненормально функционирующих побегов последующих циклов.

Еще одно направление исследований – оценка влияния дефолиации крон филлофагами на содержание запасных веществ, преимущественно крахмала, в древесине стволов, побегов и корней. Такие работы появлялись и раньше [34–37], но наиболее известны работы Ф. Варго 1970-х гг. (P. Wargo, [38–41 и др.]). В нашей стране этими вопросами занимался Е.Н. Иерусалимов [42–44].

### **1980–1990 гг.**

В это десятилетие стали появляться обзорные работы, обобщающие результаты исследований предыдущих периодов. До этого наиболее обширным из известных нам обзоров является [37] (59 литературных источников).

Во-первых, это обобщение оценок изъятия листовой массы и поверхности при питании филлофагов в разных природных зонах [45–47 и др.]. В этих работах показано, что насекомые-филлофаги в периоды устойчивого развития экосистемы обычно потребляют 5–15 % от общей листовой поверхности и не оказывают заметного влияния на продукционный процесс. Однако при массовых размножениях потребление листвы или хвои возрастает многократно, а площадь поврежденных охватывает огромные территории. В эти периоды филлофаги играют решающую роль в развитии экосистемы.

Во-вторых, обобщаются исследования реакций древесных пород на дефолиацию, включая повреждение филлофагами [48]. Согласно своему году публикации (1998), эта работа должна бы быть помещена в следующее десятилетие, но мы отнесли ее к данному периоду потому, что среди охваченных ею 147 публикаций 1900–1995 гг. большинство приходится на 1981–1995 гг. – период активного подведения итогов МБП и следующих за ней программ. К сожалению, литература на русском языке оказалась за рамками как этого, так и других англоязычных обзоров.

По мнению авторов [48], именно за эти 15 лет были выполнены всесторонние исследования изменений водного режима, баланса углерода и его распределения, состава элементов питания и химических элементов, корневых выделений, репродуктивного поведения, качества древесины, морфологии растений, продуктивности биомассы и выживания дефолированных деревьев, предприняты попытки моделировать влияние дефолиации на деревья. Однако при этом уделялось недостаточное внимание воздействию дефолиации на функционирование всего дерева, причем особенно игнорировались состояние корневых систем и дыхание. Методологическая разнородность и ограниченность большинства исследований сеянцами и очень молодыми деревцами ставит под вопрос возможность перенесения этих результатов на взрослые деревья.

Другая особенность десятилетия – все более активный переход к оценке потоков и запасов углерода в экосистемах, как это отмечено выше [48], а также все более активное употребление заимствованного из экономики понятия «трейдоффа», одной из самых популярных организующих идей современной эволюционной экологии, по выражению А.М. Гилярова [49]. Трейдофф, или непреодолимая отрицательная корреляция между отдельными характеристиками жизненного цикла, подразумевает выбор, который вынужден делать вид, например, между числом потомков и продолжительностью их жизни, размерами и т. д. Применительно к теме нашего обзора это означает, что поврежденные филлофагами растения в условиях ограниченности ресурсов «тратятся» либо на компенсационный рост, либо на защитные реакции. Наиболее подробно о трейдоффе говорится в работах [50–51].

В это же время в экологических исследованиях разной направленности начала активно использоваться классификация жизненной стратегии растений [52 и др.]. Это отразилось и на исследованиях взаимодействий филлофагов и кормовых растений, особенно за пределами лесной зоны. Так, известная модель баланса между углеродом и нутриентами, построенная на примере кустарничков бореальной зоны, предполагает, что растения расходуют свои ресурсы либо на защиту от фитофагов, либо на регенеративный рост в зависимости от своей видовой стратегии и внешних факторов (в первую очередь светового режима и плодородия почвы) [53]. Чуть позже была сформулирована гипотеза о том, что защита и регенерация – альтернативы, и растениям надо делать выбор, во что вкладывать запасные вещества и нутриенты [54].

В эти годы были начаты наши собственные исследования регенеративных процессов в кронах дуба разных типов дубрав на юго-востоке лесостепной зоны. Обобщение основных результатов содержится в монографии [55].

#### **1990–2000 гг.**

Продолжением и развитием наших исследований 1984–1995 гг. стали наблюдения за ростом и развитием корневых систем деревьев дуба с разной степенью дефолиации крон [56, 57]. О том, что подземные части растений изучены недостаточно, сообщают многие работы этого периода. Например, отмечено, что исследователи над- и подземных частей растений работают обособленно, отчего до сих пор не достигнут столь необходимый комплексный подход [58].

Главное, по нашему мнению, новое научное направление этого периода времени – прогнозирование последствий ожидаемых изменений климата для взаимодействия филофагов и их кормовых пород [59–61 и др.] Обзор наиболее заметных зарубежных публикаций по этой теме содержится в наших более ранних работах [55, 62, 63 и др.].

Имеющиеся фактические данные убедительно показывают значительное влияние на развитие популяций насекомых и их взаимоотношения с кормовыми породами аномальных погодных ситуаций и различных антропогенных воздействий.

#### **2000–2011 гг.**

Основное направление в заключительном периоде данного обзора, на наш взгляд, – констатация уже наблюдаемых изменений во взаимодействии филофагов и их кормовых пород, а также прогнозирование дальнейшего развития событий, особенно в связи с необходимостью выработки новой стратегии и тактики лесоводства и лесозащиты в условиях неопределенности, так как точность прогнозов невысока, да и не может быть высокой. Наиболее подробно эти проблемы рассмотрены в работах [64–66].

М. Айрес и М. Ломбардеро (M. Ayres, M. Lombardero), проанализировав 311 публикаций, пришли к выводу, что изменения климата могут привести к нарушению схемы воздействий фитофагов и патогенов на леса через: 1) прямое влияние на развитие и выживаемость фитофагов и патогенов; 2) физиологические изменения в защитной системе деревьев; 3) косвенный эффект через изменения обилия естественных врагов и конкурентов. По их мнению, даже умеренные изменения климата окажут быстрое влияние на распределение и обилие многих фитофагов и патогенов из-за их короткого жизненного цикла, мобильности, высокого репродуктивного потенциала и физиологической чувствительности к температуре. Кроме того, изменение вызываемых насекомыми и патогенами нарушений в лесу может вызвать обратную связь с климатом через воздействие на водный баланс и поток углерода в лесных экосистемах [64].

Похожие выводы сделал и Л. Хьюджес (L. Hedges): наблюдаемые и прогнозируемые изменения в физиологии, фенологии и распространении отдельных

видов способны изменить конкурентные и прочие взаимодействия между ними с последующими реакциями через обратные связи [65].

Наши 30-летние наблюдения показали существенные изменения в последнее десятилетие динамики численности некоторых насекомых-филлофагов в дубравах на юго-востоке лесостепи [55, 63]: зеленой дубовой листовертки и непарного шелкопряда. В то же время необычно сильно размножилась популяция дубовой широкоминирующей моли, 10 лет подряд повреждающей до 85 % площади листовой поверхности ранней и поздней феноформ дуба. Довольно высокая плотность ее популяции сохраняется до настоящего времени. В основе этих изменений, как мы полагаем, лежат климатические факторы.

В работе К. Бьоркмана с соавт. (С. Björkman et al.) предлагаются варианты новой стратегии и тактики лесозащиты в связи с зафиксированными и ожидаемыми изменениями фенологии и жизненного цикла филлофагов, способных давать вспышки массового размножения [66]. По мнению авторов, необходимо, во-первых, корректировать сроки лесозащитных мероприятий с учетом меняющейся фенологии как кормовых пород, так и филлофагов. Во-вторых, при этом или даже до этого оценивать степень возможного ущерба: очень вероятно, что вследствие изменившихся внешних условий вредоносность конкретных видов может быть больше или меньше, чем это представлялось ранее.

**Заключение.** Результаты собственных исследований и краткий обзор научной литературы приводят нас к заключению, что тема взаимодействия лесных насекомых-филлофагов и их кормовых древесных пород поистине неисчерпаема: комплексные исследования в течение нескольких десятилетий дали ответы на одни вопросы, стоявшие перед фундаментальной и отраслевой наукой, но поставили другие. Ситуация осложняется наблюдаемыми во многих регионах земли климатическими изменениями, способными нарушить сложившиеся взаимодействия между филлофагами и кормовыми породами: уже наблюдается сдвиг фенологических событий, у одних видов филлофагов перемещаются ареалы, у других – меняются жизненные циклы. Это требует пересмотра лесоводственной и лесозащитной стратегий с учетом изменившихся фенологических характеристик филлофагов и их кормовых пород, переоценки степени вредоносности первых и способности реагировать на повреждения вторых.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ (№ 12-04-01077).

#### **Библиографический список**

1. Сукачев, В.Н. О лесной биогеоценологии и ее основных задачах [Текст] / В.Н. Сукачев // Ботанический журнал. – 1955. – Т. 40. – № 3. – С. 327–338.
2. Основы лесной биогеоценологии [Текст] / под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылыса. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
3. Рафес, П.М. Вопросы защиты леса в исследованиях по лесоведению [Текст] / П.М. Рафес // Труды Института леса АН СССР, 1960. – Т. 48. – С. 3–6.

4. *Воронцов, А.И.* Биологические основы защиты леса [Текст] / А.И. Воронцов. – М.: Высш. шк., 1960. – 342 с.
5. *Воронцов, А.И.* Патология леса [Текст] / А.И. Воронцов. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 272 с.
6. *Рафес, П.М.* Массовые размножения вредных насекомых как особые случаи круговорота вещества и энергии в лесном биогеоценозе [Текст] / П.М. Рафес // Защита леса от вредных насекомых. – М.: Наука, 1964. – С. 3–57.
7. *Рафес, П.М.* Биогеоценологические принципы защиты леса от вредных насекомых [Текст] / П.М. Рафес // Лесоведение. – 1968. – № 3. – С. 43–55.
8. *Уткин, А.И.* Актуальные вопросы лесной биогеоценологии [Текст] / А.И. Уткин // Тр. МОИП. Серия «Биология», 1970. – Т. 38. – С. 215–236.
9. *Reichle, D.E.* Analysis of insect consumption in a forest canopy [Text] / D.E. Reichle, R.A. Goldstein, R.J. Van Hook, G.J. Dodson // Ecology. – 1973. – Vol. 54, no. 5. – P. 1076–1084.
10. *Уткин, А.И.* Площадь поверхности лесных растений: сущность, параметры, использование [Текст] / А.И. Уткин, Л.С. Ермолова, И.А. Уткина. – М.: Наука, 2008. – 292 с.
11. *Воронцов, А.И.* Критерии для назначения химической борьбы в лиственных насаждениях [Текст] / А.И. Воронцов // Вопросы защиты леса : сб. науч. тр. МЛТИ. – Вып. 15. – М., 1967. – С. 19–29.
12. *Семевский, Ф.Н.* Прогноз в защите леса [Текст] / Ф.Н. Семевский. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 71 с.
13. *Воронцов, А.И.* Критерии для обоснования химических мер борьбы с листогрызущими насекомыми [Текст] / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, М.А. Голосова // Вопросы лесозащиты. – М.: ЦНИИТЭИлеспрома, 1966. – С. 3–10.
14. Наставления по надзору, учету и прогнозу хвое- и листогрызущих насекомых в Европейской части РСФСР [Текст]. – М.: Минлесхоз РСФСР, 1988. – 84 с.
15. Наставление по принятию решений о целесообразности лесозащитных мероприятий в очагах хвое и листогрызущих насекомых в европейской части России. – М.: Минлесхоз РСФСР, 1988. – 11 с.
16. *Воронцов, А.И.* Роль листогрызущих насекомых в лесном биогеоценозе [Текст] / А.И. Воронцов, Е.Н. Иерусалимов, Е.Г. Мозолевская // Журн. общ. биол. – 1967. – Т. 28, № 2. – С. 172–188.
17. *Carlisle, A.* Litter fall, leaf production and the effects of defoliation by *Tortrix viridana* in a sessile oak woodland [Text] / A. Carlisle, A.H.F. Brown, E.J. White // J. Ecol. – 1966. – Vol. 54, no. 1. – P. 65–85.
18. *Иерусалимов, Е.Н.* Изменение прироста в смешанном дубняке при объединении листогрызущими насекомыми [Текст] / Е.Н. Иерусалимов // Лесн. журнал. – 1965. – № 6. – С. 53–55.
19. *Иерусалимов, Е.Н.* Влияние объединения верхнего полога листогрызущими насекомыми на некоторые элементы лесного биоценоза [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.Н. Иерусалимов. – М.: МЛТИ, 1967. – 18 с.
20. *Иерусалимов, Е.Н.* Зоогенная дефолиация и лесное сообщество [Текст] / Е.Н. Иерусалимов. – М.: Тов. науч. изд. КМК, 2004. – 263 с.
21. *Злотин, Р.И.* Роль животных в биологическом круговороте лесных экосистем [Текст] / Р.И. Злотин, К.С. Ходашева. – М.: Наука, 1974. – 200 с.

22. *Mattson, W.J.* Phytophagous insects as regulators of forest primary production *W.J. Mattson, N.D. Addy // Science*. – 1975. – Vol. 190, no. 4214. – P. 515–522.
23. *Рубцов, В.В.* Анализ взаимодействия листогрызущих насекомых с дубом [Текст] / В.В. Рубцов, Н.Н. Рубцова. – М.: Наука, 1984. – 182 с.
24. *Oleksyn, J.* Oak decline in the Soviet Union [Text] / J. Oleksyn, K. Przybyl // *Eur. J. Forest Patol.* – 1987. – Vol. 17, no. 6. – P. 321–336.
25. Состояние дубрав лесостепи [Текст] / под ред. А.Я. Орлова, В.В. Осипова. – М.: Наука, 1989. – 230 с.
26. *Stephens, G.R.* The relation of insect defoliation to mortality in Connecticut forests [Text] / G.R. Stephens // *Conn. Agr. Exp. Sta. Bull.* – 1971. – no. 723. – 16 p.
27. *Campbell, R.W.* Tree condition and mortality following defoliation by the gypsy moth [Text] / R.W. Campbell, H.T. Valentine // *USDA Forest Service Research Paper*. – 1972. – NE-236. – 331 p.
28. *Wargo, P.M.* Insects have defoliated my tree – now what's going to happen? [Text] / P.M. Wargo // *J. Arboriculture*. – 1978. – Vol. 4, no. 8. – P. 169–175.
29. *Мокроносов, А.Т.* Особенности фотосинтетической функции при частичной дефолиации растений [Текст] / А.Т. Мокроносов, Н.А. Иванова // *Физиология растений*. – 1971. – Т. 18, № 4. – С. 668–676.
30. *Мокроносов, А.Т.* Реакция фотосинтетического аппарата на повреждение листогрызущими насекомыми [Текст] / А.Т. Мокроносов, П.М. Рафес // *Проблемы онкологии и тератологии растений*. – Л.: Наука, 1975. – С. 175–177.
31. *Heichel, G.H.* CO<sub>2</sub> assimilation of primary and regrowth foliage of red maple (*Acer rubrum*) and red oak (*Quercus rubra*). Response to defoliation [Text] / G.H. Heichel, N.C. Turner // *Oecologia (Berlin)*. – 1983. – Vol. 57, no. 1. – P. 14–19.
32. *Домников Г.В.* Зоогенная дефолиация и вторичная вегетация древостоев в курских дубравах [Текст] / Г.В. Домников // *Гетеротрофы в экосистемах Центральной лесостепи*. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1979. – С. 105–122.
33. *Лохматов, Н.А.* Побегообразование и листовая поверхность дуба обыкновенного – летняка в условиях повреждений листогрызущими вредителями и поражений мучнистой росой в дубравах Харьковской обл. [Текст] / Н.А. Лохматов, Ц.М. Хашес, Л.Б. Михлина // *Тр. Харьковского СХИ*. – 1979. – Т. 263. – С. 61–71.
34. *Bumber, E.K.* Variations in sapwood starch level in some Australian forest species [Text] / E.K. Bumber, F.R. Humphreys // *Austral. Forest*. – 1965. – Vol. 29, no. 1. – P. 15–23.
35. *Staley, J.M.* Decline and mortality of red and scarlet oak [Text] / J.M. Staley // *Forest Sci.* – 1965. – Vol. 11, no. 1. – P. 2–17.
36. *Kozlowski, T.* Food relations in woody plants [Text] / T. Kozlowski, T. Keller // *Botan. Rev.* – 1966. – Vol. 32, no. 4. – P. 292–383.
37. *Kozlowski, T.* Tree physiology and tree pests [Text] / T. Kozlowski // *J. Forestry*. – 1969. – Vol. 67. – P. 118–122.
38. *Wargo, P.M.* Starch content in roots of defoliated sugar maple [Text] / P.M. Wargo, J. Parker, D. Houston // *Forest Sci.* – 1972. – Vol. 18, no. 3. – P. 203–204.
39. *Wargo, P.M.* Variation of starch content among and within roots of red and white oak trees [Text] / P.M. Wargo // *Forest Sci.* – 1976. – Vol. 22, no. 4. – P. 468–471.
40. *Wargo, P.M.* Starch storage and radial growth in woody roots of sugar maple [Text] / P.M. Wargo // *Can. J. Forest Res.* – 1979. – Vol. 9, no. 1. – P. 49–56.

41. *Webb, W.L.* Relation of starch content to conifer mortality and growth loss after defoliation by the Douglas-fir tussock moth [Text] / W.L. Webb // *Forest Sci.* – 1981. – Vol. 27, no. 2. – P. 224–232.
42. *Иерусалимов, Е.Н.* О содержании крахмала и жиров в повреждавшихся сосновым шелкопрядом деревьях сосны обыкновенной [Текст] / Е.Н. Иерусалимов // *Вопросы защиты леса : сб. научн. тр. МЛТИ.* – Вып. 65. – М., 1974. – С. 181–186.
43. *Иерусалимов, Е.Н.* Последствия повреждения дуба комплексом листогрызущих насекомых [Текст] / Е.Н. Иерусалимов // *Растительоядные животные в биогеоценозах суши : матер. Всесоюз. совещания.* – М.: Наука, 1986. – С. 76–84.
44. *Иерусалимов, Е.Н.* Запасные вещества в тканях дуба, поврежденного филлофагами [Текст] / Е.Н. Иерусалимов // *Лесоведение.* – 1988. – № 5. – С. 9–14.
45. *Баранчиков, Ю.Н.* Сходство функциональной роли насекомых-филлофагов а лесных биогеоценозах планеты [Текст] / Ю.Н. Баранчиков // *Общие проблемы биогеоценологии : тез. докл. II Всесоюз. совещ., Москва, 11–13 ноября 1986 г.* – М., 1986. – Кн. 1. – С. 252–253.
46. *Schowalter, T.D.* Herbivory in forested ecosystem [Text] / T.D. Schowalter, W.W. Hargrove, D.A. Crossley, Jr. // *Annual Rev. Entomol.* – 1986. – Vol. 31. – P. 177–196.
47. *Landsberg, J.* Levels of insect defoliation in forests: patterns and concepts [Text] / J. Landsberg, C. Ohmart // *TREE.* – 1989. – Vol. 4, no. 4. – P. 96–100.
48. *Singh, K.A.* Tree response to defoliation – a review [Text] / K.A. Singh, A.R. Desai // *Agric. Rev.* – 1998. – Vol. 19, no. 2. – P. 105–119.
49. *Гиляров, А.М.* Становление эволюционного подхода как объяснительного начала в экологии [Текст] / А.М. Гиляров // *Журн. общ. биол.* – 2003. – Т. 64, № 1. – С. 3–22.
50. *Stearns, S.C.* Trade-offs in life-history evolution [Text] / S.C. Stearns // *Funct. Ecol.* – 1989. – Vol. 3, no. 3. – P. 259–268.
51. *Kneitel, J.M.* Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and species coexistence [Text] / J.M. Kneitel, J.M. Chase // *Ecology Letters.* – 2004. – Vol. 7, no. 1. – P. 69–80.
52. *Grime, J.P.* Plant strategies and vegetation processes [Text] / J.P. Grime. – N.Y.: John Wiley and Sons, 1979. – 222 p.
53. *Bryant, J.P.* Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory [Text] / J.P. Bryant, F.S. Chapin, III, D.R. Klein // *Oikos.* – 1983. – Vol. 40. – P. 357–368.
54. *Meijden, E. van der.* Defence and regrowth, alternative plant strategies in the struggle against herbivores [Text] / E. van der Meijden, M. Wijn, H.J. Verkaar // *Oikos.* – 1988. – Vol. 51. – P. 355–363.
55. *Рубцов, В.В.* Адаптационные реакции дуба на дефолиацию [Текст] / В.В. Рубцов, И.А. Уткина. – М.: Гриф, 2008. – 302 с.
56. *Мамаев, В.В.* Влияние дефолиации крон дуба на ростовую активность поглощающих корней [Текст] / В.В. Мамаев, В.В. Рубцов, И.А. Уткина // *Лесоведение.* – 2001. – № 5. – С. 43–49.
57. *Мамаев, В.В.* Сезонная динамика ростовой активности поглощающих корней при повторяющихся дефолиациях пойменных дубрав [Текст] / В.В. Мамаев, В.В. Рубцов, И.А. Уткина // *Лесоведение.* – 2002. – № 5. – С. 39–43.
58. *Rinker, H.B.* Literature review: canopy herbivory and soil ecology, the top-down impact of forest processes [Text] / H.B. Rinker, M.D. Lowman, M.D. Hunter, T.D. Schowalter, S.J. Fonte // *Selbyana.* – 2001. – Vol. 22, no. 2. – P. 225–231.

59. Лямцев, Н.И. Прогнозирование динамики очагов непарного шелкопряда [Текст] / Н.И. Лямцев // Лесоведение. – 1997. – № 4. – С. 29–39.

60. Исаев, А.С. Оценка характера взаимодействий «лес – насекомые» в лесах бореальной зоны в ходе возможных климатических изменений [Текст] / А.С. Исаев, Т.М. Овчинникова, Е.Н. Пальникова и др. // Лесоведение. – 1999. – № 6. – С. 39–44.

61. Лямцев, Н.И. Влияние климата и погоды на динамику численности непарного шелкопряда в европейской России [Текст] / Н.И. Лямцев, А.С. Исаев, Н.В. Зукерт // Лесоведение. – 2000. – № 1. – С. 62–67.

62. Уткина, И.А. Изменение климата и его последствия для взаимоотношений фитофагов с растениями [Текст] / И.А. Уткина, В.В. Рубцов // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2009. – № 5. – С. 165–175.

63. Рубцов, В.В. Филлофаги лесных экосистем в условиях изменяющегося климата [Текст] / В.В. Рубцов, И.А. Уткина // Вестник Марийского государственного технического университета. Лес, экология, природопользование. – 2010. – № 3. – С. 3–15.

64. Ayres, M.P. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens [Text] / M.P. Ayres, M.J. Lombardero // The Science of the Total Environment. – 2000. – Vol. 262, no. 3. – P. 263–286.

65. Huges, L. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? [Text] / L. Huges // TREE. – 2000. – Vol. 15, no. 2. – P. 56–61.

66. Björkman, C. Insect pests in future forests: more severe problems? [Text] / C. Björkman, H. Bylund, M.J. Klapwijk, I. Kollberg, M. Schroeder // Forests. – 2011. – Vol. 2. – P. 474–485.

---

**Введение.** Выполнен обзор основных направлений исследований взаимодействия лесных насекомых-филлофагов с их кормовыми древесными породами начиная с середины XX в. до настоящего времени. Весь рассматриваемый период разделен на несколько условных, частично перекрывающихся, промежутков времени, так как многие направления исследований продолжают несколько десятилетий.

В 1950–1960-е гг. была завершена работа академика В.Н. Сукачева по созданию биогеоценологии – научного направления на стыке нескольких естественнонаучных дисциплин. Основную задачу лесной биогеоценологии В.Н. Сукачев сформулировал как изучение всех взаимосвязей и взаимодействий компонентов леса. Специалистами по лесной энтомологии были сформулированы биогеоценологические принципы защиты леса от вредных насекомых на основе анализа результатов отечественных и зарубежных исследований.

В 1960–1970-е гг. действовала Международная биологическая программа (МБП, 1964–1974 гг.), способствовавшая массовым биогеоценологическим исследованиям самой разной направленности. В рамках МБП по единой методике была собрана информация о движении и распределении потоков органического вещества в природных сообществах и о процессах взаимодействия между компонентами биогеоценозов. Оценки влияния насекомых на состояние лесонасаждений приобрели не только прикладное (потери прироста стволовой древесины), но и теоретическое (показатели первичной биологической продуктивности) значение.

В 1970–1980-е гг., при продолжении работ по МБП и следующим за ней программам, более пристальное внимание стало уделяться компенсационным процессам в кронах: регенеративному побего- и листообразованию, изменению физиологических процессов у деревьев, перенесших повреждения листвы разной степени – интенсивности фотосинтеза оставшейся и вновь отросшей листвы, накоплению и распределению запасных веществ в древесине стволов и корней.

В 1980–1990-е гг. произошло обобщение результатов исследований предыдущих лет. Было показано, что насекомые-филлофаги обычно отчуждают около 5–15 % от общей листовой поверхности и не оказывают заметного влияния на продукционный процесс, но играют решающую роль в развитии экосистемы при массовых размножениях. В это же время начинается оценка углеродных потоков в экосистемах, а концепция адаптивной стратегии растений используется для характеристики реакций деревьев и других растений на внешние факторы, включая воздействие насекомых-вредителей.

Период 1990–2000-х гг. – это преимущественно пора прогнозирования возможно-го влияния изменений климата на растения, животных и их взаимодействия на разных трофических уровнях. Особое внимание уделено реакциям корневых систем на повреждения надземных частей растений. Ряд исследователей высказывают мнение, что по-прежнему отсутствует координация в работах по изучению процессов в верхних и нижних частях лесных сообществ.

Последний период данного обзора (примерно с 2000 г. по настоящее время) – это время массовой фиксации изменений климата и их влияния на участников мультитрофных взаимодействий. В условиях неопределенности, когда мы не знаем точно, насколько серьезными могут оказаться прогнозируемые изменения, перед лесоводством и лесозащитой возникает серьезная проблема – выработать новую стратегию с учетом изменившейся внешней среды.

**Заключение.** Взаимодействия насекомых-филлофагов с их кормовыми деревьями относятся к наиболее интересным и трудным разделам естествознания. Были выполнены многочисленные исследования по последовательно развивающимся направлениям, собрано огромное количество данных. Но мы до сих пор не можем утверждать, что проблема полностью раскрыта. Участники этих взаимодействий очень разнообразны в своих жизненных циклах, потребностях к условиям местообитания и т. д. Сложность проблемы усугубляется нарушениями связей вследствие происходящих и прогнозируемых изменений климата. Это особенно важно на фоне неопределенности, в которой лесоводство и лесозащита должны выработать новую стратегию.

\* \* \*

Principal directions of research on interactions between forest phyllophagous insects and their host trees are reviewed for the period since the middle of the 20<sup>th</sup> century up to date. The considered period is divided into several approximate time intervals partially overlapping because many of the discussed studies were accomplished during decades.

In the 1950–1960s, Academician V.N. Sukachev finished his main work – the development of biogeocenology, a scientific direction arised at the interfaces of several branches of natural sciences. The principal task of the forest biogeocenology was formulated by V.N. Sukachev as studies on all relations and interactions of forest components. Specialists on forest entomology and forest management developed biogeocenotic principles of forest protection against pest insects based on the analysis of results of Soviet and foreign observations.

In the **1960–1970s**, the International Biological Programm (IBP, 1964–1974) was performed. It provoked large-scale biogeocenotic investigations in various directions and in many countries. In the context of IBP, the information about flow and distribution of organic matter was gathered using integrated methods in natural communities over the world. The assessment of insect impact on the state of forest stands received not only economic (the loss of merchantable stem wood) but also fundamental (parameters of primary biological productivity) value.

In the **1970–1980s**, when IBP and successive programs were active, significant attention was paid to the compensatory processes in crowns of defoliated trees: regenerative shoot and leaf formation, changes in physiological processes under defoliation of different levels – the rate of photosynthesis in primary and regrowth leaves, accumulation and distribution of reserved matters in stem and root wood.

In the **1980–1990s**, the results of studies conducted over previous periods were summarized. It was shown that phyllophagous insects usually consume approximately 5–15 % of total leaf area and have no significant impact on the production process, but play the key role in ecosystem development under mass outbreaks' conditions. At the same time, the evaluation of carbon flows within ecosystems began, and the concept of plant adaptive strategy was used to characterize the responses of trees and other plants to environmental factors, including pest attacks.

The period of the **1990–2000s** is mainly the time of forecasting the possible impact of climate change on plants, animals, and their interactions at different trophic levels. The special attention was paid to responses of root systems to the damage of the above-ground tree parts. Some researchers noted that there were no coordination in studies on top and down processes in forest communities.

The last period of the review, approximately from **2000 up to date**, is the time of broad-scale fixation of climatic changes and their influence upon the participants of the multi-trophic interactions. A serious problem for forest protection development arises under the conditions of uncertainty, when we do not know exactly how significant forecasted changes may be.

**Conclusion.** The interactions between phyllophagous insects and their host trees belong to the most interesting and difficult part of natural sciences. The chain of successively developed directions of research has been accomplished, a great set of data has been gained, but we cannot say that the problem is fully understood. The participants of these interactions have very different life histories, demands to the site conditions, and so on. The complexity of the problem is aggravated now by interrupting relations under observed and forecasted climate change. It is especially important to intensify the studies in the context of uncertainty for silviculture and forest protection which are needed to reconstruct their policy.

УДК 595.768.24:630\*453

*Светлана Арнольдовна Кривец*, кандидат биологических наук, доцент,  
krivec@inbox.ru, *Институт мониторинга климатических  
и экологических систем СО РАН*

## ЗАМЕТКИ ПО ЭКОЛОГИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА *POLYGRAPHUS PROXIMUS* BLANDFORD (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Уссурийский полиграф, экология, Западная Сибирь.**

**Fir bark beetle, *Polygraphus proximus*, ecology, West Siberia.**

**Введение.** Уссурийский (белопихтовый) полиграф *Polygraphus proximus* Blandford, 1894, новый опасный вредитель пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb., в Западной Сибири впервые обнаружен в 2008 г. на территории Томской обл. [1, 2]. К настоящему времени установлено широкое распространение этого инвазийного вида в центральных и восточных районах южной части области, где сосредоточены наиболее крупные массивы пихтарников.

Экология *P. proximus* в районах инвазии изучена недостаточно. Сведения по Московской обл., где уссурийский полиграф повреждал искусственные насаждения пихты, приведены Е.А. Чилахсаевой [3]. Основополагающие данные для Красноярского края содержатся в публикациях Ю.Н. Баранчикова с соавторами [1, 4–5]. Для Томской обл. некоторые результаты исследований опубликованы в наших сообщениях [2, 6, 7].

Цель данной работы – освещение отдельных аспектов экологии уссурийского полиграфа (биотопической приуроченности, пищевых связей, развития короедной семьи, демографических показателей) в равнинных лесах юго-востока Западной Сибири – одного из регионов-реципиентов инвазии.

**Материал и методы.** Исследования проведены в 2008–2011 гг. в южной части Томской обл. на территории Тимирязевского и Томского лесничеств Томского управления лесами, в эксплуатационных темнохвойных лесах и насаждениях особо охраняемых природных территорий регионального значения, расположенных в радиусе 30–40 км от г. Томска. В Тимирязевском лесничестве обследованы леса Калтайского участкового лесничества и Зоркальцевского кедрового урочища Темерчинского участкового лесничества. В Томском лесничестве – насаждения Межениновского участкового лесничества, Протопоповского, Белоусовского и Аксеновского кедровых урочищ Богашевского участкового лесничеств, Ларинского ландшафтного заказника в Коларовском

участковом лесничестве. Также обследованы местообитания уссурийского полиграфа в парках г. Томска.

Наблюдения и учеты проводились в разные годы с середины апреля до середины сентября. Атакованные жуками живые деревья пихты определялись по наличию смоляных натеков и входных отверстий на коре, свежеселенные деревья – по буровой муке, отработанные в разной степени короедом – по наличию летных отверстий в коре.

Для установления основных демографических показателей уссурийского полиграфа было изучено семь деревьев-моделей из категории свежего сухостоя по общепринятой методике лесопатологического обследования хвойных древостоев [8]. Анализ моделей проводился по трем круговым палеткам на дерево. Отрезки ствола длиной 25–30 см, выпиленные в середине каждой трети района поселения, тщательно исследовались в лаборатории, с подсчетом летных отверстий на коре, затем, при снятии коры, последовательно всего подкорового населения, брачных камер и маточных ходов, с измерением последних и учетом на них яйцевых камер.

Статистическая обработка количественных данных проведена с использованием пакетов программ *Microsoft Excel 2003* и *Statistica*.

Исходная информация о погоде в Томске в период исследований получена из архива сервера «Погода России» (<http://meteo.infospace.ru>).

**Результаты и обсуждение.** В Томской обл. уссурийский полиграф обнаружен в чистых пихтарниках и темнохвойных пихтово-кедрово-еловых лесах с примесью осины и березы, с различным участием и возрастом пихты в составе древостоев разнотравной группы типов леса (табл. 1), в широколиственных и разнотравных припоселковых кедровниках, с подростом пихты и с единичным ее присутствием в древостое (табл. 2) и в искусственных посадках пихты сибирской в г. Томске. Жуки также были найдены в Томске на неошкуренных лесоматериалах пихты в пунктах отправки древесины в регионы-импортеры.

Таблица 1

**Таксационные показатели темнохвойных насаждений Томской области, в которых был обнаружен уссурийский полиграф в 2010-2011 гг.**

№	Состав древостоя	Бонитет	Полнота	Средний возраст пихты, лет	Средняя высота пихты, м	Средний диаметр пихты, см
<b>Тимирязевское лесничество</b>						
1	3П2Е2К2Б1Ос	III	0,6	140	23	28
2	5П2К1Е2Б	I	0,7	70	22	26
3	5П2Е2К1Б	III	0,5	125	23	26
4	4П1Е1К3Ос1Б	II	0,6	55	18	16
<b>Томское лесничество</b>						
5	6П1Е2ОС1Б	II	0,6	75	22	24
6	9П1Б	II	0,7	100	23	26
7	10П+К	II	0,7	90	22	24
8	3П5Б2Ос	I	0,6	90	24	28
9	4П4К1Б1П	II	0,9	60/45	24/13	30/12

**Таксационные показатели насаждений припоселковых  
кедровников – памятников природы Томской области,  
в которых был обнаружен уссурийский полиграф в 2008–2011 гг.**

Кедровник	Состав древостоя	Бонитет	Полнота	Состав подроста	Возраст пихты, лет
Аксеновский	8К2П+Е	III	0,6	6П2Е2К	древостой – 100, подрост – 30
Белоусовский	10К+Е+С	III	0,9	6К4Е ед.П	30
Зоркальцевский	10К	II	0,6	8П2Е	30
Протопоповский	10К+С+Е ед.П	III	0,7	7Е1К1П1Б	подрост – 30

В лесах Западной Сибири в настоящее время развитие уссурийского полиграфа отмечено исключительно на пихте сибирской *Ab. sibirica* Ledeb. В пределах первичного ареала он питается на хвойных растениях не только из рода *Abies*, но и *Pinus*, *Picea*, *Larix* [9]. В районах инвазии в европейской части России, кроме пихты сибирской и пихты бальзамической *Abies balsamea* (L.) Mill., заселяет ель европейскую *Picea abies* (L.) Karst. [3, 10]. В лабораторных экспериментах, проведенных аспирантом ИМКЭС СО РАН И.А. Керчевым (в печати), *P. proximus* проходил полный цикл на кедре сибирском *Pinus sibirica* Du Tour, ели сибирской *Picea obovata* Ledeb. и лиственнице сибирской *Larix sibirica* Ledeb. Однако в естественных условиях западносибирской тайги, при наличии в древостое других темнохвойных пород, заселение их уссурийским полиграфом не выявлено.

В насаждениях полиграф поселяется в первую очередь на ветровале, буреломе, деревьях IV и V классов Крафта, на угнетенном подросте, на деревьях, сильно пораженных ржавчинным раком пихты *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) J. Schröt., на ослабленных деревьях, растущих вблизи транспортных магистралей.

При массовом появлении жуки атакуют и внешне здоровые деревья с развитой зеленой кроной, что выражается в смоляных натеках на стволах, как проявлении защитной реакции дерева. Такие натеки можно наблюдать на деревьях разного возраста, диаметра, высоты и жизненного состояния. Наличие и количество натеков смолы может свидетельствовать, с одной стороны, о степени устойчивости или физиологического ослабления дерева, с другой стороны, об уровне численности короеда в насаждении. При вскрытии коры живых деревьев в местах натеков обнаруживаются некрозы флоэмы, вызванные внесенными жуками деревоокрашивающими грибами, снижающими сопротивляемость дерева к последующему заселению [11].

В Ларинском заказнике, пихтовые древостои которого сильно пострадали от стволовых насекомых, следы атак *P. proximus* несли на своей коре 84 % живых и усохших деревьев на пробной площади. В очаге массового размножения уссурийского полиграфа в Межениновском участковом лесничестве при обследовании поврежденного пихтового древостоя смоляные натеки присутствовали на

97 % учтенных деревьев; из них 39 % составили деревья, отбившие атаки полиграфа, 14 % – свежезаселенные и 44 % к моменту учета были уже отработаны ствольными насекомыми.

При анализе срубленного в этом насаждении здорового модельного дерева с попытками поселения *P. proximus* было установлено, что в комлевой части ствола смоляных натеков было в 1,7–3 раза больше, чем в срединной и вершинной трети (3,3, 1,1 и 1,4 на 1 дм<sup>2</sup>, соответственно), что свидетельствует о предпочтении жуками в начальный период освоения дерева района толстой коры.

На примере свежезаселенного дерева в Ларинском заказнике показано, что успешное заселение пихты сибирской уссурийским полиграфом начинается также с нижней части ствола, где в коре мало волдырей и смоляных ходов с жидкой живицей. Единичные живые жуки под корой были найдены на первых метрах комлевой части, хотя попытки поселения предпринимались почти на всю высоту дерева. Общая площадь некрозов флэзмы в нижней части этого дерева составила 25,6 % – видимо, это критическая степень повреждения луба грибами, необходимая и достаточная для начала заселения дерева уссурийским полиграфом. Комлевая приуроченность первичных экологических группировок стволовых насекомых на пихте, связанная с особенностями ее смолывыделительной системы, – специфическая черта формирования подкорового населения этого вида хвойных [12].

В мае–июне 2011 г. в Протопоповском припоселковом кедровнике был проведен учет смоляных натеков на доступной для осмотра высоте 0–2 м по всей окружности ствола на 28 незаселенных стоящих деревьях пихты с диаметром на высоте 1,3 м от 10,2 до 73,9 см. На деревьях с диаметром 14–18 см отмечена относительно более высокая плотность натеков (1,8–2,4 шт./дм<sup>2</sup>), по сравнению с деревьями других диаметров. Поселение полиграфа с выброшенной из гнезда буровой мукой на поверхности коры и на окружающей дерево траве было обнаружено к концу июня лишь на одном дереве – диаметром 37 см с абсолютным числом учтенных в мае натеков 100 шт. и их плотностью 1,4 шт./дм<sup>2</sup> в комлевой части ствола.

Экология развития уссурийского полиграфа изучена слабо. Однозначного мнения о числе генераций нет. А.И. Куренцов [13] для юга Приморья указывал два поколения *P. proximus* в течение вегетационного периода, а для Хабаровского края предполагал одну генерацию. Г.О. Криволицкая [9, с. 128] на Сахалине наблюдала в конце августа – начале сентября частичный вылет ранних жуков 2-го поколения и основание ими новых гнезд, в которых развиваются личинки, уходящие на зимовку вместе с жуками из более поздних гнезд, не вылетающими из-под коры. По-видимому, так же развивается уссурийский полиграф в равнинной части Западной Сибири: под корой пихты зимуют жуки, личинки разного возраста и даже куколки (как это было отмечено для Красноярского края [1, 5]), т. е. можно предполагать развитие в течение вегетационного периода полного первого и частично второго поколения. Данные, подтверждающие зимовку жуков в подстилке, отсутствуют.

Зимующие на стоящих деревьях насекомые способны переносить низкие температуры. В годы наших исследований среднесуточная температура воздуха в зимние месяцы опускалась до –37,3 °С. На трех деревьях в Межениновском

участковом лесничестве ранней весной (14.04.2011 г.) было подсчитано соотношение фаз живых перезимовавших особей полиграфа: взрослые жуки составили 70,5 %, личинки – 29,5 % .

Весенняя активизация перезимовавших жуков под корой в зависимости от температуры окружающей среды может проходить довольно быстро. В аномально раннюю весну 2011 г., когда температура воздуха в Томске в дневные часы поднималась в апреле до +26 °С (рекорд за весь период метеонаблюдений), при среднемесячной температуре +6,5 °С, жуки из-под коры отрезков стволов пихты, заготовленных в Межениновском участковом лесничестве 14 апреля и перенесенных в лабораторию с постоянной температурой воздуха +22 °С, стали вылетать уже 15 апреля. В Протопоповском кедровнике жуки активно разлетались 12.05.2011 г. при температуре воздуха +23 °С во время снятия коры со срубленного модельного дерева.

Прямые наблюдения за летом перезимовавших жуков в районе наших исследований отсутствуют. Литературные сведения по этому вопросу немногочисленны. В районах естественного ареала на Дальнем Востоке России сроки лета зависят от условий местообитания, массовый весенний лет проходит в среднем в последней декаде мая, а в целом лет может растянуться до первой декады июля [9, 13]. Как отмечает Ю.Н. Баранчиков с соавт. [5], в Красноярском крае в инвазионных очагах вредителя в районе пос. Козулька лет жуков в 2010 г. был достаточно дружный в конце мая – начале июня и закончился в первую неделю июня, позже летели лишь единичные особи.

В условиях Томской обл. лет уссурийского полиграфа характеризуется нами по результатам отлова в барьерные ловушки, использованные в 2008–2009 гг. в припоселковых кедровниках в экспериментах по феромонному мониторингу шестизубчатого кородея *Ips sexdentatus* Воетп. Наряду с другими нецелевыми видами насекомых, уссурийский полиграф также попадался в эти ловушки. Результаты отлова могут служить ориентировочным показателем интенсивности, общих сроков лета и их зависимости от погодных условий.

В 2008 г. в Протопоповском кедровнике интенсивный лет полиграфа в ловушки, ввешенные 13.05, наблюдался с середины мая до начала июня (табл. 3), при среднедневной температуре воздуха +16,4 °С. В этот период погода была благоприятной для лета, особенно во второй декаде мая, когда среднедневная температура составила +19,4 °С (от +10,8 до +26,1 °С в разные дни). В целом, из 20 учетных дней 8 дней были с температурой около или выше 20 °С и лишь четыре дня – с осадками.

Активность лета резко снизилась в первую декаду июня при увеличении количества дней с осадками (из десяти учетных дней пять были дождливыми), несмотря на достаточно высокую среднедневную температуру (+17,9 °С при вариации от +11,7 до +23,4 °С в разные дни). Дальнейшее снижение активности лета происходило во вторую декаду июня на фоне ливневых осадков и понижения среднедневной температуры (+16,8 °С). В теплую (+22,1 °С) и сухую погоду третьей декады июня жуки ловились единично, в июле в ловушках уже не отмечались.

**Результаты отлова уссурийского полиграфа в барьерные ловушки**

Период учета	Протопоповский кедровник, 2008 г.	Белоусовский кедровник, 2009 г.
13–21 мая	172	4
22 мая – 1 июня	151	3
2–11 июня	12	12
12–19 июня	2	1
20 июня – 2 июля	1	0
3–15 июля	0	0

В 2009 г. в аналогичный период экспонирования ловушек в Белоусовском кедровнике (табл. 3) особенности погоды отразились и на лете уссурийского полиграфа. С середины до конца мая стояла прохладная погода – средненедельная температура воздуха во второй декаде +14,4 °С, в третьей декаде +12,1 °С, восемь дней – с осадками. Для лета были благоприятны лишь два теплых и сухих дня в середине и два дня – в конце мая. Интенсивность лета увеличилась в первой декаде июня на фоне повышения средненедельной температуры воздуха (+19,8 °С) и уменьшения осадков (из 10 учетных дней всего два дня с осадками). Вторая декада июня, когда наблюдался единичный лет, вновь была прохладная (средненедельная температура +13,8 °С) и дождливая (из восьми учетных дней пять были с осадками). Последний жук прилетел, скорее всего, 11 июня, в самый теплый день декады (+24 °С). В остальные дни второй половины июня температура не поднималась выше +18,8 °С, жуки в ловушках не попадались.

Общая продолжительность лета жуков перезимовавшей части популяции, по-видимому, составляет около одного – полутора месяцев.

Полученные за два сезона данные о лете *P. proximus*, естественно, не могут учесть всего разнообразия погодных условий в районе исследований. Необходимо дальнейшие специальные исследования этого аспекта в рамках полевых экспериментов. Судя по количеству жуков, попавших в ловушки, и в 2008, и в 2009 г. лет мог начаться уже в последних числах первой декады мая, когда среднесуточная температура воздуха составляла от +12 до +22 °С, при наборе суммы положительных температур к началу лета 140...160 °С. Таким образом, уссурийский полиграф вполне адаптировался к погодным условиям Западной Сибири, демонстрируя такой же сезонный ритм, как и местные виды короедов [12]: начало лета при ранней весне в первой–второй декаде мая и дальнейшее быстрое увеличение его интенсивности в благоприятных условиях, что необходимо учитывать при защите заготовленной древесины в очагах.

Сроки начала образования гнезд из-за растянутого лета жуков различаются. Так, например, в 2011 г. они варьировали с третьей декады мая (23–25 мая в Зоркальцевском кедровнике) до третьей декады июня (23 июня в Ларинском заказнике).

Демографические показатели уссурийского полиграфа, определенные на свежесохших деревьях, приведены в табл. 4. Насаждения в Калтайском и Межениновском участковых лесничествах представляют действующие очаги

полиграфа, в Богашевском и Темерчинском участковых лесничествах – припоселковые кедровники с единичным участием пихты в составе древостоя.

Как видно из табл. 4, деревья были заселены почти по всей боковой поверхности, кроме вершинных 1–3 метров. Плотность поселения родительского поколения на дереве достигает достаточно высоких значений и в разных насаждениях может отличаться в 2–3 раза. Самые высокие рассчитанные значения плотности поселения (23,2 шт./дм<sup>2</sup>) и короедного запаса (более 40 тыс. жуков на дереве) установлены в Протопоповском припоселковом кедровнике и могут быть связаны не столько с крупными размерами заселенного дерева, сколько с малой представленностью пихты в насаждении, что приводит к высокой концентрации короедов на дереве.

Таблица 4

**Показатели *Polygraphus proximus* на дереве в насаждениях Томской области**

Показатель	Участковые лесничества							
	Калтайское		Межениновское			Богашевское	Темерчинское	
Дата учета	20.08.10		14.04.11			12.05.11	18.07.11	
Номер дерева	1	2	3	4	5	6	7	
Высота дерева, м	12	18,8	16,3	22,8	18,7	25,4	19,2	
Диаметр <sub>1,3</sub> в коре, см	15,7	18,8	23,9	23,0	21,5	42,0	18,2	
Район поселения, м	0–10,4	0–18,0	0,3–14,3	0–21,7	0,5–17,5	0–24,9	0–15,9	
Плотность поселения, шт./дм <sup>2</sup> :								
	семей	3,52	5,11	4,26	2,98	3,71	7,55	6,73
	самок	9,50	9,93	9,24	6,05	8,40	15,66	10,17
	всего	13,02	15,04	13,50	9,03	12,11	23,21	16,90
Короедный запас, шт./дер.:								
	самцов	1068	3428	3038	2875	2809	13095	3869
	самок	2879	6665	6588	5827	6361	27142	5839
	всего	3947	10093	9626	8702	9170	40237	9708
Кормообеспеченность, дм <sup>2</sup> :								
	семьи	0,28	0,20	0,23	0,48	0,27	0,13	0,14
	потомства	0,11	0,10	0,11	0,24	0,12	0,06	0,09
самки								
Длина маточного хода, см*	1,94±0,88	1,97±0,84	2,67±0,85	1,93±0,59	2,31±0,85	2,88±1,42	2,39±0,94	
Яйцевых камер на 1 см хода*	9,50±2,54	9,71±2,32	9,80±2,64	12,97±1,67	12,50±1,83	10,27±1,54	15,43±2,87	

\* Приведено среднее значение ± стандартное отклонение.

В литературе крайне мало сведений о плотности поселения *P. proximus* на дереве. Г.О. Криволуцкая [9, с. 63] приводит для пихты сахалинской единичное наблюдение: 12 гнезд на палетку 10 на 49 см в комлевой части дерева, т. е. плотность семей составляла 2,45 шт./дм<sup>2</sup>. Е.А. Чилахсаева [3] сообщает, что на деревьях пихты в обследованном ею насаждении в Московской обл. «гнезда располагались под корой плотно, на 10 кв. дм приходилось в среднем 4 гнезда» (с. 40). По-видимому, здесь ошибка в расчете площади палетки, скорее всего, это количество гнезд на 1 дм<sup>2</sup>.

Полученные нами данные о численности уссурийского полиграфа (табл. 4), можно сравнить с показателями численности другого вида из рода *Polygraphus* – пушистого полиграфа *Polygraphus poligraphus* (L.), для которого разработаны критерии оценки плотности поселения [14]. У последнего вида плотность поселения при числе брачных камер 3,0 и менее и числе маточных ходов 9,0 и менее на 1 дм<sup>2</sup> считается низкой; при числе брачных камер 3,1–5,0 и маточных ходов 9,1–15,0 – средней, а при числе брачных камер 5,1 и более и маточных ходов 15,1 и более – высокой. На изученных нами деревьях плотность поселения *P. proximus* варьирует от низкой до высокой.

Судя по количеству маточных ходов в гнезде, семья уссурийского полиграфа в лесах равнинной части Западной Сибири состоит из одного самца и, как правило, двух самок. Половой индекс варьирует от 1,51 до 2,7, в среднем составляет 2,1 самки на одного самца. Маточные ходы на стоящем дереве очень изменчивы по форме и своему расположению: от почти поперечных скобок и галочек до косых и продольных извилистых линий на основной поверхности ствола и U-образных около сучков. Длина одного маточного хода на исследованных деревьях невелика (табл. 4), максимальная отмеченная длина хода за весь период исследований – 8,5 см. На 1 см маточного хода приходится от  $9,50 \pm 2,54$  до  $15,43 \pm 2,87$  яйцевых камер.

Продолжительность развития различных фаз и всего дочернего поколения уссурийского полиграфа в природных условиях Западной Сибири, как и в целом для районов инвазии, не выяснена, и в этом отношении требуется проведение полевых экспериментов. Сложность изучения этого аспекта связана с перекрыванием фаз развития и поколений в течение вегетационного периода, что отмечала еще Г.О. Криволуцкая на Сахалине [9], объясняя ее зимовкой личинок, растянутостью лета и способностью короедов к повторному размножению. Данное положение подтверждает анализ двух модельных заселенных деревьев пихты, проведенный нами в июле 2011 г. Первое дерево срублено в очаге *P. proximus* в Межениновском участковом лесничестве 07.07.2011; соотношение фаз развития полиграфа: жуки родительского поколения – 71,9 %, личинки – 8,3 %, куколки – 4,2 %, молодые жуки дочернего поколения – 15,6 %. Второе дерево – буреломное в Аксеновском кедровнике; соотношение фаз в конце июля (26.07.2011 г.): личинки разного возраста – 48,3 %, куколки – 36,5 %, молодые жуки дочернего поколения – 11,9 %, старые жуки родительского поколения – 3,3 %.

В связи с вышеуказанными особенностями развития *P. proximus* определение численности нового поколения представляет непростую задачу. В осеннее время и рано весной (до вылета жуков) на коре заселенных деревьев мы наблюдали многочисленные летные отверстия жуков дочернего поколения (до 90 шт./дм<sup>2</sup>), однако их учет не дает возможности определить общую продукцию и энергию размножения, поскольку под корой остаются зимующие особи. Наиболее точные данные получены нами при анализе трех модельных деревьев, спиленных в Межениновском лесничестве 14.04.2011 г. На палетках в лаборатории были полностью подсчитаны зимующие особи всех фаз развития, брачные камеры, маточные ходы и образовавшиеся в прошлом году летные отверстия. Суммарное количество летных отверстий и живых особей полиграфа составило в среднем 52,9 шт./дм<sup>2</sup>, что в 4,7 раза превышало среднюю плотность родительского поколения (11,3 шт./дм<sup>2</sup>). Дальнейшие исследования этого аспекта необходимо направить на выяснение роли различных факторов смертности в формировании короедного прироста популяции.

### **Выводы**

1. Уссурийский полиграф *P. proximus* Blandf. в настоящее время широко распространен в южных районах Томской области в чистых пихтарниках и поддоминантных темнохвойных лесах, в припоселковых кедровниках и городских насаждениях.

2. Как и в других районах инвазии, на юго-востоке Западно-Сибирской равнины уссурийский полиграф способен наряду с валежником, угнетенными и фаутными деревьями заселять внешне здоровые деревья пихты сибирской и формировать очаги массового размножения с высокими показателями патологического отпада.

3. *Polygraphus proximus* адаптировался к погодным условиям Западной Сибири и имеет такой же сезонный ритм, как и местные виды короедов. При ранней весне лет жуков начинается в первой–второй декаде мая, в благоприятных условиях наблюдается быстрое увеличение его интенсивности, что необходимо учитывать при защите заготовленной древесины в очагах.

4. Плотность поселения полиграфа на пихте сибирской в равнинных лесах Западной Сибири может достигать высоких значений (20 шт./дм<sup>2</sup> и более) и в разных насаждениях отличается в 2–3 раза.

Автор признателен И.А. Керчеву и В.А. Анисимову за помощь в сборе и обработке материала. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 12-04-00801-а и № 12-04-10089-к.

### **Библиографический список**

1. Баранчиков, Ю.Н. О профессионализме при определении насекомых: как просмотрели появление нового агрессивного вредителя пихты в Сибири [Текст] / Ю.Н. Баранчиков, С.А. Кривец // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. – Абакан: ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2010. – Вып. 14, т. 1. – С. 50–52.

2. *Кривец, С.А.* Уссурийский полиграф – новый опасный вредитель хвойных лесов Томской области [Текст] / С.А. Кривец, И.А. Керчев // ГЕО-Сибирь-2011. Т.3. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью. Ч. 2 : сб. матер. VII Междунар. науч. конгресса, 19–29 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2011. – С. 211–215.
3. *Чилахсаева, Е.А.* Первая находка *Polygraphus proximus* (Coleoptera, Scolytidae) в Московской области [Текст] / Е.А. Чилахсаева // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отдел биол. – 2008. – Т. 113, № 6. – С. 39–42.
4. *Baranchikov, Y.* Bark beetle *Polygraphus proximus*: a new invader on Abies species in Siberia and European Russia [Text] / Y. Baranchikov, E. Akulov, S. Astapenko // Proceedings. 21<sup>st</sup> U.S. Department of Agriculture Interagency research forum on invasive species 2010; Annapolis, MD // Gen. Tech. Rep. NRS-P-75. – Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 2010. – P. 64–65.
5. *Баранчиков, Ю.Н.* Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири [Текст] / Ю.Н. Баранчиков, В.М. Петько, С.А. Астапенко, Е.Н. Акулов, С.А. Кривец // Лесной вестник. Вестник Московского государственного университета леса. – 2011. – № 4 (80). – С. 78–81.
6. *Кривец, С.А.* Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) в пихтовых лесах Томской области [Текст] / С.А. Кривец, И.А. Керчев, Ю.М. Кизеев, М.А. Кожурин, Р.Г. Козак, М.Н. Филимонов, А.В. Чемоданов, В.С. Чугин // Болезни и вредители в лесах России: XXI век: матер. Всерос. конф. и V ежегодных Чтений памяти О.А. Катаева. Екатеринбург, 20–24 сентября 2011 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2011. – С. 53–55.
7. *Кривец, С.А.* Уссурийский полиграф как фактор деградации пихтовых лесов в Томской области [Текст] / С.А. Кривец, И.А. Керчев, В.А. Анисимов // IX Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: матер. российской конф. Томск, 3–6 октября 2011 г. – Томск: Аграф-Пресс, 2011. – С. 170–171.
8. *Катаев, О.А.* Лесопатологические обследования для изучения стволовых вредителей в хвойных древостоях [Текст] / О.А. Катаев, Б.Г. Поповичев. – СПб.: СПбГЛТА, 2001. – 72 с.
9. *Криволицкая, Г.О.* Короеды острова Сахалина [Текст] / Г.О. Криволицкая. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – 196 с.
10. *Мандельштам, М.Ю.* Аннотированный список видов короедов (Coleoptera, Scolytidae) Ленинградской области [Текст] / М.Ю. Мандельштам, Б.Г. Поповичев // Энтомологическое обозрение, 2000. – Т. 79, № 3. – С. 599–618.
11. *Пашенова, Н.В.* Агрессивные офиостомовые грибы из ходов полиграфа уссурийского [Текст] / Н.В. Пашенова, Ю.Н. Баранчиков, В.М. Петько // Защита и карантин растений. – 2011. – Вып. 6. – С. 50–52.
12. *Криволицкая, Г.О.* Скрытостволовые вредители в темнохвойных лесах Западной Сибири, поврежденных сибирским шелкопрядом [Текст] / Г.О. Криволицкая. – М.; Л.: Наука, 1965. – 129 с.
13. *Куренцов, А.И.* Вредные насекомые хвойных пород Приморского края [Текст] / А.И. Куренцов. – Владивосток, 1950. – 256 с.
14. Методические рекомендации по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов [Текст]. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2006. – 68 с.

---

**Введение.** В статье приведены данные о биотопической приуроченности, пищевых связей, развитии и демографических показателях инвазийного вредителя пихты сибирской – уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) в равнинных лесах юго-востока Западной Сибири.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в 2008–2011 гг. в южной части Томской области в эксплуатационных темнохвойных лесах и насаждениях особо охраняемых природных территорий. Используются общепринятые методы лесопатологических обследований хвойных древостоев. Демографические показатели уссурийского полиграфа на дереве определены на 7 модельных деревьях из категории свежего сухостоя, по трем круговым палеткам на дерево. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакетов программ *Microsoft Excel 2003* и *Statistica*.

**Результаты и обсуждение.** В районе исследований уссурийский полиграф обнаружен в чистых пихтарниках и темнохвойных пихтово-кедрово-еловых лесах с примесью осины и березы, с различным участием и возрастом пихты в составе древостоев разнотравной группы типов леса, в припоселковых кедровниках, с подростом пихты и с единичным ее присутствием в древостое, в искусственных посадках пихты сибирской в г. Томске.

Уссурийский полиграф поселяется в первую очередь на ветровале, буреломе, ослабленных и угнетенных деревьях, на подросте пихты. При массовом появлении жуки атакуют и внешне здоровые деревья, что выражается в смоляных натеках на стволах, как проявление защитной реакции дерева. При вскрытии коры деревьев в местах натеков обнаруживаются некрозы флоремы, вызванные внесенными жуками деревоокрашивающими грибами, снижающими сопротивляемость дерева к последующему заселению. В очагах массового размножения смоляные натеки присутствовали на 84–97 % живых и мертвых деревьев.

В равнинной части Западной Сибири в течение вегетационного периода наблюдается полное развитие первого и частичное развитие второго поколения. Под корой пихты зимуют имаго (70,5 % от зимующего запаса), личинки разного возраста и куколки. Лет перезимовавших жуков зависит от погодных условий: при ранней весне начинается в первую декаду мая, интенсивно проходит во вторую половину мая, при поздней весне массовый лет наблюдается в первую декаду июня. Сроки начала образования гнезд из-за растянутого лета жуков варьируют, например, в 2011 г. – с третьей декады мая до третьей декады июня. В первой декаде июля под корой преобладают жуки родительского поколения, в конце июля – личинки и куколки молодого поколения.

Плотность поселения родительского поколения на дереве в разных насаждениях может отличаться в два-три раза и варьирует от низкой (9,03 шт./дм<sup>2</sup>) до высокой (23,21 шт./дм<sup>2</sup>). Половой индекс составляет в среднем 2,1 самки на одного самца. Длина одного маточного хода на исследованных деревьях невелика (в среднем около 2–3 см). На 1 см маточного хода приходится в среднем от 9 до 15 яйцевых камер. Короедный запас составляет от 4 до 40 тыс. жуков на дерево. Продукция молодого поколения может превышать короедный запас в 4,7 раз.

**Заключение.** В результате проведенных исследований выявлены местообитания уссурийского полиграфа на юго-востоке Западно-Сибирской равнины, установлены некоторые особенности его взаимодействия с кормовым растением – пихтой сибирской, фенология весеннего развития в связи с погодными условиями, впервые определены основные демографические показатели на дереве.

**Introduction.** The article presents information on the ecology of the fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf., an invasive pest insect of the Siberian fir known, which is found in the plain forests in the south-east of West Siberia.

**Materials and Methods.** Investigations were conducted in 2008–2011 in the south of Tomsk Oblast in the industrial dark coniferous forests and stands of natural reservations. Conventional methods of forest pathological observations of coniferous stands were used. The demographic characteristics of the fir bark beetle on a tree were determined on seven trees chosen from recently died trees. The analysis was made based on three circular bark panels per tree.

**Results and Discussion.** In the investigation area, the fir bark beetle was found in pure Siberian fir forests and dark coniferous forests containing fir trees, Siberian stone pines and spruces as well as some aspens and birches, with various participation of fir trees of different ages in the stands of the multi-plant group; in Siberian stone pine forests located near settlements with fir saplings and single fir trees in the stand; in the artificial Siberian fir stands in the town of Tomsk. *Polygraphus proximus* attacks, first of all, wind-fallen, wind-breakage, weakened and suppressed trees as well as fir saplings. During scale outbreaks the beetles attack healthy-looking trees, which is expressed in streams of resin on the stems as a manifestation of protective response of the tree. When the tree bark is opened at the places of streams of resin, necrotic lesion of phloem is found that is caused by the beetles introducing wood-staining fungi thus reducing the tree resistance to subsequent attacks. At the loci of mass reproduction streams of resin were observed on 84–97 % of the living and dead trees.

In the flat part of West Siberia, a complete development of one and a partial development of the second generation occur during a vegetation period. Beetles (70.5 %) as well as larvae of various ages and pupa overwinter under the fir bark. The flight of the beetles surviving winter depends on weather conditions. If the spring starts early, the flight begins in the first ten-day period of May and is intensive during the second half of May. If the spring comes late, mass flight occurs in the first ten-day period of June. The terms of the beginning of nest formation vary due to prolonged beetle flight. For instance, in 2011, it lasted from the third ten-day period in May until the third ten-day period in June. In the first ten-day period in July parent bark beetles predominate under the bark yielding to larvae and pupa of a younger generation at the end of July.

The attack density of the parent generation in different stands can vary from low (9 beetles per  $\text{dm}^2$ ) to high (23 beetles per  $\text{dm}^2$ ). The sex ratio is, on the average, 2.1 females to 1 male. The female gallery length on the trees examined is small (on the average, about 2–3 cm). There are about 9 to 15 egg holes per 1 cm of the female gallery. The number of parent bark beetles is from 4,000 to 40,000 per tree. The number of the filial generation can exceed that of the parent bark beetles 4.7 times.

**Conclusion.** The habitat of the fir bark beetle in the south-east of the West-Siberian plain has been revealed. Some features of its interaction with the host plant, i.e. Siberian fir, as well as the spring development phenology depending on weather conditions have been established. For the first time, the main demographic characteristics on a tree have been identified.

**Валентина Львовна Мешкова**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
valentynameshkova@gmail.com, Украинский ордена «Знак почета»  
научно-исследовательский институт лесного хозяйства  
и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого,

**Екатерина Валерьевна Давиденко**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
davidenkoKV@mail.ru, Государственное специализированное  
лесоохранное объединение «Востоклесозащита»

## **ОФИОСТОМОВЫЕ ГРИБЫ, ПЕРЕНОСИМЫЕ КОРОЕДАМИ-КОРНЕЖИЛАМИ В СОСНОВЫХ КУЛЬТУРАХ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ**

**Офиостомовые грибы, *Ophiostoma*, *Ceratocystis*, короеды-корнежилы рода *Hylastes*, сосновые культуры.**

**Ophiostomatoid fungi, *Ophiostoma*, *Ceratocystis*, bark beetles *Hylastes* sp., pine plantations.**

**Введение.** Офиостомовые грибы представлены в основном родами *Ophiostoma* и *Ceratocystis* (отдел Ascomycota). В эту группу входят высоко агрессивные виды, вызывающие ослабление и усыхание лиственных (*Ceratocystis ulmi* (Buism), *C. fagacearum* (Bretz), Hunt, *C. fimbriata* E. U. et Halst и другие виды) и хвойных (например, *C. polonica* (Siemaszko) C. Moreau) насаждений [1, 2, 12].

Исследования, проведенные в Европе, Канаде, США, Японии и других странах, свидетельствуют о наличии связей офиостомовых грибов с насекомыми-ксилофагами [3–5, 12].

Особенно важным является выяснение роли насекомых-ксилофагов в распространении офиостомовых грибов в несомкнутых лесных культурах, создаваемых преимущественно на вырубках и гарях, т. е. в условиях нарушения лесной среды [6].

Опасными вредителями сосны в несомкнутых лесных культурах Украины являются корнежилы рода *Hylastes*, которые повреждают сосенки при дополнительном питании, заселяют стволы, касающиеся почвы ветви и порубочные остатки [7]. Патогенное действие грибов усиливает ослабление сосновых культур [8, 9].

В рамках шведско-украинского проекта, связанного с изучением лесовозобновления и лесозащиты на горельниках, было установлено, что *Hylastes angustatus* (Herbst, 1793), *Hylastes ater* (Paykull, 1800) и *Hylastes opacus* Erichson, 1836 (Scolytinae) пассивно переносят более 20 видов грибов, причем грибы рода *Ophiostoma* могут проникать в раны, нанесенные этими и другими насекомыми при дополнительном питании [10].

Целью данной работы было выявление комплекса офиостомовых грибов, ассоциированных с двумя видами жуков-корнежилов (*H. angustatus*, *H. ater*)

и подтверждение патогенности этих видов грибов для сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в несомкнутых лесных культурах Левобережной Украины.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в трех областях Левобережной Украины (Харьковской, Донецкой, Луганской).

Имаго корнежилов *H. angustatus* и *H. ater* были собраны в ослабленных насаждениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в возрасте до 25 лет, растущих рядом с несомкнутыми лесными культурами этой же породы. Имаго жуков собирали в индивидуальные пластиковые пробирки и переносили в лабораторию.

Часть собранных имаго (по 144 особи каждого вида) помещали в отдельные чашки Петри на селективную агаровую среду Хагема для офиостомовых грибов [2, 11] с добавлением смеси антибиотиков, подавляющих развитие дрожжевых и плесневых грибов, а также *Trichoderma* Pers. Антибиотики добавляли в среду после ее стерилизации из расчета 200 мкг/мл хлорамфеникола, 100 мкг/мл стрептомицина сульфата и 400 мкг/мл циклогексимида [4].

За ростом колоний грибов наблюдали в течение месяца. Каждую колонию изолировали в чистую культуру путем переноса кончиков гиф растущего мицелия в стерильную чашку Петри со средой Хагема без антибиотиков [4, 11]. Кусочки мицелия переносили в новые чашки Петри до тех пор, пока не получали чистую культуру исследуемого морфотипа гриба для дальнейшего определения. Полученные культуры распределяли по морфотипам с помощью светового микроскопа Leica DM LS с цифровым изображением. Каждый морфотип использовали для определения вида. Виды грибов идентифицировали по морфологическим признакам спороношений, используя определитель грибов [12]. Чистые культуры определенных грибов хранили при температуре +4 °С для дальнейших исследований.

Оставшуюся часть имаго (276 шт., по 138 каждого вида) помещали в специальные пластиковые вентилируемые инсектарии объемом 0,015 м<sup>3</sup> на отрезки веток сосны по 15–20 шт. Торцы отрезка предварительно заливали парафином во избежание высыхания и сохранения постоянной влажности субстрата. Инсектарии с отрезками веток хранили в течение 5 месяцев в холодном помещении до 15 марта 2010 г. После холодной стадии инсектарии переносили в помещение с температурой +20 °С. Вышедшие после зимовки жуки заселяли отрезки ветвей. Лет жуков нового поколения начался в конце июля и продолжался в течение августа и до середины сентября. Вышедших имаго нового поколения собирали в индивидуальные пластиковые пробирки.

Для подтверждения постулатов Коха было необходимо подтвердить возможность переноса тестируемого гриба на молодые деревца сосны с помощью жуков-корнежилов, а также определить наличие или отсутствие возможности заражения данным видом гриба молодых культур сосны.

Опыт по определению патогенности выделенных штаммов грибов проведен в трехлетних культурах на территории Бабаевского лесничества Харьковской обл. в августе 2010 г. методике С. Риэй и др. [4]. Для инфицирования растений сосны использовали выделенные штаммы офиостомовых грибов. Жуков на один

час помещали в чашки Петри с мицелием соответствующего штамма грибов, а потом подсаживали по 5 шт. на каждое растение. В контроле на сосенки подсаживали жуков без предварительного контакта их с мицелием гриба. В каждом варианте опыта использовано по 10 трехлетних сосенок: 4 штамма × 2 вида насекомых + контроль.

Через 1,5 мес. осматривали повреждения, нанесенные жуками, определяли площадь области некрозов.

По внешнему виду сосенки относили к одной из трех категорий: без признаков ослабления, ослабленные незначительно (пожелтение кончиков хвои) и сильно ослабленные (изменение цвета хвои, несколько увядшая верхушка).

Для определения вида гриба, вызвавшего некроз, а также наличия или отсутствия тестируемых видов грибов в исследуемом образце, из растений сосны вырезали кусочки древесины размером 3×5 мм на расстоянии 5 мм выше области некроза. Эти образцы поверхностно стерилизовали погружением в 5 % растворе гипохлорита натрия и этилового спирта, промывали стерильной водой во избежание развития контаминантной флоры, подсушивали и помещали на агаровую среду, селективную в отношении офиостомовых грибов [4, 11]. В случае совпадения вида тестируемого гриба до и после заражения результат принимали как положительный.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пакета программ *Microsoft Excel 2003*.

**Результаты и обсуждение.** При исследовании комплекса офиостомовых грибов, связанных с видами *H. angustatus* и *H. ater*, нами было выявлено 4 представителя этой группы – *Ophiostoma ips* (Rumbold) Nannf., *O. picea* (Münch) Syd. & P. Syd., *O. nigrocarpum* (R.W. Davidson) de Hoog и *Ceratocystis minor* (Hedgc.) J. Hunt (табл. 1).

Таблица 1

**Встречаемость офиостомовых грибов на жуках корнежилах *H. angustatus* и *H. ater***

Виды и комплексы грибов	<i>H. ater</i>	<i>H. angustatus</i>
<i>Общая частота встречаемости видов грибов</i>		
<i>C. minor</i>	16,7 ± 3,11	12,5 ± 2,76
<i>O. ips</i>	11,1 ± 2,62	8,3 ± 2,30
<i>O. nigrocarpum</i>	92,4 ± 2,21	68,1 ± 3,89
<i>O. picea</i>	97,2 ± 1,37	100,0 ± 0,0
<i>Частота встречаемости комплексов грибов</i>		
<i>C. minor</i> + <i>O. nigrocarpum</i>	2,8 ± 1,37	0,0 ± 0,00
<i>C. minor</i> + <i>O. picea</i>	2,8 ± 1,37	11,1 ± 2,76
<i>O. ips</i> + <i>O. picea</i>	2,8 ± 1,37	0,0 ± 0,00
<i>O. nigrocarpum</i> + <i>O. picea</i>	64,6 ± 3,99	66,7 ± 3,93
<i>C. minor</i> + <i>O. picea</i> + <i>O. nigrocarpum</i>	11,1 ± 2,62	1,4 ± 0,98
<i>O. ips</i> + <i>O. picea</i> + <i>O. nigrocarpum</i>	8,3 ± 2,30	0,0 ± 0,00

**Примечание.** Приведены средние ±S.E.

Наибольшая встречаемость отмечена для *O. picea*. Этот гриб выделен из всех проанализированных особей *H. angustatus* и почти всех (97,2 %) *H. ater*. Встречаемость *O. nigrocarpum* на поверхности жуков *H. ater* также превышала 90 %, в то время как на поверхности жуков *H. angustatus* составляла лишь 68,1 %.

Остальные два вида офиостомовых грибов (*O. ips* и *C. minor*) были представлены в значительно меньшей степени (см. табл. 1).

Из большинства особей обоих видов жуков было выделено одновременно два и даже три гриба. Наиболее часто при наличии *O. nigrocarpum* (на всех особях *H. angustatus* и на большинстве особей *H. ater*) был обнаружен также гриб *O. picea*. Ни разу не были выявлены одновременно *C. minor* и *O. ips*.

Три гриба (*C. minor*, *O. picea*, *O. nigrocarpum*) были выявлены одновременно лишь в 1,4 % особей *H. angustatus* и 11,1 % особей *H. ater*.

Виды *O. ips*, *O. picea*, *O. nigrocarpum* были обнаружены одновременно лишь на жуках *H. ater* (8,3 % особей).

Таким образом, впервые для Украины подтвержден факт наличия четырех видов офиостомовых грибов в имаго корнежилов *H. angustatus* и *H. ater*, которые распространены в Левобережной Украине и играют значительную роль в ослаблении основных культур в первые годы выращивания. Встречаемость офиостомовых грибов варьировала как по видам насекомых, так и по видам самих грибов, причем на некоторых экземплярах насекомых было выделено два и три вида грибов.

С целью выяснения возможности переноса офиостомовых грибов корнежилками был проведен опыт по искусственному заражению сосенок путем подсадки жуков корнежилков, контаминированных мицелием выделенных грибов.

На осмотренных растениях нами отмечены четкие следы повреждения коры и луба при дополнительном питании этих жуков, однако это не всегда приводило к ослаблению сосенок. Погибших растений не было обнаружено ни в одном варианте опыта.

В вариантах опыта с использованием жуков обоих видов, контаминированных мицелием гриба *O. Ips*, не было выявлено явных признаков ослабления растений (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели состояния сосенок в вариантах опыта по изучению роли корнежилков в переносе офиостомовых грибов**

Виды грибов	Доля растений, ослабленных незначительно, %		Доля сильно ослабленных растений, %	
	в вариантах подсадки			
	<i>H. angustatus</i>	<i>H. ater</i>	<i>H. angustatus</i>	<i>H. ater</i>
<i>O. ips</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>O. picea</i>	20,0	20,0	10,0	20,0
<i>O. nigrocarpum</i>	10,0	20,0	0,0	0,0
<i>C. minor</i>	10,0	20,0	20,0	30,0
Контроль	10,0	0,0	0,0	0,0

Суммарная доля ослабленных растений была наибольшей в вариантах с использованием контаминированных особей *H. ater*. Наибольшее количество ослабленных растений обнаружено при контаминировании жуков обоих видов мицелием грибов *C. minor* и *O. picea*. Незначительно ослабленные растения встречались чаще, чем сильно ослабленные (см. табл. 2), за исключением варианта с *C. minor*.

В большинстве вариантов опыта с использованием *H. angustatus* встречаемость офиостомовых грибов в местах питания жуков достигла 100 % (табл. 3), тогда как почти во всех экспериментах с *H. ater* встречаемость офиостомовых грибов на сосенках была ниже.

Таблица 3

**Показатели патогенности офиостомовых грибов для сосны**

Виды грибов	Встречаемость грибов, %		Площадь области некроза, мм <sup>2</sup>	
	в вариантах подсадки			
	<i>H. angustatus</i>	<i>H. ater</i>	<i>H. angustatus</i>	<i>H. ater</i>
<i>O. ips</i>	60	40	1,0 ± 0,2	1,3 ± 0,2
<i>O. picea</i>	100	90	11,2 ± 1,6	8,7 ± 2,4
<i>O. nigrocarpum</i>	100	80	5,3 ± 3,6	6,1 ± 2,6
<i>C. minor</i>	100	100	15,3 ± 3,8	17,8 ± 3,7
Контроль	10	10	1,0 ± 0,2	0,8 ± 0,1

В контроле встречаемость офиостомовых грибов не превышала 10 %. Это дает основание считать, что в опыте подсадка контаминированных жуков на сосенки способствовала их инфицированию.

Инфицирование всех опытных растений наблюдали при подсадке жуков обоих видов, контаминированных мицелием *C. minor*, а также в вариантах *H. angustatus* + *O. picea* и *H. angustatus* + *O. nigrocarpum*. При использовании для переноса инфекции обоих видов жуков наименьшую встречаемость проявил грибок *O. ips*.

Площадь области некроза тканей растений не зависела от вида-переносчика (см. табл. 3). Этот показатель имел максимальное значение в вариантах контаминирования жуков мицелием гриба *C. minor* (15,3 и 17,8 мм<sup>2</sup> при использовании *H. angustatus* и *H. ater* соответственно). На втором месте было значение этого показателя в вариантах контаминирования жуков мицелием гриба *O. picea* (11,2 и 8,7 мм<sup>2</sup> при использовании *H. angustatus* и *H. ater* соответственно).

Таким образом, наши исследования подтвердили возможность заражения сосны в несомкнутых лесных культурах офиостомовыми грибами при осуществлении дополнительного питания жуками корнежилов *H. Angustatus* и *H. ater*, а также патогенность трех видов (*C. minor*, *O. picea*, *O. nigrocarpum*) из исследованных офиостомовых грибов для сосны, что проявляется в образовании некрозов флоэмы. Относительно невысокая доля сильно ослабленных растений в опыте может быть связана с тем, что опыт проводили во второй половине вегетационного периода, когда интенсивность как дополнительного питания жуков, так и физиологических процессов растений сосны снижается.

Также возможно, что внесение мицелия одного вида патогена в растение сосны не приводит к его быстрому ослаблению и усыханию. В то же время, из значительной части проанализированных особей корнежилов было выделено по 2 и даже 3 вида офиостомовых грибов (см. табл. 1). Это свидетельствует о возможном синергизме при их попадании в растения, что необходимо проверить экспериментально.

**Выводы.** Впервые подтверждена возможность переноса 4 видов офиостомовых грибов (*Ophiostoma ips*, *O. picea*, *O. nigrocarpum* и *Ceratocystis minor*) жуками корнежилов *Hylastes angustatus* и *Hylastes ater*, которые распространены в Левобережной Украине, осуществляют дополнительное питание на молодых растениях сосны и играют значительную роль в ослаблении сосновых культур в первые годы выращивания. Патогенность исследованных видов офиостомовых грибов для сосны проявляется в образовании некрозов флоэмы.

Гриб *O. picea* выделен из всех проанализированных особей *H. angustatus* и 97,2 % особей *H. ater*. Встречаемость *O. nigrocarpum* составляла 92,4 и 68,1 % на жуках *H. ater* и *H. angustatus* соответственно.

Из некоторых особей обоих видов жуков было выделено одновременно два и даже три вида офиостомовых грибов. Наиболее часто на одних и тех же экземплярах жуков одновременно выявляли *O. nigrocarpum* и *O. picea*.

Патогенность исследованных видов офиостомовых грибов для сосны проявляется в образовании некрозов флоэмы. Инфицирование всех растений отмечено при подсаживании на них жуков обоих видов, контаминированных мицелием *C. minor*, а также, жуков вида *H. angustatus*, контаминированных *O. picea* и *O. nigrocarpum*.

#### Библиографический список

1. Пашенова, Н.В. Изучение грибов синевы древесины в хвойных лесах Центральной Сибири [Текст] / Н.В. Пашенова, Г.Г. Полякова, Е.Н. Афанасова // Хвойные борельной зоны. – 2009. – Т. XXVI, № 1. – С.22–28.
2. Harrington, T. C. The *Ceratocystis* species on conifers [Text] / T.C. Harrington, M.J. Wingfield // Can. J. Bot. – 1998. – Vol. 76. – P. 1446–1457.
3. Kirisits, T. Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the ophiostomatoid fungi [Text] / T. Kirisits // Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Ed. by Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Gregoire J.C., Evans H. Dordrecht. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. – 2004. – P. 181–235.
4. Reay, S.D. A survey of *Ophiostoma* species vectored by *Hylastes ater* to pine seedlings in New Zealand [Text] / S.D. Reay, J.M. Thwaites, R.L. Farrell // Forest Pathology. – 2005. – Vol. 35(2). – P.105–113.
5. Solheim, H. Oxygen deficiency and spruce resin inhibition of growth of blue stain fungi associated with *Ips typographus* [Text] / H. Solheim // Myc. Res. – 1991. – Vol. 95. – P. 1387–1392.
6. Мешкова, В.Л. Энтомологические проблемы на вырубках и гарях в сосновых лесах Лесостепи и Степи Украины [Текст] / В.Л. Мешкова // Вестник Московского государственного университет леса. Лесной вестник. – 2009. – № 5 (68). – С. 72–79.

7. Мешкова, В.Л. Поширеність короїдів коренежилів у культурах сосни, створених на зрубках [Текст] / В.Л. Мешкова, І.М. Соколова // Вісник ХНАУ. Серія «Ентомологія та фітопатологія». – 2007. – № 7. – С.115–120.

8. Давиденко, Е.В. Комплекс грибів семейства *Ophiostomatacea*, переносимих двома видами корнежилів в культурах сосни обыкновенной Левобережної України [Текст] / Е.В. Давиденко // Болезни и вредители в лесах России: век XXI : матер. Всерос. конф. с междунар. участием и V ежегодных чтений памяти О.А. Катаева. Екатеринбург, 20 – 25 сентября 2011 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2011. – С. 42–44.

9. Давиденко, К.В. Збудники хвороб хвої у соснових культурах Харківської області [Текст] / Е.В. Давиденко, В.Л. Мешкова // Біологічне різноманіття і сучасна стратегія захисту рослин: Матеріали міжнарод. наук.-практ. конференції до 90-річчя з дня народження д.б.н. проф. Б.М. Літвінова. – Х.: ХНАУ, 2011. – С. 40–41.

10. Kukina, O. Bark beetles of genus *Hylastes* and fungal community on pine seedlings in the burnt area [Text] / O. Kukina, Y. Skrylnyk, V. Meshkova, A. Menkis, J. Stenlid, R. Vasaitis // IUFRO WP 7.03.05: Novel risks with bark and wood boring insects in broadleaved and conifer forests, 7–9 September 2011, Sopron, Hungary. – Sopron, Hungary, 2011. – P. 23.

11. Vasiliauskas, R. Wood-decay fungi in fine living roots of conifer seedlings [Text] / R. Vasiliauskas, A. Menkis, R.D. Finlay, J. Stenlid // New Phytologist. – 2007. – Vol. 174. – P.441–446.

12. Wingfield, M.J. *Ceratocystis* and *Ophiostoma*: Taxonomy, ecology and pathogenicity [Text] / M.J. Wingfield, K.A. Seifert, J.F. Webber. – APS Press, St Paul, 1993. – 304 p.

---

**Введение.** Офиостомовые роды *Ophiostoma* и *Ceratocystis* (отдел *Ascomycota*) вызывают ослабление и усыхание лиственных и хвойных насаждений. Целью данной работы было выявление комплекса офиостомовых грибов, ассоциированных с корнежилами *Hylastes angustatus* и *Hylastes ater*, и подтверждение патогенности этих видов грибов для сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в несомкнутых лесных культурах Левобережної України.

**Материалы и методы.** Чистые культуры офиостомовых грибов изолировали с поверхности имаго *H. angustatus* и *H. ater*, помещая жуков на селективную питательную среду. Для определения возможности переноса корнежилами выделенных грибов жуков обоих видов, отродившихся в лабораторных условиях, помещали на один час в чашки Петри с мицелием соответствующего гриба, затем подсаживали по пять штук на трехлетние растения сосны обыкновенной. Через 1,5 месяца осматривали повреждения, нанесенные жуками, оценивали состояние растений, определяли площадь некрозов и регистрировали встречаемость грибов методом их реизоляции из участков проводящих тканей, расположенных выше некрозов.

**Результаты и обсуждение.** Из жуков *Hylastes angustatus* и *Hylastes ater* выделено четыре вида офиостомовых грибов с различной встречаемостью – *Ophiostoma ips* (9,72%), *O. picea* (98,6%), *O. nigrocarpum* (80,2%) и *Ceratocystis minor* (14,2%). Гриб *O. picea* выделен из всех проанализированных особей *H. angustatus* и 97,2% особей *H. ater*. Встречаемость *O. nigrocarpum* составляла 92,4 и 68,1% на жуках *H. ater* и *H. angustatus*, соответственно. Из некоторых особей обоих видов жуков было выделено одновременно два и даже три вида офиостомовых грибов. Наиболее часто в одних и тех же экземплярах жуков одновременно выявляли *O. nigrocarpum* и *O. picea*. Инфицирование всех растений

отмечено для жуков обоих видов, контаминированных мицелием *C. minor*, а также жуков вида *H. angustatus*, контаминированных *O. picea* и *O. nigrocarpum*.

**Выводы.** Впервые подтверждена возможность переноса четырех видов офиостомовых грибов (*Ophiostoma ips*, *O. picea*, *O. nigrocarpum* и *Ceratocystis minor*) жуками корнежилов *Hylastes angustatus* и *Hylastes ater*, которые распространены в Левобережной Украине, осуществляют дополнительное питание на молодых растениях сосны и играют значительную роль в ослаблении сосновых культур в первые годы выращивания. Патогенность исследованных видов офиостомовых грибов для сосны проявляется в образовании некрозов тканей флоэмы.

\* \* \*

**Introduction.** Ophiostomatoid fungi (*Ophiostoma* and *Ceratocystis*, *Ascomycota*) cause weakening and drying of deciduous and coniferous stands. The aim of this work was to reveal the complex of ophiostomatoid fungi associated with bark beetles *Hylastes angustatus* and *Hylastes ater* and to prove the pathogenicity of these fungi for *Pinus sylvestris* L. in unclosed plantations of the Left-Bank Ukraine.

**Materials and methods.** Pure cultures of ophiostomatoid fungi were isolated from surface adults of *Hylastes angustatus* and *Hylastes ater*, which were placed by one individual on the selective medium. For determination of possibility of revealed fungi vectoring by bark beetles, which have developed in laboratory, they were placed for one hour into Petri dishes with mycelium of respective fungus, and then brought in groups of 5 beetles on every 3-year-old pine. After 1.5 months pines and their damage by beetles were examined, necroses area was measured. Occurrence of fungi in pine plants was determined by their isolation from pine tissues from stems above necroses.

**Results and Discussion.** Four species of ophiostomatoid fungi were isolated from adults of *Hylastes angustatus* and *Hylastes ater* with different occurrence: *Ophiostoma ips* (9,72 %), *O. picea* (98,6 %), *O. nigrocarpum* (80,2 %) and *Ceratocystis minor* (14,2 %).

Fungus *O. picea* was isolated from all analyzed individuals of *H. angustatus* and 97,2 % individuals of *H. ater*. Occurrence of *O. nigrocarpum* amounted 92.4 and 68.1 % in adults of *H. ater* and *H. angustatus* respectively.

Two and even three species of ophiostomatoid fungi were isolated from some individuals of the both bark-beetles. *O. nigrocarpum* and *O. picea* were isolated from the same species the most often.

Total infection of pine plants was registered after contamination of the both species of beetles with mycelium of *C. minor*, and *H. angustatus* – after contamination with mycelium *O. picea* and *O. nigrocarpum* too.

**Conclusions.** For the first time for Ukraine, the possibility of vectoring of 4 ophiostomatoid fungi (*Ophiostoma ips*, *O. picea*, *O. nigrocarpum* and *Ceratocystis minor*) by adults of bark beetles *Hylastes angustatus* and *Hylastes ater* was proved. These bark beetles are widespread in the Left-bank Ukraine, they have maturation feeding on the young pines and play essential part in weakening of pine plantations in the first years of growing. Pathogenicity of investigated ophiostomatoid fungi for pine becomes apparent as necroses of phloem tissues.

**Наталья Вениаминовна Пашенова,**

кандидат биологических наук, доцент, pasnat@ksc.krasn.ru,

**Владимир Михайлович Петько,**

кандидат биологических наук, vlad-petko@yandex.ru

**Никита Сергеевич Бабичев,** младший научный сотрудник, ny81@bk.ru,

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,*

**Иван Андреевич Керчев,** младший научный сотрудник, ikea86@mail.ru,

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН*

## **ПЕРЕНОС ОФИОСТОМОВЫХ ГРИБОВ УССУРИЙСКИМ ПОЛИГРАФОМ *POLYGRAPHUS PROXIMUS* BLANDF. (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) В СИБИРИ\***

**Лесная фитопатология, офиостомовые грибы, короеды.**

**Forest pathology, ophiostomatoid fungi, bark beetles.**

**Введение.** *Polygraphus proximus* Blandf. – уссурийский полиграф, длительное время был известен как обычный вид, заселяющий ослабленные пихты на северо-востоке Китая, в Японии, Корее, в Приморье и Хабаровском крае. Как у многих жуков-ксилофагов микобиота, связанная с *P. proximus*, включает офиостомовые грибы, которые распространяются в сосудистой системе ствола, способствуя ослаблению хозяина и снижению активности его защитных реакций. Наиболее полные сведения о грибах, распространяемых полиграфом в его естественном ареале, приведены в работах японских исследователей [1–4].

Среди микокомплекса выделяются два вида – *Ophiostoma aoshimae* Ohtaka, Masuya & Yamaoka и *O. subalpinum* Ohtaka & Masuya, которые из-за высокой частоты встречаемости в популяциях *P. proximus* трактуются как постоянные ассоцианты полиграфа. При искусственном внесении мицелия этих грибов в стволы пихты Вича (*Abies veitchii* Lindley) наблюдали значительные некрозы флоэмы (*O. aoshimae*) и большие зоны усыхания заболони, подстилающей отмершую флоэму (*O. aoshimae*, *O. subalpinum*) [1, 2, 4]. Это указывает на фитопатогенную активность *O. aoshimae* и *O. subalpinum* и их активное участие в колонизации стволов растения-хозяина вместе с переносчиком.

В период 2008–2010 гг. *P. proximus* был обнаружен в Томской и Кемеровской обл., а на территории Красноярского края, помимо достаточно широкого ареала (вдоль Транссибирской магистрали, от г. Боготола до г. Канска) отмечены находки этого вида в районах бывших шелкопрядников в Приангарье

---

\* Статья написана совместно с зав. лабораторией лесной зоологии ИЛ СО РАН Ю.Н. Баранчиковым.

и в заповеднике «Столбы» [5, 6]. Успешность полиграфа в заселении *Abies sibirica* Ledeb. С высокой вероятностью обусловлена отсутствием у пихты сибирской механизмов устойчивости к этому инвазийному вредителю [5].

Цель данной работы заключалась в изучении видового состава офиостомовых грибов, связанных с уссурийским полиграфом в двух популяциях вредителя в Красноярском крае и Томской обл.

**Материалы и методы.** В Красноярском крае материал собирали в начале июня 2010 г. в очаге размножения полиграфа в районе пос. Козулька. Материал из Томской обл. был отобран в середине апреля 2011 г. в Межениновском участковом лесничестве Томского лесничества Томского управления лесами, вблизи ст. Басандайка ветки «Томск-Тайга» Кемеровской железной дороги. В обоих случаях из стволов двух деревьев *A. sibirica* (диаметр – 20–23 см), заселенных полиграфом, в зоне толстой и переходной коры были выпилены три (Томская обл.) и шесть (Красноярский край) отрубков длиной 50–60 см. В лабораторных условиях отрубки вскрывали для изучения грибов, развившихся в ходах вредителей. Образцы были представлены высечками луба и подстиляющего слоя древесины, содержащими ходы разных семей полиграфа. Поскольку в Красноярском крае отбор материала проводили в период массового лета и втачивания жуков, три из шести заготовленных отрубков обрабатывали сразу (первая выборка). Оставшиеся отрубки инкубировали в течение месяца при комнатной температуре, с тем, чтобы дать развиваться потомству лубоеда и сопутствующим ему грибам, и только после этого ходы вредителя вскрывали (вторая выборка). При изучении грибов, обитающих в ходах полиграфа, использовали метод прямого наблюдения за развитием грибных структур в образцах растительной ткани, помещенных во влажные камеры, представляющие собой стерильные чашки Петри с увлажненной фильтровальной бумагой. Изолирование офиостомовых грибов в чистую культуру проводили путем переноса аскоспор и конидий на стерильную плотную питательную среду (сусло-агар, четыре градуса Баллинга, использован, как заменитель 2 %-го агара с солодовым экстрактом). Идентификацию видов грибов выполняли на основании морфологических признаков анаморф и телеоморф [1, 2, 4, 7]. Частоту встречаемости рассчитывали по отношению числа образцов, содержащих офиостомовые грибы, к общему количеству образцов в исследуемых партиях [8, 9].

**Результаты.** Выполненные исследования показали, что в условиях Западной и Средней Сибири офиостомовые грибы присутствовали в ходах уссурийского полиграфа с высокой частотой встречаемости – 76–100 %. Наблюдения и изолирование в чистую культуру позволили дифференцировать пять типов грибов в изучаемых образцах (табл. 1).

Наиболее высокая частота встречаемости была зарегистрирована для гриба *Ophiostoma* sp. A (48–100 %), причем данный вид наблюдали в обеих исследуемых популяциях вредителя. При этом развитие потомства *P. proximus* и одновременное распространение мицелия гриба в лубе пихты привело к тому, что за месяц частота встречаемости *Ophiostoma* sp. A увеличилась почти вдвое

(табл. 1). Высокая частота встречаемости *Ophiostoma* sp. A в изучаемых образцах указывала на тесную связь данного гриба с короедом. Морфологические и культуральные особенности этого гриба совпадали с описанием вида *O. aoshimae* (табл. 2), поэтому с высокой вероятностью можно говорить об их тождестве.

Таблица 1

**Частота встречаемости (%) оphiостомовых грибов  
в ходах уссурийского полиграфа, заселяющего пихту сибирскую  
в Красноярском крае и Томской области**

Тип колонии (предполагаемый вид гриба)	Красноярский край		Томская обл.
	1-я выборка	2-я выборка	
<i>Ophiostoma</i> sp. A	48	91	100
<i>Ophiostoma</i> sp. B	16	48	16
<i>Leptographium</i> sp.	56	52	0
<i>Graphium</i> sp. 1	32	22	36
<i>Graphium</i> sp. 2	0	0	16
Общая частота встречаемости	76	96	100
Количество образцов, шт.	25	23	25

Таблица 2

**Сравнение культурально-морфологических признаков  
*Ophiostoma* sp. A и *O. aoshimae***

Признаки	<i>Ophiostoma</i> sp. A	<i>O. aoshimae</i> [2]
Перитеции:		
диаметр основания, мкм	165–319	155–275
длина шейки, мкм	429–1055	300–820
диаметр шейки, мкм		
у основания	33–55	45–80
у вершины	22–44	20–50
остиолярные гифы	Нет	Нет
выступы на поверхности шейки	Есть	Есть
аскоспоры		
размеры, мкм	2,7–4,3 × 1,2–2,0	2,5–4,5 × 1,2–2,4
форма	Овально-вытянутая	Овальная до овально-вытянутой
Конидиальное спороношение	<i>Leptographium</i> -типа	Не обнаружено
Цвет колоний на сусло-агаре и солодовом агаре	Темно-коричневый	Коричневый до темно-оливкового

Другим видом с высокой частотой встречаемости являлся *Leptographium* sp., однако он был отмечен только в образцах, собранных в Красноярском крае (табл. 1). Морфологические особенности этого гриба проявили значительное сходство с известным ассоциантом черного пихтового усача *L. sibirica* Jacobs & Wingf., обнаруженным и описанным пока только в Красноярском крае [7, 9]. Следует отметить, что, несмотря на 50 %-ную частоту встречаемости *Leptographium* sp., в отрубках, заготовленных в Красноярском крае, не было обнаружено следов жизнедеятельности усача. В образцах из Томской области, напротив, имелись единичные ходы и личинки *Momochamus urussovi* (Fisch.), но конидиеносцы *Leptographium*-типа отсутствовали как в ходах усача, так и в ходах полиграфа.

Остальные три вида грибов, обнаруженные в ходах уссурийского полиграфа, встречались реже: в 16–48 % образцов (табл. 1). Морфологические признаки *Ophiostoma* sp. *B* указывают на его возможную принадлежность к виду *O. rectangulosporium* Ohtaka, Masuya & Yamaoka (табл. 3). Грибы, формирующие коремилальные конидиеносцы и поэтому условно обозначенные, как *Graphium* sp. 1 и *Graphium* sp. 2, не были идентифицированы даже предварительно и нуждаются в дальнейших исследованиях.

Таблица 3

**Сравнение культурально-морфологических признаков  
*Ophiostoma* sp. *B* и *O. rectangulosporium***

Признаки	<i>Ophiostoma</i> sp. <i>B</i>	<i>O. rectangulosporium</i> [2]
Перитеции:		
диаметр основания, мкм	85–127	70–110
длина шейки, мкм	147–382	190–500
диаметр шейки, мкм		
у основания	19–30	20–35
у вершины	10–18	10–19
остиолярные гифы	Есть	Есть
выступы на поверхности шейки	Нет	Нет
аскоспоры		
размеры, мкм	2,4–3,6 × 1,0–1,8	2,0–3,5 × 1,0–1,7
форма	Овально-вытянутая, иногда прямоугольная	Прямоугольная
Конидиальное спороношение	Не обнаружено	Не обнаружено
Цвет колоний на сусло-агаре и солодовом агаре	Белый	Белый

**Обсуждение.** Грибы *Ophiostoma* sp. *A* и *B* никогда не регистрировались ранее в ходах агрессивных видов короедов и черного пихтового усача на территории Красноярского края [9]. Отмеченное сходство их морфологии с известными ассоциантами уссурийского полиграфа на Дальнем Востоке, служит косвенным доказательством, что это действительно новые для Сибири виды. Как уже упоминалось, *O. aoshimae*, отождествляемый в наших исследованиях с *Ophiostoma* sp. *A*, оценивается как постоянный и фитопатогенный ассоциант полиграфа в его естественном ареале. При инокулировании в ствол пихты Вича мицелий этого гриба вызывал не самые большие некрозы флоэмы (длина 17–52 мм), но размеры усохшей заболони, подстилающей некрозы во флоэме, превосходили последние в четыре и более раз [3]. Очевидна необходимость проверки фитопатогенных свойств гриба в отношении основных видов хвойных Сибири. Вид *O. rectangularisporium* (предположительно – *Ophiostoma* sp. *B*), наоборот, трактуется, как случайный вид в составе микобиоты уссурийского полиграфа и его фитопатогенная активность в работах японских следователей не обсуждалась [2, 3].

В литературе отсутствуют сведения о связи *P. proximus* с грибами из рода *Leptographium* в Дальневосточном регионе. Как упоминалось, морфологические признаки *Leptographium* sp., обнаруженного нами в ходах полиграфа, проявляли значительное сходство с видом *L. sibirica*, описанным в качестве постоянного и фитопатогенного компонента микобиоты, обитающей в ходах черного пихтового усача на пихте сибирской [7]. В этой связи можно предположить, что комплекс грибов, переносимый уссурийским полиграфом, претерпел ряд изменений в процессе его инвазии и заселения новой кормовой породы: с одной стороны, он обогатился за счет включения представителей аборигенной сибирской микобиоты, а с другой стороны, по-видимому, могла произойти частичная элиминация видов грибов, «подхваченных» короедом из дальневосточного региона.

Несмотря на то, что работа была выполнена на ограниченном материале, полученные результаты показывают, что уссурийский полиграф, распространяясь в лесах Сибири, перенес из своего природного ареала, по крайней мере, некоторые виды офиостомовых грибов. Необычная для короедов на пихте вспышечная активность *P. proximus* в лесах Сибири указывает на необходимость более тщательного исследования связанных с ним грибов и оценки их агрессивности в отношении других местных хвойных пород.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 10-04-00196-а и 7-й рамочной программой Евросоюза (проект ISEFOR FP7 2007-2013, КВВЕ 2009-3, grant agreement № 245268).

#### Библиографический список

1. Ohtaka, N. Two *Ophiostoma* species associated with bark beetles in wave-regenerated *Abies veitchii* forests in Japan [Text] / N. Ohtaka, H. Masuya, S. Kaneko, Y. Yamaoka // Mycoscience. – 2002. – no. 43. – P. 151–157.
2. Ohtaka, N. Two new *Ophiostoma* species lacking conidial states isolated from bark beetles and bark beetle-infested *Abies* species in Japan [Text] / N. Ohtaka, H. Masuya, Y. Yamaoka, S. Kaneko // Can. J. Bot. – 2006. – no. 84. – P. 282–293.

3. Yamaoka, Y. *Ophiostoma* species associated with bark beetles infesting three *Abies* species in Nikko, Japan [Text] / Y. Yamaoka, H. Masuya, N. Ohtaka, H. Goto, S. Kaneko, Y. Kuroda // J.For. Res. – 2004. – no. 9. – P. 67–74.
4. Yamaoka, Y. Three new *Ophiostoma* species with *Pesotum* anamorphs associated with bark beetles infesting *Abies* species in Nikko, Japan [Text] / Y. Yamaoka, H. Masuya, N. Ohtaka, H. Goto, S. Kaneko, J.P. Abe // Mycoscience. – 2004. – no. 45. – P. 277–286.
5. Баранчиков, Ю.Н. О профессионализме при определении насекомых: как просмотрели появление нового агрессивного вредителя пихты в Сибири [Текст] / Ю.Н. Баранчиков, С.А. Кривец // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. – Абакан: Изд-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2010. – Вып. 14, т. 1. – С. 50–52.
6. Кривец, С.А. Уссурийский полиграф – новый опасный вредитель хвойных лесов Томской области [Текст] / С.А. Кривец, И.А. Керчев // ГЕО-Сибирь-2011: сб. матер. VII Междунар. научн. конгр. Т. 3, ч. 2: Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью, 19–29 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2011. – С. 211–215.
7. Jacobs, K.M. A new *Leptographium* species from Russia [Text] / K.M. Jacobs, M.J. Wingfield, N.V. Pashenova, V.P. Vetrova // Mycolog. Res. – 2000. – no. 104. – P. 1524–1529.
8. Пашенова, Н.В. Офиостомовые грибы в ходах большого листовенничного коро-еда [Текст] / Н.В. Пашенова, В.П. Ветрова, Р.М. Матренина, Е.Н. Сорокина // Лесоведение. – 1995. – № 6. – С. 62–68.
9. Пашенова, Н.В. Изучение грибов синевы древесины в хвойных лесах Центральной Сибири [Текст] / Н.В. Пашенова, Г.Г. Полякова, Е.Н. Афанасова // Хвойные борельной зоны. – 2009. – № 26(1). – С. 22–28.

---

**Введение.** В природном ареале (российский Дальний Восток, Китай и Япония) уссурийский полиграф распространяет офиостомовые грибы, поражающие сосудистые ткани хвойных. *Ophiostoma aoshimae* и *O. subalpinum* указаны, как наиболее важные фитопатогенные ассоцианты вредителя. В последние годы инвазийные популяции полиграфа отмечены в Сибири. Цель данной работы заключалась в изучении видового состава офиостомовых грибов, связанных с уссурийским полиграфом в двух популяциях вредителя в Красноярском крае и Томской области.

**Материалы и методы.** Сбор материала в очагах размножения полиграфа проводили в июне 2010 г. (Красноярский край) и апреле 2011 г. (Томская обл.). Образцами являлись высечки из стволов пихты сибирской, содержащие ходы вредителя. Рост и развитие грибов наблюдали в образцах, помещенных во влажные камеры. Офиостомовые грибы изолировали в чистую культуру, стерильно перенося споры на агаровую среду. Идентификацию грибов выполняли по морфологическим признакам. Частоту встречаемости оценивали по отношению числа образцов с офиостомовыми грибами к общему количеству образцов в исследуемых партиях.

**Результаты.** В изучаемых популяциях полиграфа общая частота встречаемости офиостомовых грибов варьировала от 76 до 100 %. Из пяти обнаруженных видов наиболее часто регистрировались грибы *Ophiostoma* sp. A (48–100 %) и *Leptographium* sp., (около 50 %). Встречаемость трех остальных видов (*Ophiostoma* sp. B, *Graphium* sp. 1 и *Graphium* sp. 2) была менее 50 %. Морфологические исследования показали высокую

вероятность принадлежности *Ophiostoma* sp. A и *Ophiostoma* sp. B к видам *O. aoshimae* и *O. rectangulosporium*, соответственно. *Leptographium* sp. проявил сходство с видом *L. sibirica*.

**Обсуждение.** Грибы *O. aoshimae* и *O. rectangulosporium* описаны как ассоцианты уссурийского полиграфа в Японии, но не были известны в Сибири. *L. sibirica*, напротив, описан как типичный обитатель ходов *Monochamus urussovi* (Fisch.) на пихте сибирской, но сведения об его связи с полиграфом отсутствуют. Обсуждается возможность формирования нового комплекса оphiостомовых грибов, связанного с полиграфом в Сибири, как результат сочетания видов, занесенных вредителем из Дальневосточного региона, и аборигенных сибирских грибов. Вспышечная активность *P. proximus* в лесах Сибири указывает на необходимость изучения связанных с ним грибов и оценки их агрессивности в отношении местных хвойных пород.

\* \* \*

**Introduction.** In the natural habitat (the Russian Far East, China and Japan) *Polygraphus proximus* spreads ophiostomoid fungi infecting vascular tissue of conifer species. *Ophiostoma aoshimae* and *O. subalpinum* were listed as the most important phytopathogenic associates of the pest. During the recent years, *P. proximus* invasive populations were found in Siberia. The aim of this work was to study the species composition of ophiostomoid fungi associated with *P. proximus* in two populations of the pest in the Krasnoyarsk Territory and Tomsk region.

**Materials and Methods.** Material was collected in June 2010 (Krasnoyarsk Territory) and April 2011 (Tomsk Region) in *P. proximus* outbreak locations. The samples are the strips of bark and sapwood containing the pest galleries that were cut from Siberian fir trunks. Growth and development of fungi was observed in the samples placed in moist chambers. Ophiostomoid fungi were isolated in pure culture by sterile transferring spore material on agar medium. Identification of fungi was carried out on the base of morphological characters. Frequency of occurrence was assessed by the ratio of the number of samples with ophiostomoid fungi to the total number of samples in the batches examined.

**The results.** In the studied populations the total occurrence of ophiostomoid fungi ranged from 76 to 100 %. Among the five species found *Ophiostoma* sp. A and *Leptographium* sp. were the most frequently detected, 48–100 % and 50 %, respectively. The occurrence of three other species (*Ophiostoma* sp. B, *Graphium* sp. 1 and *Graphium* sp. 2) was less than 50 %. Morphological studies showed that *Ophiostoma* sp. A and *Ophiostoma* sp. B probably belonged to *O. aoshimae* and *O. rectangulosporium* species, respectively. *Leptographium* sp. showed similarity to the *L. sibirica* species.

**Discussion.** Fungi *O. aoshimae* and *O. rectangulosporium* were described as *P. proximus* associates in Japan, but have not been known in Siberia. *L. sibirica*, by contrast, was described as a typical fungus from *Monochamus urussovi* galleries in Siberian fir, but information about its relation with *P. proximus* was absent. The possibility of forming a new complex of ophiostomoid fungi associated with *P. proximus* in Siberia as a result of combining species introduced by the pests from the Far East and Siberian native species is discussed. *P. proximus* outbreak activity in Siberian forests indicates the need to study its associated fungi and to assess their aggressiveness against local conifers.

# НАСЕКОМЫЕ В АНТРОПОГЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

---

УДК 591:634.958

*Мария Николаевна Белицкая*, доктор биологических наук,  
зав. сектором защиты растений, gromuvaldovna@mail.ru,  
*ГНУ Всероссийский НИИ агролесомелиорации*

## К ВОПРОСУ ОБ ЭНТОМОФАУНЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

**Система защитных лесных насаждений, конструктивные параметры лесополос, вредители, энтомофаги, пространственная дифференциация.**

**Protective forestations system, constructive parameters of forest shelter belts, pests, entomophags, spatial differentiation.**

**Введение.** Введение в агроландшафт системы взаимосвязанных многопородных и полифункциональных насаждений различного функционального назначения – полезащитных, пескоукрепительных, приовражных, зоомелиоративных и др. – сопровождается кардинальным преобразованием структурной организации территории. Появляются новые элементы и структуры (лесополоса, опушка, экологический коридор), формируются специфичные экотоны, изменяются состав растительности, ее обилие и ярусность. В трансформированных экосистемах улучшаются гидротермический режим, газообмен, снижается уровень инсоляции, изменяется ряд других процессов [1]. Формирование качественно новой экологической среды приводит к преобразованию энтомофауны, в первую очередь за счет несвойственных для открытых экосистем видов и насекомых-мезофиллов, которые находят в лесополосе и экотоне оптимальные условия для жизнедеятельности и богатую трофическую базу [2]. Это дает основание рассматривать системы лесополос как своеобразные энтомофаунистические резерваты биоразнообразия.

**Материалы и методика.** Исследования осуществляли в защитных лесных насаждениях крайнего юго-востока Европейской части РФ в 1977–2011 гг. В ходе работ проводили лесопатологические обследования искусственных насаждений и сбор материала на постоянных пробных площадях, в лесополосах разного породного состава и конструктивных параметров.

Учет численности вредных и полезных насекомых выполняли с использованием общепринятых методик [3]. Установление особенностей разнообразия и численности вредителей на пробных площадях осуществляли путем обследования

деревьев с указанием их расположения в лесополосе, категории состояния, наличия и времени заселения вредителями и т. д. Обследовали по 10–15 модельных деревьев на пробной площади.

При изучении формирования комплекса энтомофагов в лесополосах учеты выполняли на пробных площадях, отличающихся по наличию в посадках и на опушках цветущих и энтомофильных растений.

Исходя из полученных данных, устанавливали заселенность вредителями наиболее часто используемых в защитном лесоразведении древесных пород и влияние ассортимента лесополос на энтомофагов.

**Результаты и обсуждение.** Формирование энтомофауны лесных полос происходит на протяжении 15–20 лет. Уже в первые годы после создания насаждения проявляют функцию резерватов биоразнообразия: в них появляются нетипичные для открытых степных экосистем виды: *Amphimallon solstitialis* L., *Agrypnus murus* L., *Athous haemorrhoidialis* F., *Chlorita flavescens* F. и ряд других, обладающих повышенной экологической пластичностью. С увеличением возраста лесных полос и, соответственно, контрастности экологических условий тенденция преобразования состава энтомокомплекса усиливается. В структуре сообщества снижается доля участия сухолюбивых насекомых. Ряд ксерофилов (*Chorthippus scalaris* Deg., *Platymetopius undatus* Ch., *Agriotes gurgistanus* L., *Scarabaeus sacer* L., *Palomena prasina* L. и др.), являющихся индикаторами биоценозов открытых полей, исчезают из трансформированных ландшафтов. Начинается заселение посадок типичными представителями лесных биоценозов хвое- и листогрызущими вредителями (листовертки, шелкопряды, волнянки, пяденицы, совки, листоеды, пилильщики) и нарастание их численности.

Защитные насаждения различного породного состава и конструктивных параметров обладают неодинаковой экологической емкостью, что проявляется в особенностях видового обилия, численности и пространственной дифференциации насекомых. Так, в число постоянных обитателей сосновых культур входят *Diprion pini* L., *Neodiprion sertifer* Geoffr., *Acantholyda erythrocephala* L., *A. hieroglyphica* Christ. Реже встречаются клоп *Aradus cinnamomeus* Panz., короеды *Ips sexdentatus* Voern. и *I. acuminatus* Gyll., усачи *Monochamus galloprovincialis* Oliv., *Acanthocinus aedilis* L. и *Spondylis buprestoides* L., лубоед *Tomicus piniperda* L., златка *Phaenops cyanea* F. и смолевки *Pissodes piniphilus* Hrbst. и *P. pini* L.

Для населения насекомых характерна ярко выраженная агрегированность в лесополосах. Хвоегрызущие насекомые концентрируются в кронах деревьев внутри полосы, где их плотность на 20–26 % выше по сравнению с соснами опушечных рядов. Неравномерное распределение вредителей ассимиляционного аппарата связано с неоднородностью физиологического состояния деревьев [4]. Многолетние исследования свидетельствуют о том, что сосны опушечных рядов отличаются более высокой жизнеспособностью, особенно при выпадении

рядом стоящих деревьев. Доля деревьев I–II категории состояния здесь на 37,4–48,1 % выше, чем внутри насаждения, где четко выражена конкуренция между деревьями за влагу и питательные вещества. Повышенная численность хвоегрызущих вредителей внутри лесополосы, особенно в условиях жесткого климатического стресса, обуславливает усиление интенсивности патологических процессов, изменение защитных свойств и биохимического состава хвои, увеличение доступа света и ужесточение микроклимата под пологом [5], падение прироста, повышение расхода запасов влаги из почвы. В результате происходит еще большее ослабление деревьев, сопровождающееся снижением интенсивности смолывыделения и нарастанием влажности луба. Более динамично эти процессы протекают в комлевой части деревьев. Изменение качества древесины приводит к появлению в насаждениях стволовых вредителей, видовой состав которых в основном характерен для хвойных культур аридной зоны. Изменяется лишь соотношение видов. Так, ядро комплексаксилофагов в северных и центральных районах Волгоградской обл. складывается преимущественно из видов подсемейства Scolytinae, среди которых доминирующее положение по обилию и встречаемости занимают *Ips sexdentatus* Voern. и *I. acuminatus* Gyll. По мере продвижения в более южные районы ситуация несколько меняется – в составе стволовых вредителей начинают преобладать *Tomicus piniperda* L. и *Monochamus galloprovincialis* Oliv.

Дляксилофагов, равно как и для хвоегрызущих насекомых, характерна разная степень агрегированности в насаждениях. Ключевым фактором их распределения является влагообеспеченность деревьев. В разреженных древостоях (240–500 сосен/га), где потребность во влаге удовлетворена, и доля здоровых деревьев превышает 95 %, практически не наблюдается заселения сосен стволовыми вредителями, хотя на 39 % деревьев отмечены попытки поселения. В загущенных посадках (1000–2600 деревьев/га) представителями данной трофической группы освоено 60–100 % деревьев. Характер распределения этих насекомых в таких лесополосах зависит от особенностей микрорельефа, определяющего мозаичность условий произрастания. Участки первичной локализацииксилофагов приурочены к повышениям. Здесь ими заселено на 10–30 % деревьев больше, чем в понижениях, где сосны лучше обеспечены влагой.

Для лиственных насаждений также характерна дифференциация агрегированности дендрофильных насекомых, колеблющаяся от случайного распределения до сильно скученного. Среди большого разнообразия древесных пород, используемых в защитном лесоразведении, клены оказались наименее заселяемы филофагами. Низкая численность вредных насекомых наблюдается в тополевых и березово-тополевых полосах. В то же время дубовые, дубово-березовые насаждения отличаются повышенной численностью листогрызущих насекомых. Здесь систематически происходят вспышки их массового размножения, и очаги носят комплексный характер. При этом численность важнейших

вредителей изменяется в зависимости от породного состава посадок. Например, плотность популяций непарного шелкопряда в дубовых и дубово-березовых насаждениях в два и более раз выше по сравнению с вязовыми и березово-тополевыми полосами.

Один из ведущих факторов, определяющий данный показатель – генетически обусловленная устойчивость видов древесных растений и их гибридов. На дубе красном и гибриде дуб красный × дуб черешчатый плотность филлофагов значительно ниже, чем на дубе черешчатом. Внутривидовые формы дуба красного слабо заселяют такие опасные листогрызущие вредители, как листовертки (дубовая зеленая, палевая, розанная и др.) и слабо повреждает непарный шелкопряд. В то же время на дубе черешчатом гусеницы этих вредителей уничтожают более 95 % листвы. По мнению Л.Т. Персидской [6], это связано с морфологическими особенностями листьев, асинхронностью развития дуба и насекомых ранневесенней группы.

Большое значение в изменении уровня численности листогрызущих насекомых имеет рядность насаждений. В узких (три ряда) лесополосах плотность вредителей данной группы на 18–22 % меньше, чем в многорядных. Еще более показательна определяющая роль данного признака в формировании пространственной структуры популяций. Результаты количественных учетов свидетельствуют о существенном изменении численности насекомых в зависимости от расположения деревьев в посадках. Такие хозяйственно опасные вредители, как непарный шелкопряд и дубовая зеленая листовертка охотно откладывают яйца на деревья опушечных рядов. С продвижением внутрь лесной полосы количество кладок на деревьях снижается на 37–91 %. Особенно отзывчив на изменение экологических условий непарный шелкопряд. Следует отметить, что в узких лесополосах пространственная дифференциация количественного обилия филлофагов проявляется ярче.

Более высокая плотность яйцекладок филлофагов во внешних рядах насаждений связана, очевидно, с лучшей освещенностью деревьев. В то же время увеличение освещенности отдельных элементов древостоя сопровождается подъемом температуры. Во избежание перегревания и гибели яиц вредители размещают кладки на затененные части деревьев. Например, при наличии кустарников или густого травостоя количество яйцекладок непарного шелкопряда в опушечных рядах на 10,0–16,3 % выше по сравнению с лесополосами без кустарников и слабым развитием травянистого покрова.

Установлена прямая зависимость локализации кладок на деревьях от конструкции насаждений. В плотных лесных полосах около 90 % яйцекладок самки откладывают на части стволов, обращенные внутрь посадок. Противоположная ситуация зарегистрирована в продуваемых насаждениях. Здесь на стволах с внешней стороны лесополосы численность яйцекладок в 1,5–2 раза превышает таковую на противоположной стороне стволов.

В отличие от листогрызущих насекомых стволовые вредители в лиственных лесополосах концентрируются на внутренних рядах, где ими бывает освоено до 80–85 % деревьев. Характерно, что заселенность ксилофагами узких насаждений на 25–27 % ниже таковой многорядных (7–10 рядов и более) посадок.

В насаждениях на пастбищных угодьях разнообразие и численность вредных насекомых определяются, прежде всего, лесорастительными условиями. Наибольшим видовым и количественным обилием вредителей отличаются посадки, произрастающие на бурых зональных почвах с сильно засоленными (более 50 г/л) грунтовыми водами.

Важное значение, особенно для интродуцированных пород, имеет географическое происхождение семян. Например, среди насаждений саксаула черного более высоким разнообразием и численностью вредителей отличаются культуры, выращенные из семян, собранных в южных районах естественного ареала данной породы. Особенно многочисленные энтомосообщества приурочены к среднеазиатским климатипам («ферганский» и «ургенчский»). Наиболее низкие показатели численности насекомых имеют культуры, выращенные из семян местного происхождения или полученных из северных районов естественного ареала – «кзыл-ординский» климатип.

Формирование состава энтомофагов в лесополосах тесно связано с присутствием в насаждениях цветущих деревьев и кустарников [7]. Наиболее тесно выражена связь паразитов и хищников с черемухой, иргой шиповником, робинией, караганой и смешанных посадках ее с жимолостью, смородиной, используемых в полезном лесоразведении. Менее охотно полезная биота посещает бирючину, яблоню, грушу и ряда других пород. В лесных полосах, включающих энтомофильные породы, в 1,6–3,5 раз меньше вредителей, чем в чистых вязовых или дубовых насаждениях. Общая численность полезных насекомых здесь в 2,3–6,1 раза выше, чем в монокультурах. Наиболее многочисленны среди них паразиты из семейств Ichneumonidae и Braconidae и надсемейства Chalcidoidea. Хищные насекомые и пауки в меньшей степени реагируют на наличие в лесополосах энтомофильных пород.

В защитных насаждениях миграционные потоки энтомофауны находятся в тесной взаимосвязи со структурой опушек. Отсюда начинаются весной и здесь завершаются осенью сезонные миграции жуужелиц (Carabidae), божьих коровок (Coccinellidae), листоедов (Chrysomelidae) и других насекомых. На цветущем разнотравье опушек находят дополнительное питание паразитические насекомые, гнездятся насекомые-опылители. Засевание опушек культурой межполосного поля или опашка приводят к полному уничтожению экотонов и, как следствие, подавлению численности полезной биоты и возникновению необходимости ведения борьбы с вредителями лесных культур.

Разнообразие паразитов и хищников в зоомелиоративных насаждениях определяется наличием в посадках тамарисков (*Tamarix laxa*, *T. meyeri*, *T. hohenackeri*) и джужгуна (*Calligonum caputmedusae*), способствующих увеличению численности энтомофагов в 1,4–3,9 раза. Появление на выпасах кустарниковых полос положительно сказывается на разнообразии и обилии пауков (*Aganea*), количество этих членистоногих здесь по сравнению с незащищенными угодьями в три-пять раз выше.

**Выводы.** Проведенные исследования показали, что создание в открытых степных экосистемах взаимодействующих систем защитных лесных насаждений приводит к формированию в лесополосах специфической энтомофауны вследствие снижения долевого участия или элиминации ряда сухолюбивых насекомых, заселения посадок лесными и другими нетипичными для данной территории видами.

Существует четко выраженная зависимость таксономического разнообразия, обилия и пространственного распределения дендрофильных насекомых от породного состава и конструктивных параметров защитных полос.

Формирование комплекса энтомофагов и активизация их деятельности достигаются за счет введения в лесные насаждения цветущих пород и создания на опушках конвейера энтомофильных культур.

#### Библиографический список

1. Кулик, К.Н. Роль защитных лесных насаждений в формировании аридного пояса России [Текст] / К.Н. Кулик // Вековой опыт формирования лесных экосистем в агроландшафтах засушливого пояса России : матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2003. – С. 9–15.
2. Белицкая, М.Н. Экологические аспекты управления фитосанитарным состоянием лесоаграрных ландшафтов аридной зоны [Текст] : автореф. дис. ... докт. биол. наук / М.Н. Белицкая. – Краснодар, 2004. – 49 с.
3. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России [Текст]. – Пушкино, ВНИИЛМ, 2001. – 86 с.
4. Белицкая, М.Н. Причины неудовлетворительного состояния боров Волгоградской области [Текст] / М.Н. Белицкая, В.Д. Шульга, В.А. Елфимова, Н.И. Алимов // Научный ежегодник «Стрежень». – Волгоград, 2001. – Вып. 2. – С. 86–92.
5. Иерусалимов, Е.Н. Температурный режим и влажность воздуха в насаждении, поврежденном сосновым шелкопрядом [Текст] / Е.Н. Иерусалимов // Лесоведение. – 1973. – № 6. – С. 46–52.
6. Персидская, Л.Т. О некоторых мероприятиях по повышению энтомоустойчивости агролесомелиоративных насаждений Волгоградской области [Текст] / Л.Т. Персидская // Повышение устойчивости и долговечности защитных лесных насаждений : сб. науч. тр. – Волгоград, 1980. – С. 123–129.
7. Белицкая, М.Н. Управление формированием энтомокомплексов в лесозащищенных агроценозах [Текст] / М.Н. Белицкая // Защитное лесоразведение: история достижения, перспективы : сб. науч. трудов. – Волгоград, 1998.

---

**Введение.** Введение в агроландшафт системы защитных лесных насаждений сопровождается преобразованием территории. Появляются новые элементы и структуры, формируются специфичные экотоны и т. д., что ведет к изменению экологической среды и модификации энтомофауны.

**Материалы и методика.** Методика работ состояла в проведении лесопатологического обследования посадок и сборе материала на постоянных пробных площадях. Оценивались разнообразие энтомофауны, заселенность вредителями наиболее часто используемых в защитном лесоразведении древесных пород, влияние ассортимента лесополос на комплекс энтомофагов.

**Результаты и обсуждение.** Защитные насаждения различного породного состава и конструктивных параметров обладают неодинаковой экологической емкостью. Для энтомонаселения характерна ярко выраженная агрегированность в лесополосах. Хвоегрызущие насекомые концентрируются в кронах деревьев внутри посадок, где плотность их на 20–26 % выше по сравнению с соснами опушечных рядов.

В загущенных (1000–2600 деревьев на 1 га) лесопосадках стволовыми вредителями освоено от 60 до 100 % деревьев. Участки первичной локализации микроочагов ксилофагов приурочены к повышенным точкам рельефа.

Большое значение в изменении уровня численности листогрызущих насекомых имеет рядность насаждений. В узких (3–4 ряда) лесополосах плотность филофагов на 18–22 % меньше, чем в многорядных. Хозяйственно опасные вредители откладывают яйца преимущественно на деревья опушечных рядов. С продвижением внутрь лесной полосы плотность кладок снижается на 37–91 %. Существует прямая зависимость локализации кладок на деревьях от конструкции насаждений.

В лиственных лесополосах стволовыми вредителями заселены преимущественно деревья внутренних рядов. В узких насаждениях плотность ксилофагов на 25–27 % ниже, чем в многорядных (7–10 рядов и более).

В зоомелиоративных насаждениях разнообразие и численность вредных насекомых определяются лесорастительными условиями (минерализация грунтовых вод, характер почвогрунта) и географическим происхождением культур.

Формирование состава комплекса энтомофагов тесно связано с присутствием в лесополосах цветущих деревьев и кустарников.

**Выводы.** Создание в открытых степных экосистемах взаимодействующих систем лесных полос приводит к элиминации ряда насекомых-ксерофилов за пределы трансформированной территории, появлению группы неморальных видов, нарастанию участия обитателей увлажненных биотопов, повышению разнообразия полезной биоты и активизации естественных регуляторных механизмов.

\* \* \*

**Introduction.** Introduction of protective forest tree stands or plantations into agricultural landscapes is accompanied by transformation of the area. New elements, structures and specific ecotones appear and this leads to a change in the environment and transformation of the entomofauna.

**Materials and methods.** The method of work consisted of conducting forest pest surveys in plantings and shelter belts as well as gathering of material on permanent sample plots. We estimated diversity of the entomofauna, population of pests of tree species most commonly used in the protective afforestation shelter belts and the impact of shelterbelts on entomophagous complex.

**Results and Discussion.** Protective plantations of different species composition and structural parameters vary in their ecological capacity. For insect population, a pronounced aggregation in forest belts is typical. Needle-eating insects are concentrated in trees crowns in plantations, where their density is 20–26 % higher if compared to pines of edge rows.

In the thickened forest plantations (1000–2600 trees per 1 ha), stem pests occupy 60–100 % of trees. Primary localization of xylophagous insects is usually linked to elevated point of relief. The number of rows in plantations has great importance for abundance of leaf-eating insects. In the narrow (3–4 rows) forest belts density of phyllophages is 18–22 % less than that in the multi-row ones. Hazardous pests lay their eggs mainly on trees of edge rows. As advancing into the forest belt, the density of egg masses reduces by 37–91 %. There is a direct link between the egg masses localization on trees and the design of plantings.

In deciduous forest belts, stem pests populate mainly the trees of internal rows. In narrow belts the density of xylophagous insects is 25–27 % lower than that in the multi-row belts (7–10 or more rows).

In zoomeliorative plantations, diversity and abundance of insect pests are determined by forest-growing conditions. Composition of the entomophagous complex is closely related to the presence of flowering trees and shrubs in forest belts.

**Conclusions.** Creating of interrelated systems of forest belts in open steppe ecosystems leads to elimination of some xerophytic insect, appearance of a nemoral species group, growth of the presence of wet-biotopes inhabiting species, increased diversity of the useful biota and activation of natural regulatory mechanisms.

*Ирина Александровна Богачева*, доктор биологических наук,  
bogacheva@ipae.uran.ru,

*Институт экологии растений и животных УрО РАН*

## **ОБЗОР НАСЕКОМЫХ-ФИЛЛОФАГОВ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА: СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СООБЩЕСТВ И ФАКТОРЫ, ЕЕ МОДИФИЦИРУЮЩИЕ**

**Насекомые-филлофаги, таксономические группы, экология питания, сезонная динамика, городские зеленые насаждения.**

**Phyllophagous insects, taxonomic groups, feeding ecology, seasonal dynamics, urban greenery.**

**Введение.** К настоящему времени исследователями накоплено немало сведений по насекомым зеленым насаждений крупных городов. Чаще всего в статьях рассматривается какая-либо группа филлофагов, значительно реже весь их комплекс [1–4]; есть и работы, носящие обзорный характер [5]. Однако если из литературных источников можно получить сведения о таксономической и экологической структуре городских комплексов филлофагов, их пространственных различиях внутри города [6], то почти не получают освещения временные изменения группировок филлофагов – как многолетние, так и сезонные. Эти вопросы затрагиваются только применительно к некоторым массовым видам, наносящим реальный вред городским зеленым насаждениям. К сожалению, обследование городских зеленых насаждений на поврежденность фитофагами часто носит разовый характер, не предполагающий многократных обследований в течение сезона.

Для работы нами были выбраны 24 рода древесных растений, составляющие основу зеленых насаждений Екатеринбурга. Группировки насекомых изучали в период с 2006 по 2010 г. в точках, представляющих разные типы зеленых насаждений по классификации, примерно совпадающей с [6].

Единственным методом учета филлофагов был осмотр деревьев и кустарников. Регистрировали всех замеченных насекомых в нижней части кроны больших деревьев либо вплоть до вершины на небольших деревьях и поросли. Такие учеты проводили четыре раза в сезон: в конце мая – начале июня; в конце июня – начале июля; в конце июля – начале августа и в конце августа – начале сентября, каждый раз укладываясь приблизительно в двухнедельный период. Учеты, таким образом, повторяли приблизительно с месячными промежутками в каждой из 6–10 точек, представляющих различные городские биотопы. Объем пробы – 10 растений в каждой точке. Большинство пород обследовали только один-два

года, но тополь, иву, березу и яблоню – в течение всех пяти лет. При невозможности определить насекомое, найденное на стадии личинки, его выращивали в садке до стадии имаго.

Значительную часть насекомых мы определили самостоятельно. Тлей идентифицировала Н.В. Николаева; долгоносикообразных жесткокрылых – В.В. Сапранов; шелкунов – С.Д. Вершинина; многих *Macrolepidoptera* – Г.А. Замшина; большинство *Microlepidoptera* (в том числе минеров по выведенным из мин имаго) – финский энтомолог К. Нуппонен. Всем им автор выражает искреннюю благодарность.

**Сезонность различных таксономических групп.** Тли *Aphidoidea* – важнейшая группа вредителей городских зеленых насаждений Екатеринбурга, способная нанести им реальный ущерб. Насекомые зимуют в стадии яйца; колонии многих видов встречаются на кормовых породах в самом начале вегетационного сезона. Дендробионтные тли делятся на две большие группы видов: со сменой кормового растения (с древесного на травянистое) и без таковой. Виды первой группы к середине сезона перестают регистрироваться на деревьях и кустарниках и вновь появляются на них в самом конце сезона; виды второй группы присутствуют на древесных растениях иногда до конца сезона.

Медяницы *Psylloidea* (в Екатеринбурге – особенно *Cacopsylla mali* Schmidberger на яблонях и *P. ulmi* Först. на вязе) появляются на своих кормовых растениях в самом начале сезона, при высокой численности заметно вредят на стадии личинки и, постепенно снижая численность, встречаются при учетах до конца сезона.

Цикадовые *Cicadoidea*, также имеющие одну генерацию, встречаются с начала сезона. Два вида сем. *Cicadellidae* бывают многочисленны на ивах и березе, цикадки сем. *Delphacidae* – на березе. Цикадки-пенницы *Aphrophora* в своих «домиках» из пены в июне иногда обильны на ивах, наблюдаются и на тополе; имаго встречаются гораздо шире и до самого конца сезона.

Клопы *Hemiptera* по своей сезонности делятся на две группы. Зимующие на стадии имаго древесные щитники *Acanthosomatidae* (четыре вида) и щитники *Pentatomidae* (девять видов) попадают на деревьях и кустарниках весной в самом начале распускания листьев, откладывают яйца ближе к середине лета и вновь начинают отмечаться как имаго в августе-сентябре. Зимующие на стадии яйца весьма разнообразные (не менее 15 видов) слепняки *Miridae* регистрируются как имаго ближе к середине лета и обычно исчезают еще до конца сезона. Клоп *Kleidocerys resedae* (Pz.) (*Lygaeidae*), весьма обильный на сержках березы, напротив, держится на деревьях до сентября.

Листоеды *Chrysomelidae*, имеющие две генерации в сезон (*Phratora*, *Chrysomela populi* L.), обыкновенно находятся на кормовых растениях в течение всего вегетационного сезона и наиболее обильны в конце июня-начале августа, когда их можно найти здесь одновременно на всех стадиях развития. *Lochmaea capreae* (L.), *Crepidodera aurata* (Marsh.) в начале сезона бывают заметно обильнее,

чем во второй его половине; *Cryptocephalus octopunctatus* (Scop.) вообще отлавливался только в начале сезона. Ранневесенние и весенне-летние виды (*Gonioctena*, а также *Pyrrhalta viburni* (Pk.)) завершают развитие к концу июня, после чего питающиеся стадии на растениях более не встречаются. Имаго видов, личинка которых минирует лист (*Zeugophora*) либо питается внутри плодов (*Lochmaea crataegi* (Först.)), отсутствуют на растениях в середине сезона, во время развития личинок. Так что сезонные модели изменения плотности имаго на кормовых растениях в этой сравнительно небольшой группе (18 видов) существенно различаются в зависимости от их биологии [7].

Долгоносикообразные жесткокрылые (сем. Attelabidae, Apionidae и Curculionidae, всего найдено более 40 видов), личинки которых питаются в почве, доступны для наблюдателя на растениях один раз в сезон, обычно в конце мая – июне. Имаго видов, личинки которых питаются на растениях, доступны два раза в сезон: по выходе с зимовки и по отрождении из куколки; при этом во второй срок они обычно многочисленнее и соответственно чаще отлавливаются. Для трубновертов *Byctiscus* и *Involvulus* это август и даже сентябрь. Однако пик сборов Curculionoidea – как по числу экземпляров, так и по числу видов – приходится на период с конца мая по июнь [8].

Щелкуны Elateridae (около 10 видов) встречаются на деревьях и кустарниках редко, обычно в мае–июне. Еще реже (в июне–июле) встречается минирующая златка *Trachys minuta* (L.) (сем. Vuprestidae).

На деревьях и кустарниках Екатеринбурга обнаружено более 100 видов макрощелкукрылых 12 семейств [9]. Как и в природные комплексы [10], в городские сообщества входят виды с разными сезонными стратегиями (т. е. временем начала питания и стадией зимовки, причем эти два показателя сопряжены между собой). Из 4 основных стратегий щелкукрылых-дендрофагов [11, 10] в городе преобладают две. В начале сезона на древесных растениях появляются ранневесенние виды, быстро завершающие питание и не дающие второй генерации. Зимуют они чаще всего на стадии яйца. Среди таких видов преобладают совки Noctuidae. Летние виды появляются в июле и за оставшийся период сезона часто успевают дать две генерации; зимует, как правило, куколка. Среди них много пядениц Geometridae, у которых эта стратегия доминирует. Из совок, питающихся в середине и ближе к концу лета, очень характерны стрелчатки, особенно *Acronicta (Triaena) psi* (L.), *A. (Jocheaera) alni* (L.), *A. (Viminia) rumicis* (L.). В середине сезона также появляются бражники Sphingidae, серпокрылки Drepanidae, хохлатки Notodontidae, у которых эта стратегия является единственной. Две другие стратегии (весенне-летние виды, питающиеся весной и летом и зимующие на стадии куколки, и осенне-весенние виды, начинающие питаться в конце лета, зимующие на стадии гусеницы и продолжающие питание весной) не так «популярны», но первую используют некоторые распространенные в городе пяденицы (*Macaria notata* (L.), *Lycia hirtaria* (Clerck.), *Hypomecis punctinalis* (Scop.)), а вторую, в частности, боярышница *Aporia crataegi* (L.), а также два вида волнянок – кистехвост *Orgyia (Orgyia)*

*antiqua* (L.) и желтогузка *Euproctis(Sphrageidus) similis* (Fuess.), потенциально опасные виды. Крупные семейства (пяденицы – 47 видов и совки – 32 вида в Екатеринбурге) имеют в своем составе виды, соответствующие всем 4 стратегиям.

Микролепидоптера (15 семейств) либо живут в свертках из листьев, либо минируют их. К первой группе относятся листовертки Tortricidae – одно из крупных семейств; на деревьях и кустарниках города найден 21 вид листоверток. Они используют все четыре основные сезонные стратегии. Моли семейств Yponomeutidae, Ypsolophidae, Roeslerstammiidae, Depressariidae, Gelechiidae и огневки Pyralidae также соединяют листья паутиной, причем моли присутствуют на растениях уже в самом начале сезона, а огневки отмечены позднее. Представители сем. Eriocraniidae, Coleophoridae, Nepticulidae, Incurvariidae, Bucculatricidae, Gracillariidae, Lyonetiidae – минеры. Как все минеры вообще, они появляются ближе к середине лета, но мины двух первых семейств встречаются на листьях уже в середине мая. Пальцекрылки Pterophoridae, найденные только на малине, открыто живут на листьях в середине лета. Многие виды, особенно представители сем. Gracillariidae (*Phyllonorycter populifoliella* (Tr.) на тополях, *Ph. issikii* (Kumata) на липе, *Ph. sagitella* (Bjerk.) на осине, *Micrurapteryx gradatella* (H.-S.) на карагане, *Gracillaria syringella* (F.) на сирени, *Callisto denticulella* (Thnb.) на яблоне) являются реальными вредителями зеленых насаждений, либо постоянно поддерживая высокий уровень численности, либо периодически давая вспышки.

Пилильщики пяти семейств (Cimbicidae, Tenthredinidae, Argidae, Diprionidae, Pamphiliidae) в основном открыто живут на листьях; только пилильщики-ткачи делают довольно своеобразные «свертки» из листьев, а среди Tenthredinoidea есть галлообразователи и минирующие виды. Сезонная стратегия у Tenthredinoidea в общем одна. Зимуют на стадии зонимфы, пилильщик проходит весной значительную часть жизненного цикла, а личинка начинает питаться, как правило, ближе к концу июня. У многих видов две генерации; личинок второй можно найти на растениях в августе и даже в сентябре.

Отдельные виды двукрылых сем. Cecidomyidae (галлицы) и Agromyzidae (минирующие мушки) начинают свою деятельность в начале вегетационного сезона; к середине сезона их разнообразие заметно возрастает.

**Сезонность различных трофических групп.** Сосущие филлофаги представлены насекомыми отрядов Homoptera и Hemiptera. Чрезвычайно рано, еще при раскрытии почек, начинается жизненный цикл многих тлей; некоторые виды можно зарегистрировать только при первом обследовании, с конца мая по начало июня, и снова уже в сентябре. Одновременно с тлями на начинающем рост побеге появляются цикадки, медяницы и большая группа Hemiptera, зимующих на стадии имаго. Сосущие (кроме тлей со сменой кормового растения) проводят в кроне древесного растения весь сезон; их видовое богатство в целом выше при первом и втором обследованиях и значительно снижается в конце августа – начале сентября, хотя в это время они могут, тем не менее, оказаться

единственными представителями фитофагов на меняющей свой цвет и начинающей опадать листве. Отдельные виды тлей могут присутствовать на листьях плотными колониями практически до снега, как *Anoecia (Anoecia) corni* (F.) на дерене белом (в 2008 г. собрана 11 октября).

Открытоживущие грызущие филлофаги – чрезвычайно разнородная группа; они составляют основу сообщества филлофагов городских насаждений. В эту группу входят листоеды, другие жесткокрылые на стадии имаго, пальцекрылки, большинство *Macrolepidoptera* и пилильщиков. Личинки последнего возраста *Vucculatrix* sp. (на рябине и боярышнике) также открыто питаются на листьях. Жесткокрылые, зимующие на стадии имаго, наиболее разнообразны именно в начале сезона; ранневесенние виды листоедов вообще встречаются только в это время. Питание макрочешуекрылых, зимующих на стадии куколки, и почти всех пилильщиков начинается ближе к середине лета. Конец июня-июль – время наибольшего разнообразия видов группы открытоживущих грызущих филлофагов в целом.

Личинки полускрытоживущих филлофагов питаются внутри свертков из листьев. Это трубокверты, отдельные представители макрочешуекрылых (боярышница, серая пухоспинка *Tethea or* (Den. & Schiff.), кисточницы *Clostera* spp., некоторые совки, челночницы *Nolidae*), огневки и пять семейств молей, перечисленные выше, а также пилильщики *Pamphiliidae*. Многие представители сем. *Gracillariidae*, вначале ведущие себя как обычные минеры, в старших возрастах покидают мину и живут в свертке из листа. Активность большинства представителей этой группы начинается в самом начале сезона.

Минеры в целом явно сдвинуты к середине сезона. В эту группу входят листоеды *Zeugophora subspinosa* (F.); ряд видов долгоносиков; семь семейств молей, перечисленные выше; минирующие виды настоящих пилильщиков и минирующие мушки. Среди минеров есть, однако, виды, которые регистрируются уже в мае – начале июня: это *Coleophoridae* и *Eriocraniidae* на березе и яблоне, пилильщики *Heterarthrus ochropoda* (Kl.) на тополе и *Parna apicalis* (Brisch.) на липе. Наиболее разнообразны группировки минеров на березе, рябине, жимолости.

Последняя группа, галлообразователи, напротив, чаще всего начинает свою деятельность в начале вегетационного сезона. На деревьях и кустарниках города найдены галлы пемфигов и галловых тлей, пилильщиков *Pontania* и галлиц. Большинство галлов, образованных насекомыми, приурочено к растениям сем. Ивовых. Из галлов их обитатели обычно выходят задолго до конца вегетационного сезона.

Состав сообществ филлофагов резко меняется в начале лета, примерно через месяц после завершения роста первых листьев; дальнейшие изменения происходят заметно медленнее.

**Причины существующих моделей сезонности.** Листья древесных растений претерпевают в течение сезона вполне определенные изменения как химизма,

так и строения тканей листа. Растущая весенняя листва, богатая белками и водой, представляет обширную, но кратковременно существующую кормовую базу и привлекает многих филлофагов, использующих стратегию ранневесеннего, весенне-летнего или осенне-весеннего питания. Летняя листва, богатая сахарами – не только обширная, но и продолжительно существующая кормовая база – имеет своих потребителей. Нельзя сбрасывать со счетов и тот факт, что на большинстве древесных растений значительную часть вегетационного сезона продолжается рост ауксисластов и сосуществует листва разного качества: молодая листва на дистальной части ауксисластов и зрелая – у его основания и на брахисластах. Именно этим финские исследователи [12] объясняют модели возрастания видового разнообразия *Macrolepidoptera* у большинства лиственных древесных растений в середине лета. У растений, которые почти всю листву производят в начале вегетационного сезона (дуб, черемуха), наибольшее видовое разнообразие филлофагов приходится на начало лета.

Цикадки и медяницы, а в особенности тли очень чувствительны к дефициту влаги; часть видов тлей летом даже меняет древесные растения на травянистые, всегда содержащие заметно больше воды. Причиной относительно позднего появления на древесных растениях минеров, видимо, является благоприятное для этой группы увеличение толщины листовой пластинки. Галлообразователи для формирования галлов нуждаются в молодых, растущих тканях растения.

**Факторы, модифицирующие фенологию насекомых в городе.** Сезонность насекомых-филлофагов в городе (впрочем, и в естественных сообществах) модифицируется погодными условиями текущего года. В случае холодной (таким был 2007 г.) или дождливой (2006 г.) весны в конце мая при обследованиях на 10 деревьев обнаруживается всего несколько видов насекомых, галлы могут отсутствовать до конца июня. При высоких температурах (2008 г., аномально жаркий и сухой 2010 г.) к концу мая на древесных растениях обнаруживаются сложные и богатые (20 видов и более) сообщества; пик видового разнообразия насекомых-филлофагов с середины лета переносится на июнь.

Но сообщества филлофагов городских насаждений имеют свою специфику сезонности и по сравнению с окружающими лесопарками и настоящими лесными биоценозами. Более высокие температуры в городе являются причиной более раннего появления и развития листьев и насекомых в городских насаждениях [13]. Насекомые, способные дать две генерации в году, с большей вероятностью дадут вторую генерацию в городе.

Обрезка деревьев, широко применяемая в городе, напротив, вызывает запаздывание появления листьев, как в год обрезки, так и в несколько последующих лет. Это запаздывание может быть таким значительным, что нормальные связи между деревом и его филлофагами разрушаются и тесно связанные с этой древесной породой филлофаги-специалисты (например, тополевая моль *Ph. populifoliella*) несколько лет отсутствуют или поддерживают минимальную численность. Но для листоверток-генералистов вторичная листва, появляющаяся

после стрижки древесных растений (особенно сирени и дерена), чрезвычайно благоприятна; в конце июня она заселяется ими с плотностью, никогда не наблюдававшейся в обычные сроки на весенней листве.

Поросль (любого происхождения, в том числе стимулированная обрезкой деревьев) является благоприятной для многих групп филофагов. На ней долго сохраняются многие виды тлей; так, на обильной поросли черемухи тля *Rhopalosiphum padi* (L.) может оставаться все лето [14]. В августе на молодой листве поросли кормятся пяденицы и стрельчатки, значительно реже встречающиеся на зрелой листве кроны. Обильны в это время на поросли и некоторые минеры (например, *Lyonetia prunifoliella* (Hübн.)).

Полив, особенно в жаркое лето – еще один фактор, увеличивающий на растениях долю молодой листвы путем продления роста вегетативных побегов и заметно улучшающий качество зрелой листвы (по крайней мере, ее влагообеспеченность), что привлекает к таким растениям многих филофагов, особенно сосущих. Таким образом, некоторые приемы ухода за городскими насаждениями модифицируют фенологию и увеличивают численность филофагов.

#### Библиографический список

1. Горленко С.В., Панько Н.А. Формирование микрофлоры и энтомофауны городских зеленых насаждений [Текст] / С.В. Горленко, Н.А. Панько. – Минск: Наука и техника, 1972. – 168 с.
2. Баранник, А.П. Озеленение городов Кузбасса [Текст] / А.П. Баранник, Г.А. Гловтов. – Кемерово: Кемеровское кн. изд-во, 1984. – 88 с.
3. Белова, Н.К. Видовой состав членистоногих фитофагов в насаждениях Москвы [Текст] / Н.К. Белова, Д.А. Белов // Лесной вестник. – 1999. – Вып. 2. – С. 151–165.
4. Тарасова, О.В. Насекомые-филофаги зеленых насаждений городов: видовой состав и особенности динамики численности [Текст] / О.В. Тарасова, А.В. Ковалев, В.Г. Суховольский и др. – Новосибирск: Наука, 2004. – 179 с.
5. Кривошеина, Н.П. Современные представления о насекомых-дендробионтах городских экосистем [Текст] / Н.П. Кривошеина // Дендробионтные насекомые зеленых насаждений г. Москвы. – М.: Наука, 1992. – С. 5–51.
6. Белов, Д.А. Грызущие и минирующие листву насекомые зеленых насаждений Москвы [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Д.А. Белов. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 28 с.
7. Богачева, И.А. Современное состояние фауны дендрофильных листоедов в зеленых насаждениях г. Екатеринбурга [Текст] / И.А. Богачева, Г.А. Замшина // Урбозкосистемы: проблемы и перспективы развития. Мат-лы V междунар. научно-практич. конференции, 25–26 марта 2010. – Ишим: Тюменский изд. дом, 2010. – С. 132–135.
8. Богачева, И.А. Предварительные данные по долгоносикообразным жесткокрылым (Coleoptera, Curculionidae) на лиственных деревьях и кустарниках в г. Екатеринбурге [Текст] / И.А. Богачева, Г.А. Замшина, В.В. Сапронов // Вестник Челябинского гос. пед. ун-та. – 2009. – № 9. – С. 310–322.
9. Богачева, И.А. Чешуекрылые Macrolepidoptera на лиственных деревьях и кустарниках в г. Екатеринбурге [Текст] / И.А. Богачева, Г.А. Замшина // Урбозкосистемы:

проблемы и перспективы развития : матер. IV Междунар. науч.-практ. конф., 19–20 марта 2009. – Ишим: Тюменский изд. дом, 2009. – С. 255–259.

10. *Богачева, И.А.* Сезонные тенденции изменения жизненных стратегий у чешуекрылых (Macrolepidoptera) Урала [Текст] / И.А. Богачева // Виды и сообщества в экстремальных условиях. – Москва – София: Тов. науч. изд. КМК и PENSOFT, 2009. – С. 375–393.

11. *Крюков, В.Ю.* Трофические связи разноусых чешуекрылых (Lepidoptera, Macroheterocera) – филлофагов древесных растений в Южном Зауралье [Текст] / В.Ю. Крюков // Евразийский энтомолог. журнал. – 2006. – № 5 (1). – С. 77–87.

12. *Niemelä, P.* Seasonal patterns in species richness of herbivores: Macrolepidopteran larvae on Finnish decidual trees [Text] / P. Niemelä, E. Naukioja // Ecological Entomology. – 1982. – no. 7. – P. 169–175.

13. *Белова, Н.К.* Видовой состав и структура вредителей листвы и побегов декоративных насаждений Подмосковья [Текст] / Н.К. Белова // Научные тр. МЛТИ, 1982. – Вып. 147. – С. 11–16.

14. *Ивановская, О.И.* Тли Западной Сибири [Текст] / О.И. Ивановская. Ч. 1: Сем. Adelgidae – Chaitophoridae. – Новосибирск: Наука, 1977. – 272 с.

---

**Введение.** К настоящему времени накоплено немало сведений по насекомым зеленым насаждений крупных городов. Однако временные, особенно сезонные, изменения их группировок почти не получают освещения.

**Материалы и методы.** Это стало частью нашей работы по изучению группировок насекомых-филлофагов в г. Екатеринбурге, где в 2006–2010 гг. нами были обследованы древесные растения 24 родов, составляющие основу зеленых насаждений города. Единственным методом учета филлофагов был осмотр древесных растений. Регистрировали всех замеченных филлофагов (или их повреждения) в нижней части кроны больших деревьев либо вплоть до вершины на кустарниках и небольших деревьях. Такие учеты проводили четыре раза в сезон в каждой из 6–10 точек, представляющих различные городские биотопы. Большинство пород обследовали только один-два года, но тополь, иву, березу и яблоню – в течение всех 5 лет. Объем пробы – 10 растений в каждой точке.

**Результаты.** По результатам этих работ мы представили в настоящей статье краткие очерки фенологии основных таксономических групп филлофагов, с выделением основных жизненных стратегий. Показано, что даже небольшие таксоны могут включать виды с самыми разными жизненными стратегиями и фенологией. Вторая часть работы содержит обзор сезонности филлофагов с разной экологией питания. Показано, что сосущие филлофаги появляются в самом начале сезона, а отдельные представители присутствуют на своих кормовых растениях буквально до снега. Грызущие филлофаги – чрезвычайно разнообразная и наиболее богатая видами группа, обладатель многих разновидностей сезонных стратегий. Конец июня – июль – время наибольшего разнообразия видов группы открытоживущих грызущих филлофагов в целом, тогда как полускрытоживущие тяготеют к весне-началу лета. Минеры, кроме нескольких специфических семейств (как Coleophoridae), явно тяготеют к середине и даже второй половине лета, когда отмечается пик их видового разнообразия. Напротив, галлообразователи начинают свою деятельность в самом начале вегетационного сезона. Высказываются

предположения относительно факторов, которые отвечают за сезонные модели видового богатства филлофагов каждой группы.

**Выводы.** Обсуждаются факторы, модифицирующие фенологию насекомых. Погодные условия, особенно весной и в начале лета, заметно сдвигают сезонные максимумы видового разнообразия в любой группе. Более высокая температура и освещенность большинства городских биотопов по сравнению с естественными лесными сообществами вызывают некоторое опережение развития насекомых в городе. Обсуждается воздействие некоторых приемов ухода за городскими насаждениями, особенно обрезки, на плотность заселения растений филлофагами-специалистами (тополевая моль) и генералистами (листовертки). Полив увеличивает плотность сосущих филлофагов и продолжительность их пребывания на растениях.

\* \* \*

**Introduction.** A great deal of information on phyllophagous insects of urban greenery is accessible in our days. However attention is rarely paid to seasonal changes of their communities.

**Material and methods.** Seasonal changes became the part of phyllophagous insects research in Yekaterinburg where in 2006-2010 we studied insect communities on 24 plant genera that prevail in urban greenery. The only method of field work was the visual investigation of individual trees and shrubs. All the phyllophages (or their feeding marks) detected in low part of big tree crowns or anywhere on shrubs and small trees were registered. This work was carried out four times in a summer season in each of 6–10 points representing the variety of urban biotopes. The majority of plants were investigated only within 1–2 summer seasons but *Populus*, *Salix*, *Betula* and *Malus* – throughout all five years. Sample size was 10 plants for any point.

**Results.** As a result of our work we present here a short review of phenology of the main phyllophages taxonomic groups characterizing their general life strategies. It was shown that some narrow groups may include species demonstrating very different life strategies and phenology. The next part of this paper contains a survey of seasonality in phyllophages groups with different feeding ecology. Sucking insects are concluded to appear in very beginning of growing season, and some representatives stay on their food plants literally till first snow. Gnawing insect species form very diverse and rich group possessing many seasonal strategies. The end of June and July is the period of maximal richness of open living species while species feeding among folded leaves appear nearer to spring. Miners, besides of some specific families (such as Coleophoridae), clearly prefer the middle and even the second part of summer season when the peak of their species richness is observed. Quite the opposite, gall forming insects start their activity in a very beginning of summer season. Some hypotheses on factors responsible for seasonal models of species richness in all these groups are made.

**Conclusions.** The factors modifying insect phenology are discussed. Weather conditions especially in spring and in June significantly shift peaks of species richness in many insect groups. The higher temperature and sun lighting in urban biotopes in comparison with natural forests cause here a certain anticipating of insect development. The consequences of some plant cultivation methods, especially pruning, for local density of some phyllophagous specialists (*Phyllonorycter populifoliella*) and generalists (Tortricidae) are discussed. The watering increases sucking insects density and period of their presence on plants.

*Дмитрий Викторович Власов*, заведующий естественно-историческим отделом,  
mitrich-koroed@mail.ru, ГАУК Ярославский государственный  
историко-архитектурный и художественный музей-заповедник

## **ФАУНА КОРОЕДОВ (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) г. ЯРОСЛАВЛЯ**

### **Короеды, городские насаждения, вселение, натурализация в городе.**

### **Bark beetle, urban tree stands, indwelling, naturalization in the city.**

**Введение.** Короеды (Coleoptera, Scolytidae) – одно из наиболее значимых для лесных экосистем семейств жесткокрылых из-за способности многих видов давать вспышки массового размножения и вызывать гибель лесов на огромных площадях. Традиционно большинство российских публикаций по этому семейству посвящено биологии экономически значимых видов, динамике численности, устойчивости древостоев, мониторингу и карантину [1]. Существенно меньше уделяется внимания изучению локальных фаун, включая территории населенных пунктов. В тоже время короеды относятся к одной из наиболее активно распространяющихся с помощью человека групп насекомых, которые в первую очередь вселяются в антропогенно трансформированные ландшафты, изобилующие интродуцированными древесными породами.

**Места проведения работ, материал и методы.** Нами изучена фауна короедов г. Ярославля, крупного (606,9 тыс. жителей, по состоянию на 01.01.2010 г.) областного центра Российской Федерации. Город расположен в центральной части Восточно-Европейской равнины на берегах р. Волги, при впадении в нее р. Которосль. Площадь города составляет 205,37 км<sup>2</sup>, географические координаты административного центра: 57° 37' 17" N; 39° 53' 20" E.

Древесно-кустарниковые насаждения г. Ярославля представлены более чем 80 видами деревьев и кустарников, подавляющее большинство (> 70 %) из которых составляют интродуценты [2]. Насаждения разных районов города различаются по породному составу, возрасту, происхождению и факторам воздействия, поэтому было проведено зонирование территории и для исследования фауны короедов выбраны наиболее характерные участки. Схема расположения изученных территорий представлена на рисунке. Характеристика участков приведена ниже.

*Частный сектор* (на рисунке показан как 1). Располагается на правом берегу р. Которосль и включает территорию Коровницкой, Тропинской и Бутырской слобод, возникших в XIV–XVIII вв. Современный вид эта территория приобрела в период с последней трети XIX в. до первой четверти XX в. Она разделена на участки земли (3–10 соток) с деревянными или кирпичными малоэтажными

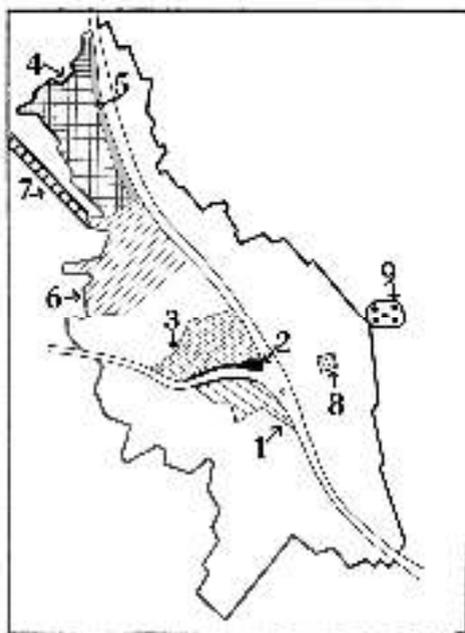


Схема расположения изученных участков  
в г. Ярославле и его окрестностях.

- 1 – частный сектор, 2 – парковая зона в пойме р. Которосль,  
3 – «старый» город, 4 – современный «спальный» район,  
5 – парковая зона, 6 – зеленые насаждения Северной санитарно-  
промышленной зоны, 7 – лесополоса вдоль железной дороги, 8 – участок  
«лесопарковой» зоны, 9 – Яковлевский бор (подробнее – см. текст).

домами с автономным печным или газовым отоплением, разграниченные заборами из горбыля или старых досок. На приусадебных участках произрастают различные древесно-кустарниковые плодовые: арония черноплодная, яблоня, вишня, слива, ирга, крыжовник, смородина красная и черная, в палисадниках распространена сирень обыкновенная. Уличные посадки формировались стихийно и представлены березой повислой, различными видами и гибридными формами тополей, ясенем пенсильванским, кленом ясенелистным, реже вязом гладким и липой мелколистной. Хвойные породы в озеленении отсутствуют. Отмерших деревьев практически нет – вырубаются жителями и используются в качестве топлива.

*Парковая зона в пойме р. Которосль (2).* Располагается по левому берегу р. Которосль от Толбухинского моста до места впадения в р. Волгу. Ее формирование началось в 1960-е гг., когда после образования Горьковского

водохранилища, был намыт песок на заболоченные берега и произведены плановые посадки различных древесно-кустарниковых пород. В посадках наиболее распространены различные формы тополей, ивы ломкая и козья, пенсильванский ясень, вяз мелколистный и гладкий, березы белая и повислая, липа мелколистная, рябина, реже встречаются осина, ель колочая, лиственница сибирская, клен платановидный, ясень обыкновенный. Здесь же расположены посадки сосны обыкновенной площадью 2,5 га. Из кустарников наиболее обычны жимолость татарская и роза морщинистая. Этот участок испытывает сильную рекреационную нагрузку с весны по осень, а зимой здесь на ночь собирается множество серых ворон и галок, что приводит к чрезмерному обогащению почвы азотом. Поэтому и, возможно, в связи с подтоплением высоко стоящими грунтовыми водами отмечается массовое усыхание многих древесных пород. Вырубка отмерших деревьев ведется нерегулярно, преимущественно убирается валежник и ветровал.

*«Старый» город* (3). Включает часть города в границах начала XX в. между правым берегом р. Волги и левым р. Которосли. Здесь располагаются старейшие искусственные насаждения Ярославля, возрастом около 180 лет (Первомайский бульвар и Волжская набережная). Два парка являются ООПТ регионального масштаба в ранге памятников природы: Демидовский сквер (2 га) и Бутусовский парк (3,75 га). Насаждения представлены двумя видами лип (мелколистной и крупноплодной), ясенем пенсильванским, вязом гладким; в меньшей степени распространены тополя, береза повислая, клен платановидный и ясенелистный, дуб черешчатый. В парках встречаются экзотические интродуценты: ель черная американская, лжетсуга Мензиса, черемуха Маака и др.

*Современный «спальный» район на примере Северного жилого района (СЖР)* (4). Формирование новых жилых районов Ярославля началось в 1960-е гг. на пригородных сельскохозяйственных землях, где существовали небольшие деревни и долгое время отсутствовали леса. Наиболее активное строительство велось с 1970-х до начала 1990-х гг., меньшими темпами продолжается и сейчас. Район застроен средне- и многоэтажными кирпичными и панельными зданиями. Одновременно с началом застройки началось озеленение территории, проводились как магистральные посадки вдоль крупных транспортных артерий, так и посадки внутри кварталов. Первоначально использовались быстрорастущие породы, устойчивые к загрязнению – различные виды и формы тополей. Позднее в озеленении начали использоваться местные (березы (преимущественно повислая), вяз гладкий, дуб черешчатый, липа мелколистная, ясень обыкновенный, ель европейская) и интродуцированные (каштан конский, клен ясенелистный, ясень пенсильванский, орех серый, черемуха Маака, ель колочая, лиственница сибирская и др.) виды деревьев. Во дворах, стихийно засаженных жильцами окрестных домов, произрастают черемуха обыкновенная, ольха серая, ивы: ломкая, пепельная, козья и разнообразные розоцветные. Единично встречаются

экзотические для г. Ярославля древесные и кустарниковые породы: акация белая, лох узколистный.

*Парковая зона СЖР по правому берегу р. Волги (5).* Большую ее часть составляют 40-летние посадки березы повислой и липы мелколистной, реже встречаются насаждения ясеня пенсильванского. На переувлажненных участках существуют заросли ольхи серой с примесью черемухи. Также здесь находятся два усадебных парка (Скобыкинский и Павловский) сохранивших старые (100–150 летние) насаждения. Оба они являются ООПТ регионального масштаба в ранге памятника природы. Их растительность представлена зрелыми насаждениями лиственных пород, выполненными в конце XIX в. Вдоль берега р. Волги расположены изреженные аллеи, состоящие из липы мелколистной, дуба черешчатого, единично по территории парков разбросаны крупные деревья тополя и ели. По всей территории парковой зоны встречаются отдельные старые сосны, представляющие собой остатки коренных ленточных боров. В последние десятилетия этот участок в летнее время служит излюбленным местом отдыха. В результате практически повсеместно нарушен напочвенный покров, а многие деревья имеют различные механические повреждения: обломанные сучья, ошмыги, морозобойные трещины и ожоги.

*Зеленые насаждения Северной санитарно-промышленной зоны, расположенной между центральной частью города и СЖР (6).* Здесь перемежаются искусственные посадки, представленные преимущественно тополями и березой и участки, заросшие естественным путем, в которых встречаются местные древесно-кустарниковые породы (береза, осина, ольха серая, различные ивы, крушина ломкая). Сквозь санитарно-промышленную зону проходит железнодорожная ветка на Рыбинск, вдоль которой высажена лесополоса из тополей, берез, вязов и елей.

*Участок «лесопарковой» зоны (8) – Тверицкий бор, сохранившийся в черте города фрагмент сосновых боров древней волжской долины.* Площадь бора, являющегося ООПТ регионального масштаба в ранге памятника природы, 46 га. С трех сторон он окружен автомобильными дорогами с интенсивным движением. Первый ярус бора составляют 25–27-метровые сосны полуторавекового возраста. Старые насаждения в составе древостоя занимают около 50 %, среди них много деревьев с дуплами, сухобочинами и усыхающими вершинами. Среди соснового подроста наблюдается много угнетенных и усыхающих деревьев. Подлесок представлен преимущественно рябиной, также встречаются ясень пенсильванский, клен ясенелистный, липа, береза, дикая яблоня, черемуха, различные ивы, карагана древовидная, вишня и др. Бор активно используется в течение всего года как парковая рекреационная зона. Краевые участки бора, соседствующие с автомагистралями, подвергаются значительному загрязнению продуктами сгорания топлива. Тверицкий бор находится в ведении Ярославского лесничества, в нем периодически проводятся санитарные рубки.

Для сравнения с городскими участками исследовалась фауна короедов насаждений, расположенных за пределами Ярославля, вблизи от его административных границ.

*Лесополоса вдоль железной дороги на Рыбинск (7)*, соединяющая естественные лесные массивы, находящиеся в 5 км от Ярославля, с насаждениями санитарно-промышленной зоны Северного промышленного узла. Здесь широко распространены посадки тополей, вяза, ели, березы, реже встречается ольха серая, осина; из кустарников обычны черемуха, жимолость, крушина.

*Яковлевский бор (9)*, вековой сосновый бор, общей площадью более 500 га. Нами обследован участок (56 га), примыкающий к городу и сходный по породному и возрастному составу с Тверицким бором.

Исследования городских насаждений Ярославля длились с 1988 по 2011 гг., наиболее интенсивно они проводились в 2000–2011 гг. За этот период на выделенных участках было обследовано более 220 экземпляров 21 вида деревьев и кустарников, а также значительное количество неокоренных хвойных лесоматериалов (лес-кругляк, горбыль), на которых располагались поселения короедов. В общей сложности собрано более 1200 экз. жуков, из которых около половины смонтировано и хранится в коллекции автора. В пригородных лесах обследовано около 130 экз. девяти видов деревьев и кустарников, собрано более восьмисот экземпляров жуков. Идентификация короедов проводилась по живым или хорошо сохранившимся погибшим имаго, лишь для немногих видов с очень характерным рисунком ходов, собиралась информация и по покинутым поселениям. К сожалению, получение многих количественных параметров в городских условиях сложно, а порой невозможно из-за отсутствия возможности применения в населенных пунктах большинства классических методик сбора и учета короедов, таких как полное обследование заселенного дерева, выкладка ловчих деревьев, использование оконных и феромонных ловушек. Для сравнения сходства фаун короедов изученных участков применялся индекс Чекановского-Сьеренсена:

$$Ics = 2a/[(a + b) + (a + c)],$$

где  $a$  – число видов, присутствующих в обоих сравниваемых списках;  $b$  – число видов, имеющих только в  $j$ -м списке;  $c$  – число видов, имеющих только в  $k$ -м списке [3].

**Результаты.** На территории г. Ярославля обнаружены 37 видов короедов, что составляет 64 % от фауны Ярославской области (58 видов) [4, 5], а в ближайших окрестностях обитают еще семь видов. Распределение короедов по различным участкам г. Ярославля и его окрестностей представлено в табл. 1. Номенклатура таксонов приведена по [6].

Результаты расчетов индекса сходства фаун короедов различных участков г. Ярославля и его окрестностей представлены в табл. 2.

## Видовой состав короедов г. Ярославля и его ближайших окрестностей

№ п/п	Вид короеда	Обитание короедов на исследованных участках г. Ярославля и окрестностей								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<i>Hylurgops palliatus</i> Gyll.	(+)		(+)		+	+	+	+	+
2	<i>Hylastes brunneus</i> Er.		+			+			+	+
3	<i>Hylastes cunicularius</i> Er.	(+)						+		
4	<i>Hylastes opacus</i> Er.		+			+			+	+
5	<i>Hylesinus varius</i> F.		+	+	+	+	+			
6	<i>Xylechinus pilosus</i> Ratz.								+	
7	<i>Tomicus minor</i> Hart.		+						+	+
8	<i>Tomicus piniperda</i> L.		+	(+)		+			+	+
9	<i>Phloeotribus spinulosus</i> Rey			+	+		+	+	+	+
10	<i>Polygraphus subopacus</i> Thoms.						+	+		+
11	<i>Scolytus mali</i> Bechst.	+	+	+		+	+	+		
12	<i>Scolytus multistriatus</i> Marsh.	+	+	+	+		+	+	+	
13	<i>Scolytus pygmaeus</i> F.		+				+	+		
14	<i>Scolytus ratzeburgi</i> Jans.		+	+	+	+	+	+	+	+
15	<i>Scolytus rugulosus</i> Muell.	+		+	+		+	+	+	
16	<i>Pityogenes chalcographus</i> L.	(+)	+	(+)	+		+	+		+
17	<i>Pityogenes irkutensis</i> Egg.								+	+
18	<i>Orthotomicus laricis</i> F.		+	(+)			+	+	+	+
19	<i>Orthotomicus suturalis</i> Gyll.		+	(+)			+	+		
20	<i>Ips acuminatus</i> Gyll.								+	+
21	<i>Ips sexdentatus</i> Boern.									+
22	<i>Ips typographus</i> L.	(+)					+	+		
23	<i>Lymantor coryli</i> Perris						+	+	+	+
24	<i>Lymantor aceris</i> Lind.							+		
25	<i>Dryocoetes alni</i> Georg					+	+	+	+	+
26	<i>Dryocoetes autographus</i> Ratz.	(+)		(+)				+		+
27	<i>Dryocoetes hectographus</i> Rtt									+
28	<i>Crypturgus cinereus</i> Hbst							+		+
29	<i>Crypturgus pusillus</i> Gyll.							+		
30	<i>Crypturgus hispidulus</i> Thoms.									+
31	<i>Trypodendron domesticum</i> L.									+
32	<i>Trypodendron lineatum</i> Ol.	(+)	+	(+)			+	+	+	+
33	<i>Trypodendron signatum</i> F.		+			+	+	+	+	+

№ п/п	Вид короеда	Обитание короедов на исследованных участках г. Ярославля и окрестностей								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
34	<i>Xyleborus cryptographus</i> Ratz.						+	+		
35	<i>Anisandrus dispar</i> F.		+		+		+	+		+
36	<i>Trypophloeus alni</i> Lind.						+			
37	<i>Trypophloeus bispinulus</i> Egg.			+				+		
38	<i>Trypophloeus palmi</i> Hansen						+	+		
39	<i>Ernopus tiliae</i> Panz.			+	+	+	+		+	
40	<i>Cryphalus saltuarius</i> Weise								+	
41	<i>Pityophthorus micrographus</i> L.				+	+	+	+	+	+
42	<i>Pityophthorus morosovi</i> Spess.		+	+	+	+	+	+		
43	<i>Pityophthorus lichtensteinii</i> Ratz.		+						+	+
44	<i>Pityophthorus traegardhi</i> Spess.					+		+		
Всего обитающих и (завезенных) видов		3 (6)	17	9 (7)	10	13	24	28	21	25

**Примечание.** Знаком «+» отмечено обитание вида на данном участке города; знаком «(+)-» – находки завезенных короедов или образовавших псевдопопуляции на неокоренных лесоматериалах.

Таблица 2

**Результаты расчетов индекса Чекановского-Сьеренсена (*Ics*) для различных участков**

Номера участков	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	–	0,2	0,5	0,308	0,125	0,22	0,194	0,167	0
2		–	0,385	0,370	0,467	0,585	0,489	0,526	0,524
3			–	<b>0,737</b>	0,455	0,485	0,324	0,333	0,118
4				–	0,435	0,588	0,421	0,387	0,286
5					–	0,486	0,341	0,529	0,421
6						–	<b>0,808</b>	0,533	0,490
7							–	0,449	0,528
8								–	<b>0,696</b>

**Обсуждение.** На территории каждого из исследованных участков г. Ярославля обитает от 3 до 24 видов короедов в зависимости от породного состава и возраста городских насаждений. Только два вида короедов распространены почти повсеместно и являются общими сразу для шести из семи участков

(*Scolytus multistriatus* и *Scolytus ratzeburgi*); для пяти участков общими являются пять видов (*Scolytus mali*, *Scolytus rugulosus*, *Hylesinus varius*, *Ernoporus tiliae* и *Pityophthorus morosovi*); для четырех – три (*Phloeotribus spinulosus*, *Trypodendron signatum* и *Pityophthorus micrographus*). В связи с небольшим видовым разнообразием короедов на исследованных участках и относительно большим процентом общих видов индексы Чекановского–Сьеренсена в 11 вариантах из 36 превышают 0,5. Наиболее сходными являются фауны короедов насаждений санитарно-промышленной зоны и железнодорожной лесополосы (участки 6 и 7; индекс *Ics* этой пары составляет 0,808); насаждений жилых кварталов (3 и 4; 0,737) и заволжских боров (8 и 9; 0,696).

Короеды, обитающие в г. Ярославле, в большинстве являются выходцами из окружающих город лесов, о чем свидетельствует преимущественное заселение аборигенных древесных пород, используемых в озеленении. Из всего многообразия экзотических растений, растущих в городе, повреждаются деревья и кустарники, имеющие родственные связи в местной флоре. Появление этих видов в городе в основном связано с расселением из окрестных лесов по «коридорам» лесополос вдоль автомобильных или железнодорожных магистралей сначала в одичавшие посадки санитарно-промышленных зон, а затем в насаждения центральных районов. Так, в районах исследования, расположенных в правобережной части города, наблюдается уменьшение видового разнообразия от посадок санитарно-промышленной зоны (24 вида) через насаждения жилых кварталов современной (10 видов) и старой (9 видов) застроек к частному сектору, где обитает только три вида короедов, два из которых связаны с плодовыми, растущими на приусадебных участках. Исключением являются парковые зоны: СЖР (13 видов) и поймы р. Которосль (17 видов), где обилие короедов обусловлено как видовым разнообразием древесно-кустарниковых пород, применявшихся при озеленении, так и их интенсивным ослаблением и отмиранием в последние годы.

Также короедов регулярно завозят в Ярославль с неокоренными лесоматериалами. Например, в частном секторе на лету регулярно отлавливались виды, развивающиеся на хвойных породах (6 видов). Эти находки связаны с обнаружением в непосредственной близости от района исследований товарной железнодорожной станции, где формируются составы и длительное время находятся вагоны с лесом-кругляком. Поимка случайных видов короедов в центральной части Ярославля (участок 3) связана как с завозом (3 вида), так и с миграцией из парковой зоны поймы р. Которосль (4 вида).

Появление в Ярославле отдельных видов возможно и при использовании в озеленении крупномерного посадочного материала или завозе в город свежесрубленных деревьев, на которых могут быть поселения короедов. Так, практически на всех крупных живых елях, устанавливаемых на городских площадях

перед Новым годом, отмечены живые жуки и личинки *Phloeotribus spinulosus* и *Pityophthorus morosovi*.

За период исследований зарегистрировано вселение и натурализация в городских насаждениях двух видов короедов, ранее отсутствовавших в фауне Ярославской обл. С 1999 г. в посадках вязов (гладкого и мелколистного) регулярно отмечается *Scolytus pygmaeus* [7], а с 2008 г. в насаждениях с участием ясеня начал стремительно расселяться *Hylesinus varius* [5].

Наибольший вред на территории г. Ярославля приносят короеды *Scolytus multistriatus*, *Hylesinus varius* и *Scolytus ratzeburgi*. Эти виды образуют многолетние очаги размножения преимущественно в неухоженных парках и посадках санитарно–промышленных зон. В настоящее время борьба с такими очагами в городе ведется крайне неэффективно и выражается в несвоевременной вырубке заселенных деревьев лишь в насаждениях жилых кварталов и некоторых центральных парках. Обычно к моменту рубки происходит вылет основной массы отродившихся жуков, что способствует заселению новых деревьев и расширению очагов вредителей. А очистка от ветровальных и заселенных короедами деревьев лесопарковой зоны и насаждений санитарно-промышленных зон практически не проводится. Особую тревогу вызывает состояние посадок вяза гладкого, в Ярославле с середины 1990-х гг. происходит их гибель вследствие распространения голландской болезни вязов, основным переносчиком которой здесь является *Scolytus multistriatus* [7].

### Библиографический список

1. Власов, Р.В. Современное состояние исследований короедов в России и за рубежом [Текст] / Р.В. Власов, И.А. Давыдова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2009. – Вып. 187. – С. 70–79.
2. Макридин, А.И. Древесные растения в озеленении городов Ярославской области [Текст] / А.И. Макридин, Ю.Е. Беляева // Бюллетень ГБС. – М.: Наука, 1992. – Вып. 163. – С. 29–33.
3. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях [Текст] / Ю.А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
4. Власов, Д.В. Аннотированный список видов короедов (Coleoptera, Scolytidae) Ярославской области [Текст] / Д.В. Власов // Энтотомол. Обзор. 2005. – Т. 84, вып. 4. – С. 761–775.
5. Власов, Д.В. Новые сведения по фауне короедов (Coleoptera, Scolytidae) Ярославской области [Текст] / Д.В. Власов // Естественное: исследование и обучение. Материалы конференции «Чтения Ушинского». – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2011. – С. 47–53.
6. Catalogue of Palaearctic Coleoptera [Text]. – Vol. 7 (Curculionoidea I) / Eds. I. Lobl and A. Smetana. – Apollo Books: Stenstrup, 2011. – 373 p.
7. Власов, Д.В. Вязовые заболонники рода *Scolytus* Geoffroy, 1762 (Coleoptera: Scolytidae) – новые и опасные вредители парковых насаждений Ярославля и Санкт-Петербурга [Текст] / Д.В. Власов, М.Ю. Мандельштам // II Всерос. съезд по защите растений. Т. 1: Фитосанитарное оздоровление экосистем. – СПб., 2005. – С. 262–264.

---

**Введение.** Короеды (Coleoptera, Scolytidae) – одно из наиболее значимых для лесных экосистем семейств жесткокрылых, однако изучению их локальных фаун, включая территории населенных пунктов, российскими исследователями уделяется недостаточное внимание.

**Места проведения работ, материал и методы.** Для изучения фауны короедов г. Ярославля выбраны семь участков, отличающихся по породному составу, возрасту и происхождению городских насаждений: частный сектор; парковая зона в пойме р. Которосль; «старый» город; современный «спальный» район; парковая зона современного района; зеленые насаждения санитарно–промышленной зоны; Тверицкий бор – участок «лесопарковой» зоны. Для сравнения с городскими участками исследована фауна короедов насаждений, расположенных за пределами Ярославля, вблизи от его административных границ – лесополоса вдоль железной дороги и Яковлевский бор. Исследования проводились с 1988 по 2011 г. За этот период обследовано более 350 экземпляров 21 вида деревьев и кустарников, а также значительное количество неокоренных хвойных лесоматериалов, заселенных короедами. В общей сложности собрано более двух тысяч экземпляров жуков.

**Результаты.** На территории г. Ярославля обнаружены 37 видов короедов (64 % от фауны Ярославской области), а в ближайших окрестностях отмечены еще семь видов. Распределение короедов по различным участкам г. Ярославля и его окрестностей представлено в таблице.

**Обсуждение.** На каждом из участков г. Ярославля обитает от 3 до 24 видов в зависимости от породного состава и возраста городских насаждений. Основными факторами появления короедов в городе являются расселение из окрестных лесов по лесополосам вдоль транспортных магистралей, завоз с неокоренными лесоматериалами и крупномерным посадочным материалом. В последние годы зарегистрировано вселение и натурализация в городских насаждениях *Scolytus pygmaeus* и *Hylesinus varius* – короедов, ранее отсутствовавших в фауне Ярославской обл. Успешной натурализации короедов в городских насаждениях способствует неэффективная работа озеленительных служб по выявлению и удалению ветровальных и больных деревьев.

\* \* \*

**Introduction.** Bark and ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae) are one of the most important beetle families for forest ecosystems, but the Russian researchers pay insufficient attention to their local faunas, including those from the densely populated territories.

**Location, materials and methods.** We divided Yaroslavl city area into seven parts according to the host tree species composition, age and origin of the urban tree stands, i.e. the most important factors influencing bark and ambrosia beetle fauna. These parts of the city were as follows: private sector, parkland on the banks of Kotorosl River, «old» town, modern residential district, parkland of the modern residential district, stands of sanitary greening and industrial zone, Tveritsky Bor (a forest park). Besides, we studied bark and ambrosia beetle fauna in the environs of Yaroslavl city including protective afforestation along railways and natural forests nearby the city (Yakovlevsky Bor) for the purpose of comparison with the fauna of various parts of the city. The investigations were performed in 1988–2011. We examined more than 350 tree and shrub specimens of 21 species infested by scolytid beetles and

also significant amount of unbarked pine wood inhabited by scolytid beetles during this period. Totally, more than two thousands of bark and ambrosia beetle specimens were collected.

**Results.** In total, 37 scolytid species were recorded from the Yaroslavl city territory what makes 64 % of the bark and ambrosia beetle fauna of the whole Yaroslavl province; besides another 7 species were recorded only from city environs. The table shows the scolytid occurrence in different parts of the Yaroslavl city and in its environs.

**Discussion.** Different parts of the city are populated by different scolytids. Their fauna composition varies in richness from 3 to 24 species depending on the host-trees species composition and the age of the urban tree stands. Main factors influencing scolytid occurrence in the city are bark beetle dispersal from neighboring forests through windbreaks and protective afforestation along roads and also introduction of beetles with timber or big trees planting. In the last few years we have recorded indwelling and naturalization in the urban tree stands of two scolytid species: *Scolytus pygmaeus* and *Hylesinus varius*. These two species had not been recorded until recently in the Yaroslavl province. Inefficient work of greening services in identification and removing of the windfall and unhealthy trees promotes successful bark-beetle naturalization in the city.

УДК 630.4: 591,5

*Андрей Витимович Селиховкин*, доктор биологических наук,  
профессор, rector210@ftacademy.ru,

*Нина Владимировна Денисова*, заведующая лабораторией,  
*Юлия Александровна Тимофеева*, инженер, juliko87@mail.ru,  
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический  
университет имени С.М. Кирова

## ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ МИНИРУЮЩИХ МИКРОЧЕШУЕКРЫЛЫХ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

**Минирующие микрочешуекрылые, видовой состав, *Phyllonorycter issikii*, *Phyllonorycter populifoliella*, экологическая плотность.**

**Mining moths, Microlepidoptera, species composition, *Phyllonorycter issikii*, *Phyllonorycter populifoliella*, ecological density, abundance.**

Листоядные микрочешуекрылые, минирующие листья древесных растений, представляют собой один из наиболее опасных комплексов вредителей древесных растений как в Европейской части России, так и за Уралом [1–9]. Широко известны инвазионные виды этой группы, в особенности четыре вида, относящиеся к семейству Gracillariidae (Lepidoptera):

1) белоакациевая моль-пестрянка *Parectopa robiniella* Clemens, завезенная из восточных штатов США и обнаруженная в Европе в 1970 г. [10, 11];

2) минирующая моль листьев конского каштана, или охридский минер, *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, распространяющаяся в Европе с 1989 г. [10];

3) липовая минирующая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* (Kumata), имеющая дальневосточное происхождение и впервые зарегистрированная в зеленых насаждениях Москвы в 1985 г. [12], а уже в 2000 г. – в Санкт-Петербурге [13];

4) тополевая нижнесторонняя моль-пестрянка *Phyllonorycter populifoliella* (Tr.), давно показавшая себя как массовый вредитель тополей в Центральной России и Сибири, в 1989 г. впервые отмеченная в Санкт-Петербурге и Ленинградской обл. и в 1991–1999 гг. давшая вспышку массового размножения в этом регионе [4, 14].

Распространение этих видов идет очень высокими темпами. Белоакациевая моль-пестрянка в настоящее время отмечена в большинстве европейских стран, в том числе на Украине [10]. С 2006 г. этот вид отмечен на территории Приднестровья как опасный вредитель робинии псевдоакации в различных типах насаждений, лесных и городских посадках [11]. Липовая моль-пестрянка в настоящее время распространена в Европейской части России повсеместно. По мнению Ю.И. Гниненко и Е.И. Козловой [15], в 2008 г. площадь очагов этого вредителя в российских лесах составляла не менее 1–2 млн га. Липовая моль-пестрянка в последние три года также имеет устойчиво высокую плотность популяции в Санкт-Петербурге и пригородах [16–19]. В питомниках и ботанических садах встречается охридский минер, попадающий туда с посадочным материалом. В 2010 г. этот вид был зарегистрирован в одном из питомников Ленинградской обл.

Микрочешуекрылые насекомые играют весьма существенную роль в изменении состояния городских насаждений Санкт-Петербурга, ухудшая эстетический облик и художественную выразительность различных категорий насаждений. Даже при относительно невысокой плотности популяций минирующие микрочешуекрылые серьезно ухудшают состояние деревьев, что убедительно показано И.В. Ермолаевым [7]. В Санкт-Петербурге за последние 20 лет по крайней мере один вид из этой группы (тополевая нижнесторонняя моль-пестрянка) стал заметным стрессовым фактором для древесных растений. В связи с этим, целью данной работы было выявление потенциально опасной группы микрочешуекрылых, минирующих листья древесных растений. Были поставлены следующие задачи: (1) предварительное обобщение имеющихся данных о случаях увеличения плотности популяций этой группы бабочек и (2) выявление доминирующих видов в структуре комплекса минирующих микрочешуекрылых-вредителей древесных растений.

**Объекты и методика исследований.** Коллективом сотрудников кафедры защиты леса и охотоведения (ранее – кафедры зоологии и охотоведения) СПбГЛТУ с начала XX в. проводилось последовательное изучение комплексов вредителей древесных растений Санкт-Петербурга. Эти материалы вошли в сформированную базу данных, отражающую динамику вспышек массового

размножения на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской обл. [20, 21]. В XXI в. эти исследования были продолжены: в 2000–2006 гг. проводили несистематические наблюдения за энтомокомплексами микрочешуекрылых, повреждающих древесные растения в Санкт-Петербурге, в 2006–2011 гг. проходили работы в рамках проекта «Роль энтомокомплексов дендрофильных насекомых в зеленых насаждениях мегаполиса Санкт-Петербурга».

Исследования проводили в Выборгском, Калининском, Красногвардейском, Московском и Пушкинском районах города. Наблюдения вели на 27 пробных площадях, заложенных в парках, уличных и дворовых посадках. Микрочешуекрылых определяли по гениталиям самцов при консультации со специалистами ЗИН РАН (С.Ю. Синевым и А.Л. Львовским).

Для оценки плотности популяций микрочешуекрылых использовали такой показатель как повреждаемость листьев. При этом повреждаемость в разные периоды наблюдений оценивали с использованием различных количественных оценок, что затруднило сравнение данных. В связи с этим, данные по встречаемости за 2006–2008 гг. [17] были приведены к количественным показателям, использованным в методике наблюдений 2009–2011 гг., когда повреждаемость оценивали в баллах (см. примечание к табл. 2) как интенсивность повреждения [21, 22] в виде доли поврежденных листьев на деревьях, где были обнаружены повреждения листьев данным видом. Данные до 2000 г. взяты из базы данных по вспышкам размножения насекомых-дендрофагов, структура которой рассмотрена ранее [21, 22].

Для наиболее распространенных видов исследуемой группы с III декады мая по I декаду июня в парке Лесотехнической академии (университета; Выборгский район), парке Победы (Московский район) и Александровском парке (Пушкинский район) проводили определение плотности популяций. Использовали показатель экологической плотности (количество гусениц на 100 г сырой массы листьев) [23]. Для его расчета в каждом парке случайным образом было выбрано и закартировано по пять точек учета. В каждой точке у пяти деревьев пяти видов (береза бородавчатая, клен остролистный, дуб черешчатый, вяз шершавый и липа мелколистная) на высоте 4 и 8 м секатором срезали по шесть веток. У каждой ветки измеряли диаметр (с точностью до 1,0 мм) и подсчитывали количество питающихся гусениц, определяя их вид. Каждое дерево являлось отдельной учетной единицей. Использовали регрессионные уравнения зависимости запаса сырой массы листьев на ветке (вес, г) от диаметра ветки (мм), составленные Е.А. Бондаренко для Санкт-Петербурга [23].

Следует отметить, что использованный показатель экологической плотности несколько затрудняет анализ некоторых популяционных характеристик. Например, такая привычная оценка плотности популяции, как количество мин на один лист, требует специального пересчета. Соответственно, анализ внутрипопуляционных конкурентных взаимоотношений на первый взгляд, кажется затруднительным. Однако, не следует забывать, что площадь листовых пластинок

довольно сильно варьирует не только на разных деревьях одного вида, но и в пределах одного дерева. Это не играет существенной роли при низкой плотности популяции, но при анализе популяционных характеристик во время массового размножения различия в площади (а значит и в массе листьев) будут значимо влиять на оценку популяционных характеристик. Мы планируем продолжить наблюдения за динамикой популяций микрожесткокрылых. В случае существенного увеличения численности наблюдаемых видов, проведение учетов на основе использованного показателя экологической плотности позволит и в дальнейшем получить сравнимые характеристики, а также получить репрезентативные показатели использования пищевого ресурса.

**Результаты.** Видовой состав микрожесткокрылых насекомых, минирующих листья древесных растений, плотность популяций для которых была дана приблизительная оценка, представлен 46 видами (табл. 1). Видовой состав этой группы насекомых в Санкт-Петербурге, конечно, гораздо шире [14]. В представленный список включены виды, которых более или менее регулярно отмечали в наших сборах. Из представленных в табл. 1 видов 31 вид встречался весьма редко. Для этих видов доля поврежденных листьев даже на одном из обследованных деревьев не превышала 1 %. У остальных 15 видов наблюдали не менее одного случая локального увеличения повреждаемости листьев – доля минированных листьев была больше одного процента (эти виды отмечены \*).

Таблица 1

**Видовой состав минирующих микрожесткокрылых зеленых насаждений Санкт-Петербурга в 2000–2011 гг.**

Семейство	Вид	Повреждаемая порода**
Eriocraniidae	<i>Eriocrania semipurpurella</i> Sphh.*	Bet
	<i>Eriocrania sparrmannella</i> Bosc.	Bet
	<i>Eriocrania cicatricella</i> Zett.*	Bet
Nepticulidae	<i>Stigmella betulicola</i> (Stt.)	Bet
	<i>Stigmella lapponica</i> (Wck.)	Bet
	<i>Stigmella atricapitella</i> (Haw.)	Que
	<i>Stigmella salicis</i> (Stt.)	Sal
	<i>Stigmella assimilella</i> (Z.)	Pop, Pot
	<i>Stigmella trimaculella</i> (Hw.)	Pop
	<i>Stigmella lemniscella</i> (Z.)	Ulm
	<i>Stigmella viscerella</i> (Stt.)	Ulm
	<i>Stigmella nylandriella</i> (Tengs.)	Sor
	<i>Stigmella anomalella</i> (Goez.)	Ros
Incurvariidae	<i>Incurvaria pectinea</i> Haw.	Bet
Bucculatricidae	<i>Bucculatrix cidarella</i> (Z.)	Aln
	<i>Bucculatrix thoracella</i> (Thunb.)*	Til

Семейство	Вид	Повреждаемая порода**
Gracillariidae	<i>Parornix devoniella</i> (Stt.)	Bet
	<i>Phyllonorycter ulmifoliella</i> (Hb.)	Bet
	<i>Phyllonorycter quercifoliella</i> (Z.)	Que
	<i>Phyllonorycter populifoliella</i> (Tr.)*	Pop, Pot
	<i>Phyllonorycter comparella</i> (Dupn.)	Pop
	<i>Phyllonorycter pastorella</i> (Z.)	Pop
	<i>Phyllonorycter sagitella</i> (Bjerk.)	Pot
	<i>Phyllonorycter issikii</i> (Kumata).*	Til
	<i>Phyllonorycter salicicolella</i> (Sirc.)*	Sal
	<i>Phyllonorycter acerifoliella</i> (Z.)	Ace
	<i>Phyllonorycter strigulatella</i> (Lienig et Z.)*	Aln
	<i>Phyllocnistis labyrinthella</i> (Bjerk.)	Pop, Pot
	<i>Phyllocnistis extrematrix</i> Martynova*	Pop
	<i>Phyllocnistis unipunctella</i> (Stph.)	Pot
	<i>Phyllonorycter sorbi</i> (Frey)	Sor
	<i>Cameraria ohridella</i> Deschka et Dimic	Aes
	<i>Gracillaria syringella</i> (F.)*	Syr, Syv
	<i>Caloptilia semifascia</i> (Hw.)*	Ace
	<i>Caloptilia rufipennella</i> (Hbn.)*	Ace
	<i>Caloptilia elongella</i> (L.)	Aln
<i>Caloptilia populetorum</i> (Z.)	Pop	
<i>Caloptilia stigmatella</i> (F.)	Pop	
<i>Caloptilia cuculipennellum</i> (Hb.)	Fra	
Lyonetiidae	<i>Lyonetia clerkella</i> (L.)*	Pad, Bet, Mal
	<i>Leucoptera malifoliella</i> (O. Costa)	Bet, Crt
Coleophoridae	<i>Haploptilia serratella</i> (L.)*	Bet
	<i>Coleophora bernoulliella</i> (Goez.)	Aln, Ulm, Que, Til
	<i>Protocryptis sibiricella</i> (Falk)*	Lar
	<i>Suireia milvipennis</i> (Z.)*	Bet
	<i>Suireia limosipennella</i> (Dupn.)	Que

**Примечания.** \* – более 1 % поврежденных листьев. \*\* – использованные сокращения названий древесных растений: Ace – *Acer platanoides* L. (Клен остролистный); Aes – *Aesculus* (Каштан конский); Aln – *Alnus incana* Motnc. (Ольха серая); Bet – *Betula pendula* Roth. (Береза бородавчатая); Crt – *Crataegus* spp. (Боярышник); Fra – *Fraxinus excelsior* L. (Ясень обыкновенный); Lar – *Larix* spp. (Лиственница); Mal – *Malus domestica* Borkh (Яблоня домашняя); Pad – *Padus avium* Mill. (Черемуха обыкновенная); Pop – *Populus* spp. (Тополь); Pot – *Populus tremula* L. (Осина); Que – *Quercus robur* L. (Дуб черешчатый); Ros – *Rosa* spp. (Шиповник); Sal – *Salix* spp. (Ивы); Sor – *Sorbus aucuparia* L. (Рябина); Syr – *Syringa vulgaris* L. (Сирень обыкновенная); Syv – *Syringa josikaea* J. Jacq. (Сирень венгерская); Til – *Tilia cordata* Mill и *T. platyphyllos* Scop. (Липа крупнолистная и липа мелколистная); Ulm – *Ulmus scabra* Mill., *U. glabra* Nuds. (Вяз шершавый и вяз гладкий).

Заметно высокая плотность популяций (более 1 % поврежденных листьев) наблюдалась у 15 видов (табл. 2), но только у семи видов (*Bucculatrix thoracella*, *Phyllonorycter populifoliella*, *Ph. issikii*, *Gracillaria syringella*, *Lyonetia clerkella*, *Protocryptis sibiricella* и *Suireia milvipennis*) повреждаемость листьев превышала 10 %.

В табл. 3 приведена экологическая плотность популяций для некоторых видов. Эти значения очень невелики. Плотность в 10 экз./100 г сырой массы листьев соответствует приблизительно 1–2 % минированных листьев, если считать, что один лист весит примерно 0,15 г.

В разных районах Санкт-Петербурга и пригородах плотность популяций сильно варьировала. Значительная часть насаждений, где плотность популяции вредителей была очень высокой, находилась за пределами парков, где проводилось определение экологической плотности популяций. Такая ситуация наблюдалась и с липовой молью-пестрянкой. В табл. 3 представлены данные для весеннего комплекса филлофагов, когда экологическая плотность липовой моли-пестрянки была минимальной. В 2010 и 2011 гг. в Санкт-Петербурге у этого вида было два поколения, и, соответственно, наибольшая экологическая плотность отмечалась в осенних учетах.

**Обсуждение.** Большинство видов, приведенных в табл. 1, в Санкт-Петербурге весьма обычны. Некоторые из них дают заметное увеличение плотности популяций (табл. 2), но в подавляющем большинстве случаев говорить о вспышках массового размножения не приходится. Однако на два вида – *Phyllonorycter populifoliella* и *Ph. issikii* – следует обратить внимание. Несмотря на то, что за период наблюдений с 2009 по 2011 гг. экологическая плотность минирующих чешуекрылых в Санкт-Петербурге и окрестностях была низкой (табл. 3), в 2011 г. наблюдалось существенное увеличение встречаемости липовой моли-пестрянки. На некоторых деревьях доля поврежденных листьев превысила 80 % (табл. 2). Такое увеличение повреждаемости листьев наблюдали на очень небольших участках, плотность минирования здесь не превышала одну-четыре мины на лист из числа поврежденных листьев. Согласно исследованиям Зорина [24], повреждения листовыми насекомыми при такой плотности играют существенную роль в изменении состояния насаждений, негативно влияют на санитарные функции насаждений и снижают их эстетическое значение. Поэтому увеличение плотности популяции липовой моли-пестрянки – тревожный сигнал. Недавние вспышки массового размножения этого вида, которые впервые наблюдали в Москве [12], привели к сильному ослаблению липы. По-видимому, в дальнейшем, при благоприятных погодных условиях (теплый и сухой вегетационный период), такая ситуация может возникнуть и в Санкт-Петербурге.

Обращает на себя внимание и постоянное присутствие устойчиво заметной плотности популяции тополевой нижнесторонней моли-пестрянки, вида, недавно появившегося на территории Санкт-Петербурга. Вспышка массового размножения этого вида в 1992–1999 гг. [4], по-видимому, привела к серьезным последствиям. Развитие цитоспороза тополей и их массовая гибель в пригородах Санкт-Петербурга в 2000–2005 гг., вероятно, связана с последствиями интенсивного их повреждения тополевой молью.

Таблица 2

**Повреждаемость древесных растений минирующими микрочешуекрылыми  
в Санкт-Петербурге в 1900–2011 гг.**

Вид	Повреждаемая порода*	Годы	Встречаемость**
<i>Eriocrania semipurpurella</i>	Bet	2009	1
<i>Eriocrania cicatricella</i>	Bet	2000	1
<i>Bucculatrix thoracella</i>	Til	2011	2
<i>Phyllonorycter populifoliella</i>	Pop	1990	1
		1991	2
		1992–1999	3
		2000	1
		2010	1
		2011	1
<i>Phyllonorycter issikii</i>	Til	2007	1
		2008	1
		2009	1
		2010	2
		2011	3
<i>Phyllonorycter salicicolella</i>	Sal	2011	1
<i>Phyllonorycter strigulatella</i>	Aln	2009	1
<i>Phyllocnistis extrematrix</i>	Pop	2007	1
<i>Gracillaria syringella</i>	Syr, Syv	1934–1935	1
		1939–1940	1
		1946–1949	1
		1953–1954	2
<i>Lyonetia clerkella</i>	Pad	2006	3
<i>Haploptilia serratella</i>	Bet	2008	1
		2009	1
		2010	1
<i>Caloptilia semifascia</i>	Ace	2009	1
		2010	1
<i>Caloptilia rufipennella</i>	Ace	2009	1
<i>Protocryptis sibiricella***</i>	Lar	1939	2
		1997–1999	2
		2009	1
		2010	2
		2011	1
<i>Suireia milvipennis</i>	Bet	1939	2
		2008	1

**Примечания.** \* Использованные сокращения названий древесных растений – см. примечание к табл. 1. \*\* Встречаемость (доля поврежденных листьев): 1 – 1–10 %; 2 – 11–50 %; 3 – свыше 50 %. \*\*\* *Protocryptis sibiricella* до 2000 г., по-видимому, отмечали как *Coleophora laricella*.

**Экологическая плотность листовых вредителей в парках Санкт-Петербурга и пригорода в 2009–2011 гг.**

Вид	Повреждаемая порода*	Экологическая плотность ( $m \pm S.E.$ , экз./100 г сырой массы листьев)		
		2009 г.	2010 г.	2011 г.
<b>Парк Лесотехнического университета</b>				
<i>Eriocrania semipurpurella</i>	Bet	12,66 ± 2,409	5,97 ± 2,342	3,03 ± 1,337
<i>Haploptilia serratella</i>	Bet	10,17 ± 3,291	4,67 ± 1,844	0,0
<i>Coleophora bernoulliella</i>	Que	0,0	0,0	0,0
<i>Phyllonorycter issikii</i>	Til	0,16 ± 0,156	5,09 ± 3,04	0,94 ± 0,545
<b>Московский парк Победы</b>				
<i>Eriocrania semipurpurella</i>	Bet	1,44 ± 0,816	0,88 ± 0,467	0,38 ± 0,261
<i>Haploptilia serratella</i>	Bet	14,87 ± 6,877	4,49 ± 1,912	4,21 ± 2,929
<i>Coleophora bernoulliella</i>	Que	0,2 ± 0,21	0,0	0,0
<i>Phyllonorycter issikii</i>	Til	0,0	0,0	0,0
<b>г. Пушкин, Александровский парк</b>				
<i>Eriocrania semipurpurella</i>	Bet	4,29 ± 2,072	5,21 ± 1,624	4,37 ± 1,598
<i>Haploptilia serratella</i>	Bet	11,16 ± 3,338	10,45 ± 2,728	10,54 ± 3,881
<i>Coleophora bernoulliella</i>	Ulm	0,17 ± 0,167	0,0	1,12 ± 0,875
<i>Phyllonorycter issikii</i>	Til	0,42 ± 0,419	0,0	0,0

**Примечание.** \* – Используемые сокращения названий древесных растений – см. примечание к табл. 1.

Постепенно увеличивается площадь распространения кленовой моли-пестрянки *Ph. acerifoliella*. Впервые в Санкт-Петербурге этот вид был отмечен на клене в 1998 г. (по наблюдениям сотрудников кафедры), и в последующие годы его отмечали как крайне редко встречающийся. Однако в 2009–2011 гг. в некоторых парках города локальная поврежденность кленовой молью-пестрянкой достигала 10 %.

Именно эти виды (*Ph. populifoliella*, *Ph. issikii*, *Ph. acerifoliella*), входящие в энтомокомплекс чешуекрылых, минирующих листья древесных растений в Санкт-Петербурге, являются инвазионными, «вспышечными» и новыми для насаждений Санкт-Петербурга. Учитывая относительно высокую плотность их популяций, можно сделать вывод о том, что они представляют реальную угрозу для тополей, лип, а в дальнейшем – и для кленов в зеленых насаждениях Санкт-Петербурга.

Наличие большого количества минированных листьев в кронах значительно ухудшает внешний вид растений, что отрицательно сказывается на эстетическом восприятии городских насаждений, в составе которых эти породы нередко преобладают.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта ISEFOR (FP7 2007-2013, КВВЕ 2009-3, grant agreement № 245268) и проекта № 2250 «Роль энтомокомплексов дендрофильных насекомых в зеленых насаждениях мегаполиса Санкт-Петербург» Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы»

### Библиографический список

1. Данилова, А.П. Динамика зараженности в очагах тополевой моли в г. Свердловске [Текст] / А.П. Данилова // сб. науч. тр. Уральского лесотехнического института. – Свердловск. – 1976. – № 32. – С. 121–125.
2. Селиховкин, А.В. Динамика плотности популяций минирующих микрочешуекрылых в зонах промышленного загрязнения воздуха [Текст] / А.В. Селиховкин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 1996. – Вып. 4 (162). – С. 26–38.
3. Селиховкин, А.В. Особенности популяционной динамики тополевой нижнесторонней моли – пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Gracillariidae) [Текст] / А.В. Селиховкин // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 220–235.
4. Бондаренко, Е.А. Массовое размножение тополевой моли – пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Lepidoptera, Gracillariidae) на территории г. Санкт-Петербурга [Текст] / Е.А. Бондаренко // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2008. – Вып. 182. – С. 45–55.
5. Белова, Н.К. Чешуекрылые насекомые – вредители декоративных посадок окрестностей г. Москвы [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.К. Белова. – Воронеж: ВЛТИ, 1982. – 20 с.
6. Еремеева, Н.И. Факторы регуляции состояния городских популяций тополевой моли *Phyllonorycter populifoliella* Tr. (Lepidoptera, Gracillariidae) [Текст] / Н.И. Еремеева // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2008. – Вып. 182. – С. 104–113.
7. Ермолаев, И.В. Поведение листовичной чехлоноски (*Protocryptis sibiricella*) в природных очагах. Сообщение 2 [Текст] / И.В. Ермолаев // Зоологический журнал. – 2011. – Т. 90, № 2. – С. 156–161.
8. Ермолаев И.В., Ефремова З.А., Ижболдина Н.В. Факторы смертности липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) в Удмуртии [Текст] / И.В. Ермолаев, З.А. Ефремова, Н.В. Ижболдина // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 93–101.
9. Ермолаев, И.В. Пороги вредоносности липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) [Текст] / И.В. Ермолаев, Д.А. Зорин // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2011. – Вып. 196. – С. 37–44.
10. Гниненко, Ю.И. Инвазии чуждых видов в лесные сообщества [Текст] / Ю.И. Гниненко // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов : матер. Круглого стола Всерос. конф. по экологической безопасности России. 4–5 июня 2002 г. – М., 2002. – С. 65–74.
11. Антюхова, О.В. Белоокациевая моль-пестрянка (*Parectopa robinella* Clemens) – опасный вредитель *Robinia pseudoacacia* L. в Приднестровье [Текст] / О.В. Антюхова //

Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 4–11.

12. *Ермолаев, И.В.* Особенности инвазии липовой моли-пестрянки в Европе [Текст] / И.В. Ермолаев, Н.В. Ижболдина // Современное состояние и пути развития популяционной биологии : матер. X Всерос. популяционного семинара, г. Ижевск, 17–22 ноября 2008 г. – Ижевск, 2008. – С. 123–125.

13. *Поповичев, Б.Г.* Особенности распределения мин липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* Kumata) на кормовом растении [Текст] / Б.Г. Поповичев, Е.А. Бондаренко // Вестник МАНЭБ. – СПб., 2010. – Т. 14, вып. 4. – С. 5–9.

14. *Львовский, А.Л.* Чешуекрылые насекомые (Insecta, Lepidoptera) в пределах Санкт-Петербурга [Текст] / А.Л. Львовский // Известия Харьковского энтомологического общества. – 1994. – Т. 2, вып. 1. – С. 5–48.

15. *Гниненко, Ю.И.* Прогрессирующие вредители липы в городских посадках [Текст] / Ю.И. Гниненко, Е.И. Козлова // Защита и карантин растений. – 2008. – № 1. – С. 47.

16. *Лукмазова, Е.А.* Формирование энтомокомплекса в насаждениях Колонистского парка г. Петергофа [Текст] / Е.А. Лукмазова // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 150–159.

17. *Подoliaцкая, Ю.С.* Видовой состав листовых микрочешуекрылых в различных экологических категориях городских насаждений Санкт-Петербурга [Текст] / Ю.С. Подoliaцкая // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2011. – Вып. 196. – С. 169–179.

18. *Подoliaцкая, Ю.С.* Вредители липы в насаждениях г. Санкт-Петербурга [Текст] / Ю.С. Подoliaцкая, А.В. Мясникова // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 201–208.

19. *Щербакова, Л.Н.* Видовое разнообразие филофагов в насаждениях Санкт-Петербурга при низкой плотности популяций [Текст] / Л.Н. Щербакова, Н.В. Денисова, Ю.А. Тимофеева // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 261–269.

20. *Selikhovkin, A.V.* Insect outbreaks in North West of Russia [Text] / A.V. Selikhovkin, M.V. Kozlov // R. Jandl et al. (eds) Forests and Society: The Role of Research. Poster Abstracts. – Vol. 111. XXI IUFRO World Congress. 7–12 August 2000. – Kuala Lumpur, Malaysia. – P. 393–394.

21. *Селиховкин, А.В.* Могут ли вспышки массового размножения насекомых-дендрофагов оказать существенное влияние на состояние биосферы? [Текст] / А.В. Селиховкин // Биосфера. Междисциплинарный научный и прикладной журнал по проблемам познания и сохранения биосферы. – СПб. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 72–81.

22. *Селиховкин, А.В.* Лесоэнтомологический мониторинг как инструмент лесного рынка [Текст] / А.В. Селиховкин // Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины : тез. докл. XIII съезда Русского энтомологического общества, Краснодар, 9–15 сентября 2007. – Краснодар, 2007. – С. 192–193.

23. *Бондаренко, Е.А.* Мониторинг видового состава и состояния популяций чешуекрылых в г. Санкт-Петербурге [Текст] / Е.А. Бондаренко, Н.В. Денисова, Б.Г. Поповичев // Математические и физические методы в лесозащите : сб. докл. конф. – М., 2001. – С. 27–35.

24. Зорин, Д.А. Экологические последствия инвазии липовой моли-пестрянки *Phyllonorycter issikii* Kumata (Lepidoptera, Gracillariidae) в Удмуртии [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Д.А. Зорин. – Пермь: Удмуртский гос. ун-т, 2012. – 19 с.

**Введение.** Микрочешуекрылые насекомые играют весьма существенную роль в изменении состояния городских насаждений Санкт-Петербурга, ухудшая эстетический облик и художественную выразительность различных категорий насаждений. Цель работы – выявление потенциально опасной группы минирующих микрочешуекрылых.

**Материалы и методы.** Обобщены и приведены к количественным показателям данные за весь период наблюдений коллективом сотрудников кафедры защиты леса и охотоведения (ранее кафедры зоологии и охотоведения) СПбГЛТУ с начала XX века по настоящее время. За период 2009–2011 гг. рассчитана экологическая плотность популяций *Eriocrania semipurpurella* Sph., *Haploptilia serratella* (L.), *Coleophora bernoulliella* (Goez.), *Phyllonorycter issikii* (Kumata). Виды микрочешуекрылых определяли по гениталиям самцов при консультации со специалистами ЗИН РАН.

**Результаты.** Видовой состав микрочешуекрылых, минирующих листья древесных растений, плотность популяций которых удалость приблизительно оценить, представлен 46 видами. Относительно высокая плотность популяций (повреждалось более 1 % листьев) наблюдалась у 15 видов. У семи видов (*Phyllonorycter populifoliella* (Tr.), *Ph. issikii* (Kumata), *Gracillaria syringella* (F.), *Lyonetia clerckella* (L.), *Protocryptis sibiricella* (Falk.), *Bucculatrix thoracella* (Thunb.) и *Suireia milvipennis* (Z.)) повреждаемость листьев превышала 10 %.

Два вида молей-пестрянок *Ph. populifoliella* и *Ph. issikii* заслуживают особого внимания как потенциально опасные вредители городских насаждений. В 2009–2011 гг. наблюдали существенное увеличение встречаемости липовой моли-пестрянки (*P. issikii*). На некоторых деревьях доля поврежденных листьев превысила 80 %, при этом плотность минирования колебалась от 1 до 4 мин на лист из числа минированных листьев. Недавние вспышки массового размножения этого вида, наблюдавшиеся в Москве, привели к сильному ослаблению липы. По-видимому, в дальнейшем, при благоприятных погодных условиях (теплый и сухой вегетационный период), такая ситуация может возникнуть и в Санкт-Петербурге.

**Обсуждение и выводы.** Обращает на себя внимание постоянное присутствие устойчиво заметной плотности популяции тополевой нижнесторонней моли-пестрянки, вида, недавно появившегося на территории Санкт-Петербурга. Вспышка массового размножения этого вида в 1992–1999 гг. привела к серьезным последствиям. Развитие цитоспороза тополей и их массовая гибель в пригородах Санкт-Петербурга в 2000–2005 гг., вероятно, связана с последствиями интенсивного их повреждения тополевой молью. *Phyllonorycter populifoliella* и *Ph. issikii*, входящие в энтомокомплекс чешуекрылых, минирующих листья древесных растений в Санкт-Петербурге, являются инвазионными, «вспышечными» и новыми для насаждений Санкт-Петербурга. Учитывая относительно высокую плотность их популяций, можно сделать вывод о том, что они представляют реальную угрозу для тополей и лип в зеленых насаждениях Санкт-Петербурга.

**Introduction.** Microlepidopterous insects play an important role in city green areas of St. Petersburg. The damaged lives deteriorate conditions and resistance of trees, aggravate aesthetic image and artistic significance of green urban landscapes. The goal of the study was to reveal the potentially dangerous mining microlepidopterous species in the city.

**Materials and methods.** Staff of the Forest Health Protection Department of St. Petersburg State Forest Technical University monitored the dendrophagous pest insects in St. Petersburg and its environs from the beginning of the XX century until now. The data were analysed and transferred into quantitative indices. Ecological density was calculated for *Eriocrania semipurpurella* Stph., *Haploptilia serratella* (L.), *Coleophora bernoulliella* (Goez.), and *Phyllonorycter issikii* (Kumata) in 2009–2011. Species identification was provided using male genitalia structures.

**Results.** An approximate estimation of population density was carried out for 46 species of tree leaves' mining microlepidopterans. A high population density was shown in 15 species (they were present on more than 1 % of damaged leaves). Population density of *Phyllonorycter populifoliella* (Tr.), *Ph. issikii* (Kumata), *Gracillaria syringella* (F.), *Lyonetia clerkella* (L.), *Protocryptis sibiricella* (Falk.), *Bucculatrix thoracella* (Thunb.) and *Suireia milvipennis* (Z.) were particularly high. Periodically, these species damaged more than 10 % of leaves. However, even maximal ecological population density was not high.

**Discussion and conclusion.** Only two species (*Ph. populifoliella* and *Ph. issikii*) deserve attention as potentially dangerous pests of urban trees. Significant increase of *Ph. issikii* abundance was recorded in 2009–2011. On some trees, more than 80 % of leaves were damaged. At the same time, density of mines was lower than one per leaf (when only leaves with mines are taken into consideration). Recent outbreaks of this species in Moscow led to noticeable lime tree weakness. It is likely that in St. Petersburg under favorable weather conditions (warm and dry vegetation period) the same situation (an outbreak of *Ph. issikii*) is possible.

Appreciable population density of *Ph. populifoliella* in St. Petersburg attracts attention because this species only recently appeared in the city but has already produced a massive outbreak in 1992–1999. Mass weakness, fungi diseases spreading and death of poplars in St. Petersburg and suburban areas in 2000–2005 were likely to be related to this moth's outbreak.

*Phyllonorycter populifoliella* and *Ph. issikii* are invasive and new tree leaves' mining species which can produce outbreaks. Taken into consideration comparatively high population density of the species in St. Petersburg, it is possible to conclude that the species are a real threat for lime and poplar trees in St. Petersburg and suburbs. Decreasing of urban green areas' aesthetic significance and very negative reactions of St. Petersburg habitants to the intensive damage produced by these species must be taken into consideration when monitoring and trees' health measures are planned.

*Геннадий Григорьевич Терехов*, кандидат сельскохозяйственных наук,  
старший научный сотрудник,  
*Александра Михайловна Бирюкова*, ведущий инженер  
*Людмила Павловна Пермякова*, ведущий инженер  
*Ботанический сад УрО РАН*

## **ВЛИЯНИЕ НАСЕКОМЫХ-КОНОФАГОВ НА ВЫХОД СЕМЯН В ШИШКАХ КУЛЬТУР ЕЛИ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ**

**Еловые культуруценозы, семеношение, повреждаемость шишек, конофаги, всхожесть семян.**

**Spruce culture cenosis, seed bearing, injury of cones, conophages, capacity for germination.**

Еловые леса на территории Свердловской и Пермской обл. занимают площадь более 7 млн га. Большая часть их расположена в горных районах, где они являются источником древесины и одновременно выполняют многочисленные средообразующие функции. Длительная эксплуатация этих лесов интенсивными способами рубок негативно отражается на естественном возобновлении коренных пород. Для преодоления этой тенденции за последние 40 лет здесь создано более 1 млн га культур ели.

Влияние насекомых-фитофагов на естественные еловые древостои в составе темнохвойных лесов Среднего Урала носит спорадический характер без образования больших очагов, однако повреждение конофагами репродуктивных органов ели – явление распространенное. Изучением конофагов в разных регионах России занимаются давно [1–3]. Большинство исследователей указывают на то, что у хвойных пород максимальное число конофагов отмечается в шишках ели [4, 5].

Начало семеношения в культурах ели сибирской на Среднем Урале у единичных 14-летних растений отмечено через девять лет после посадки [6]. Ежегодно под пологом культур начала II класса возраста присутствуют семена ели (0,1–1,2 кг/га), из которых появляется самосев [7].

Данная работа посвящена влиянию насекомых-конофагов на состояние репродуктивных органов, выход семян в шишках в зависимости от динамики семеношения в культурах ели I и II классов возраста, лесорастительных условий и видовой принадлежности ели.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являлись созревшие репродуктивные органы ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.)

естественного происхождения (вариант 1) и в культурах (вариант 2) и ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в культурах (вариант 3) на опытно-производственных участках (ОПУ). Шишки ели сибирской естественного происхождения, являющиеся контролем для ели сибирской в культурах, отбирали с одиночных деревьев (40–60 шт./га), сохранившихся внутри и по периферии каждого ОПУ. Культуры на ОПУ закладывали чередующимися 4-рядными полосами из четырехлетних сеянцев ели сибирской и ели европейской: ОПУ 1-85 (в 1985 г.) – на сплошной вырубке в ельнике разнотравно-зеленомошниковом (Е р.-зм.), почвы – свежие, периодически влажные; ОПУ 1-86 – в ельнике-сосняке травяном (Е-С тр.), почвы – устойчиво свежие; ОПУ 3-86 – в ельнике-сосняке ягодниковом (Е-С яг.), почвы – свежие, периодически сухие. Все ОПУ расположены в горной части подзоны южнотаежных лесов (Починковское участковое лесничество Невьянского лесничества) Свердловской обл.

Отбор шишек с растущих деревьев ели проводили в начале сентября 2008 и 2009 гг. Каждую партию шишек (150–300 шт. на вариант) сортировали на поврежденные и без видимых механических повреждений, смоляных потеков. Для определения видов конофагов из поврежденных шишек отбирали 15–30 шт. и вскрывали их сразу после сбора, а оставшиеся шишки распределяли по морфологическим формам на четыре категории: первая – прямые, вторая – крючковидные (апикальная часть загнута полукольцом), третья – искривленные (относительно оси шишки апикальная часть образует угол до 45°) и четвертая – дугообразные (основание и апикальная часть отклоняются от оси под углом до 45°). По количеству выходных отверстий поврежденные шишки разделяли на три группы: первая – одно-три, вторая – четыре-шесть и третья – семь и более отверстий. По признакам повреждения семенных чешуй, семян и стержня шишек, а также по личинкам устанавливали виды насекомых-конофагов [8]. Всхожесть семян определяли согласно ГОСТ 13056.6–75 [9] по смешанным образцам из всех выделенных категорий.

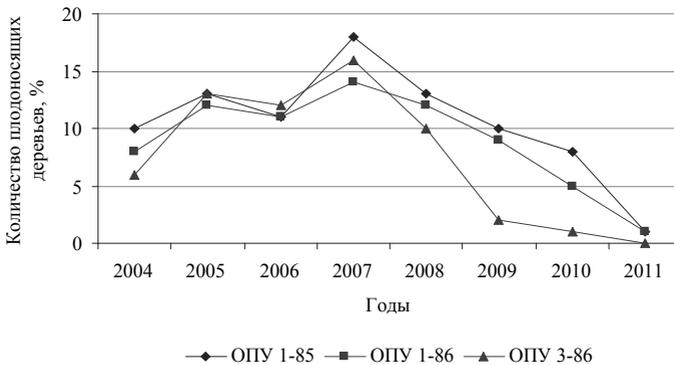
**Результаты и обсуждение.** Таксационная характеристика деревьев ели, с которых брали образцы шишек, приведена в табл. 1. Различия морфометрических показателей между елью сибирской и елью европейской в культурах статистически недостоверны (по высоте  $t_{\text{факт}} = 0,37-2,01 < t_{0,01} = 2,78$ , по диаметру  $t_{\text{факт}} = 0,36-1,91 < t_{0,01} = 2,78$ ). Текущая густота деревьев на ОПУ очень близка (1140 и 1200 шт./га). Деревья ели сибирской естественного происхождения (ДЕЕП) по высоте и диаметру превосходили деревья в культурах и имели крону большего размера.

За период наблюдений (с 2004 по 2011 г.) наибольшее количество деревьев с репродуктивными органами во всех типах леса отмечено в 2007 г. в варианте 2, затем произошло резкое снижение урожайности деревьев (рис. 1). Подобную динамику семеношения ели также наблюдали в вариантах 1 и 3.

Таксационная характеристика деревьев ели на начало исследований

Вид, происхождение, возраст	ОПУ (Типы леса)		
	1-85 (Ер.-зм.)	1-86 (Е-С тр.)	3-86 (Е-С яг.)
Ель сибирская естественного происхождения, 60 лет	$\frac{19,6 \pm 0,86}{22,6 \pm 1,36}$	$\frac{23,4 \pm 1,44}{26,0 \pm 1,91}$	$\frac{17,8 \pm 0,91}{18,8 \pm 1,86}$
Культуры (19-летние):			
ель сибирская	$\frac{7,8 \pm 0,19}{6,7 \pm 0,21}$	$\frac{9,4 \pm 0,36}{7,5 \pm 0,29}$	$\frac{8,2 \pm 0,34}{6,9 \pm 0,24}$
ель европейская	$\frac{8,1 \pm 0,31}{6,3 \pm 0,21}$	$\frac{9,6 \pm 0,40}{7,1 \pm 0,28}$	$\frac{8,9 \pm 0,36}{7,4 \pm 0,29}$
Достоверность различий между культурами ( $t_{0,01} = 2,78$ )	$\frac{0,83}{1,91}$	$\frac{0,37}{0,36}$	$\frac{2,01}{1,32}$

**Примечание.** В числителе – высота деревьев, м; в знаменателе – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см.



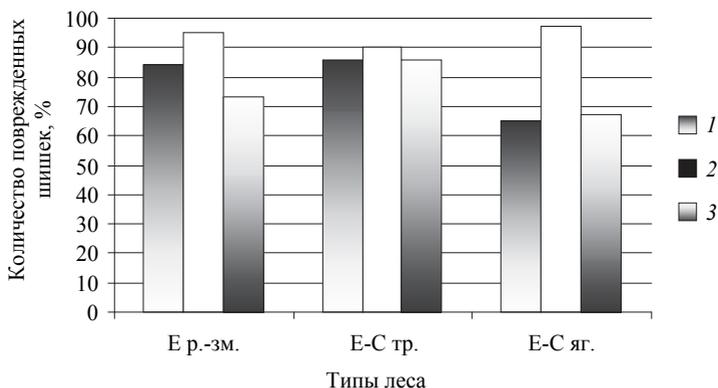
**Рис. 1.** Динамика семеношения деревьев ели сибирской в культурах (вариант 2): ОПУ 1-85 (Е р.-зм.); ОПУ 1-86 (Е-С тр.); ОПУ 3-86 (Е-С яг.)

За последние пять лет наибольшее количество плодоносящих ДДП и в культурах обоих видов ели было на ОПУ 1-85. Особенно выражены эти различия в засушливый период 2008–2010 гг., когда температура воздуха в летние месяцы превышала среднемноголетнюю на 2,8–7,5 °С, а количество осадков было ниже нормы на 23–38 %. Ель, имеющая поверхностную корневую систему,

в горных условиях с мелкими почвами сильно реагирует на такие погодные изменения. Известно [2], что урожайность шишек ели во многом определяется погодными условиями (терморежим, осадки) летнего периода предшествующего года и весеннего периода (заморозки) текущего года семеношения. Весенний период 2009–2011 гг. характеризовался поздневесенними заморозками в воздухе. Если в 2008 г. доля плодоносящих ДЕЕП на ОПУ 1-85 (Е р.-зм.) составляла 36 %, то в 2011 г. – около 2 %, у ели сибирской в культурах, соответственно, 13 и 1 %. Динамика семеношения ели европейской в эти годы схожа с елью сибирской в культурах.

Средняя урожайность шишек на одно плодоносящее дерево в 2008 г. у культур ели европейской была 9 шт., ели сибирской – 8 шт., у ДЕЕП – в 9–10 раз больше (82 шт.). При этом общее количество шишек на ОПУ 1-85 у культур ели европейской составляло около 1800 шт./га, ели сибирской – 1600 шт./га и у ДЕЕП – 1500 шт./га. Урожайность шишек на ОПУ 1-85 (Е р.-зм.) в 2011 г. уменьшилась в культурах обоих видов в 4 раза, у ДЕЕП – в 15 раз на одно дерево.

Преобладающая часть созревших шишек ели в 2008 г. повреждена насекомыми (рис. 2). У культур ели сибирской на ОПУ 1-85 (Е р.-зм.) доля поврежденных шишек составила 73 % от общего числа, ели европейской – 95 %. В то же время на ОПУ 1-86 (Е-С тр.) различия между видами ели были незначительными (4 %). Однако, во всех условиях количество поврежденных шишек у ели европейской по сравнению с елью сибирской в культурах больше.



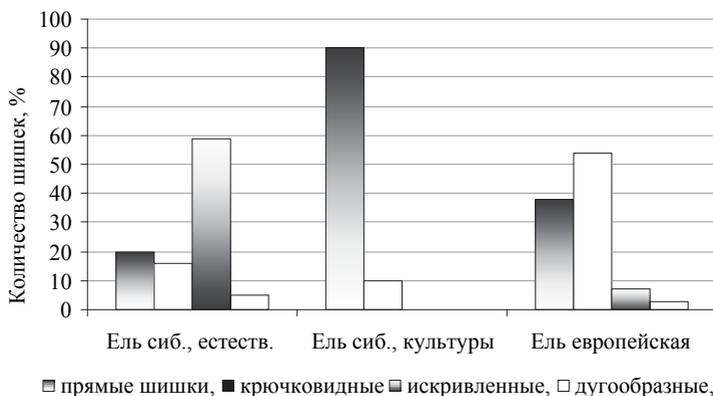
**Рис. 2.** Степень повреждения шишек ели в 2008 г. на ОПУ:

1 – ель сибирская естественного происхождения;  
2 – ель европейская в культурах; 3 – ель сибирская в культурах

При дальнейшем снижении урожайности шишек степень повреждения увеличилась, особенно у ДЕЕП, и составила в 2009 г в ельнике разнотравно-зеленомошниковом 98 %, ельнике-сосняке ягодниковом – 100 %. Доля поврежденных шишек в культурах ели сибирской, по-прежнему, была меньше на 10–12 %, чем у ели европейской.

Повреждение генеративных органов личинками конофагов происходит с начального периода роста женских шишек, при повреждении они приобретают к концу созревания различные морфологические формы: искривленные, дугообразные и крючковидные. Преобладают прямые (32–47 %) и искривленные (42–58 %) шишки.

Распределение поврежденных шишек по морфологическим формам на четыре категории показало (рис. 3), что в 2009 г. в ельнике разнотравно-зеленомошниковом доля прямых шишек была минимальной у ДЕЕП (20 %), максимальная – в культурах ели сибирской (90 %); культуры ели европейской занимали промежуточное положение (38 %). Больше всего шишек крючковидной формы отмечено в культурах ели европейской (54 %), искривленных шишек – у ДЕЕП (59 %). Среди поврежденных шишек ели сибирской в культурах искривленная и дугообразная формы отсутствовали.



**Рис. 3.** Распределение поврежденных шишек по морфологическим формам у ели в 2009 г. на ОПУ 1-85 (Е р.-зм.)

Различия по длине шишек между прямой и крючковидной формами статистически недостоверны, не прослеживаются они и между другими формами. Шишки с ДЕЕП и ели сибирской в культурах при слабой урожайности имеют более крупные размеры, чем обычно [10], а ели европейской в культурах – меньшие размеры, чем в зоне ее ареала.

По повреждениям шишек и семян ели сибирской и ели европейской в культурах отмечено (табл. 2) по шесть видов конофагов, большая часть этих видов повреждает семена. В шишке находили до семи живых личинок чаще двух, иногда трех видов.

Таблица 2

**Вредители генеративных органов ели в культурах и характер повреждения**

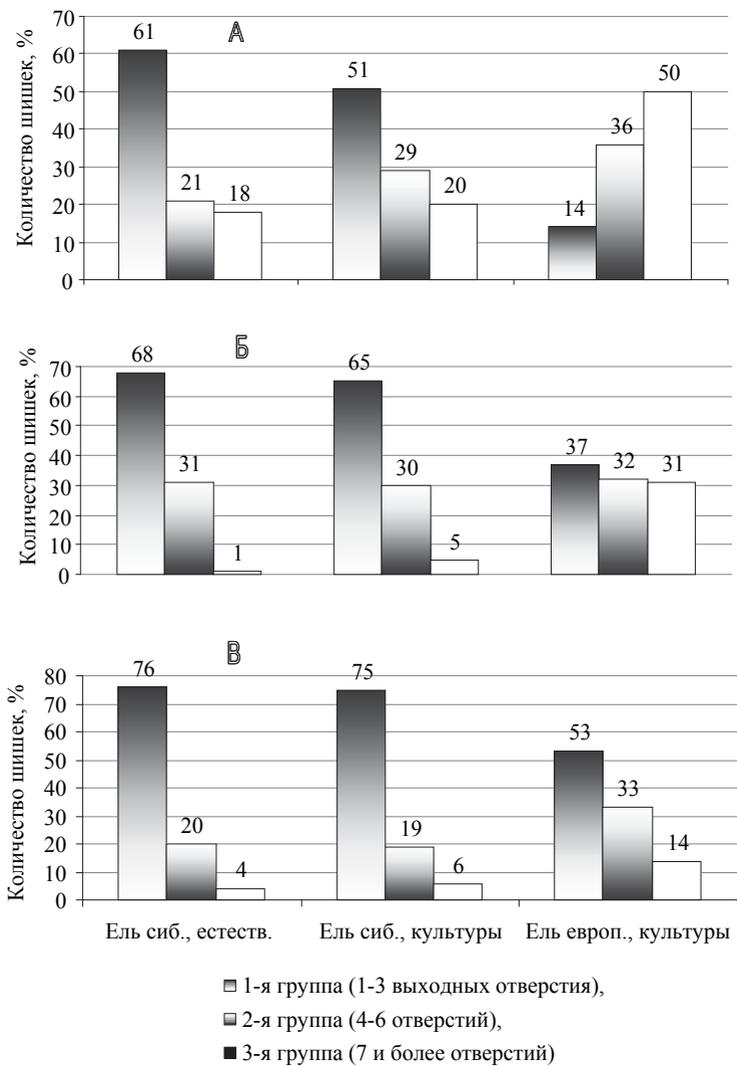
№ п/п	Вид	Повреждение	Форма шишек	Литературный источник
1	Еловая шишковая листовертка <i>Laspeyresia strobilella</i> L.	Чешуйки, семена, стержень	Прямая	[5, 8]
2	Еловый шишковый точильщик <i>Ernobius abietis</i> F.	Семена, стержень	Прямая	[8]
3	Огневка еловых шишек <i>Dioryctria abietella</i> Schiff.	Чешуйки, семена	Изогнутая	[5, 8]
4	Пихтовая шишковая огневка <i>Hyphantidium terebrellum</i> Zinck.	Чешуйки, семена	Изогнутая	[8]
5	Еловая шишковая галлица <i>Kaltenbachiolla strobi</i> Winn.	Чешуйки	Прямая	[5, 8]
6	Еловая шишковая муха <i>Strobilomyia anthracina</i> Czerny	Чешуйки, семена	Изогнутая	[5]

Как отмечено в методике, по количеству выходных отверстий поврежденные шишки разделены на три группы. Анализ количества шишек разных групп в зависимости от вида ели и лесорастительных условий дал следующие результаты (рис. 4). Наибольшее количество шишек третьей группы отмечено в ельнике разнотравно-зеленомошниковом (рис. 4, А), меньше всего таких шишек в ельнике-сосняке ягодниковом (рис. 4, В).

У ДЕЕП и в культурах ели сибирской во всех типах леса доминирует первая группа. У ели европейской в культурах в типе леса (Е. р.-зм.) со свежими, периодически влажными почвами доминирует третья группа, со свежими, периодически сухими почвами (Е-С яг.) – первая так же, как и у ели сибирской.

Количество шишек третьей группы у ели европейской во всех типах леса больше в 2,5–6 раз, по сравнению с елью сибирской в культурах.

В 2009 г. урожайность шишек во всех типах леса была меньше, чем в предшествующем, в результате у ели сибирской в культурах по количеству выходных отверстий преобладали шишки второй (49 %) и первой (34 %) групп, ели европейской – второй (47 %) и третьей (33 %).



**Рис. 4.** Распределение шишек ели в 2008 г. по группам в ельнике разнотравно-зеленомошниковом (А), ельниках-сосняках травяном (Б) и ягодниковом (В)

Между степенью повреждения шишек и выходом полнозернистых семян имеется тесная связь, их численность у обоих видов ели заметно убывает с увеличением количества выходных отверстий в шишках (табл. 3). Доля поврежденных семян (погрызена оболочка, нарушен эндосперм) ели сибирской достигала в первой группе 55 % от количества изначально здоровых, ели европейской – 67 %, во второй группе – соответственно, 83 и 89 %, а в третьей группе шишек семена повреждены почти полностью.

Таблица 3

**Количество полнозернистых и поврежденных семян  
в поврежденных шишках ели в 2009 г. (ОПУ 1-85, Е р.-зм.), %**

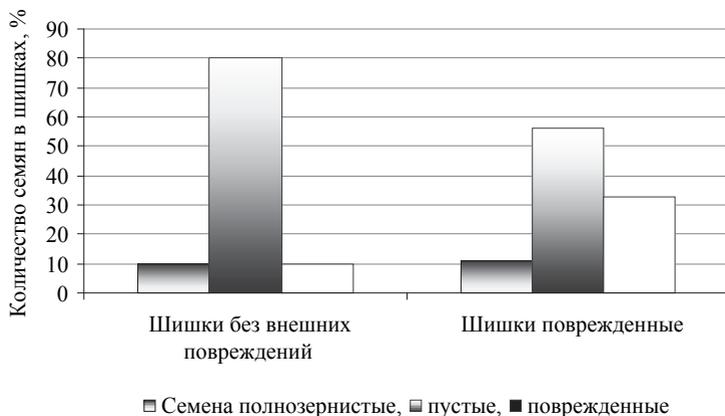
Вариант сбора шишек	Группы шишек (по количеству выходных отверстий, шт.)		
	первая группа (1–3)	вторая группа (4–6)	третья группа (7 и более)
Ель сибирская естественного происхождения	$\frac{11}{8}$	$\frac{4}{19}$	$\frac{0,4}{25}$
Ель сибирская в культурах	$\frac{10}{8}$	$\frac{4}{18}$	$\frac{0,4}{26}$
Ель европейская в культурах	$\frac{7}{14}$	$\frac{3}{24}$	$\frac{0,6}{30}$

**Примечание.** В числителе – полнозернистые, в знаменателе – поврежденные семена от общего количества семян в шишке

В шишках ели сибирской без внешних и внутренних повреждений (здоровые) доля полнозернистых семян достигала 21 % от общего количества, ели европейской – 22 % (общее количество – 106 и 127 шт.). Среднее количество полнозернистых семян в шишках, поврежденных конофагами и без внешних, но с внутренними повреждениями, у ели сибирской в культурах (рис. 5) крайне низкое (10 и 11 %) как в первом, так и во втором случае имеется много пустых семян (80 и 56 %).

Проведенный анализ показал, что даже при относительно высокой урожайности шишек (2008 г.) отмечается очень большое количество поврежденных семян в шишках ели европейской, по сравнению с елью сибирской, причем степень поражения значительно выше, чем отмечено в ее ареале [5]. Поражение семян ели сибирской примерно соответствует таковому для этого вида в ее ареале в Коми [4]. Такие различия могут быть связаны как с более высоким количеством изначально здоровых семян в шишках ели европейской, так и с различием в фенологии этих видов. Этот интродуцированный вид ели находится восточнее границы своего ареала на 250 км. В молодом возрасте у ели европейской в культурах

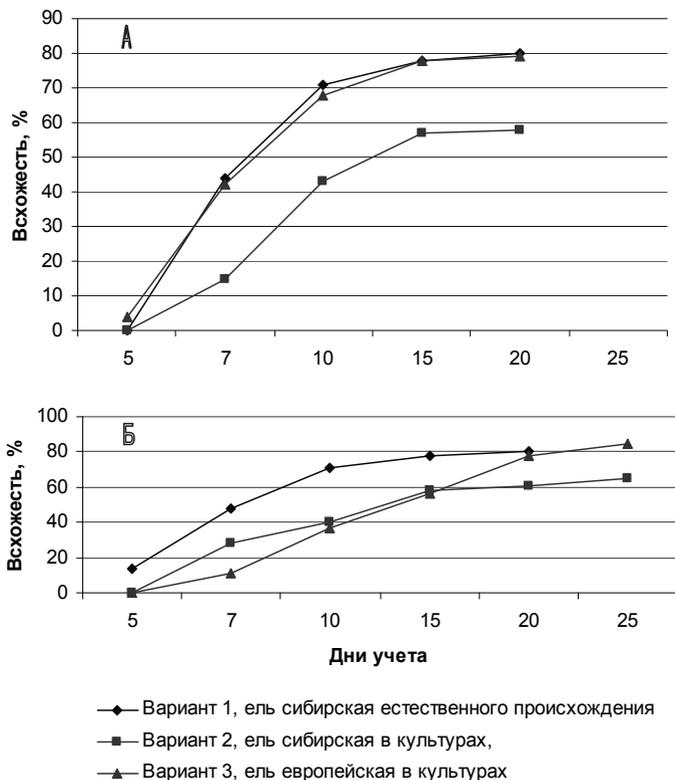
линейный рост осевого побега в наших условиях начинается на 2–7 суток раньше, чем ели сибирской в культурах. Цветет ель европейская также раньше ели сибирской [11]. Такое различие в фенологии может обуславливать более активное заражение ее шишек конофагами, особенно еловой шишковой мухой (ее лет начинается уже в середине мая), наносящей максимальный ущерб семенам [4, 5].



**Рис. 5.** Количество семян в шишках культур ели сибирской (Е р.-зм.).

Контролем качества семян на практике служит энергия прорастания и лабораторная всхожесть. В 2008 и 2009 гг. количество шишек без внешних повреждений и потеков смолы составляло 2–15 % на вариант, а среди них доля шишек без внутренних повреждений (здоровых) не превышала 45 % (6–16 шт. на вариант), в которых сохранялось не более 60 шт. полнозернистых семян. Для оценки качества семян по вариантам на статистическом уровне необходимо (согласно ГОСТ 13056.6–75) 3–5 проб по 100 шт. семян в каждой. Полученного в наших условиях количества полнозернистых семян крайне недостаточно, поэтому качество семян отдельно из здоровых и поврежденных шишек нами не сравнивается.

Динамика прорастания семян из поврежденных шишек ели сбора 2008 г. приведена на рис. 6, А. В 2009 г. динамика прорастания семян у ДЕЕП и в культурах ели сибирской схожа с предыдущим годом (рис. 6, Б). Энергия прорастания была максимальной на 7–10 сутки после закладки опытов, у ДЕЕП составляла 33 %, в культурах ели сибирской – 26 % и ели европейской в культурах – 31 %, что считается удовлетворительным показателем. Это является основанием для подтверждения факта возобновления культур ели обоих видов за счет самосева, о чем ранее нами сообщалось [11].



**Рис. 6.** Динамика прорастания семян ели на ОПУ 1-85 (Е р.-зм.):  
 А – всхожесть семян сбора 2008 г., Б – сбора 2009 г.

На Среднем Урале в горной части шишки ели европейской повреждаются в большей степени по сравнению с местной елью. К 20-летнему возрасту деревья ели европейской накапливают фитомассу надземной части в 3–13 раз меньше по сравнению с культурами I класса возраста, произрастающими в условиях Белоруссии [12]. Размеры шишек ели европейской в наших условиях меньше, чем в зоне ее ареала. Как утверждает Ю. Одум [13], «если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам».

Возможно, одной из причин, сдерживающих продвижение ареала ели европейской на восток, является более высокое поражение семян этого вида конофагами по сравнению с елью сибирской. Но это предположение нуждается в проверке. В частности, в определении видового состава самосева в культурах.

## Выводы

1. Засушливая погода отрицательно влияет на семеношение, уменьшая количество деревьев с шишками и их урожайность. В горных условиях Урала это влияние прослеживается в большей мере на свежих, периодически сухих, по сравнению со свежими, периодически влажными почвами.

2. В культурах ели европейской в горных условиях Среднего Урала отмечается более высокое количество изначально здоровых семян, чем у местного вида, но при этом степень повреждения шишек значительно больше, что может быть связано с различиями в фенологии этих видов.

3. Полнозернистые семена из поврежденных шишек ели сибирской и ели европейской в культурах имеют удовлетворительную всхожесть и энергию прорастания, тем самым подтверждается факт возобновления культур этих видов ели за счет самосева.

4. Конофаги уменьшают выход полнозернистых семян до 10 % от общего количества, поэтому, в связи с тем, что в шишках при раннеосеннем сборе сохраняются живые личинки конофагов, продолжающие питаться семенами, необходимо сократить время между сбором шишек и получением семян.

**Благодарности.** Выражаем благодарность В.И. Пономареву (д.б.н., Ботанический сад УрО РАН) за методическую помощь при подготовке данной статьи и Е.В. Колтунову (д.б.н., Ботанический сад УрО РАН), определявшему виды конофагов.

## Библиографический список

1. *Артемов, В.А.* Нарушения в анатомическом строении семяпочек ели, вызванные энтомофитовредителями [Текст] / В.А. Артемов, М.М. Долгин, С.В. Кузиванова // Биологические исследования хвойных фитоценозов на Севере : тр. Коми филиала АН СССР. – Сыктывкар, 1983. – № 59. – С. 68–75.

2. *Барабин, А.И.* Прогнозирование и учет урожая семян в ельниках Архангельской области [Текст] : автореф. дис. .... канд. с.-х. наук / А.И. Барабин. – Свердловск, 1974. – 20 с.

3. *Голутвина, Л.С.* К вопросу о семенах хвойных пород [Текст] / Л.С. Голутвина, Г.В. Стадницкий, В.П. Гребенщикова // Защита леса : науч. тр. ЛолИТТА. – Л., 1972. – № 144. – С. 18–30.

4. *Долгин, М.М.* Вредители шишек и семян ели в Коми АССР [Текст] / М.М. Долгин, А.П. Несин // Лесное хозяйство. – 1981. – № 3. – С. 61–63.

5. *Стадницкий, Г.В.* Вредители шишек и семян ели [Текст] / Г.В. Стадницкий // Лесное хозяйство. – 1967. – № 3. – С. 64–68.

6. *Терехов, Г.Г.* Особенности создания и выращивания культур ели сибирской на Урале [Текст] / Г.Г. Терехов // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения (экологические аспекты) : матер. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2004. – Т. 1. – С. 201–206.

7. *Луганский, Н.А.* Влияние микроэкопотов лесокультурного участка на естественное восстановление ели сибирской [Текст] / Н.А. Луганский, Г.Г. Терехов // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2007. – № 8. – С. 40–45.

8. Гусев, В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников [Текст] / В.И. Гусев. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 472 с.

9. ГОСТ 13056.6–75. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести [Текст]. – М., 1975. – С. 87–124 (переиздан в октябре 1987 г. с изменением № 1. Срок действия продлен до 01.01.1991 г.).

10. Мамаев, С.А. Ель сибирская на Урале (внутривидовая изменчивость и структура популяций) [Текст] / С.А. Мамаев, П.П. Попов. – М.: Наука, 1989. – 104 с.

11. Шиманюк, А.П. Дендрология [Текст] / А.П. Шиманюк. – Изд. 2-е. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 264 с.

12. Терехов, Г.Г. Формирование роста и биопродуктивность опытных культур ели сибирской на Урале. Исследование системы связей и закономерностей [Текст] / Г.Г. Терехов, В.А. Усольцев. – Екатеринбург, 2008. – 214 с.

13. Одум, Ю. Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.

---

**Введение.** Цель исследований – изучение влияния насекомых-конофагов на состояние репродуктивных органов, выход семян в шишках в зависимости от динамики семеношения в культурах ели I и II классов возраста, лесорастительных условий и видовой принадлежности ели.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являлись шишки деревьев в 19 – 26-летних культурах ели сибирской и ели европейской в трех типах леса с разным режимом увлажнения почв в горных южнотаежных темнохвойных лесах Среднего Урала. Каждая партия шишек составляла 150–300 шт. на вариант. Видовое название конофагов устанавливали с помощью «Определителя повреждений ...» (Гусев, 1984). Качество семян определяли по ГОСТ 13056.6–75.

**Результаты.** Эдафические условия играют определенную роль в семеношении ели, обладающей поверхностной корневой системой. В засушливый период доля плодоносящих деревьев больше, а степень семеношения выше на участках со свежими, периодически влажными почвами по сравнению с периодически сухими. При низкой и средней урожайности шишек ели сибирской и ели европейской они почти полностью повреждены конофагами (6 видов). Внутри шишек ели сибирской и ели европейской в культурах урожаю семян причинен вред, выход полнозернистых семян не превышает 10 и 11 % от общего их количества. Полнозернистые семена обладают высокой энергией прорастания, их всхожесть у ели европейской больше, чем у ели сибирской.

**Обсуждение.** Шишки ели европейской в культурах восточнее своего ареала на 250 км повреждаются конофагами в большей степени, чем ели сибирской. На наш взгляд, более интенсивное повреждение репродуктивных органов ели европейской связано с фенологией их развития в начальный период. Возможно, что одной из причин сдерживания продвижения ареала ели европейской на восток является более высокое поражение семян этого вида конофагами, по сравнению с елью сибирской. Но это предположение нуждается в проверке.

**Выводы.** Засушливая погода отрицательно влияет на семеношение деревьев ели, прежде всего, на свежих, периодически сухих почвах. Вне зависимости от урожайности конофаги наносят значительно больший ущерб урожаю семян ели европейской, по сравнению с елью сибирской. При низкой урожайности шишек они повреждаются

почти полностью, особенно у ели европейской. Сохранившаяся доля полнозернистых семян имеет удовлетворительную всхожесть и энергию прорастания, тем самым создается возможность возобновления культур ели сибирской и ели европейской за счет мосева.

\* \* \*

**Introduction.** This study was aimed at the assessment of the influence of the seed-eating insects on the state of the of reproductive organs of spruce, the yield of seeds in the cones, depending on the dynamics of seed bearing in spruce forest cultures of I and II age-classes, the forest-growing types and the species of spruce.

**Material and methods.** Reproductive tree organs of 19–26-year old cultures of European and Siberian spruce were under study in three forest types with different regimes of soil moistening in the mountain dark coniferous forests of the southern taiga the Middle Urals. Each sample consisted of 150–300 cones per variant. Species names of the seed-eating insects were determined according to «Identification Keys ...» (Gusev, 1984). Seed quality was assessed in accordance with State Standard 13056.6-75.

**Results and discussion.** Edaphic conditions play the important role in seed bearing of spruce, which have superficial root system. In driest years the shares of trees with reproductive organs and seed yield on the locations with fresh periodically humid soils exceed those on periodically dry soils. When seed yield is low and average, the cones of Siberian spruce and European spruce were almost completely injured by seed-eating insects (6 species). The cones of both spruce species contained injured seeds. Yield of viable seeds did not exceed 10 and 11 % from their total number. Healthy seeds demonstrate high energy for germination, the capacity for germination in European spruce is higher than that of Siberian spruce.

The cones of European spruce, which was introduced in cultures eastern to 250 km of its own natural habitat, are injured by seed-eating insects more, than those of Siberian spruce. It is possible, that the more intense injury of the reproductive organs of European spruce was connected with phenology of its young growth. It is possible that one of the causes, limiting the advance of European spruce eastern its own natural habitat, is injury of seeds of this species by coneophages to a more degree that those of Siberian spruce. But this supposition is in need for testing.

**Conclusions.** The droughty weather have a negative effect on seed bearing in spruce trees, first of all, on fresh, periodically dry soils. The seed-eating insects injure the seeds of European spruce much more than those of Siberian spruce despite of the yield of the seeds. The cones are injured almost completely at poor yield of seeds, especially the cones of European spruce. The part of rested full seeds have satisfactory capacity and power for germinations, it give possibility of self-reproducing of the cultures of European and Siberian spruces.

## НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И ТЕНДЕНЦИИ В ЗАЩИТЕ ЛЕСА

---

УДК 595.768+630.453

*Александр Сергеевич Исаев*, доктор биологических наук, академик РАН,  
asi@cepl.rssi.ru, *Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН*,

*Владислав Григорьевич Суховольский*, доктор биологических наук,  
профессор, soukhovolsky@yandex.ru,

*Тамара Михайловна Овчинникова*, кандидат физико-математических наук,  
ovchinnikova\_tm@mail.ru, *Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН*,

*Антон Владимирович Ковалев*, кандидат технических наук, sunhi@nm.ru,  
*Международный центр исследования экстремальных состояний организма  
при КНЦ СО РАН*,

*Елена Николаевна Пальникова*, доктор сельскохозяйственных наук,  
e-palnikova@mail.ru, *Сибирский государственный технологический университет*,

*Ольга Викторовна Тарасова*, доктор сельскохозяйственных наук,  
olvitarasova2010@yandex.ru, *Сибирский федеральный университет*

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ НАСЕКОМЫХ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ЛЕСОЗАЩИТЫ

Лесные насекомые, популяционная динамика, вспышки массового размножения, риски, защита леса, принятие решений.

**Forest insects, population dynamics, outbreaks, risks, forest protection, decision making.**

**Введение.** Массовые размножения хвое-листогрызущих насекомых – циклично повторяющийся процесс, который наравне с лесными пожарами служит одним из главных факторов, определяющих размещение, формирование и продуктивность лесов России. Вспышки массового размножения инициируют длинную цепочку экономически нежелательных экологических процессов, приводят к глубоким изменениям в структуре лесов, разрушению древостоев и смене лесных формаций. Территория, на которой произошла гибель древостоев в результате объедания хвои гусеницами, спустя несколько лет становится непроходимой и чрезвычайно пожароопасной, а тушение пожаров крайне сложно в связи

с большой захламенностью территории, ее недоступностью и высокими температурами, развивающимися в ходе пожара. Лесовосстановление в шелкопрядниках, как правило, происходит через длительную смену пород. Огромные площади шелкопрядников частично зарастают злаками и лиственными породами, а частично заболачиваются. Еще одним косвенным последствием массового размножения является поступление углерода в атмосферу в результате дефолиации крон насекомыми [1–3].

Контроль численности насекомых-вредителей в лесах России, а особенно, в таежных лесах Сибири и Дальнего Востока – задача крайне трудоемкая и технически сложная. Так как повреждения насаждений, регистрируемые дистанционными методами – заключительный этап развития очагов массового размножения насекомых, то в данном случае на начальном этапе вспышек возможности использования методов дистанционного и космического мониторинга ограничены. Наземные же обследования на громадной территории таежных лесов требуют большого числа занятых специалистов и связаны с серьезными финансовыми расходами.

Для предотвращения и минимизации ущерба от воздействия насекомых необходимо разработать и внедрять в практику лесозащиты новые эффективные методы учетов численности насекомых-вредителей, оценки влияния внешних факторов на насекомых, системы моделирования и прогноза популяционной динамики, новые методы принятия решений при планировании лесозащитных мероприятий. Внедрение таких методов позволит повысить надежность и достоверность результатов работы службы лесозащиты, экологическую и экономическую эффективность защитных мероприятий; позволит эффективно и быстро реагировать на новые экологические угрозы.

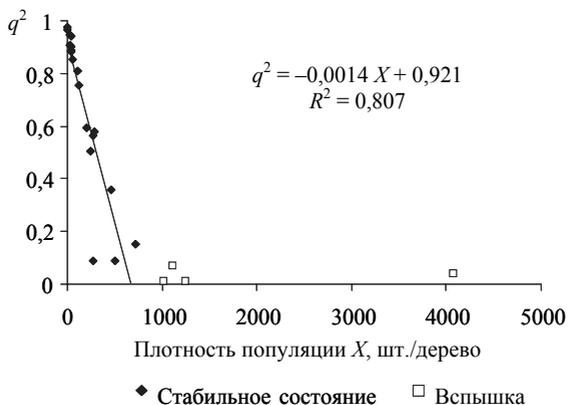
**Методы моделирования популяционной динамики насекомых.** Согласно феноменологической модели динамики численности лесных насекомых популяции насекомых характеризуются наличием двух устойчивых состояний и критической плотностью популяции, при достижении которой возможна вспышка массового размножения [4, 5]. В связи с этим система «дерево-насекомые» может находиться в двух фазах: симметричной фазе (фазе вспышки массового размножения), когда все деревья в насаждении заселены насекомыми, и несимметричной фазе, когда лишь часть деревьев заселена насекомыми. Фаза в модели характеризуется параметром порядка – долей не заселенных насекомыми деревьев [6]. Переход из одной фазы в другую начинается по достижению критической плотности популяции. Для описания вспышки как фазового перехода вводится представление о потенциале экологического риска и условие оптимальности для системы, согласно которому предполагается, что система стремится к достижению устойчивого состояния, в котором величина функции риска стремится к минимуму. По аналогии с моделями фазовых переходов второго рода в физических системах вводится уравнение связи между функцией

экологического риска и параметром порядка, аналогичное уравнению Ландау в теории фазовых переходов:

$$G = G_0 + a(X - X_r)q^2 + bq^4 \quad (1)$$

где  $G$  – функция экологического риска, характеризующая вероятность гибели особей в популяции;  $q$  – параметр порядка, характеризующий пространственное распределение насекомых и определяющий долю учетных единиц (деревьев), не заселенных насекомыми;  $X$  – плотность популяции;  $X_r$  – критическая плотность популяции;  $G_0, a, b$  – константы.

Из уравнения (1) и условия оптимальности находится связь между параметром порядка системы и плотностью популяции (рис. 1).



**Рис. 1.** Вспышка как фазовый переход для популяции сибирского шелкопряда по данным [7] ( $X$  – плотность популяции вредителей,  $q$  – параметр порядка)

По данным учетов численности популяции сибирского шелкопряда на малых плотностях можно оценить величину критической плотности  $X_r = \frac{0,921}{0,0014} = 657$  особей на дерево, что очень близко в величине 660 особей на дерево, приводящейся в справочной литературе по лесозащите [8].

Сопоставление предложенной модели с натурными данными показывает адекватность модели. С помощью предложенной модели возможно вычислять критические плотности  $X_r$  популяций ряда видов лесных насекомых, при превышении которых развивается вспышка массового размножения.

## Оценки размеров очагов массового размножения насекомых

Феноменологическая модель популяционной динамики насекомых и модель вспышки как фазового перехода являются сосредоточенными и не включают такую важную характеристику вспышки, как площадь ее очага. В связи с этим необходимы дополнительные модельные предположения, позволяющие оценить риск воздействия вредителей на определенную лесную территорию. Для построения модели развития очагов массового размножения при вспышках разных типов введем две переменные – плотность популяции насекомых  $X$  в очаге и площадь очага  $S$ . Будем полагать, что в стабильно-разреженном состоянии площадь  $S_0$  лесных территорий (резерваций), занимаемых насекомыми, мала, и плотность популяции  $X_0$  низка [4]. Будем также предполагать, что плотность популяции  $X$  – быстрая переменная (то есть эта величина может достаточно быстро измениться), а площадь  $S$  территории, занятой популяцией – медленная переменная (то есть площадь очага в начальный период вспышки изменяется значительно медленнее, чем плотность популяции).

Для описания сопряженных изменений плотности популяции и площади территории, осваиваемой вредителем в ходе вспышки массового размножения, можно рассмотреть две модели. В первой модели (будем называть ее «стягивающей» моделью) рассмотрим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \varepsilon \frac{dX}{dt} = kX(A - X)(X - B) + \alpha - cXS \\ \frac{dS}{dt} = mX - bS, \end{cases} \quad (2)$$

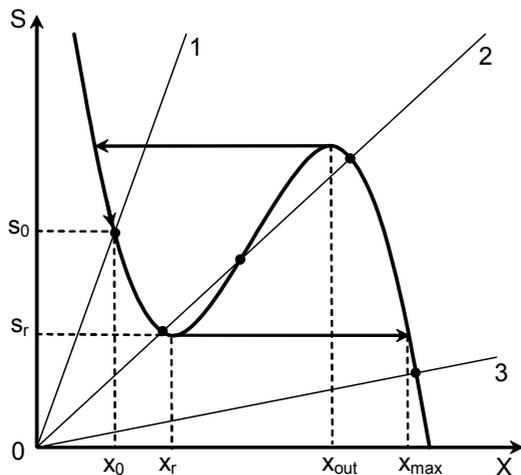
где коэффициент  $\varepsilon = \frac{T_1}{T_2} \ll 1$  характеризует отношение характерных времен  $T_1$

и  $T_2$  изменений соответственно плотности популяции и площади территории, занятой популяцией;  $k$  – удельная скорость роста популяции насекомых,  $A$  и  $B$  – плотности популяции на верхней и нижней границах зоны стабильности популяции,  $\alpha$  – интенсивность миграции особей в популяции на территорию,  $c$  – константа, характеризующая интенсивность гибели особей в очаге,  $m$  и  $b$  – константы, характеризующие расселение популяции по территории очага.

В (2) первый член в правой части первого из уравнений характеризует популяционную динамику насекомых и представляет собой модифицированное уравнение Ферхюльста. Второй член в этом уравнении описывает миграцию особей в резервацию или очаг массового размножения. Последний член характеризует уменьшение скорости роста популяции в связи с повреждениями и гибелью части лесных ценозов под воздействием насекомых и потерей популяцией кормовых ресурсов. Во втором уравнении системы (2) первый член в правой части характеризует экспоненциальное расширение площади очага при увеличении

плотности популяции вредителя, а второй член – гибель лесных ценозов под воздействием насекомых.

На рис. 2 представлены нуль-изоклины модели (2).



**Рис. 2.** Нуль-изоклины «стягивающей» модели (3) с быстрой переменной  $X$  (плотность популяции) и медленной переменной  $S$  (площадь очага).  $S_0$ ,  $S_r$  – стационарная и критическая площади леса, занимаемой популяцией;  $X_0$  – плотность популяции в стабильно-разреженном состоянии;  $X_r$  – критическая плотность популяции;  $X_{\max}$  – максимальная плотность популяции,  $X_{\text{out}}$  – плотность популяции в начале фазы депрессии [5]

Точки пересечения нуль-изоклин на рис. 2 характеризуют стационарные состояния системы «лес-насекомые». В зависимости от величины коэффициента  $\frac{m}{b}$  в изоклине  $S = \frac{m}{b} X$  второго уравнения (2) система будет иметь либо одно, либо три стационарных состояния. Прямая 1 на рис. 2 характеризует ситуацию, когда коэффициент  $\frac{m}{b}$  в уравнении нуль-изоклины достаточно велик и в модели (2) существует только одно устойчивое состояние, при котором плотность популяции равна  $X_0$ , и популяция занимает территорию площадью  $S_0$ . В модели (2) флуктуации плотности для популяции, находящейся вблизи устойчивого состояния, могут привести к увеличению плотности популяции. При этом площадь территории, на которой встречаются особи изучаемой популяции насекомых, не

увеличивается, а уменьшается до величины  $S_r$  вследствие эффекта «стягивания» популяции [9]. Рост плотности популяции в процессе «стягивания» может произойти как за счет уменьшения площади резервации, так и за счет увеличения коэффициента размножения популяции. При увеличении плотности свыше критического значения  $X_r$  произойдет «срыв», и достаточно быстро (за время порядка  $T_1$ ) на территории возникнет очаг массового размножения площадью  $S_{\max}$ , в котором плотность популяции возрастет до значения  $X_{\max}$ . Однако, как это видно из рис. 2, для случая, когда коэффициент  $\frac{m}{b}$  достаточно велик и вторая

изоклина характеризуется прямой 1, состояние с  $X = X_{\max}$  и  $S = S_{\max}$  неустойчиво (то есть вблизи значений  $X_{\max}$  и  $S_{\max}$  нуль-изоклины системы (2) не пересекаются). На следующем этапе вспышки будет происходить расселение популяции насекомых на значительной территории при уменьшении плотности популяции и переходе ее в фазу кризиса [4]. Затем при увеличении воздействия на популяцию различных регулирующих и модифицирующих факторов, когда плотность популяции на территории очага достигает значения  $X_{\text{out}}$ , происходит быстрое уменьшение плотности популяции и популяция переходит к фазе депрессии [4]. И, наконец, на заключительном этапе система возвращается в стабильно-разреженное состояние с малой плотностью  $X_0$  популяции и малой площадью  $S_0$  территории резервации.

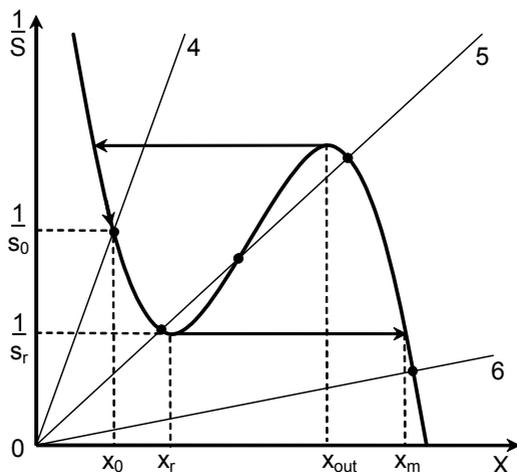
Согласно (2), риск возникновения очага вспышки массового размножения определяется возможностью достижения популяцией критической плотности  $X_r$ . Если разность  $(X_r - X_0)$  мала, то вероятность достижения критической плотности в ходе флуктуаций, вызванных, например, воздействием погоды, будет велика и вспышки массового размножения могут возникать достаточно часто.

При уменьшении коэффициента  $\frac{m}{b}$  (в этом случае нуль-изоклина второго уравнения системы (2) будет характеризоваться прямой 2 на рис. 2). В системе (2) могут возникнуть новые стационарные состояния – два устойчивых и одно неустойчивое. Экологически такая ситуация соответствует перманентной вспышке массового размножения. В этом случае будут возникать циклические колебания плотности популяции и размеров очага массового размножения. Если же коэффициент  $\frac{m}{b}$  будет совсем малым, и нуль-изоклина второго уравнения системы (3) будет характеризоваться прямой 3 на рис. 2, система вновь будет иметь только одно устойчивое состояние и такая изоклина будет описывать фиксированную вспышку массового размножения [4]. В этом случае в течение длительного времени будет наблюдаться обширный очаг массового размножения. Такой сценарий характерен для системы «дерево-насекомые», в которой кормовое растение уже к следующему сезону восстанавливается после повреждений. В частности, режим фиксированной вспышки наблюдается в зеленых насаждениях городов, повреждаемых тополевым молью [10].

В модели другого типа («инфляционной» модели) на начальном этапе развития вспышки «срыв» переменной плотности популяции происходит на фоне начального увеличения площади очага:

$$\begin{cases} \varepsilon \frac{dX}{dt} = kX(A-X)(X-B) + \alpha - c \frac{X}{S} \\ \frac{d(1/S)}{dt} = b \frac{1}{S} - mX. \end{cases} \quad (3)$$

В системе (3) смысл коэффициентов уравнений тот же, что и в системе (2). Нуль-изоклины «инфляционной» модели (3) представлены на рис. 3.



**Рис. 3.** Нуль-изоклины «инфляционной» модели (4) с быстрой переменной – плотностью популяции  $X$  и медленной переменной  $1/S$  (где  $S$  – площадь очага)

Если угловой коэффициент  $\frac{m}{b}$  нуль-изоклины  $\frac{1}{S} = \frac{m}{b} X$  второго уравнения системы (3) будет достаточно велик, то система будет иметь одно устойчивое состояние (прямая 4 на рис. 3), характеризуемое малой плотностью популяции  $X_0$  и малой площадью  $S_0$  ее расселения (то есть значение  $1/S_0$  будет велико). На начальном этапе вспышки будет расти в основном площадь  $S$  очага, тогда как плотность  $X$  популяции будет увеличиваться незначительно. По достижению критической площади очага  $S_r$  (то есть достижению минимального значения  $\frac{1}{S} = \frac{1}{S_r}$ ) происходит «срыв», реализуется режим вспышки массового раз-

множения и система достаточно быстро (за время порядка  $T_1$ , как и для модели (2)) достигает состояния с максимальной плотностью популяции  $X_{\max}$  и максимальной площадью  $S_r$  очага. Однако такое состояние при большом значении углового коэффициента  $\frac{m}{b}$  является неустойчивым, и на следующей стадии градации происходит уменьшение и плотности популяции, и площади очага. При достижении значения плотности популяции  $X = X_{\text{out}}$  численность популяция и площадь ее резервации резко уменьшаются, и реализуется фаза депрессии. Наконец, на заключительной фазе градации система возвращается в стабильно разреженное состояние с  $X = X_0$  и  $S = S_0$ .

При уменьшении коэффициента  $\frac{m}{b}$  возникают последовательно циклический режим фиксированной вспышки (прямая 5 на рис. 3) и режим фиксированной вспышки (прямая 6 на рис. 3).

Возможность достижения критического состояния, когда может начаться вспышка массового размножения, определяется величинами разности  $\Delta X = (X_r - X_0)$  плотности для «стягивающейся» модели (2) и разности  $\Delta S = (S_r - S_0)$  площади очага для «инфляционной» модели (3). Чем больше величины  $\Delta X$  или  $\Delta S$ , чем сильнее должны быть флуктуации плотности или границы зоны расселения популяции, воздействие модифицирующих и регулирующих факторов на популяцию.

Для определения типа развития вспышки отдельных видов лесных насекомых и оценки коэффициентов модели динамики очага массового размножения необходимо использовать данные натуральных наблюдений за развитием очагов массового размножения насекомых.

### **Принципы построения системы поддержки принятия решений при выборе воздействия на популяции вредителей**

В системе поддержки принятия решения при проведении лесозащитных мероприятий данные мониторинга состояния популяции вредителей в момент времени  $t_0$  и прогнозные оценки состояния природной среды и популяции объединяются в показателе оценки риска вспышки массового размножения  $R(t_0)$ :

$$R(t_0) = p(t_0 + \theta) W(t_0 + \theta) \quad (4)$$

где  $p(t_0 + \theta)$  – оценка вероятности реализации вспышки массового размножения вредителя в момент времени  $t_0 + \theta$ ;  $W(t_0 + \theta)$  – оценка ущерба от воздействия насекомых, пропорционального плотности популяции вредителя во время вспышки и площади очага массового размножения;  $\theta$  – возможная «длина» прогноза.

Чем больше  $\theta$ , тем больше у службы лесозащиты будет времени для подготовки эффективных мер защиты насаждения от воздействия данного вида насекомых-вредителей. Однако надежность долгосрочной оценки риска вспышки массового размножения низка, и реально можно говорить о прогнозе на один – два сезона.

Общая схема процесса принятия решения при планировании и проведении защитных мероприятий приведена на рис. 4.



**Рис. 4.** Общая схема процесса принятия решения при планировании и проведении защитных мероприятий

При детализации общей схемы на рис. 4 можно выделить четыре основных процедуры, последовательно определяющих процесс принятия решения. Первая из этих процедур состоит в выборе переменных, характеризующих текущее состояние популяции вредителя и связанных с ней компонентов экосистемы – хищников, паразитов, состояния кормовых растений, текущие погодные условия и т. п. Регуляризация процедуры лесэнтомологического мониторинга позволяет получать временные ряды данных, характеризующих текущее состояние популяции.

При выполнении дальнейших процедур в схеме принятия решения – оценки текущего экологического риска  $R(t)$ , выборе критического значения  $R_0$

экологического риска, генерации и выборе оптимального сценария истребительных мероприятий, прогнозе и пост-оценке эффективности защитных мероприятий – можно использовать описанные выше методы прогноза состояния и размеров очага массового размножения популяции вредителя, методы оценки критических значений плотности популяции и цен корма.

«Гибридный» подход к задаче поддержки принятия решения сочетает в себе как математические модели динамики численности популяций насекомых – вредителей и модели взаимодействия «дерево-насекомое», так и экспертное знание лиц, принимающих решение. В любом случае для оценки эффективности различных схем принятия решений необходимо оценить ошибки первого рода (пропуск цели) и второго рода (ложная тревога) при принятии решения, определить экологическую и экономическую стоимость ошибок первого и второго рода, определить оптимальное характерное время  $\theta$  реализации решения (период времени между принятием решения и его реализацией), развить методы эколого-экономической оценки потенциального ущерба насаждениям от воздействия насекомых. Это позволит создать экономическую основу для проведения лесозащитных мероприятий, ввести в систему принятия решений концепцию приемлемого экологического риска  $R_0$ , разработать методы моделирования экологического риска, оценок показателей стартового и финального риска вспышек в течение сезона, оценить риск бумеранг-эффекта во временной области (когда через некоторое время после воздействия на популяцию ее плотность вновь становится больше критической) и принудительной синхронизации популяции в очаге массового размножения после воздействия на нее (бумеранг-эффект в пространственной области), выявить эффекты сверхуничтожения (ситуации, когда собственные регулирующие и модифицирующие факторы воздействуют на популяцию вредителей и принудительные химические и биологические воздействия фактически не нужны, хотя они проводятся).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-04-00176-а.

### Библиографический список

1. *Баранчиков, Ю.Н.* Массовые размножения сибирского шелкопряда: система мониторинга и комплексная оценка последствий. Структурно-функциональная организация и динамика лесов [Текст] / Ю.Н. Баранчиков, Ю.П. Кондаков. – Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2004. – С. 256–258.
2. *Баранчиков, Ю.Н.* Очаги массового размножения сибирского шелкопряда как источники дополнительного выброса углерода [Текст] / Ю.Н. Баранчиков, В.Д. Первозчикова // Чтения памяти В.Н. Сукачева. XX. Насекомые в лесных биогеоценозах. – М.: Тов. науч. изд. КМК, 2004. – С. 32–53.
3. *Селиховкин, А.В.* Могут ли вспышки массового размножения насекомых-дендрофагов оказать существенное влияние на состояние биосферы? [Текст] / А.В. Селиховкин // Биосфера. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 72–81.

4. *Исаев, А.С.* Популяционная динамика лесных насекомых [Текст] / А.С. Исаев, Р.Г. Хлебопрос, Л.В. Недорезов, Ю.П. Кондаков, В.В. Киселев, В.Г. Суховольский. – М.: Наука. – 2001. – 374 с.
5. *Isaev, A.S.* Forest insects population dynamics [Text] / A.S. Isaev, R.G. Khlebopros, V.V. Kiselev, Yu.P. Kondakov, L.V. Nedorezov, V.G. Soukhovolsky. – Новосибирск: Изд-во Евразийского энтомологического журнала, – 2009. – 115 с.
6. *Суховольский, В.Г.* Модель вспышки массового размножения лесных насекомых как фазового перехода второго рода [Текст] / В.Г. Суховольский, Е.Н. Пальникова, О.В. Тарасова, А.Ю. Карлюк // ДАН. – 2005. – Т. 403, № 4. – С. 551–553.
7. *Кондаков, Ю.П.* Закономерности массовых размножений сибирского шелкопряда [Текст] / Ю.П. Кондаков // Экология популяций лесных животных Сибири. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 206–265.
8. *Ильинский, А.И.* Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое и листогрызущих насекомых в лесах СССР [Текст] / А.И. Ильинский; под ред. И.В. Тропина. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 525 с.
9. *Березовская, Ф.С.* Роль таксиса в динамике численности лесных насекомых [Текст] / Ф.С. Березовская, А.С. Исаев, Г.П. Кареев, Р.Г. Хлебопрос // ДАН, 1999. – Т. 365, № 3. – С. 416–419.
10. *Тарасова, О.В.* Насекомые-филлофаги зеленых насаждений городов: особенности структуры сообществ и динамики численности [Текст] / О.В. Тарасова, А.В. Ковалев, В.Г. Суховольский, Р.Г. Хлебопрос. – Новосибирск: Наука, 2004. – 180 с.

---

Массовые размножения хвое-листогрызущих насекомых – циклично повторяющийся процесс, который наравне с лесными пожарами служит одним из главных факторов, определяющих размещение, формирование и продуктивность лесов России. Для предотвращения и минимизации ущерба от воздействия насекомых необходимо разработать и внедрять в практику лесозащиты новые эффективные методы учетов численности насекомых-вредителей, оценки влияния внешних факторов на насекомых, системы моделирования и прогноза популяционной динамики, новые методы принятия решений при планировании лесозащитных мероприятий.

Для учетов численности и оценки критических плотностей популяции предложено использовать методы феноменологической теории динамики численности и модели вспышки как фазового перехода. С помощью предложенных подходов возможно вычислять критические плотности популяций ряда видов лесных насекомых, при превышении которых развивается вспышка массового размножения.

Предложены модели развития очагов массового размножения при вспышках разных типов, учитывающие соотношение характерных времен изменения площади очагов и плотности популяций вредителей.

Для моделирования потребления корма насекомыми и прогноза уровня повреждения насаждений предложена популяционно-энергетическая модель взаимодействия насекомых с кормом, введено представление об экологических ценах питания – цене изъятия и цене потребления корма и даны оценки экологических цен питания для популяций насекомых на разных фазах вспышки массового размножения.

Рассмотрена общая схема процесса принятия решения при планировании и проведении защитных мероприятий, включающая оценку текущего состояния популяции вредителя и связанных с ней компонентов экосистемы, прогноз экологического риска, выбор оптимального сценария истребительных мероприятий, прогноз и пост-оценку эффективности защитных мероприятий.

\* \* \*

Insects' outbreaks are cyclic iterative processes. Outbreaks and forest fires are major factors in determining location, formation and productivity of Russian forests. It is necessary to develop and put into practice new effective forest protection methods of insect pests density estimation, assessing the impact of external factors on the insects, modeling and prediction of population dynamics, new methods of decision-making in the planning of forest protection to prevent and minimize damage from insects impacts.

It is proposed to use methods of the phenomenological theory of population dynamics and model of outbreaks as a phase transition for estimation of critical population density. It is possible to calculate the critical density of populations of several species of insect by using the proposed approaches.

The models of outbreaks spatial dynamics are proposed that take into account the ratio of characteristic times of changes in the outbreak's area and pest population density.

We propose a population-energy model of the interaction of insects with food and introduce the notion of ecological food prices, a price and withdrawal price of food consumption and prices are given for assessing the environmental food for insect populations at different stages of the outbreak to model food consumption and insect damage forecast of plantation.

We consider the general scheme of decision-making process in planning and implementing protective measures. This scheme includes an assessment of the current state of the pest population and its associated ecosystem components, prediction of environmental risk, the choice of the optimal scenario of protection activities, forecast and evaluate the effectiveness of protective measures.

*Наталья Ивановна Кириченко*, кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник, nkirichenko@yahoo.com,  
*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,*

*Мария Анатольевна Томошевич*, кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник, arysa9@mail.ru,  
*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН*

## **РАЗНООБРАЗИЕ НАСЕКОМЫХ-ФИЛЛОФАГОВ И ПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ НА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЯХ-ИНТРОДУЦЕНТАХ В СИБИРИ**

**Насекомые-филлофаги, фитопатогенные грибы, древесные растения-интродуценты, Сибирь.**

**Phyllophagous insects, phytopathogenic fungi, alien woody plants, Siberia.**

**Введение.** Необходимость проведения настоящей работы связана с неполнотой знаний о составе энтомофауны и патогенной микобиоты, населяющей древесные растения-интродуценты в Сибири.

Растения-интродуценты аккумулируют на себе местных вредителей и возбудителей заболеваний, а также выступают в качестве мишеней для организмов, случайно привнесенных в среду или пришедших вместе или вслед за растением-хозяином [1–3]. Знания о комплексах насекомых и фитопатогенов, осваивающих такие растения, необходимы для раннего выявления «проблемных» организмов, которые могут оказаться потенциально опасными как для интродуцированных растений, так и для представителей местной арборифлоры [4, 5].

Целью работы являлось выявление таксономического состава основных экологических групп насекомых-филлофагов и листовых микромицетов, населяющих европейские и евроазиатские виды древесных растений<sup>1</sup> в ботанических садах и насаждениях городов Сибири.

**Материалы и методы.** Работу проводили в дендрарии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН в Академгородке (Красноярск), в экспериментальном хозяйстве Института «Погорельский бор» в пригороде Красноярска, в Сибирском ботаническом саду при Томском государственном университете (Томск) и в Центральном сибирском ботаническом саду (ЦСБС) СО РАН

---

<sup>1</sup> Здесь и далее по тексту разделение на европейские и евроазиатские виды растений приводится в соответствии с их естественными ареалами, т. е. европейские виды произрастают в Европе, евроазиатские – в Европе и Азии (включая Западную и/или Восточную Сибирь; дальневосточные виды не учитывались).

(Новосибирск), а также в скверах и парках указанных городов. В указанных пунктах обследовали европейские и евроазиатские виды древесных листопадных растений из 12 семейств и 19 родов: Aceraceae (*Acer*), Adoxaceae (*Viburnum*), Betulaceae (*Betula*, *Alnus*), Caprifoliaceae (*Lonicera*), Cornaceae (*Cornus*), Fabaceae (*Caragana*, *Chamaecytisus*), Fagaceae (*Quercus*), Malvaceae (*Tilia*), Oleaceae (*Syringa*), Rosaceae (*Crataegus*, *Prunus*, *Rosa*, *Malus*, *Sorbus*), Salicaceae (*Salix*, *Populus*) и Ulmaceae (*Ulmus*).

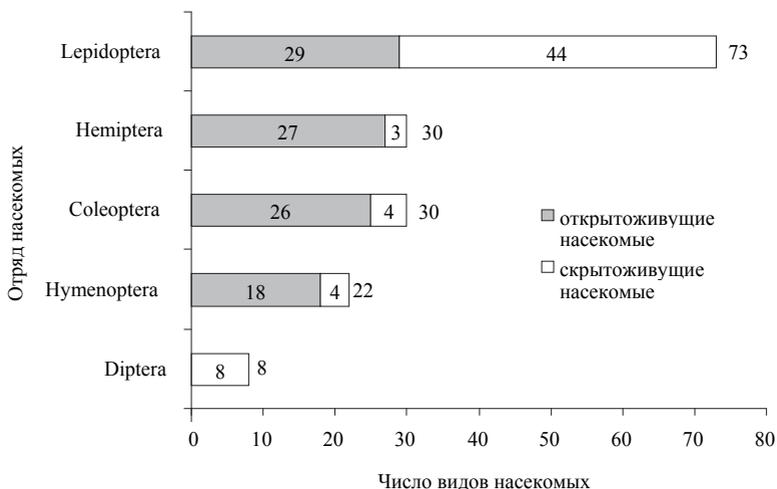
Изучение таксономического состава насекомых-филлофагов проводили в июне–августе 2008–2011 гг. на 40 видах растений из указанных выше родов. Осматривали 10–40-летние деревья и кустарники. Количество обследованных экземпляров растений отдельного вида зависело от их представленности в дендрариях и парках, и варьировало от 1 до 20. На деревьях осматривали по 500–1000 листьев в нижней части кроны, на кустарниках, по-возможности, – все листья. Открытоживущих филлофагов помещали в пробирки со спиртом для последующего определения. Листья с минами и галлами собирали в гербарий. В ряде случаев личинок филлофагов выкармливали в инсектарии до стадии имаго для определения. Большинство насекомых были отправлены специалистам для подтверждения правильности определений.

Фитопатологические исследования в дендрарии ЦСБС СО РАН и в насаждениях Новосибирска проводились ежегодно в 1997–2011 гг., с интервалом 10–20 дней в течение мая–сентября. В других дендрариях и в городских посадках растения обследовались в 2006–2009 гг., минимум два раза за сезон. В совокупности было обследовано 52 вида растений. Наблюдения проводили на растениях почти всех родов, указанных выше. Дополнительно обследовали представителей Berberidaceae (*Berberis*), Rosaceae (*Potentilla*, *Rubus*, *Spiraea*), Rhamnaceae (*Rhamnus*) и Grossulariaceae (*Ribes*). Инфицированные листья собирали в гербарий для последующей идентификации патогенов. Из образцов готовили препараты для последующего определения [6, 7]

Европейские и евроазиатские растения сравнивали по таксономическому разнообразию насекомых и микромицетов с помощью непараметрического теста Манна-Уитни для независимых выборок (*Statistica 8.0 for Windows*).

## Результаты и обсуждение

**Насекомые-филлофаги.** В ботанических садах и городских насаждениях Сибири было обнаружено 163 вида насекомых-филлофагов на европейских и евроазиатских видах древесных растений. Насекомые относились к шести отрядам (рис. 1). По числу видов доминировали представители отряда Lepidoptera (73 вида). За ними следовали насекомые из отрядов Hemiptera и Coleoptera (по 30 видов в каждом), Hymenoptera (22 вида) и, наконец, Diptera (8 видов) (рис. 1).



**Рис. 1.** Число видов открыто- и скрытоживущих насекомых-филлофагов из разных отрядов в сборах с европейских и евроазиатских видов древесных растений в Сибири в 2008–2011 гг.

В наших сборах 64 % видов насекомых являлись открытоживущими филлофагами (грызущими, скелетирующими, сосущими) (рис. 1). Остальные являлись скрытоживущими насекомыми, в основном, минерами.

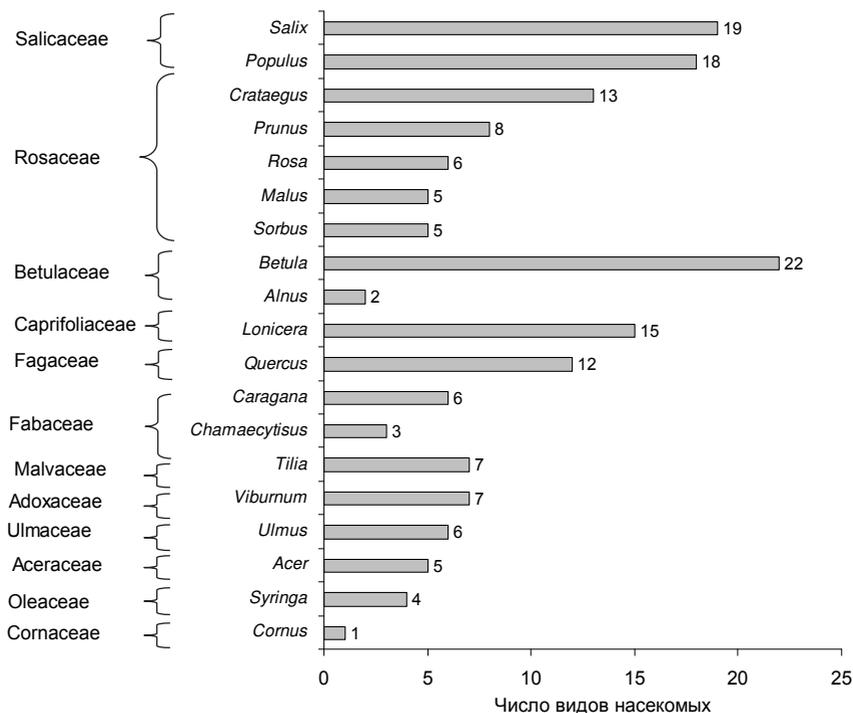
На некоторых растениях, в частности, на боярышниках, некоторых видах роз, дубах были обнаружены лишь следы повреждений без самих насекомых. Для выявления неучтенных вредителей в последующие годы планируется обследовать такие растения в более ранние сроки.

Открытоживущие насекомые из отрядов Lepidoptera, Hemiptera и Coleoptera были представлены близким количеством видов, а именно: 29, 27 и 26 видами, соответственно (рис. 1). Среди чешуекрылых доминировали пяденицы и листовертки: 7 и 13 видов, соответственно. Отряд Hemiptera был представлен грудохоботными *Sternorhyncha* (только тлями – 27 видов), жесткокрылые – в основном, жуками-листоедами (12 видов) и долгоносиками (11 видов), перепончатокрылые – пилильщиками настоящими (11 видов) и пилильщиками булавоусыми (7 видов).

Большинство обнаруженных видов минирующих насекомых относились к отряду чешуекрылых. Это самый многочисленный отряд по таксономическому разнообразию минеров [8]. В наших сборах доминировали моли-пестрянки *Phyllonorycter* и моли-малютки *Stigmella*. Двукрылые насекомые были представлены видами исключительно из семейства минирующих мушек *Agromyzidae*. Отряды жесткокрылых и перепончатокрылых были представлены четырьмя видами каждый.

Большинство обнаруженных насекомых – евразийские виды. В обследованных ботанических садах среди всех выявленных насекомых значительный вред растениям наносили лишь единичные виды. На местных растениях (имеющих распространение в Евразии) обнаружено примерно в два раза больше насекомых-филлофагов ( $6,0 \pm 0,2$  видов), чем на растениях строго европейского происхождения ( $3,5 \pm 0,2$ ) (тест Манна-Уитни:  $Z = 2,5$ ;  $N_{\text{Eurasian}} = 23$ ,  $N_{\text{European}} = 17$ ;  $p < 0,01$ ).

Наибольшее число видов насекомых было отмечено на растениях из семейств Rosaceae и Salicaceae (по 35 видов) (рис. 2). Ивовые осваиваются значительным спектром видов насекомых в Сибири [9]. По количеству обследованных таксонов растений розоцветные лидировали в нашей работе, что не могло не повлиять на результаты сборов насекомых с растений этого семейства. Общих видов насекомых на представителях розоцветных из разных родов было более 20 %.



**Рис. 2.** Число видов насекомых на европейских и евроазиатских древесных растениях из разных таксонов в Сибири в 2008–2011 гг.

При анализе отдельных родов растений, наибольшее разнообразие филофагов (22 вида) было выявлено на представителях рода *Betula* (рис. 2). Примечательно, что на дубе черешчатом *Quercus robur* L., не имеющем близких родственников в Сибири, насчитывалось 12 видов насекомых-филофагов. В ЦСБС заметный вред листьям дуба наносили долгоносик *Polydrusus mollis* Stroem и гусеницы лунки серебристой *Phalera bucephala* L. Оба вида распространены в пределах естественного ареала *Q. robur* [10, 11].

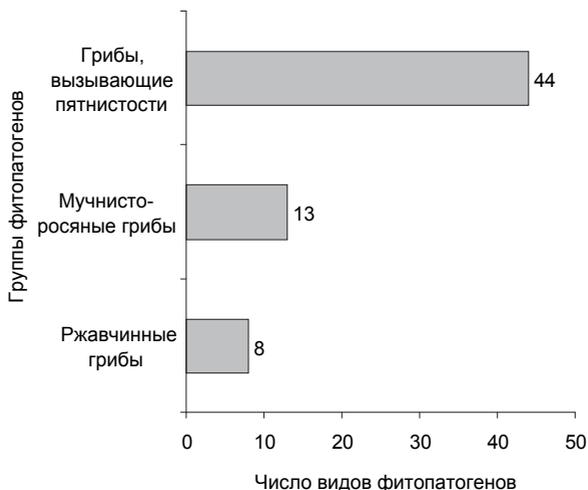
Среди других растений, не имеющих близких родственников в Сибири, интерес представляли клен татарский *Acer tataricum* L. и сирень венгерская *Syringa josikaea* Jacq. f. ex Rchb. В дендрарии Института леса взрослые деревья клена сильно повреждались серпокрылой кленовой молью *Ypsolopha chazariella* Mann. Этот вид распространен в ряде стран Восточной Европы [12] и является инвазийным в Финляндии [13]. В России вредитель известен на западе страны [14]. В доступной литературе не обнаружено сведений о распространении вредителя в Сибири. В насаждениях Новосибирска и Красноярска кусты сирени были значительно повреждены сиреновой молью-пестрянкой *Gracillaria syringella* F. В Европе это вредитель представителей семейства *Oleaceae* [12]. В России вид отмечен только в западных регионах страны [14].

В образцах из ЦСБС было выявлено еще два вида минеров-пришельцев. Среди них липовая моль-пестрянка *Phyllonorycter issikii* Kumata, наносящая серьезный ущерб липам на своей родине (в Японии) и в регионах инвазий [15, 16, 17], и европейский вид – калиновая моль-пестрянка *Ph. lantanelle* Schrank – минер калины в Центральной Европе [18] и западной России [14]. За популяциями насекомых, которые были впервые зарегистрированы в изучаемом регионе, необходимо установить дальнейшие наблюдения для определения их опасности для растений-хозяев в Сибири.

**Фитопатогенные грибы.** За 15 лет в сибирских ботанических садах и городских насаждениях было выявлено 65 видов патогенных грибов на 52 европейских и евроазиатских видах древесных растений. Грибы относились к двум отделам – *Ascomycota* и *Basidiomycota*. В данной работе грибы из отдела *Deuteromycota* (несовершенные грибы) отнесены к отделу *Ascomycota* [19].

По нашим наблюдениям большинство заболеваний интродуцированных растений было вызвано представителями местной патогенной флоры. Ими являлись грибы-полифаги, такие как *Coryneum foliicola* Fuck., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link., грибы родов *Fusicladium*, *Oidium*, *Stemphylium* и ряд других микромицетов. Для грибов большое значение имеет физиологическое состояние растений на разных этапах интродукции хозяина. Угнетенное состояние растений, характеризующееся ослаблением ассимиляционных процессов, увеличивает опасность поселения патогенных сапрофитов-некробионтов. Воздействуя своими ферментами на ослабленные ткани растений, эти грибы быстро адаптируются к новым хозяевам [19, 20].

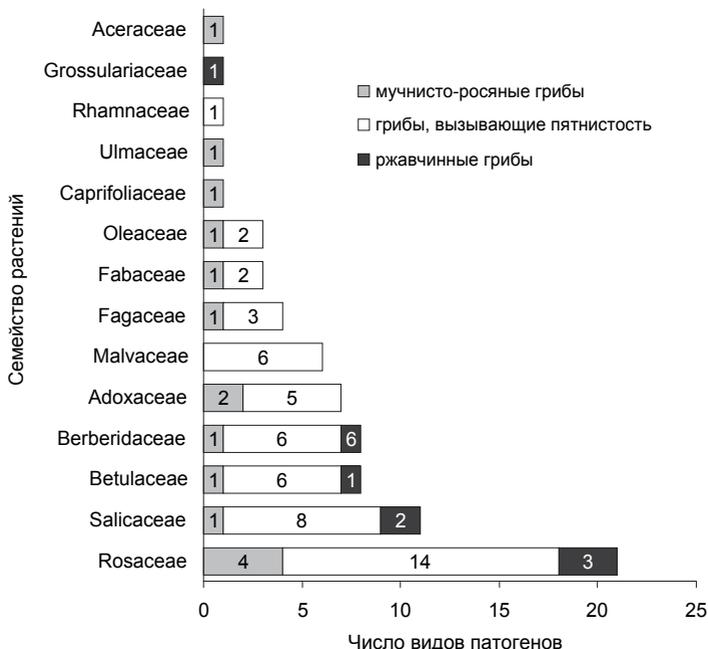
По числу видов доминировали грибы, вызывающие пятнистости листьев (44 вида) (рис. 3). Меньше всего было обнаружено ржавчинных грибов (всего 8 видов).



**Рис. 3.** Число видов фитопатогенов из разных экологических групп, обнаруженных на листьях европейских и евроазиатских древесных растений в Сибири в 1997–2011 гг.

Грибы, вызывающие пятнистость, встречались на растениях большинства семейств, за исключением представителей *Ulmaceae*, *Grossulariaceae* и *Aceraceae* (рис. 4). На рис. 4 обращает на себя внимание семейство розоцветных, на представителях которых было выявлено самое богатое таксономическое разнообразие грибов, вызывающих пятнистости. В данном случае, как и с насекомыми, это было связано со значительным числом обследованных видов растений этого семейства (см. рис. 2).

Значительную часть грибов, вызывающих пятнистости, составляли возбудители опасных болезней. На березе повислой сильного развития на листьях достигали микромицеты *Gnomonia intermedia* Rehm и *Cylindrosporium betulae* Davis. На тополях отмечены пятнистости, вызываемые микромицетами *Mycosphaerella populi* (Auersw.) J. Schröt., *Pollaccia radiosa* (Lib.) E. Bald. & Cif., *Gloeosporium tremulae* (Lib.) Kleb., *Septogloeum populiperdum* Johannes. Значительный ущерб липе мелколистной регулярно наносил гриб *Mycosphaerella microsora* Syd. & P. Syd.



**Рис. 4.** Структура комплексов патогенных грибов на растениях-интродуцентах из разных семейств в Сибири в 1997–2011 гг. В ряде случаев одни и те же виды грибов встречались на растениях разных семейств

Мучнисто-росяные грибы, хотя и были представлены всего 13 видами, обнаруживались на растениях почти всех изучаемых семейств (рис. 4). Эти грибы – облигатные паразиты, обладающие узкой специализацией. При интродукции древесных растений они одними из первых следуют за своими растениями-хозяевами. В Сибирь вслед за дубом *Q. robur* пришел мучнисто-росяной гриб *Erysiphe alphitoides* (Griff. et Maubl.) U. Braun et S. Takam., за сиренью *Syringa vulgaris* L. – *E. syringae* Schwein., за барабарисом *Berberis vulgaris* L. – *Microsphaera berberidis* (DC.) Lév.

Возбудители ржавчины – базидиальные грибы – являются облигатными паразитами, как правило, с узкой степенью специализации [20]. Для них характерно наличие нескольких видов спороношений, одно или два кормовых растения, систематически удаленных друг от друга. Ржавчинники развивались на растениях лишь пяти семейств: Grossulariaceae, Berberidaceae, Betulaceae, Salicaceae и Rosaceae (рис. 4). Однохозяйные ржавчинные грибы в данных исследованиях были выявлены только на растениях рода *Rosa*. Разнохозяйные ржавчинники

были представлены, в основном, видами, развивающимися в урединно- и телио-стадии, за исключением гриба *Puccinia graminis* Pers. Все эти грибы имеют широкий ареал [21].

В сибирских арборетумах и городских насаждениях отмечено развитие микромицета *Leptoxylum fumago* (Woron.) R. C. Srivast. на листьях и побегах многих видов деревьев, в частности, на *B. vulgaris*, *Q. robur* и *T. cordata*. Считается, что эпифитные сапрофиты, вызывающие образование «черни» на поверхности листьев, к которым относится *L. fumago*, питаются за счет сахаристых веществ растений или выделений тлей и других вредителей [19, 20].

На евроазиатских растениях обнаружено в полтора раза больше видов микромицетов ( $2,5 \pm 0,2$  вида), чем на растениях строго европейского происхождения ( $1,6 \pm 0,1$ ) (тест Манна-Уитни:  $Z = 2,53$ ,  $N_{\text{Eurasian}} = 33$ ,  $N_{\text{European}} = 19$ ;  $p < 0,01$ ). Почти 90 % выявленных видов грибов имеют распространение в Европейских странах [21].

На евроазиатских видах растений было выявлено 5 видов грибов – неизвестных в Европе: *Cylindrosporium betulae* Davis. – на березе повислой *Betula pendula* Roth, *C. canadense* Vassil. – на спирее зверобоелистной *Spiraea hypericifolia* L., *Septoria quevillensis* Sacc. – на спирее дубровколистной *S. chamaedryfolia* L., *C. salicinum* (Peck) Dearn – на иве белой *Salix alba* L. и, наконец, *Mycopappus alni* (Diarness & Bartholomew) Redhead & White – на ольхе черной *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. и ольхе серой *A. incana* (L.) Moench. Последние два вида грибов наносили серьезный вред своим растениям-хозяевам в отдельные годы наблюдений. Более того, патоген *Mycopappus alni* впервые был обнаружен в Сибири [23]. Необходимо проведение дополнительных исследований по оценке вредоносности и агрессивности указанных видов грибов по отношению к европейским и евроазиатским видам древесных растений.

**Закключение.** В ботанических садах и городских насаждениях Сибири выявлено 163 вида насекомых-филлофагов и 65 видов листовых микромицетов на европейских и евроазиатских видах древесных растений. Единичные виды насекомых и микромицетов наносили значительный ущерб интродуцированным растениям в Сибири. Таксономическое разнообразие насекомых и грибов было достоверно выше на евроазиатских растениях, чем на растениях – выходцах из Европы.

В энтомологических сборах обнаружены виды насекомых, которые ранее не были зарегистрированы в изучаемом регионе. Среди них три вида молей-минеров: *Gracillaria syringella*, *Phyllonorycter issikii*, *Ph. lantabella*. Все они – представители семейства Gracillariidae (Lepidoptera) – известные вредители в своих естественных местообитаниях. Необходимо установить дальнейшие наблюдения за их популяциями с целью определения их опасности для растений-хозяев в Сибири.

Длительные, 15-летние, фитопатологические исследования на растениях-интродуцентах позволили выявить в Сибири пять видов листовых патогенов, которые неизвестны в Европе. Среди них два вида грибов: *Cylindrosporium salicinum* и *Mycopappus alni* наносили серьезный ущерб евроазиатским растениям – иве *Salix alba* и ольхе (*Alnus glutinosa* и *A. incana*), соответственно. Более того, *M. alni* был найден в Сибири впервые. Эти патогены могут представлять потенциальную опасность для растений-хозяев не только в Сибири, но и в Европе. Необходимо проведение дополнительных исследований по оценке их вредоносности и агрессивности.

Авторы признательны канд. биол. наук С.А. Кривец (Институт мониторинга климатических изменений и экологических систем СО РАН, Томск), Е.А. Акулову (Управление Россельхознадзора по Красноярскому краю, Красноярск) за помощь в определении некоторых видов насекомых, а также д-ру биол. наук В.А. Мельнику (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург) за помощь в идентификации некоторых таксонов микромицетов. Отдельную благодарность выражаем канд. биол. наук Ю.Н. Баранчикову (Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН) и д-ру М. Кенису (M. Kenis, PhD) (CABI Europe-Switzerland) за консультации на разных этапах работы. Исследования осуществлялись при поддержке 7 рамочной программы Евросоюза (проект PRATIQUÉ), гранта Президента РФ (№ МК-7049.2010.4), РФФИ (№ 10-04-00196-а, 12-04-31250 мол\_а), гранта Лаврентьевского конкурса СО РАН для молодых ученых (№ 19 и № 118) и гранта мэрии г. Новосибирска (№ 35-10).

### Библиографический список

1. *Ижевский, С.С.* Прогнозирование заноса чужеземных вредителей растений [Текст] / С.С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 1998. – № 4. – С. 39–41.
2. *Roques, A.* A lack of native congeners may limit colonization of introduced conifers by indigenous insects in Europe [Text] / A. Roques, M-A. Auger-Rozenberg, S. Boivin // Can. J. For. Res. – 2006. – Vol. 36. – P. 299–313.
3. *Баранчиков, Ю.Н.* Козволюционные аспекты инвазийности лесных дендрофильных насекомых [Текст] / Ю.Н. Баранчиков // Известия Санкт-Петербургской Государственной Лесотехнической Академии. – 2010. – Вып. 192. – С. 30–39.
4. *Kenis, M.* Arboreta as tools to detect new potential alien pests and test ecological hypotheses on biological invasions [Text] / M. Kenis, N. Kirichenko, Yu. Baranchikov, J-H. Sun, A. Roques // 3<sup>rd</sup> International symposium on biological control of arthropods. – New Zealand, 8–13 Feb. 2009. – P. 35–36.
5. *Britton, K.O.* A new approach to stopping the spread of invasive insects and pathogens: early detection and rapid response via a global network of sentinel plantings [Text] / K.O. Britton, P. White, A. Kramer, G. Hudler // New Zealand Journal of Forestry. – 2010. – Vol. 40. – P. 109–114.
6. *Дудка, И.А.* Методы экспериментальной микологии : справочник [Текст] / И.А. Дудка, С.П. Вассер. – Киев: Наукова Думка, 1982. – 550 с.
7. *Хохряков, М.К.* Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов [Текст] / М.К. Хохряков. – Л.: Наука, 1976. – 56 с.

8. Hering, E.M. Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa: einschliesslich des Mittelmeerbeckens und der Kanarischen Inseln [Text] / E.M. Hering. – 1957. – Vol. 1, 2. – 1185 p.
9. Гречкин, В.П. Вредители и болезни тополей и меры борьбы с ними [Текст] / В.П. Гречкин, А.И. Воронцов. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 150 с.
10. Chinery, M. Collins guide to the Insects of Britain and Western Europe [Text] / M. Chinery. – William Collins Sons & Co. Ltd., Harper Collins Publishers, 1986. – 320 p.
11. Morris, M.G. Broad-Nosed Weevils (Entiminae) [Text] / M.G. Morris. – England: The Royal Entomological Society of London, 1997. – Vol. 5. – 106 p.
12. Laštůvka, Z. Seznam motýlu České republiky. Checklist of Lepidoptera of the Czech Republic (Insecta: Lepidoptera). 2010 [Electronic resource] / Z. Laštůvka, J. Liška. – URL: <http://www.lepidoptera.wz.cz/> [accessed by April 2011].
13. Nupponen, K. *Ypsolopha chazariella* (Mann, 1866) new to Finland [Text] / K. Nupponen, T. Nupponen // *Vaptria*. – 1996. – Vol. 21. – P. 33–34.
14. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России [Текст] / под ред. С.Ю. Синева. – СПб.; М.: Тов. науч. изд. КМК, 2008. – 424 с.
15. Ермолаев, И.В. Липовая моль-пестрянка как кандидат в карантинные объекты РФ [Текст] / И.В. Ермолаев, Д.А. Зорин // Материалы VIII Межрегионального совещания энтомологов Сибири и Дальнего Востока с участием зарубежных ученых. Новосибирск, 4–7 октября 2010. – С. 260–262.
16. Козлов, М.В. Минирующая моль-пестрянка – вредитель липы [Текст] / М.В. Козлов // *Защита растений*. – 1991. – № 4. – С. 46.
17. Kumata, T. Taxonomic studies on the Lithocolletinae of Japan. P. I [Text] / T. Kumata // *Insecta Matsumurana*. – 1963. – Vol. 25. – P. 53–90.
18. Ellis, W.N. Dutch leafminers. 2007 [Electronic resource] / W.N. Ellis. – URL: <http://www.bladmineerders.nl/planten/pfinalvaceae/tilia.htm> [accessed by April 2011].
19. Cybernome, the nomenclature for fungi and their associated organisms [Electronic resource]. – URL: [www.cybertruffle.org.uk/cybernome/eng](http://www.cybertruffle.org.uk/cybernome/eng) [accessed: April 2011].
20. Горленко, С.В. Усиление патогенных свойств сапрофитных грибов как источник формирования микофлоры интродуцентов [Текст] / С.В. Горленко // *Интродукция растений и оптимизация окружающей среды средствами озеленения*. – Минск: Наука и техника, 1977. – С. 209–213.
21. Горленко, С.В. Защита растений в интродукции и зеленом строительстве [Текст] / С.В. Горленко // *Защита растений-интродуцентов от вредных организмов*. – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 14–18.
22. Томошевич, М.А. Первая находка *Muscopappus alni* в России [Текст] / М.А. Томошевич // *Микология и фитопатология*. – 2008. – Т. 42, вып. 5. – С. 498–499.

---

**Введение.** Работа посвящена изучению разнообразия насекомых-филлофагов и листовых микромицетов, осваивающих европейские и евроазиатские виды древесных растений в дендрариях и в насаждениях городов Сибири. Подобные исследования могут иметь ценность для своевременного обнаружения серьезных вредителей и возбудителей заболеваний, которые могут причинить серьезный ущерб своим новым растениям-хозяевам.

**Материалы и методы.** Работа проводилась в сибирских дендрариях и городских насаждениях Красноярска, Томска и Новосибирска в 1997–2011 гг. на европейских и евразийских видах древесных растениях из 15 семейств и 25 родов: Aceraceae (*Acer*), Adoxaceae (*Viburnum*), Berberidaceae (*Berberis*), Betulaceae (*Betula*, *Alnus*), Caprifoliaceae (*Lonicera*), Cornaceae (*Cornus*), Fabaceae (*Caragana*, *Chamaecytisus*), Fagaceae (*Quercus*), Grossulariaceae (*Ribes*), Malvaceae (*Tilia*), Oleaceae (*Syringa*), Rhamnaceae (*Rhamnus*), Rosaceae (*Crataegus*, *Malus*, *Potentilla*, *Prunus*, *Rosa*, *Rubus*, *Spiraea*, *Sorbus*), Salicaceae (*Salix*, *Populus*) и Ulmaceae (*Ulmus*). Насекомых и образцы инфицированных листьев собирали в гербарий и определяли. Европейские и евроазиатские растения сравнивали по таксономическому разнообразию насекомых-филлофагов и листовых фитопатогенов с помощью непараметрического теста Манна-Уитни для независимых выборок (*Statistica 8.0 for Windows*).

**Результаты и обсуждение.** В ходе исследований было обнаружено 163 вида насекомых-филлофагов, относящихся к шести отрядам: Lepidoptera (73 вида), Hemiptera (30 видов), Coleoptera (30 видов), Hymenoptera (22 вида) и Diptera (8 видов). В большинстве случаев насекомые имели евроазиатское распространение. Значительный вред растениям наносили единичные виды насекомых. Наибольшее число видов насекомых найдено на растениях из семейств Salicaceae и Rosaceae (по 35 видов). 64 % всех видов насекомых являлись открытоживущими филлофагами, остальные – скрытоживущими (в основном, минирующими насекомыми). Три вида молей-минеров: *Gracillaria syringella*, *Phyllonorycter issikii*, *Ph. lantanella* (Gracillariidae, Lepidoptera) ранее не фиксировались в изученном регионе. Все они – известные вредители в своих естественных местообитаниях.

На листьях растений было выявлено 65 видов возбудителей заболеваний, среди которых около 90 % видов – известны в Европе и инфицируют там те же растения, что и Сибири, или же другие растения. Доминировали грибы, вызывающие пятнистости листьев (44 вида). Обнаружено 5 видов листовых микромицетов, которые пока не встречаются в Европе: *Cylindrosporium betulae* (на березе повислой *Betula pendula*), *C. canadense* (на спирее зверобоелистной *Spiraea hypericifolia*), *Septoria guevillensis* (на спирее дубровколистной *S. chamaedryfoli*), *C. salicinum* (на иве белой *Salix alba*) и *Mycorhappus alni* (на ольхе черной *Alnus glutinosa* и ольхе серой *A. incana*). Последние два вида грибов наносили серьезный вред своим растениям-хозяевам в отдельные годы наблюдений.

Таксономическое разнообразие насекомых-филлофагов и микромицетов было достоверно выше на евроазиатских видах растений в сравнении с европейскими растениями.

\* \* \*

**Introduction.** This study was focused on phyllophagous insects and foliar fungi attacking European and Eurasian woody plants in arboreta and city plantations in Siberia. This surveys can play an important role in detection potentially harmful insect pests and diseases on native and alien woody plants.

**Material and methods.** Surveys were carried out in arboreta and city plantations in Krasnoyarsk, Tomsk and Novosibirsk in 1997–2011 on European and Eurasian woody plant species from 15 families and 25 genera: Aceraceae (*Acer*), Adoxaceae (*Viburnum*), Berberidaceae (*Berberis*), Betulaceae (*Betula*, *Alnus*), Caprifoliaceae (*Lonicera*), Cornaceae (*Cornus*), Fabaceae (*Caragana*, *Chamaecytisus*), Fagaceae (*Quercus*), Grossulariaceae (*Ribes*), Malvaceae (*Tilia*), Oleaceae (*Syringa*), Rhamnaceae (*Rhamnus*), Rosaceae (*Crataegus*, *Malus*, *Potentilla*, *Prunus*, *Rosa*, *Rubus*, *Spiraea*, *Sorbus*), Salicaceae (*Salix*, *Populus*) and Ulmaceae (*Ulmus*). Plants were regularly inspected for phyllophagous insect pests and diseases caused by foliar fungi. Samples were collected and identified. Comparison of European and Eurasian plants by taxonomic diversity of insects and fungi was done using Mann-Whitney test (*Statistica 8.0 for Windows*).

**Results and discussion.** In the study, 163 phyllophagous insect species were detected on European and Eurasian woody plants. They represented six orders: Lepidoptera (73 species), Sternorrhyncha (Hemiptera) (30 species), Coleoptera (30 species), Hymenoptera (22 species) and Diptera (8 species). About 11 % of insect species caused significant damage to the plants. The richest taxonomic diversity of phyllophagous arthropods was recorded on the plants from the families Salicaceae и Rosaceae. About 64 % of all found insect species were external defoliators. The rest insects were mainly leaf miners. Three mining moths, i.e. *Gracillaria syringella*, *Phyllonorycter issikii*, *Ph. lantanella* (Gracillariidae, Lepidoptera) have been recorded for the first time in the area of study. They are known pests in their native range.

The inspected woody plants hosted 65 fungi species. The majority of the foliar pathogens are also known in Europe, where they infect either the same plants as in Siberia or other plants. Micromycetes causing spottiness dominated on alien plants and were represented by 44 species. Five micromycetes found on European and Eurasian plants in Siberia are not yet known in Europe: *Cylindrosporium betulae* (on *Betula pendula*), *C. canadense* (on *Spiraea hypericifolia*), *Septoria guevillensis* (on *Spiraea chamaedryfolia*), *C. salicinum* (on *Salix alba*) and *Mycopappus alni* (on *Alnus glutinosa* и *A. incana*). The two latter fungi species noticeably affected their host plants in some years.

In Siberia, Eurasian woody plants were attacked by more insect species and foliar pathogens than purely European plants.

*Александр Михайлович Крылов*, начальник отдела дистанционного лесопатологического мониторинга, amkrylov@gmail.com,  
*Екатерина Геннадьевна Малахова*, инженер отдела дистанционного лесопатологического мониторинга, katyarlz@yandex.ru,  
ФБУ «Рослесозащита»,

*Надежда Алексеевна Владимирова*, ведущий специалист,  
nadiopt@yandex.ru, НП «Прозрачный мир»

## **ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ПЛОЩАДЕЙ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ВЕТРОВАЛОВ 2009–2010 гг. ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

**Ветровал, бурелом, данные дистанционного зондирования, визуальное и автоматизированное дешифрирование.**

**Windfall, windbreak, remote sensing, visual and automatic interpretation.**

**Введение.** В последние годы в России наблюдается усиление воздействия климатических факторов на устойчивость и состояние лесов. Среди этих факторов важное место занимают ураганные ветры, вызывающие ветровалы и буреломы. Массовые ветровалы, наряду со сплошными вырубками и пожарами, являются основными факторами нарушения растительного покрова в таежных лесах европейской части России [1 (с. 7–8), 2]. Степень влияния ветровала на древостои обуславливается силой ветра, формой корней дерева и его устойчивостью к воздействию ветра. Ветровал и бурелом отдельных деревьев или групп их в лесу – явление, происходящее уже при скоростях ветра до 8–10 м/с, т. е. обычных средних. При скорости 20–24 м/с происходит более или менее массовый вывал перестойных, либо пораженных корневыми гнилями деревьев. Сплошные площади ветровала образуются при скорости ветра 35–40 м/с. Ветровалу способствуют гнили корней, а бурелому – гнили стволов [3].

В 2009–2010 гг. в европейской части России отмечено сразу несколько катастрофических ветровалов, уничтоживших десятки миллионов гектаров лесных насаждений. Выявление поврежденных участков потребовало огромных усилий сотрудников лесничеств и ФБУ «Рослесозащита». Поврежденные участки разбросаны по территории в несколько десятков миллионов гектар, и провести сплошное наземное обследование лесов пострадавших районов было невозможно. Поэтому для детального анализа всей площади поврежденных насаждений использованы данные дистанционного зондирования (ДЗЗ), а именно космической съемки.

Космическая съемка обладает рядом преимуществ перед широко использовавшейся в лесном хозяйстве в прошлом аэрофотосъемкой, а именно: высокой оперативностью, низкой стоимостью (ряд данных доступен бесплатно) и возможностью быстрой съемки больших площадей земной поверхности.

В то же время большинство доступных данных космосъемки обладает низкой детальностью, и поэтому их дешифрирование и интерпретация – достаточно сложный процесс. Ситуация осложнена отсутствием устоявшейся методики выявления ветровалов по данным космической съемки. При выявлении ветровала решается несколько самостоятельных задач:

- поиск участков с изменениями в лесном покрове;
- отделение ветровалов от других изменений в лесном покрове (рубок, гарей);
- определение границ выявленных участков ветровалов.

Выявление погибших насаждений может производиться с помощью визуального или автоматизированного дешифрирования космической съемки. Основным методом проведения работ по выявлению ветровалов 2009–2011 гг. выбрано визуальное дешифрирование. Параллельно проведен поиск оптимальной методики автоматизированного выявления участков ветровала для ускорения работ и повышения их качества.

**Материалы и методы.** Основным источником информации служили данные LANDSAT TM/ETM+ (пространственное разрешение – 30 м/пиксель, ширина полосы охвата – 185 км). Снимки LANDSAT находятся в свободном доступе на сайте Геологической службы США. На этапе уточнения границ на некоторые участки, кроме Landsat, также обработаны снимки ALOS Avnir (10 м/пиксель) и PRISM (2,5 м на пиксель), Rapid Eye (6 м) и Geo-Eye (0,4–1,6 м), SPOT 5 (2,5–10 м).

Основной объем информации о ветровалах и буреломах получен в ходе визуальной интерпретации данных Landsat и ручного оконтуривания поврежденных участков.

Визуальное дешифрирование проведено с использованием пары сцен Landsat – до и после повреждения насаждений ветром. Для удобства анализа двух снимков использованы инструмент «Шторка», мультिवременные композиты и метод мигания. Визуальное выявление ветровалов и буреломов выполнено на основе ряда прямых и косвенных дешифровочных признаков [4]. Проанализированы различия характеристик поврежденных ветром и здоровых участков леса. На графике (рис. 1) приведены значения в каналах изображения Landsat, а также индекс SWVI (коротковолновый индекс) для поврежденных и неповрежденных насаждений. Из графика видно, что участки ветровала отличаются от здоровых насаждений во всех каналах, но наиболее сильно в пятом канале и по индексу SWVI. Поэтому ветровалы на снимках Landsat лучше всего различимы на синтезах с участием пятого канала или на мультिवременных композитах из индексов SWVI снимков до и после ветровала. При визуальном дешифрировании и проверке результатов оконтуривания участков ветровалов использован

синтез каналов 5-4-3. При таком синтезе ветровалы отображаются на снимке в виде контрастных красных или коричневых вытянутых объектов в отличие от светло- или темно-зеленого цвета неповрежденного леса.

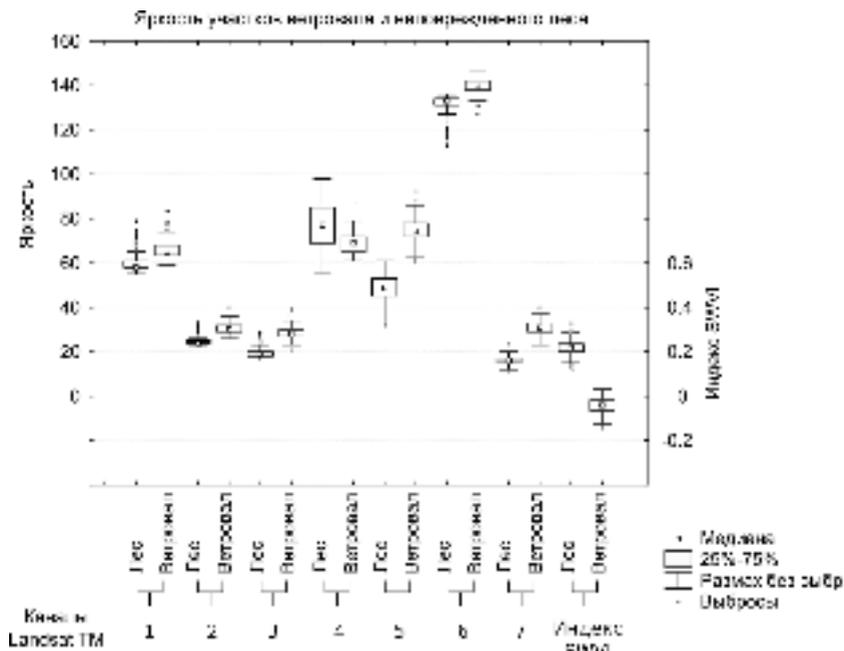


Рис. 1. Спектральная яркость участков ветровала и неповрежденного леса

В то же время по цвету и тону на снимках ветровалы сходны со свежими рубками, безлесными пространствами. Отличить ветровал помогает его форма – вытянутые в одном направлении полосы. Использование при дешифрировании основного снимка, сделанного после ветровала, и вспомогательного снимка, сделанного до ветровала, позволяет исключить из области анализа нелесные площади, возникшие до ветровала вырубки и гари.

Наличие закономерностей в расположении поврежденных участков значительно упрощает работу. Как правило, поврежденные ураганом 2010 г. участки расположены в границах относительно узкой (10–50 км) вытянутой (100–300 км) полосы. Ориентация полосы вывала деревьев в лесных массивах совпадает с ориентацией отдельных участков ветровала. После обнаружения первого участка повреждения быстро определены границы полосы повреждения. Внутри полосы образовалась мозаика из участков со сплошным ветровалом и участков с частичным вывалом деревьев.

Для более качественного и быстрого выявления площадей с ветровалом и буреломом на наиболее сложных участках применено автоматизированное дешифрирование. Нами опробованы несколько методов:

- выявление ветровалов на основе изменения вегетационных индексов: NDVI и SWVI с разными методами определения порога (визуально и с помощью дискриминантного анализа);
- метод опорных векторов (SVM);
- метод дерева решений.

При использовании методов автоматизированного дешифрирования необходимо применять более качественные снимки в отличие от методов визуального дешифрирования. Поэтому для всех снимков Landsat выполнена геометрическая коррекция в среде ERDAS и специальная обработка в виде атмосферной коррекции, фильтрации облачности и теней от облаков с помощью специального расширения для ERDAS, разработанного ЦЭПЛ РАН [5].

На основе сцен, снятых до ветровала, созданы маски нелесных земель, которые затем применены к пост-ветровальным сценам.

Отобраны 100 точек в границах ветровала и за его пределами и используются как эталоны при работе методом опорных векторов и методом дерева решений.

Наиболее простой способ автоматизированного выявления участков ветровала – использование различий между поврежденными и не тронутыми ветром насаждениями по индексу SWVI или NDVI.

Индекс NDVI широко используется при дешифрировании данных дистанционного зондирования лесов. Для изображений Landsat он рассчитывается следующим образом:

$$NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED),$$

где NIR – ближний инфракрасный диапазон Landsat TM (канал 4); RED – красный диапазон Landsat TM (канал 3).

Кроме хорошо изученного NDVI, нами применен другой вегетационный индекс, SWVI (коротковолновый индекс). Индекс SWVI [6] рассчитывается по формуле:

$$SWVI = (NIR-SWIR)/(NIR+SWIR),$$

где NIR – ближний инфракрасный диапазон Landsat TM (канал 4); SWIR – средний инфракрасный диапазон Landsat TM (канал 5). Индекс SWVI коррелирует с влагосодержанием растительности.

Значение индексов более стабильны, чем значения отдельных каналов, и поэтому алгоритмы выявления изменений на их основе дают более стабильный результат.

По результатам анализа значения индекса SWVI у поврежденных и неповрежденных участков отличаются больше, чем значения индекса NDVI.

Наиболее сложный этап при выявлении ветровалов по вегетационному индексу – определение порога значения индекса, отделяющего здоровые насаждения от поврежденных. Этот порог может определяться экспертно после нескольких итераций выявления по эталонным точкам с помощью дискриминантного анализа или выбираться априорно, исходя из статистики изображения (например, устанавливаться в два стандартных отклонения). Значения порога незначительно изменяются при использовании разных пар снимков.

При проведении дискриминантного анализа используются не только значения вегетационного индекса, но и значения каналов. По эталонам в программе STATISTICA было рассчитано уравнение, по которому с помощью расширения для QGIS RasterCalc были выделены ветровалы.

Такой способ дает более точное разделение, но коэффициенты более неустойчивы при переходе от одной пары снимков к другой.

Также нами опробованы два вида алгоритмов классификации с обучением: метод опорных векторов в среде ENVI [7], дерево решений в среде R [8].

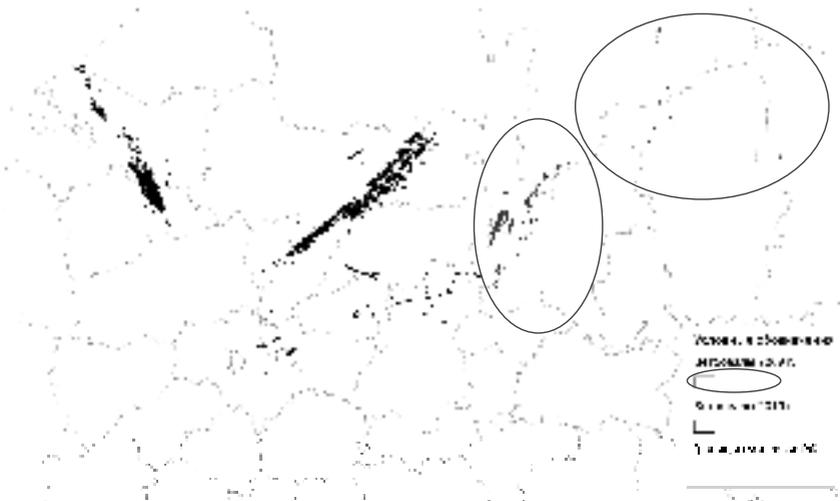
Простейшая форма *метода опорных векторов* – это линейные бинарные классификаторы, относящие выбранный тестовый образец в один класс из двух возможных. Именно эта задача поставлена перед дешифровщиком при выявлении ветровалов на снимках. В случае анализа данных дистанционного зондирования, как правило, речь идет об отдельном пикселе мультиспектрального или гиперспектрального изображения. Такой пиксель является опорным вектором, и для каждого канала изображения он имеет множество численных значений. Важным аспектом SVM является то, что не все имеющиеся обучающие данные применяются для определения разделяющей гиперплоскости. Только те точки, которые лежат в зазоре, становятся подмножеством опорных векторов. Они определяют оптимальную разделяющую гиперплоскость. Таким образом, заведомо неправильно выбранные эталоны исключаются из классификации.

*Метод дерева решений* является одним из наиболее популярных методов решения задач классификации и прогнозирования. В наиболее простом виде дерево решений – это способ представления правил в иерархической, последовательной структуре. Основа такой структуры – ответы «Да» или «Нет» на ряд вопросов, которые называются узлами проверки, или условиями. При положительном ответе на вопрос осуществляется переход к левой части дерева, при отрицательном – к правой части дерева. Таким образом, внутренний узел дерева является узлом проверки определенного условия. Далее идет следующий вопрос и т. д., пока не будет достигнут конечный узел дерева, являющийся узлом решения. В результате прохождения от корня дерева (иногда называемого «корневой вершиной») до его вершины решается задача классификации.

Для сравнения эффективности алгоритмов нами проведено дешифрирование небольшого тестового участка ветровала в Костромской области по одним и тем же эталонам (360 точек). Далее для этого участка была сформирована контрольная выборка (256 точек), по которой рассчитана точность. Точность

визуального дешифрирования оценена путем сравнения с данными наземных лесопатологических обследований.

**Результаты и обсуждение.** В результате проведенных работ определены границы большинства поврежденных ветром в 2009–2010 гг. участков. Проведено дешифрирование 20 тыс. участков ветровалов общей площадью 226 тыс. га. На их основе была создана соответствующая карта, которая доступна на сайте ФБУ «Рослесозащита» (рис. 2). Также данные идентификации ветровалов и буреломов активно использованы при планировании и проведении наземных обследований в последующие годы.



**Рис. 2.** Леса европейской части РФ, поврежденные ветровалами в 2009–2010 гг.

Применение снимков Landsat с целью выявления поврежденных ветром насаждений полностью оправдано и заслуживает высокой оценки. Оперативное поступление снимков, высокое качество предобработки поставляемых данных наряду с благоприятной погодой – те условия, которые позволяют сократить интервал между съемкой Landsat нужной территории и началом работы со снимками до двух недель.

Отработанная в 2009 г. методика визуального дешифрирования ветровалов позволила получить первый вариант карты ветровалов уже спустя месяц после массового повреждения лесов. На этапе приблизительного картирования ветровалов этот метод достаточно производителен. В то же время на визуальное уточнение границ ветровалов требуется много усилий и больших затрат времени.

Методы автоматического дешифрирования могут успешно применяться при выделении ветровалов, хотя и необходимы значительные усилия при подготовке снимков для дальнейшей их обработки, подборе эталонов и верификации результатов. На слабо поврежденных площадях оптимально по временным затратам применение визуального дешифрирования. На участках со сплошными ветровалами насаждений более оправдано использование методов автоматизированного дешифрирования.

Наиболее сложный вопрос – точность выявления участков по Landsat. Ошибки автоматического выделения складываются из ошибок пропуска, ошибок ложного детектирования, ошибок определения площади поврежденного участка и ошибок определения границ. Эталонными данными для определения точности могут служить данные дешифрирования снимков более высокого разрешения или данные наземных обследований.

Сравнение площади поврежденных насаждений, дешифрированной по Landsat, с данными экспедиционного обследования Летского лесничества республики Коми показывает, что по снимкам выявлено 72 % (по площади) обнаруженных наземно ветровалов. Основная причина пропуска участков ветровалов – их небольшая площадь. Разрешения снимков Landsat не достаточно для идентификации таких участков как ветровалов. Другая часть участков пропущена дешифровщиком из-за невнимательности. Поэтому ошибки пропуска при визуальном дешифрировании часто значительнее, чем при автоматизированном.

Следующий по значимости фактор – ошибки ложного детектирования ветровалов. В ходе наземных обследований некоторые участки, отдешифрированные визуально как ветровалы, в натуре идентифицированы как участки, на которых проведены выборочные рубки. Такие участки и другие объекты, неправильно выявленные как ветровалы, в общей выборке составляют 9 %. По цвету ветровалы, вырубки, прогалины очень похожи. Дешифровщик использует для их различения форму, косвенные признаки. Автоматические методы, основываясь исключительно на спектре, делают гораздо больше ошибок ложного детектирования (10 % и более, в зависимости от условий). Такие погрешности дешифрирования могут быть достаточно быстро выявлены и устранены на этапе верификации.

Все опробованные нами методы автоматизированного выявления ветровалов по результатам сходны между собой. Из наиболее простых методов, пороговая классификация по индексу SWVI лучше подходит для выявления ветровалов, чем NDVI. Дискриминантный анализ, метод опорных векторов и деревья решений дают более точный результат. В таблице представлены оценки точности выявления крупных ветровалов по трем опробованным нами алгоритмам классификации.

### Результаты автоматизированного выявления ветровалов различными алгоритмами

Метод автоматизированного дешифрирования	Количество эталонных точек, шт.		Участки, выявленные как ветровалы	Вид ошибок			
	лес	ветровал		пропуск		ложное детектирование	
				количество участков, шт.	доля от общей выборки, %	количество участков, шт.	доля от общей выборки, %
Опорные вектора	237	19	19	0	0	5	26
Дерево решений	237	19	19	0	0	4	21
Дискриминантный анализ	237	18	18	1	5	5	26

Как видно из таблицы, все три метода почти не допускают ошибок пропуска. Практически все участки ветровала крупного размера успешно идентифицированы. Ошибки ложного детектирования присутствуют при применении всех методов. Их количество составляет от 21 до 26 %. Во всех случаях ошибочная классификация связана с краевыми эффектами, т. е. ошибочно классифицировались участки по краям ветровала, по границам с нелесными участками, дорогами, вырубками и т. п.

Нами предложено два пути повышения точности: снижение ошибок ложного детектирования путем более эффективной фильтрации нелесных участков и уменьшение ошибок пропуска мелких ветровалов за счет использования снимков более высокого разрешения.

**Выводы.** В результате проведенных работ оперативно, в течение месяца после ветровалов, создана карта ветровалов в европейской части России и получена предварительная оценка их площади.

Дешифрирование космической съемки оценено как достоверный и дешевый источник информации о повреждении лесов ветром. Точность и подробность информации о повреждении линейно зависит от разрешения снимка. Крупные участки ветровала (шириной более 50 м) надежно детектируются на снимках Landsat TM/ETM+. Для детектирования более мелких повреждений оптимально применение данных Rapid Eye, SPOT5, WorldView-2, GeoEye и т. п.

Возможно создание двухступенчатой системы дистанционного мониторинга ветровалов: сам факт и приблизительный район повреждения определяется по снимкам Landsat TM/ETM+, а точные площади нарушенных насаждений – по более детальным снимкам.

Крупные ветровалы идентифицируются несколькими методами автоматизированного дешифрирования. Различия в точности между методами невелики. Такие факторы, как качество эталонов и качество предобработки снимков, оказывают часто большее влияние, чем выбор алгоритма дешифрирования. Как правило, применение SVM дает более точный результат, а выявление участков ветровалов по изменению индекса SWVI менее трудозатратно и дает более стабильные результаты при затруднениях с подбором достаточного количества эталонов или с их отсутствием.

Среди ошибок преобладает ложное детектирование ветровалов на непокрытых лесом и нелесных участках. Самый эффективный способ их устранения – это создание качественной маски покрытой лесом территории. Это самый трудоемкий этап дешифрирования, но, в отличие от остальных работ, может быть выполнен заранее.

Подбор наилучшего алгоритма дешифрирования необходим при анализе мелких участков ветровалов, близких к разрешающей способности сенсора, однако этот вопрос требует дополнительного изучения.

Полученные нами результаты успешно используются при организации работ по ликвидации последствий ветровалов, а также при создании систем автоматизированного лесопатологического мониторинга (ВЕГА, «Лесопатолог» и АИС «Защита»).

### Библиографический список

1. Уланова, Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках Южной тайги [Текст] : дис. ... д-ра биол. наук / Н.Г. Уланова. – М.: РГБ, 2006. – 434 с.
2. Уланова, Н.Г. Структура и состав растительности на тринадцатый год после катастрофического ветровала сосняка при разных сценариях освоения [Текст] / Н.Г. Уланова, А.Н. Демидова, Н.Н. Богданова, Е.А. Зотеева // Актуальные проблемы геоботаники. III Всерос. школа-конференция. Ч. II. – Петрозаводск: КарНЦ, РАН, 2007 – С. 245–249.
3. Методы мониторинга вредителей и болезней леса [Текст] / под общ. ред. В.К. Тузова. – Т. 3. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – С. 135–136.
4. Лабутина, И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков [Текст] : учеб. пособие / И.А. Лабутина. – М.: Аспект Пресс, 2004. – С. 60–79, 160–167.
5. Белова, Е.И. Предварительная обработка временных серий изображений Landsat-TM/ETM+ при создании безоблачных композитных изображений местности [Текст] / Е.И. Белова, Д.В. Ершов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов : сб. науч. ст. – М.: ДоМира, 2011. – Т. 8, № 1. – С. 73–82.
6. Gao, B. NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space [Text] / B. Gao // Remote Sensing of Environment. – 1996. – no. 58. – P. 257–266.

7. Вапник, В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным [Текст] / В.Н. Вапник. – М.: Наука, 1979. – 448 с.
8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/classify-trees-r.html>

---

**Введение.** В последние годы в России наблюдается усиление воздействия климатических факторов на устойчивость и состояние лесов. Среди этих факторов важное место занимают ураганные ветры, вызывающие ветровалы и буреломы. Массовые ветровалы, наряду со сплошными вырубками и пожарами, являются основными факторами нарушения растительного покрова в таежных лесах европейской части России.

В 2009–2010 гг. в европейской части России отмечено сразу несколько катастрофических ветровалов, уничтоживших десятки миллионов гектаров лесных насаждений. Выявление поврежденных участков потребовало огромных усилий сотрудников лесничеств и ФБУ «Рослесозащита». Нарушения разбросаны по территории в несколько десятков миллионов гектар, и провести сплошное наземное обследование лесов пострадавших районов было невозможно. Поэтому для детального анализа всей площади поврежденных насаждений использованы данные дистанционного зондирования (ДЗЗ), а именно космической съемки.

**Материалы и методы.** Основным источником информации служили данные LANDSAT TM/ETM+ (пространственное разрешение – 30 м/пиксель, ширина полосы охвата – 185 км). Снимки LANDSAT находятся в свободном доступе на сайте Геологической службы США. На этапе уточнения границ на некоторые участки, кроме Landsat, также обработаны снимки ALOS Avnir (10 м/пиксель) и PRISM (2,5 м на пиксель), Rapid Eye (6 м) и Geo-Eye (0,4–1,6 м), SPOT 5 (2,5–10 м).

Основной объем информации о ветровалах и буреломах получен в ходе визуальной интерпретации данных Landsat и ручного оконтуривания поврежденных участков.

Для более качественного и быстрого выявления площадей с ветровалом и буреломом на наиболее сложных участках применено автоматизированное дешифрирование. Нами опробованы несколько методов: выявление ветровалов на основе изменения вегетационных индексов: NDVI и SWVI с разными методами определения порога (визуально и с помощью дискриминантного анализа), метод опорных векторов (SVM), метод дерева решений.

**Результаты.** В результате проведенных работ определены границы большинства поврежденных ветром в 2009–2010 гг. участков. Проведено дешифрирование 20 тыс. участков ветровалов общей площадью 226 тыс. га. Также данные идентификации ветровалов и буреломов активно использованы при планировании и проведении наземных обследований в последующие годы.

**Выводы.** Дешифрирование космической съемки оценено как достоверный и дешевый источник информации о повреждении лесов ветром. Точность и подробность информации о повреждении линейно зависит от разрешения снимка. Крупные участки ветровала (шириной более 50м) надежно детектируются на снимках Landsat TM/ETM+. Для детектирования более мелких повреждений оптимально применение данных Rapid Eye, SPOT5, WorldView-2, GeoEye и т. п.

\* \* \*

**Introduction.** In 2009–2010 the forests of the European part of Russia were damaged by several catastrophic windfalls. Such a catastrophic damage made the field research insufficient for identification of all the windfalls and estimation of the areas of damage. Thus, studies of application of remote sensing data were conducted.

**Materials and methods.** To identify and assess the windfalls we used the following algorithm: visual interpretation of Landsat data and manual outlining the damaged area and automatic identification and mapping of the windfall by analysis of vegetation indices NDVI and SWVI; calculation of the difference between the rates before and after the windfall. According to the results of visual analysis the threshold values were selected and the values above the threshold were considered to be windfalls. Also some methods of supervised classification were tested, namely the discriminant analysis, the support vector method, and the method of decision tree.

**Results.** The use of vegetation indices proved to be quite good to map the windfalls within only the one Landsat scene, but there are some difficulties in defining the thresholds when the windfall is located at many scenes. Comparison of supervised classification methods showed that their accuracy is almost identical, but to clarify the boundaries of windfalls and to assess the damage to trees we need to use the images of higher resolution.

**Conclusions.** The satellite imagery can be considered as a reliable and cheap information source about the forests damage by the windfalls. The accuracy of this information is linearly dependent on the image resolution. Large windfall sites (of a width exceeding 50 meters) are reliably detected in Landsat TM / ETM + images. For the detection of smaller windfall areas it is better to use Rapid Eye, SPOT5, WorldView-2, GeoEye data. Our results have been successfully used in the eliminating the consequences of the windfalls and in the creation of automated forest pathology monitoring systems (VEGA, «Lesopatolog» and AIS «Forest Health»).

*Дмитрий Леонидович Мусолин*, кандидат биологических наук, доцент,  
musolin@gmail.com, Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет им. С.М. Кирова  
и Санкт-Петербургский государственный университет

*Аида Хаматовна Саулич*, доктор биологических наук, профессор,  
Санкт-Петербургский государственный университет

## **ВОЛЬТИНИЗМ НАСЕКОМЫХ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

**Насекомые, изменение климата, вольтинизм, фенология, сезонное развитие.  
Insects, climate change, voltinism, phenology, seasonal development.**

Глобальное изменение климата в последние десятилетия подтверждается анализом многих физико-химических показателей внешней среды [1–4]. Реакции насекомых на изменение климата чрезвычайно разнообразны и иногда весьма неожиданны [5]. Накопленный к настоящему времени объем информации позволяет выделить несколько категорий таких реакций у насекомых. Они включают изменения ареалов, численности, фенологии, вольтинизма, морфологии, физиологии, поведения, особенностей во взаимоотношениях с другими видами и в структуре сообществ [5, 6]. Некоторые из этих реакций подтверждены многолетними рядами наблюдений, другие – лишь отдельными фактами или моделями. Чаще других встречаются публикации, касающиеся изменения ареалов и фенологии отдельных видов, поскольку эти категории реакций являются наиболее легко регистрируемыми и, вероятно, наименее противоречивыми индикаторами ответа на происходящие в природе изменения [7–9]. Краткий обзор материала на эту тему приведен в предыдущих публикациях авторов [10–12]. В данной статье рассмотрены имеющиеся в литературе сведения, которые позволяют проанализировать влияние потепления климата на вольтинизм насекомых.

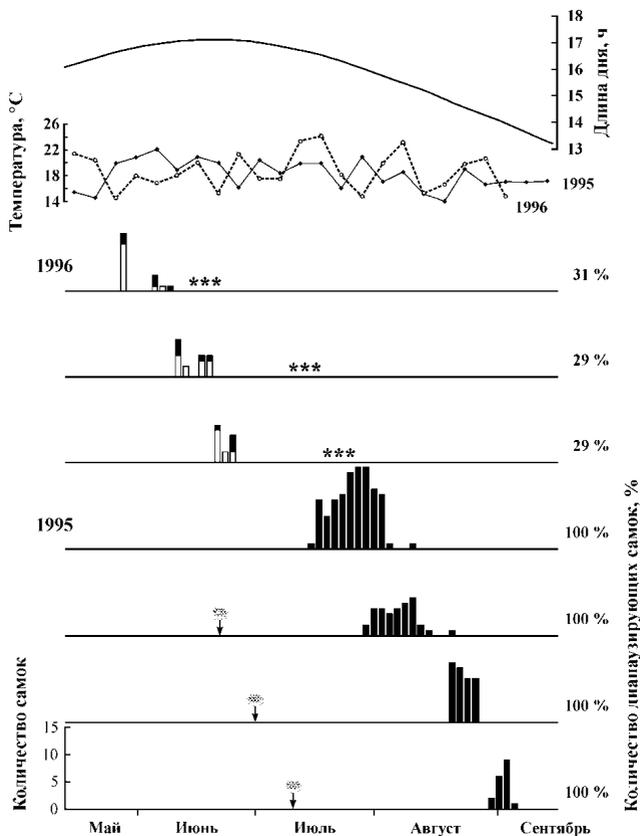
Кажется логичным предположить, что если потепление климата приводит к более раннему возобновлению сезонного развития весной, ускоренному развитию в течение лета, более позднему прекращению активности осенью и уходу на зимовку, то, по крайней мере, некоторые виды с факультативной диапаузой и поливольтинным сезонным циклом могли бы увеличить количество ежегодных поколений. В первую очередь это должно быть справедливо для видов, у которых в прохладные годы реализуется только одно поколение, а в теплые – часть популяции образует дополнительное поколение (так называемое неполное второе поколение). Это возможно, если в обычные годы суммы эффективного тепла

хватает для дополнительного поколения только у наиболее ранних и/или быстро развивающихся особей. Иными словами, у видов с факультативной диапаузой, вольтинизм локальных популяций которых ограничен температурными условиями, переход к бивольтинному развитию обычно моновольтинных популяций свидетельствует о том, что эти популяции в более теплых условиях смогут периодически или постоянно давать второе поколение.

Реализация подобного предположения в экспериментальных условиях была подтверждена у нескольких видов.

У клопа солдатака *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera, Pyrrhocoridae) в Белгородской области (50°38' с. ш.; 35°58' в. д.) большая часть популяции обычно развивается по моновольтинному типу. Второе поколение образуют лишь те особи, которые окрыляются до середины июля. Экспериментально показано, что их физиологическое состояние (активное развитие или диапауза) определяется фотопериодическими и температурными условиями в период развития личинок старшего возраста и имаго [13]. В случае потепления климата доля бивольтинной фракции увеличится за счет ускоренного развития личинок и сдвига чувствительного к длине дня периода в развитии личинок на более ранние сроки. Это вызовет бездиапаузное развитие подавляющего большинства особей первого поколения и, как следствие, появление более массового или даже полного второго поколения [13].

Аналогичная ситуация была показана и в полевых экспериментах с щитником *Graphosoma lineatum* (Heteroptera, Pentatomidae) [14]. В условиях Белгородской области этот вид обычно дает одно поколение: самки перезимовавшего поколения приступают к яйцекладке в начале июня, и окрылившиеся в июле имаго формируют диапаузу (рис. 1; нижняя панель, серии 1995 г.). Когда же в полевом эксперименте окрыление имаго было искусственно сдвинуто с июля на май–июнь, оказалось, что около 70 % имаго приступают к размножению (рис. 1; верхняя панель, серии 1996 г.). На рис. 1 каждая гистограмма представляет отдельную экспериментальную серию. Символ кладки со стрелкой показывает момент отрождения личинок из яиц в сериях 1995 г. Гистограммы показывают физиологическое состояние самок (диапауза – темные части столбцов, репродуктивно активные – белые части столбцов); звездочки – начало яйцекладки в сериях 1996 г. Верхняя панель показывает внешние условия – среднюю температуру за пятидневные периоды и длину дня с учетом половины гражданских сумерек. Эти результаты подтверждают возможность того, что, как минимум, часть популяции *G. lineatum* может развиваться в двух поколениях в лесостепной зоне в особенно теплые годы или в условиях дальнейшего потепления климата [14]. Раннее начало постдиапаузного развития в мае–июне в условиях длинного (и удлиняющегося) светового дня будет стимулировать бездиапаузное развитие. Удлинение сезона благоприятных температур также будет способствовать бивольтинизму.



**Рис. 1.** Индукция диапаузы у самок щитника *Graphosoma lineatum* в квази-природных условиях в Белгородской области [по: 14]

Подобная ситуация смоделирована для короеда-типографа *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae) в Скандинавии. Сейчас этот вид в Швеции почти всегда развивается только в одном поколении, но потепление климата, как показывают расчеты, к концу XXI века приведет к существенным изменениям в фенологии и сезонной динамике типографа – значительно увеличится вероятность второго периода лета (у первой генерации) и вероятность полного развития второй генерации в сезоне. В результате «граница бивольтинизма» у *I. typographus* сдвинется примерно на 600 км к северу, и ожидается, что этот вид в регионе к 2100-му году будет почти всегда давать два полных поколения [15–17].

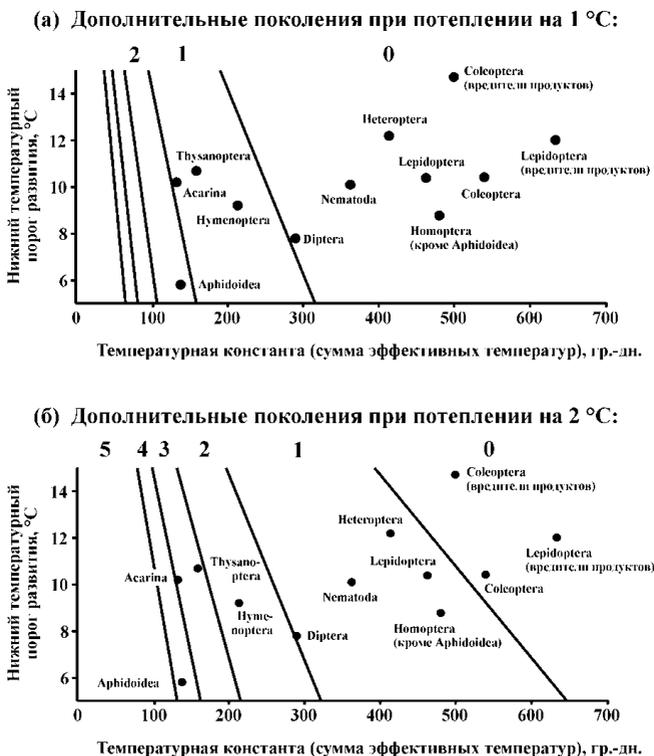
В зонах с двумя полными и частичным третьим поколением в новых условиях возможен переход некоторых видов от преимущественно бивольтинного к тривольтинному циклу. Вероятность такого развития событий показана, например, для капустной белянки *Pieris brassicae* (Lepidoptera, Pieridae) [18].

Согласно этой же логике, была разработана модель, на основе которой с учетом средних значений нижнего температурного порога и температурной константы (суммы эффективных температур) более, чем 400 видов насекомых, клещей и нематод, определили количество дополнительных поколений у беспозвоночных при потеплении климата [19–21]. Эти (во многом упрощенные) расчеты показывают, что повышение температуры на 1 °С позволит дать дополнительное полное поколение только трипсам, перепончатокрылым и клещам, и два поколения – тлям, тогда как у большинства других групп рассмотренных насекомых и нематод количество завершенных поколений останется прежним (рис. 2, а). При повышении температуры на 2 °С полное дополнительное поколение будут давать чешуекрылые, полужесткокрылые, равнокрылые (за исключением тлей) и нематоды. В среднем два ежегодных дополнительных поколения будут давать в этих условиях двукрылые и перепончатокрылые, три – трипсы и клещи, четыре – тли (рис. 2, б).

Смоделировать изменение количества ежегодных поколений как эффект потепления климата на основе экспериментально определенных температурных норм развития насекомых проще, чем обнаружить реальное изменение вольтинизма у конкретной популяции в природных условиях. Однако сравнительный анализ данных показал, что вольтинизм некоторых видов все же меняется. Так, дополнительная полная генерация в последние годы зафиксирована у листовертки *Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae) в Испании [22]. Кроме того, данные о динамике и фенологии лета 263 видов чешуекрылых центральной Европы с середины XIX века по настоящее время показывают, что частота завершения дополнительного поколения у значительной части поливольтинных видов возросла, а 44 вида вообще увеличили количество ежегодных поколений в период с 1980 г. [23].

Несомненно, изменение вольтинизма связано с изменением реакций, регулирующих сезонные явления, и в частности такие, как формирование диапаузы, сезонный полифенизм, скорость роста и т. д. [4, 5, 12].

Детальный анализ влияния изменений климата на параметры фотопериодической реакции (ФПР) проведен на материалах по изучению сезонного развития разных географических популяций комара *Wyeomyia smithii* (Diptera, Culicidae) в Северной Америке. ФПР у многих популяций этого вида очень точно определяли с 1972 г. по 1996 г. Сравнение порогов ФПР между 1972 г. и 1996 г. оказалось возможным для семи популяций и показало, что во всех семи случаях значение порогов, определенных в 1996 г., оказалось ниже, чем в 1972 г. Средняя разница в парах составила  $14,8 \pm 4,4$  мин (статистически значимая разница) [24]. Кроме того, для каждой популяции была определена ее широта,



**Рис. 2.** Влияние потепления климата на вольтинизм беспозвоночных [по: 19]

Цифры над графиками указывают расчетное количество дополнительных ежегодных поколений, которое могут иметь представители разных групп насекомых, клещей и нематод при потеплении климата, соответственно, на 1 (а) и 2 °С (б).

Группы вредителей продуктовых запасов выделены отдельно

скорректированная на высотность (altitude-corrected latitude), определена зависимость порога ФПР от географической широты популяции и проведен ковариационный анализ. Он показал, что линия географического тренда более поздних порогов ФПР (1996 г.) имеют более острый угол наклона, чем линия более ранних порогов ФПР (1972 г.), что свидетельствует о том, что сдвиг к более коротким («южным») порогам со временем усилился больше в северных широтах. У популяции, обитающей на широте 50° с. ш. критический порог понизился с 15 ч 47 мин (в 1972 г.) до 15 ч 11 мин (в 1996 г.), что соответствует девятидневной задержке в формировании диапаузы осенью. На основе этих экспериментов, выполненных в идентичных и строго контролируемых условиях, сделан

вывод о том, что наследственно закрепленные изменения параметров ФПР являются следствием изменения климата, и изменения такого уровня могут происходить очень быстро (уже через пять лет) [24, 25]. Подчеркивается, что все известные к настоящему времени генетические изменения в ответ на текущее потепление климата отражают селекцию, связанную с оптимизацией времени наступления тех или иных сезонных событий (таких фенофаз как возобновления активности, сезонного покоя и т. п.) и ни в одном случае не было показано, что генетические изменения затрагивают температурные оптимумы или устойчивость к высоким температурам [25].

Сравнение фенологических данных и таких эко-физиологических параметров как порог ФПР индукции диапаузы, степень развития летательной мускулатуры, готовность к миграции, степень развития репродуктивных органов было проведено у водомерки *Aquarius paludum* (Heteroptera, Gerridae) в Японии. Оказалось, что за период с 1995–1997 по 2007 г. многие из этих параметров изменились [26]. Регистрация личинок в природе поздней осенью и снижение доли диапаузирующих имаго в лабораторных короткодневных условиях говорит о том, что период репродукции данного вида в регионе стал значительно длиннее, и у некоторой части популяции яйцекладка теперь возможна даже зимой. Сезонная динамика структуры популяции свидетельствует о том, что, возможно, изменился и вольтинизм: вместо трех поколений, как это было в 1991 г., теперь ежегодно реализуется четыре или даже более поколений. При этом некоторые особи, возможно, проводят часть летнего сезона в эстивации, чего ранее замечено не было [26].

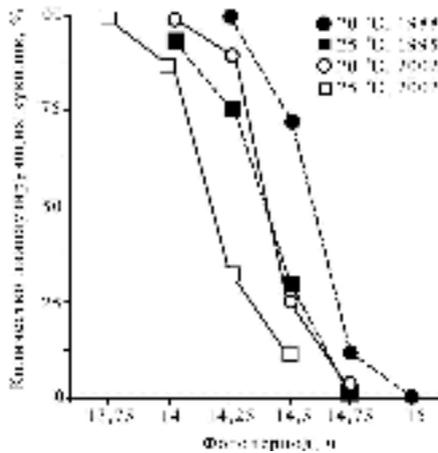
Убедительные данные с анализом физиологических реакций, контролирующих сезонный цикл американской белой бабочки *Hypanthria cunea* (Lepidoptera, Arctiidae), были получены в Японии, куда она была случайно завезена в 1945 г. и впервые обнаружена в окрестностях Токио (35,7° с. ш.) [27]. Позже этот вид быстро распространился на юг до 32° с. ш. и на север до 40° с. ш. На всей этой территории американская белая бабочка давала два поколения в год. За летний сезон в Токио набирается около 2300 гр.-дн. выше 10 °С. Это количество тепла превышает сумму эффективных температур (СЭТ), необходимую для двух поколений этого вида [28], однако индукция диапаузы у куколок второго поколения останавливает дальнейшее активное развитие популяции.

Такая ситуация сохранялась на Японских о-вах многие годы, но в середине 1970-х гг. на юге Японии были обнаружены две популяции *H. cunea*, часть особей в которых завершала три поколения за сезон. Позже тривольтинный сезонный цикл стал обычным для популяций, заселяющих юго-западную часть Японии. В северной части ареала цикл остался бивольтинным. Граница между этими зонами проходит примерно по 36-й параллели [29].

Произошли ли у *H. cunea* какие-то изменения в системе сезонно-циклических реакций, позволившие виду перейти от бивольтинного к тривольтинному циклу на юге Японии, или это только следствие более длинного сезона благоприятных температур на юге и воздействие изменения климата? Если предположить, что преобразования эко-физиологических реакций действительно идут, то в первую очередь должны были быть затронуты параметры температурных и фотопериодических реакций, так как непосредственно они определяют характер сезонного цикла в целом. По мнению большинства исследователей, температурные нормы развития в обобщенном виде включают такие взаимосвязанные понятия как нижний температурный порог развития (НТП), скорость развития и СЭТ, необходимую для завершения всего жизненного цикла или отдельного его этапа [5, 19].

Для того, чтобы выяснить, какие именно элементы эко-физиологических реакций способствовали изменению вольтинизма, в Японии в сравнительном плане были исследованы свойства северной бивольтинной популяции из Акиты (39,4° с. ш.) и южной тривольтинной из Уравы (35,4° с. ш.) [30]. Оказалось, что НТП для всех стадий развития *H. cunea* южной и северной популяций различался мало, но СЭТ, необходимая для завершения развития гусениц северной популяции, была больше, чем южной (436,7 и 410,0 гр.-дн., соответственно). Обе популяции были смешанными в отношении особей с разным числом гусеничных возрастов: часть гусениц в своем развитии проходила шесть возрастов (I тип), другая – семь (II тип). Однако в северной популяции гусеницы с семью возрастными составляли 14,5 %, а в южной таких гусениц было значительно меньше – только 3,4 %. В обеих популяциях особи I типа развивались одинаково быстро, а особи II типа развивались дольше и в шестом, и в седьмом возрастах. Таким образом, одним из механизмов перехода американской белой бабочки к тривольтинному циклу на юго-западе Японии Т. Гоми [30, 31] считает сокращение продолжительности развития гусениц в VI и VII возрастах в совокупности с уменьшением доли гусениц II типа (с семью возрастными). В целом это приводит к сокращению всего преимагинального развития и создает преимущества для завершения трех поколений за вегетационный сезон.

У популяций, перешедших к тривольтинному сезонному циклу, изменились и параметры ФПР. Для того, чтобы оценить степень ее изменчивости, сравнили фотопериодические кривые у одной и той же популяции из Фукуи (Япония, 36° с. ш.), но полученные с некоторым временным интервалом – семь лет (при температуре 25 °С) и 14 лет (при 20 °С). Оказалось, что даже за столь непродолжительный отрезок времени параметры реакции претерпели заметные изменения (рис. 3): критический фотопериод при обеих температурах уменьшился на 15 мин, а количество диапаузирующих куколок в коротком дне 14 ч в некоторых режимах сократилось с 96,0 до 12,5 %, подтверждая снижение склонности к формированию диапаузы [31].



**Рис. 3.** Изменение параметров фотопериодической реакции американской белой бабочки *Hyphantria cunea* по результатам исследований разных лет [по: 31]

Сплошные линии – результаты 2002 г.,  
пунктирные – 1988 (при 20 °С) и 1995 г. (при 25 °С)

При исследовании параметров ФПР 13 географических популяций из разных точек на Японских о-вах от 32 до 40° с. ш. обнаружилась четкая корреляция между широтой обитания популяции и критическим фотопериодом. Северные бивольтинные популяции имели более высокое значение порога ФПР, чем южные тривольтинные популяции [32]. В переходной зоне (36° с. ш.) обитают смешанные популяции, которые имеют промежуточное значение критического фотопериода и в зависимости от погодных условий года могут давать два или три поколения в год.

Изменились ли температурные нормы развития под влиянием длины дня при переходе популяции к тривольтинному циклу? Да, скорость развития гусениц возросла в длиннодневных условиях (рис. 4), но осталась постоянной в короткодневных условиях, в которых формируется диапауза [29].

Несомненно, во всех случаях определяющее значение имеют изменения, происходящие в окружающей среде. Так, по данным Японской Метеорологической Ассоциации за период с 1975 по 2005 г., СЭТ выше 10,6 °С (НТП развития американской белой бабочки) возросла с 2032 до 2259 гр.-дн. (рис. 5).

Таким образом, обнаружено, что под влиянием потепления климата на Японских о-вах медленно, но закономерно идет эколого-географическая дифференциация популяций американской белой бабочки как по температурным нормам развития, так и по параметрам ФПР. СЭТ для завершения одного поколения

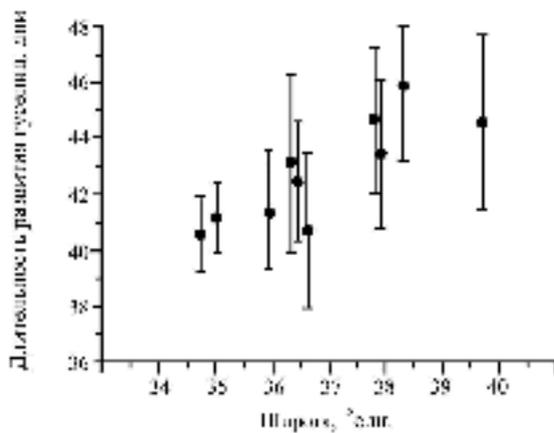


Рис. 4. Географическая изменчивость длительности развития гусениц (среднее  $\pm$  SD) американской белой бабочки *Hyphantria cunea* в 20 °C и длине дня 16 ч в сутки [по: 29]

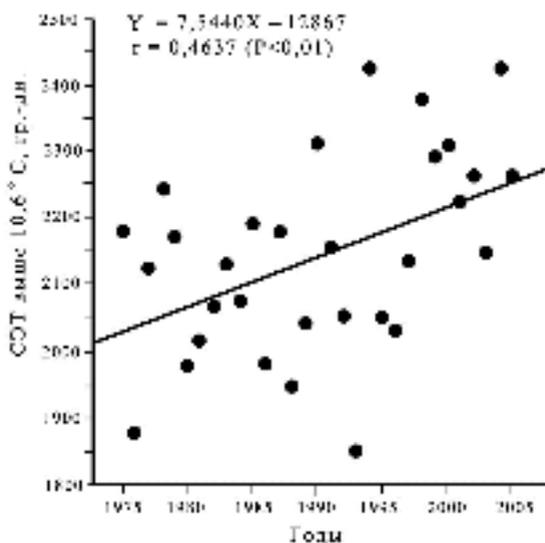


Рис. 5. Годовая сумма эффективных температур (СЭТ) выше нижнего температурного порога развития американской белой бабочки *Hyphantria cunea* (10,6 °C) в Фукуи, Японии [по: 31]

у популяции, перешедшей к тривольтинному циклу, уменьшилась до 725 гр.-дн. Взросшие температурные ресурсы местности и сократившаяся видовая температурная константа в сумме обеспечивают завершение трех поколений даже в еще недавно переходной зоне, где вид мог развиваться как в двух, так и в трех поколениях. Поскольку параметры ФПР также претерпели некоторые изменения (см. рис. 3), то длина дня не препятствует активному развитию куколок второго поколения. В результате этого американская белая бабочка перешла от бивольтинного цикла к тривольтинному и расширила свой ареал на юг Японии [31, 33]. Пока остается неясным, какую роль в этих процессах играют сезонная динамика качества корма и другие факторы, связанные с изменением климата.

Следует иметь в виду, что потепление климата, вероятно, не всегда будет позитивно сказываться на сезонном развитии видов и стимулировать увеличение количества реализуемых генераций. Эксперименты с щитником *Nezara viridula* (Heteroptera, Pentatomidae) на юге умеренной зоны показали, что потепление климата может поставить насекомых в условия, при которых они будут испытывать термальный стресс, что может негативно сказаться на их росте и развитии [34, 35].

**Заключение.** Современное планетарное изменение климата оказывает влияние на разнообразные реакции насекомых – от физиологии и поведения до смещения ареалов. В статье проанализированы примеры изменения вольтинизма насекомых, предположительно связанные с потеплением климата. Как следует из приведенных данных, в новых условиях, с одной стороны, увеличивается благоприятный для активного развития период, а с другой – возрастает скорость развития всех или отдельных онтогенетических стадий у насекомых, что создает возможность перехода разных видов от моновольтинизма к бивольтинизму или от бивольтинизма к тривольтинному циклу развития с образованием дополнительных неполных поколений в переходных зонах. Экологическое значение такого изменения вольтинизма оценить пока сложно, поскольку при этом нарушается сбалансированная структура биоценоза, что в свою очередь чревато непредсказуемыми и чаще негативными последствиями.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федеральной Программы поддержки ведущих научных школ (проект НШ-3332.2010.4), Благотворительного «Фонда Инессы» и проекта ISEFOR (FP7 2007-2013, КВВЕ 2009-3, grant agreement № 245268).

#### Библиографический список

1. Houghton, J. Global Warming. The Complete Briefing [Text] / J. Houghton. – 3<sup>rd</sup> edn. – Cambridge: Cambridge University Press, 2004. – 382 p.
2. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Text]. – Geneva: Switzerland, IPCC, 2007. – 104 p.
3. Рамсторф, Ш. Глобальное изменение климата: диагноз, прогноз, терапия [Текст] / Ш. Рамсторф, Х.Й. Шельнхубер; пер. с нем. Д.К. Трубочанинова. – М.: ОГИ, 2009. – 272 с.

(ориг. издание: *Rahmstorf, S. Der Klimawandel – Diagnose, Prognose, Therapie* [Text] / S. Rahmstorf, H.J. Schellnhuber. – München: Verlag C.H. Beck oHG, 2007. – 144 s.)

4. *Соколов, Л.В.* Климат в жизни растений и животных [Текст] / Л.В. Соколов. – СПб.: ТЕССА, 2010. – 344 с.

5. *Мешкова, В.Л.* Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых [Текст] / В.Л. Мешкова. – Харьков: Планета-принт, 2009. – 396 с.

6. *Musolin, D.L.* Insects in a warmer world: ecological, physiological and life-history responses of true bugs (Heteroptera) to climate change [Text] / D.L. Musolin // *Global Change Biology*. – 2007. – Vol. 13. – P. 1565–1585.

7. *Parmesan, C.* Detection of range shifts: General methodological issues and case studies using butterflies [Text] / C. Parmesan // *Walter, G.-R.* «Fingerprints» of Climate Change: Adapted Behaviour and Shifting Species Ranges [Text] / G.-R. Walter, C.A. Burga, P.J. Edwards (eds). – N. Y.: Kluwer Academic, Plenum Publishers, 2001. – P. 57–76.

8. *Shoo, L.P.* Detecting climate change induced range shifts: Where and how should we be looking? [Text] / L.P. Shoo, S.E. Williams, J.M. Hero // *Austral Ecology*. – 2006. – Vol. 31. – P. 22–29.

9. *Thomas C.D.* Climate, climate change and range boundaries [Text] / C.D. Thomas // *Diversity and Distributions*. – 2010. – Vol. 16. – P. 488–495.

10. *Musolin, D.L.* Changes in ranges: trends in distribution of true bugs (Heteroptera) under conditions of the current climate warming [Text] / D.L. Musolin, K. Fujisaki // *Russian Entomological Journal*. – 2006. – Vol. 15. – P. 175–179.

11. *Мусолин, Д.Л.* Изменения естественных ареалов насекомых в условиях современного потепления климата [Текст] / Д.Л. Мусолин, А.Х. Саулич // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. – 2011. – Вып. 196. – С. 246–254.

12. *Мусолин, Д.Л.* Реакции насекомых на современное изменение климата: от физиологии и поведения до смещения ареалов [Текст] / Д.Л. Мусолин, А.Х. Саулич // *Энтомологическое обозрение*. – 2012. – Т. 91, вып. 1. – С. 3–35.

13. *Numata, H.* Photoperiodic responses of the linden bug, *Pyrrhocoris apterus*, under conditions of constant temperature and under thermoperiodic conditions [Text] / H. Numata, A. Kh. Saulich, T.A. Volkovich // *Zoological Science*. – 1993. – Vol. 10, no. 3. – P. 521–527.

14. *Musolin, D.L.* Environmental control of voltinism of the stinkbug *Graphosoma lineatum* L. (Heteroptera: Pentatomidae) in the forest-steppe zone [Text] / D.L. Musolin, A.Kh. Saulich // *Entomologia Generalis*. – 2001. – Vol. 25, no. 4. – P. 255–264.

15. *Jönsson, A.M.* Impact of climate change on the population dynamics of *Ips typographus* in southern Sweden [Text] / A.M. Jönsson, S. Harding, L. Barring, H.P. Ravn // *Agricultural Forest Meteorology*. – 2007. – Vol. 146. – P. 70–81.

16. *Jönsson, A.M.* Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle, *Ips typographus* [Text] / A.M. Jönsson, G. Appelberg, S. Harding, L. Barring // *Global Change Biology*. – 2009. – Vol. 15. – P. 486–499.

17. *Lange, H.* To be or twice to be? The life cycle development of the spruce bark beetle under climate change [Text] / H. Lange, B. Økland, P. Krokene // *Minai, A.A.* Unifying themes in complex systems [Text] / A.A. Minai, D. Braha, Y. Bar-Yam (eds). – P. 2. – Berlin: Springer Verlag, 2010. – P. 251–258. (Proc. of the 6th International Conference on Complex Systems).

18. *Волкович, Т.А.* Анализ развития капустной белянки в Белгородской области [Text] / Т.А. Волкович, А.Х. Саулич // *Фенологическая индикация и фенопрогнозирование*: матер. V Всесоюз. совещания. – Алма-Ата, 1984. – С. 99–100.

19. Yamamura, K. A simple method to estimate the potential increase in the number of generations under global warming in temperate zone [Text] / K. Yamamura, K. Kiritani // Applied Entomology and Zoology, 1998. – Vol. 33. – P. 289–298.
20. Kiritani, K. Predicting impact of global warming on population dynamics and distribution of arthropods in Japan [Text] / K. Kiritani // Population Ecology. – 2006. – Vol. 48. – P. 5–12.
21. Kiritani, K. The impact of global warming and land-use change on the pest status of rice and fruit bugs (Heteroptera) in Japan [Text] / K. Kiritani // Global Change Biology. – 2007. – Vol. 13. – P. 1586–1595.
22. Martín-Vertedor, D., Global warming affects phenology and voltinism of *Lobesia botrana* in Spain [Text] / D. Martín-Vertedor, J.J. Ferrero-García, L.M. Torres-Vila // Agricultural Forest Entomology – 2010. – Vol. 12. – P. 169–176.
23. Altermatt, F. Climatic warming increases voltinism in European butterflies and moths [Text] / F. Altermatt // Proceedings of the Royal Society of London. Ser. B. – 2010. – Vol. 277. – P. 1281–1287.
24. Bradshaw, W.E. Genetic shift in photoperiodic response correlated with global warming [Text] / W.E. Bradshaw, C.M. Holzapfel // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2001. – Vol. 98. – P. 14509–14511.
25. Bradshaw, W.E. Genetic response to rapid climate change: it's seasonal timing that matters [Text] / W.E. Bradshaw, C.M. Holzapfel // Molecular Ecology. – 2008. – Vol. 17. – P. 157–166.
26. Harada, T. Changes in life-history traits of the water strider *Aquarius paludum* in accordance with global warming [Text] / T. Harada, S. Takenaka, S. Maihara, K. Ito, T. Tamura // Physiological Entomology. – 2011. – Vol. 39. – P. 309–316.
27. Hidaka, T. Adaptation and Speciation in the Fall Webworm [Text] / T. Hidaka (ed.). – Tokyo: Kodansha Ltd., 1977. – 179 p.
28. Masaki, S. Life cycle programming [Text] / S. Masaki // Hidaka, T. Adaptation and Speciation in the Fall Webworm / T. Hidaka (ed.). – Tokyo: Kodansha Ltd., 1977. – P. 31–60.
29. Gomi, T. Changes in life-history traits in the fall webworm within half a century after introduction to Japan [Text] / T. Gomi, M. Takeda // Functional Ecology. – 1996. – Vol. 10. – P. 384–389.
30. Gomi, T. A mechanism for the decrease in developmental period of a trivoltine population of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae) [Text] / T. Gomi // Applied Entomology and Zoology. – 1996. – Vol. 31. – P. 217–223.
31. Gomi, T. Shifting of the life cycle and life-history traits of the fall webworm in relation to climate change [Text] / T. Gomi, M. Nagasaka, T. Fukuda, H. Hagihara // Entomologia Experimentalis et Applicata. – 2007. – Vol. 125. – P. 179–184.
32. Gomi, T. Geographic variation in critical photoperiod for diapause induction and its temperature dependence in *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae) [Text] / T. Gomi // Oecologia. – 1997. – Vol. 111. – P. 160–165.
33. Yamanaka, T. Adaptation to the new land or effect of global warming? An age-structured model for rapid voltinism change in an alien lepidopteran pest [Text] / T. Yamanaka, S. Tatsuki, M. Shimada // Journal Animal Ecology. – 2008. – Vol. 77. – P. 585–596.
34. Musolin, D.L. Too hot to handle? Phenological and life-history responses to simulated climate change of the southern green stink bug *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae)

[Text] / D.L. Musolin, D. Tougou, K. Fujisaki // *Global Change Biology*. – 2010. – Vol. 16. – P. 73–87.

35. Chiu, M.-C. The effect of experimental warming on a low-latitude aphid, *Myzus varians* [Text] / M.-C. Chiu, Y.-H. Chen, M.-H. Kuo // *Entomologia Experimentalis et Applicata*. – 2012. – Vol. 142. – P. 216–222.

---

Реакции насекомых на изменение климата очень разнообразны. Можно выделить несколько категорий таких реакций: изменения ареалов, численности, фенологии, вольтинизма, морфологии, физиологии, поведения, особенностей во взаимоотношениях с другими видами и в структуре сообществ. В статье рассмотрены имеющиеся литературные материалы о влиянии потепления климата на вольтинизм насекомых.

Логично предположить, что если потепление климата приводит к более раннему возобновлению сезонного развития весной, ускоренному росту и развитию в течение лета, более позднему прекращению активности осенью и уходу на зимовку, то, некоторые виды с факультативной диапаузой и поливольтинным сезонным циклом могли бы увеличить количество ежегодных поколений. В первую очередь это должно быть справедливо для видов, у которых в прохладные годы реализуется только одно поколение, а в теплые – часть популяции образует дополнительное поколение («неполное второе поколение»). Это возможно, если в обычные годы суммы эффективного тепла хватает для дополнительного поколения только у наиболее ранних и/или быстро развивающихся особей. Такая ситуация в эксперименте была обнаружена у нескольких видов, например, у клопа солдатика *Pyrrhocoris apterus* и щитника *Graphosoma lineatum*. При потеплении климата доля бивольтинной фракции увеличится за счет ускоренного развития личинок и сдвига чувствительного к длине дня периода на более ранние сроки. Это вызовет бездиапаузное развитие подавляющего большинства особей первого поколения и, как следствие, появление более массового или даже полного второго поколения.

Подобная ситуация была смоделирована для короледа-типографа *Ips typographus* в Скандинавии. Сейчас этот вид в Швеции почти всегда развивается в одном поколении, но потепление климата, как показывают расчеты, к концу XXI века приведет к существенным изменениям в фенологии и сезонной динамике типографа – значительно увеличится вероятность второго периода лета (у первой генерации) и вероятность полного развития второй генерации в сезоне. В результате «граница бивольтинизма» у *I. typographus* сдвинется примерно на 600 км к северу, и ожидается, что этот вид в регионе к 2100-му году будет почти всегда давать два поколения.

Анализ влияния изменений климата на физиологические реакции проведен на материалах по изучению сезонного развития комара *Wyeomyia smithii*, водомерки *Aquarius paludum* и американской белой бабочки *Huphantria cunea*.

Сделано заключение, что современное изменение климата вызывает разнообразные реакции насекомых – от физиологии и поведения до смещения ареалов. В новых условиях, с одной стороны, увеличивается благоприятный для активного развития период, а с другой – возрастает скорость развития всех или отдельных онтогенетических стадий у некоторых видов насекомых, что создает возможность перехода от моновольтинизма к бивольтинизму или от бивольтинизма к тривольтинному циклу развития

с образованием дополнительных неполных поколений в переходных зонах. Экологическое значение такого изменения вольтинизма оценить сложно, поскольку при этом нарушается сбалансированная структура биоценоза, что в свою очередь чревато непредсказуемыми последствиями.

\* \* \*

Responses of insects to the current climate change are very diverse. They can be, however, divided into several categories corresponding to the changes in distribution ranges, abundance, phenology, voltinism, morphology, physiology, behavior, community structure and relationships with other species. In this paper we review available literature data on the influence of climate change on insect voltinism.

It seems feasible to expect that if climate warming leads to earlier resumption of active development in spring, accelerated growth and development during summer, later ceasing of activity in autumn and preparation for overwintering, then some insect species with facultative diapause and multivoltine seasonal cycle should be able to increase the annual number of generations. First of all, this should be true for the species, which produce only one generation in cool years, whereas some fraction of their population produces an additional (so called incomplete second) generation in warm years. This becomes possible if in usually warm years the sum of effective temperatures is enough for an additional generation only in the earliest and/or the most quickly-developing individuals. Such situation has been detected in a few insect species, e.g. in the linden bug *Pyrhocoris apterus* and the pentatomid *Graphosoma lineatum*. Under the warming conditions, incidence of a bivoltine fraction is likely to increase due to accelerated nymphal growth and advancement of the period when nymphs and young adults are sensitive to photoperiodic stimuli for diapause induction. This will condition non-diapause development in majority of adults of the first generation and, as a result, appearance of a mass scale second generation.

A similar situation was modeled for European spruce bark beetle *Ips typographus* in Scandinavia. Currently, this species is almost always univoltine in Sweden. However, the modeling shows that climate change will lead to notable changes in phenology and seasonal dynamics of this bark beetle. The species will first greatly increase the probability of a second swarming period in the first generation adults during summer and then the probability of a second generation. As a result, the border of the bivoltinism zone in *I. typographus* in Scandinavia will move northwards by about 600 km by 2100.

An analysis of the effect of climate change on physiological responses is conducted based on the data about seasonal development of the mosquito *Wyeomyia smithii*, water strider *Aquarius paludum* and fall webworm *Hyphantria cunea*.

It is concluded that the current climate change causes different responses in insects: from physiological and behavioral to changes in geographic distribution. Under new conditions, on one hand, the favorable seasonal period for development is getting longer and, on another hand, rates of growth of some or all developmental stages increase. All this affects voltinism and promotes transition from univoltinism to bivoltinism or from bivoltinism to trivoltinism as well as production of additional incomplete generations in transition zones in some insect species. Ecological consequences of such voltinism changes are difficult to predict and evaluate because they will cause changes in previously balanced structure of ecosystems.

*Алмазбек Анарбекович Орозумбеков*, кандидат биологических наук, доцент,  
almaz10@yahoo.com, *Кыргызский национальный аграрный университет*

## **ЗАЩИТА ЛЕСА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Экология и защита леса, горные леса Тянь-Шаня.**

**Ecology and forest protection, mountain forests, Tien-Shan.**

Леса горных регионов Тянь-Шаня играют важную роль в глобальных процессах регулирования состояния окружающей среды и предотвращения негативных изменений климата в Центральной Азии. Произрастая по склонам гор, они способствуют предотвращению селевых потоков, препятствуют образованию оползней и снежных лавин, регулируют расходы воды в реках, делая их более равномерными в течение года.

Современное и будущее состояние этих лесов вызывает тревогу, так как с переходом на рыночную экономику в лесном хозяйстве, в частности в Кыргызстане, внедряются новые подходы к лесным ресурсам.

Решение проблем санитарного состояния лесов Центральной Азии приобретает большое значение. Эта многоплановая задача лесной отрасли предполагает действенную защиту от вредителей и болезней, принятие мер по снижению загрязнения окружающей среды, а также снижению последствий от экстремальных воздействий климатических факторов. Кроме того, лесозащитные мероприятия следует разрабатывать с учетом зональности и целевого назначения хозяйства.

Одними из главных задач в сохранении уникальных горных лесов Центральной Азии являются проведение лесозащитных мероприятий против наиболее массовых вредителей и разработка биологического метода борьбы с вредными видами. Неотъемлемой составной частью биологического метода борьбы с вредителями лесного хозяйства является использование естественных врагов и энтомопатогенных микроорганизмов (вирусов, бактерий, грибов). До распада СССР основными центрально-азиатскими НИИ в области защиты растений, экологии и защиты леса являлись Казахский Институт защиты растений, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, Узбекский научно-исследовательский институт защиты растений, Узбекский НИИ лесного хозяйства, отдел леса Института биологии НАН Кыргызстана.

В настоящее время некоторые из выше названных научно-исследовательских институтов переименованы и все еще существуют (Казахский научно-

исследовательский институт защиты и карантина растений, Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Узбекский научно-производственный центр декоративного садоводства и лесного хозяйства, Институт леса Национальной академии наук Кыргызской Республики).

В Казахстане во второй половине XX в. активно проводилась работа по созданию, как искусственных лесных посадок, так и озеленительных посадок в городах из древесных видов-интродуцентов. Многочисленные посадки сосны обыкновенной в горах Заилийского Ала-Тау и в полупустынных районах Западного Казахстана, посадки карагача в Центральном, Северном и Западном Казахстане, лиственницы в Северном Казахстане со временем стали ареной массовых размножений фитофагов, ранее не известных или крайне немногочисленных в этих регионах. Нашествие опасных лесных вредителей ставит под угрозу существование целых лесных массивов в республике [1]. Вспышки массового размножения фитофагов в искусственных древостоях лиственницы изучались ранее [2, 3]. Вспышки численности тутовой пяденицы *Apocheima cinerarius* Ersch. в искусственных посадках карагача были известны в районах юго-востока Казахстана [4]. В других регионах Казахстана этот вредитель не давал вспышек массового размножения, тогда как в Узбекистане [5] его очаги часто охватывают большие площади.

В настоящее время ленточные боры Прииртышья (Восточно-Казахстанская область Республики Казахстан) являются местами вспышек массового размножения хвоегрызущих вредителей, способных наносить экологический и экономический ущерб лесному хозяйству республики. К числу таких эруптивных видов относится звездчатый пилильщик-ткач *Acantholyda posticalis* Mats., распространившийся на больших площадях государственных лесных природных резерватов «Ертіс орманы» и «Семей орманы» [6]. Площадь распространения звездчатого пилильщика-ткача по двум резерватам составляла в 2006 г. 17 361 га.

Одним из опасных карантинных вредителей следует считать американскую белую бабочку *Hyphantria cunea* Drury (АББ), причиняющую исключительно большой вред плодоводству и объектам полезащитного лесоразведения. АББ делает невозможным развитие шелководства в районах ее распространения в республиках Казахстан и Кыргызстан. В 2003 г. АББ впервые была обнаружена в ряде районов Алматинской области. На юго-востоке Казахстана АББ повреждает 28 видов растений [7].

На основе проведенных исследований разработана и рекомендована производству интегрированная система защиты древесных насаждений от АББ, включающая агротехнические, химические, биологические, механические и организационно-хозяйственные меры. В частности, в результате исследований выделен штамм *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*, биологическая эффективность которого в три раза выше эталона Z-52, лежащего в основе лепидоцида. Можно

в дальнейшем использовать этот штамм для создания отечественного биопрепарата против чешуекрылых [7].

В лесах Северного и Юго-Восточного Казахстана особую опасность представляет непарный шелкопряд *Lymantria dispar* (L.). Вспышка массового размножения непарного шелкопряда в Северо-Казахстанской области была зарегистрирована в 1984–1986 гг. на площади 20 тыс. га. В 1996–1998 гг. для его подавления было обработано 12 тыс. га вирусным препаратом вирин-ЭНШ [8].

Непарный шелкопряд продолжает оставаться основным вредителем и в орехоплодовых лесах Узбекистана. Этот вредитель объедает листья почти всех древесно-кустарниковых пород, произрастающих в этих условиях, нанося в годы вспышки существенный вред. Для эффективной защиты этих ценных насаждений необходимо наличие хорошо организованной системы надзора за непарным шелкопрядом, оснащенной средствами своевременного выявления очагов в любой стадии развития вредителя. В этом плане весьма перспективным представляется метод надзора с использованием феромонных ловушек. В настоящий момент в республике проводятся работы по изучению возможности применения феромонных ловушек на основе (+)диспарлюра.

В лесах Узбекистана синтетические феромоны до сих пор не применялись. Раньше (1982–1985 гг.) здесь испытывались синтетические феромоны яблоневой плодовой жорки и гроздевой листовертки в садах и виноградниках [9].

В целях сохранения, воспроизводства лесных ресурсов Кыргызской Республики Госагентством по лесному хозяйству реализовался Национальный план действий по развитию лесного хозяйства на 2006–2010 гг., утвержденный постановлением Правительства Кыргызской Республики от 27.09.2006 г. № 693.

В 2010 году была начата разработка проекта Национального плана действий по развитию лесного хозяйства Кыргызской Республики до 2015 г. С 2008 по 2010 г. Кыргызской Республикой, первой из всех стран СНГ, проводилась национальная инвентаризация лесов. Согласно ее результатам, лесистость Кыргызской Республики составила 1 123 045,2 га – 5,62 % общей площади территории республики.

Всем лесам республики, согласно нормам Лесного Кодекса Кыргызской Республики, как особо ценным, придан исключительно природоохранный статус, преследующий преимущественно экологические и санитарно-гигиенические, оздоровительные и иные защитные цели с запрещением промышленной заготовки древесины. Леса являются хранилищем генофонда и многообразием видов и форм древесно-кустарниковых пород.

Максимальный вред лесам Кыргызстана причиняют непарный шелкопряд *L. dispar*, пяденица обдирало-обыкновенная *Erannis defoliaria* Cl., горный кольчатый шелкопряд *Malacosoma parallela* Stgr., сливовая ложнощитовка *Sphaerocanium prunastri* Fonsc., вишневый слизистый пилильщик *Caliroa limancina* L. [10, 11]. Существенные проблемы имеются и во вновь созданных лесных экосистемах из интродуцированных, в основном хвойных древесных пород.

В настоящее время для лесов Кыргызстана представляют угрозу новые карантинные виды – американская белая бабочка и усач черный сосновый *Monochamus galloprovincialis* Ol. Среди фитопатогенов наибольшее значение имеют гнилевые болезни, наиболее важными среди их возбудителей являются трутовики щетинистоволосый *Inonotus hispidus* (Bull.) P. Karst и чешуйчатый *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr.

С 2011 г. для урбанизированных лесных насаждений г. Бишкека и Чуйской обл. новую угрозу представляют дубовый минирующий пилильщик *Profenusa pygmaea* Klug и ожог плодовых деревьев, вызываемый бактерией *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.

Начало перманентной вспышки непарного шелкопряда на юге республики совпадает с тотальной авиахимборьбой с яблоневой молью, являвшейся серьезным вредителем в яблоневом подлеске насаждений грецкого ореха. Впервые большая плотность непарного шелкопряда была отмечена в 1954 г. и в 1963–1964 гг. Следующая вспышка началась в 1970 г., охватив 1700 га [12]. Площадь очагов постоянно возрастала и к началу 1980-х гг. достигла 40 тыс. га, а к началу 1990-х гг. – 52 тыс. га, т. е. охватывала практически все орехоплодовые насаждения Жалал-Абадской и Ошской области [12, 13].

В конце 1970-х гг. в связи с крайне высокой ежегодной плотностью популяции непарного шелкопряда было принято решение о создании в Южном Кыргызстане Всесоюзного центра по наработке вирусного препарата вирин-НШ (К) [14, 15]. Нарботка препарата производилась в биологической лаборатории станции охраны и защиты леса в г. Жалал-Абаде. Решение о создании вирусного препарата в Кыргызстане было в первую очередь обусловлено именно перманентным характером вспышки непарного шелкопряда в орехоплодовых лесах региона.

В начале 1980-х гг. под руководством А.И. Воронцова проводилась совместная хозяйственная работа Московского лесотехнического университета и Ошского государственного педагогического института (г. Ош), посвященная, в основном, учету динамики площадей очагов *L. dispar* и его кормовых пород, подвергающихся дефолиации.

В 1983 г. впервые в Кыргызстане вирин-ЭНШ (К) был применен против непарного шелкопряда. Методика применения этого препарата была разработана зав. лабораторией вирусных препаратов ВНИИ бакпрепаратов (г. Москва) Е.В. Орловской. Основой получения кыргызского препарата вирин-ЭНШ (К) послужили экспериментальные штаммы, полученные из ВНИИ бакпрепаратов и Молдавии (Унгенский биохимический препарат) в количестве 1,2 кг [16].

Вирин-ЭНШ (К) разрешен и применяется в лесном хозяйстве Кыргызстана с 1983 г. До 1995 г. контроль за качеством производства этого препарата в Кыргызстане проводился ВНИИ бакпрепаратов и затем кафедрой экологии и защиты леса Московского государственного университета леса (бывший МЛТИ). Несмотря на ряд нерешенных проблем, вирином-ЭНШ (К) в 1984–1986 гг.

обрабатывали от 53,7 до 81,1 % всех очагов непарного шелкопряда, требовавших проведения мер борьбы на территории бывшего СССР [15]. Вирус ядерного полиэдроза оказывает важное влияние на динамику численности непарного шелкопряда, являясь одним из решающих факторов деградации очагов массового размножения. Поэтому применение вируса ядерного полиэдроза для искусственной регуляции численности этого важного вредителя в Кыргызстане представляется весьма перспективным [16].

Разработанные Узбекским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства рекомендации по технологии применения биопрепаратов в лесном хозяйстве против листогрызущих вредителей широко использовались в практике. Однако широкое внедрение биопрепаратов в лесозащите сдерживается рядом обстоятельств. Производство биопрепаратов в Узбекистане не налажено, а завод из России и других регионах СНГ затруднен из-за финансовых трудностей.

В конце 1990-х гг. в связи с распадом Советского Союза наметились трудности со сбытом препарата. Несвершенство производства, отсутствие современных упаковочных линий, а также действенного контроля качества не позволили выйти на международный рынок.

Разработка микробиологических методов борьбы с насекомыми вредителями в Кыргызстане потребует значительных усилий. В этой связи возникает необходимость в изыскании и получении высоковирулентных штаммов энтомопатогенных микроорганизмов (бактерий, вирусов, грибов и простейших) с высокими инсектицидными свойствами и создании на их основе местных биологических препаратов, предназначенных против вредителей леса [13, 16–18].

В настоящее время совместно с лабораторией патологии насекомых Института систематики и экологии животных СО РАН (г. Новосибирск) проводится изучение распространения энтомопатогенных микроорганизмов в биоценозах орехоплодовых лесов Кыргызстана и плодовых лесах юго-востока Казахстана.

В условиях массового размножения непарного шелкопряда и развития болезней вирусной и бактериальной этиологии, выделены перспективные штаммы вируса ядерного полиэдроза (ВЯП) и *B. thuringiensis* (H5ab и H3abc) в качестве основы для биопрепаратов, применение этих штаммов, а также поиск новых высоковирулентных энтомопатогенов является наиболее перспективным [16].

С лабораторией лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада УрО РАН (г. Екатеринбург) проводятся совместные исследования по изучению экологии и феромонному мониторингу непарного шелкопряда в лесах Кыргызстана [19, 20]. В частности, в 2001–2008 гг. нами был впервые проведен многолетний мониторинг непарного шелкопряда с помощью феромонных ловушек типа молочный пакет с диспенсерами, содержащими 500 мг (+)диспарлора в орехоплодовых лесах Кыргызстана.

Столь длительного феромонного мониторинга в горных условиях (700–2000 м н. у. м.) ранее не проводилось. Одной из важнейших областей применения феромонного мониторинга считается отлов бабочек для оценки численности вредителей и определения мер борьбы с ними [20]. До наших исследований вопрос о возможности использования феромонного мониторинга непарного шелкопряда с этой целью в горных условиях Южного Кыргызстана не изучался, хотя ряд работ с использованием феромонных ловушек был проведен ранее [21].

Нами проводилось изучение сезонной активности и ритмики лета непарного шелкопряда в нескольких районах Кыргызской Республики: в п. Тоскоол-Ата (2001–2005 гг.), г. Джалал-Абад (2004–2005 гг.), п. Кара-Алма (2007 г.), биосферном заповеднике Сары-Челек в Южном Кыргызстане (2007 г.), г. Бишкеке (2008 г.).

Вопреки всем трудностям, лесная защита Центральной Азии не уступает своих позиций и, хотя медленно, но неуклонно и целенаправленно развивается и расширяет свои возможности. В значительной мере это объясняется тесной связью практической лесозащиты с наукой.

Специалисты защиты леса нуждаются в поддержке со стороны законодательных и административных органов, прежде всего в выделении средств на ведение лесопатологического мониторинга и осуществление лесозащитных мероприятий [22].

Решение проблем санитарного состояния лесов Центральной Азии приобретает большое значение. Эта многоплановая задача лесной отрасли предполагает действенную защиту от вредителей и болезней, принятие мер по снижению загрязнения окружающей среды, а также снижению последствий от экстремальных воздействий климатических факторов.

Кроме того, лесозащитные мероприятия следует разрабатывать с учетом зональности и целевого назначения хозяйства. Для правильной оценки современного состояния лесного фонда необходим учет не только региональных природных особенностей лесов, но и динамики происшедших в них изменений и потенциальных возможностей.

### **Библиографический список**

1. *Телегина, О.С.* Инвазии чуждых видов фитофагов хвойных в Северном Казахстане [Текст] / О.С. Телегина // Экологически безопасная защита растений от вредителей и болезней : Бюл. № 4 Постоянной комиссии по биологической защите леса. – ВПРС МОБББ, Пушкино, 2004. – С. 118–121.
2. *Гниненко, Ю.И.* Вспышки массового размножения фитофагов в городских и пригородных насаждениях и проблемы карантина [Текст] / Ю.И. Гниненко, А.Г. Бабурина, О.С. Телегина, Л.В. Осипенко // Лесной вестник. – 1999. – № 2. – С. 121–122.

3. Сагитов, А.О. Звездчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda posticalis* Mats.) в ленточных борах Прииртышья [Текст] / О.А. Сагитов, Н.С. Мухамадиев // Современные проблемы защиты и карантина растений : Междунар. науч.-практ. конф., посвященная 90-летию со дня рождения Ж.Т. Джиембаева. Алматы, 7–9 октября 2004. – С. 74–77.
4. Плаксина, А.С. Тутовая пяденица *Apocheima cinerarius* Ersch. – вредитель древесных пород в Юго-Восточном Казахстане [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.С. Плаксина. – Алма-Ата, 1952. – 10 с.
5. Султанов, Р.А. Тутовая пяденица – вредитель зеленых насаждений Ферганской долины [Текст] / Р.А. Султанов // Вопросы защиты леса : науч. тр. МЛТИ. – Вып. 156. – М., 1984. – С. 81–86.
6. Мухамадиев, Н.С. Биоэкологические особенности звездчатого пилильщика-ткача (*Acantholyda posticalis* Mats.) и разработка мер защиты от него в ленточных борах Прииртышья [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.С. Мухамадиев. – Алматы, 2007. – 25 с.
7. Копжасаров, Б.К. Биоэкологические особенности американской белой бабочки (*Hlyphantria cunea* Drury) на юго-востоке Казахстана и разработка защитных мероприятий против нее [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Б.К. Копжасаров. – Алматы, 2007. – 23 с.
8. Телегина, О.С. Непарный шелкопряд в лиственных лесах северного Казахстана [Текст] / О.С. Телегина, Т.И. Симонова // Болезни и вредители в лесах России: Век XXI : матер. Всерос. конф. с междунар. участием и V ежегодных чтений памяти О.А. Катаева. Екатеринбург, 20–25 сентября 2011 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2011. – С. 82–84.
9. Абаев, Р.И. Применение феромонных ловушек в садах и виноградниках [Текст] / Р.И. Абаев, Э.А. Мухаммедов // Инф. лист. о передовом производственном опыте НИИТЮИ Госплана УзССР. – Ташкент, 1984. – С. 2.
10. Романенко, К.Е. Вредители фисташки в Киргизии и меры борьбы с ними [Текст] / К.Е. Романенко. – Фрунзе: АН Киргизской ССР, 1984. – 155 с.
11. Токторалиев, Б.А. Ксилофаги лесов Кыргызстана [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Б.А. Токторалиев. – М.: МГУЛ, 1993. – 45 с.
12. Пономарев, В.И. Непарный шелкопряд Южного Кыргызстана: экология, динамика плотности, популяционные характеристики [Текст] / В.И. Пономарев, А.А. Орозумбеков, Е.М. Андреева, А.М. Мамытов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 124 с.
13. Orozumbekov, A.A. The Gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) in Central Asia [Text] / A.A. Orozumbekov, A.M. Liebhold, V.I. Ponomarev, P.C. Tobin // American Entomologist. – 2009. – Vol. 55, no. 4. – P. 258–264.
14. Воронцов, А.И. Биологическая защита леса [Текст] / А.И. Воронцов. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 260 с.
15. Гниненко Ю.И. Прогноз потребления и перспективы применение Вирин-ЭНШ в России [Текст] / Ю.И. Гниненко // Сохранение и защита горных лесов : матер. Междунар. симп. ОшТУ, 5–10 октября. – Ош, 1999. – С. 60–63.
16. Токторалиев, Б.А. Биологическая защита леса в Кыргызстане [Текст] / Б.А. Токторалиев, З.А. Тешебаева, А.А. Орозумбеков. – М.: ВНИИЛМ, 2010. – С. 81–89.
17. Доолоткельдиева, Т. Энтомопатогенные кристаллофорные бактерии Кыргызстана и их значение [Текст] / Т. Доолоткельдиева. – Бишкек, 2001. – 160 с.

18. *Орозумбеков, А.А.* Энтомофаги и болезни непарного шелкопряда в условиях орехоплодовых лесов Южного Кыргызстана [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.А. Орозумбеков. – Бишкек, 2001. – 23 с.

19. *Orozumbekov, A.A.* Population ecology of gypsy moth in Kyrgyzstan [Text] / A.A. Orozumbekov, V.I. Ponomarev, A. Mamytov, E.M. Andreeva and M.A. Liebhold // XIV USDA Interagency Research Forum on the Gypsy Moth & Other Invasive Species, Annapolis, Maryland, USA, January 11–14, 2003. – P. 149–150.

20. *Пономарев, В.И.* Ассортативность лета самцов непарного шелкопряда разного фенотипа в феромонные ловушки [Текст] / В.И. Пономарев, А.А. Орозумбеков, А.М. Мамытов, Н.В. Шаталин, Е.М. Андреева // *АгроXXI*. – 2007. – № 4–6. – С. 41–43.

21. *Ашимов, К.С.* Биология, экология и динамика численности непарного шелкопряда в орехово-плодовых лесах Южной Киргизии [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / К.С. Ашимов. – М., 1989. – 24 с.

22. *Мозолевская, Е.Г.* Современное состояние и направления развития защиты леса в России [Текст] / Е.Г. Мозолевская, Л.С. Матусевич, М.Е. Кобельков // *Лесное хозяйство России: начало третьего тысячелетия* : сб. мат. XII всемирного лесного конгресса. – М.: ВНИИЛМ, 2003. – С. 3–13.

---

Леса горных регионов Тянь-Шаня имеют большое экологическое значение в глобальных процессах регулирования состояния окружающей среды и предотвращения негативных изменений климата в Центральной Азии. Современное и будущее состояние этих лесов вызывает тревогу, так как с переходом на рыночную экономику в лесном хозяйстве, в частности в Кыргызстане, внедряются новые подходы к лесным ресурсам.

Решение проблем санитарного состояния лесов Центральной Азии приобретает большое значение. Эта многоплановая задача лесной отрасли предполагает действенную защиту от вредителей и болезней искусственных и естественных лесных насаждений в горных районах Казахстана, Узбекистана, Кыргызстана. Исследования специалистов в области защиты леса направлены на создание и обоснование действенных методов интегрированной защиты леса от вредителей в Центральной Азии, включающей агротехнические, механические, химические и биологические методы.

Значительные усилия специалистов направлены на разработку микробиологических методов борьбы с насекомыми вредителями в Центральной Азии. В первую очередь это поиск высококовирулентных штаммов энтомопатогенных микроорганизмов (бактерий, вирусов, грибов и простейших) с высокими инсектицидными свойствами и в создании на их основе местных биологических препаратов, предназначенных против вредителей леса. Активно прорабатывается также вопрос применения феромонных ловушек для мониторинга и прогнозирования численности непарного шелкопряда и других видов вредителей в горных районах Центральной Азии.

Вопреки всем трудностям, лесная защита Центральной Азии не уступает своих позиций, и хотя медленно, но неуклонно и целенаправленно развивается, и расширяет свои возможности. В значительной мере это объясняется тесной связью практической

лесозащиты с наукой. Специалисты защиты леса нуждаются в поддержке со стороны законодательных и административных органов, прежде всего в выделении средств на ведение лесопатологического мониторинга и осуществление лесозащитных мероприятий.

\* \* \*

Forests in mountain regions of Tien-Shan are of great ecological importance in the global processes of environmental management and prevention of adverse climate change in Central Asia. Current and future state of these forests is alarming, since the transition to a market economy in forestry, particularly in Kyrgyzstan, is introducing new approaches to forest resources management.

Decision of problem concerning forests in Central Asia is of great importance. This complex problem in the forestry sector involves effective protection against pests and diseases of natural and artificial forest plantations in the mountainous areas of Kazakhstan, Uzbekistan and Kyrgyzstan. Research experts in the field of forest protection are aimed to create and support effective methods of integrated protection against forest pests in Central Asia, including agrotechnical, mechanical, chemical and biological methods.

Considerable effort has focused on development of microbiological methods against pests in Central Asia. This raises the need to find and obtain highly virulent strains of entomopathogenic microorganisms (bacteria, viruses, fungi and protozoa) with high insecticidal properties and to create on their basis of local biological preparations against forest pests. The issue of using the pheromone traps (a milk carton boxes) for monitoring and forecasting of the gypsy moth's and other pests quantity in the mountainous regions of Central Asia is one of great practical importance.

However for all difficulties the forest protection in Central Asia is not inferior to its widest position and, although slowly, but steadily and purposefully develops and expands its capabilities. This is largely due to the close relationship of practical forest protection and science. Forest protection specialists need to be supported by legislative and administrative bodies, primarily in the allocation of funds for maintenance of forest pest monitoring and implementation of forest protection issues.

*Ольга Владимировна Толкач*, кандидат сельскохозяйственных наук,  
tolkach\_o\_v@mail.ru, *Ботанический сад Уральского отделения РАН*

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ТРАВЯНОГО ПОКРОВА ЛЕСОСТЕПНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ ВСЛЕДСТВИЕ ЗООГЕННОЙ ДЕФОЛИАЦИИ

**Травяной покров, трансформация, встречаемость, проективное покрытие, дефолиация, березняки.**

**Grass cover, transformation, occurrence, projective cover, defoliation, birch forests.**

**Введение.** В лесных экосистемах живой напочвенный покров является составляющей, наиболее зависимой от характеристик полога древостоя и чутко реагирующей на их изменение. Плотность полога породы-эдификатора определяет уровень освещенности – одного из важнейших факторов, влияющих на существование и трансформацию нижних ярусов. Зоогенная дефолиация приводит к нарушению полога и светового режима, а так же к изменению трофности почвы [1]. По данным Ю.Н. Баранчикова и В. Д. Перевозниковой [2] при дефолиации пихтарников гусеницами сибирского шелкопряда в почву поступает от 4,5 до 10 т/га абсолютной сухой массы органических веществ в виде зоогенного опада. Специфическое влияние зоогенной дефолиации может вызвать как изменение тех или иных характеристик травяно-кустарничкового покрова, так и направление последующих сукцессионных процессов. Динамике характеристик травяно-кустарничкового покрова в зависимости от степени и давности дефолиации различными листогрызущими насекомыми посвящен ряд исследований. Коллективы авторов работали в дубовых насаждениях и сосновых культурах Воронежской области [3, 4], в темнохвойных лесах и березняках Сибири [2, 5–7]. В зависимости от фенологии насекомых и объекта дефолиации световой режим нижних ярусов растительности может меняться кратковременно или, в случае дефолиации хвойных древостоев, на длительный срок. Большое значение для хода зоогенной сукцессии имеет период восстановления полога. Во всех представленных работах отмечены изменения одного или нескольких параметров живого напочвенного покрова: от биомассы доминантов в мало нарушенных насаждениях до значительных изменений физиономического облика напочвенного покрова. Речь шла, таким образом, о флуктуации характеристик травяного яруса, дигрессии, зоогенной сукцессии или демутации.

Целью настоящей работы являлось изучение начального этапа зоогенной сукцессии и демутационных процессов, протекающих в травяном покрове березняков Зауралья, дефолированных непарным шелкопрядом *Lymantria dispar* (L.).

**Материалы и методы.** Исследования выполнены в зоне северной лесостепи, по лесорастительному районированию Б.П. Колесникова [8] район исследований относится к Зауральской равнинной провинции.

Динамика травяного покрова в березовых насаждениях, дефолированных непарным шелкопрядом, изучалась на трех постоянных пробных площадях (ППП) в 2006 г. и повторно – в 2011 г. в 37, 45 и 46 кварталах Покровского мастерского участка Каменск-Уральского участкового лесничества Свердловского лесничества. Исследованные березняки расположены на участках с выровненным рельефом, темно-серыми лесными почвами. Два из них, согласно классификации Б.П. Колесникова [8], относятся к коренному типу леса и один – к производному. В последнем произошла смена соснового насаждения на березовое. По видовому составу на ППП преобладает береза повислая (*Betula pendula* Roth.) с незначительной примесью березы белой (*Betula alba* L.). В табл. 1 приводится краткая лесоводственно-таксационная характеристика ППП.

Таблица 1

**Лесоводственно-таксационная характеристика ППП**

№ ППП	Состав	Бонитет	Возраст	Полнота	Тип леса	Режим увлажнения почвы
1	10Б	II	80	0,7	Березняк короткожово-костяничниковый	Устойчиво свежая
2	10Б	II	80	0,6	Березняк короткожово-костяничниковый	Устойчиво свежая
3	10Б+Ос	III	60	0,8	Сосняк злаково-разнотравный	Устойчиво свежая, периодически влажная

Дефолиация древостоя гусеницами непарного шелкопряда в районе исследования была заметна с середины июня и продолжалась до середины июля. В течение пяти лет, с 2006 по 2011 гг., полог нарушался шелкопрядом в разной степени. Нерегулярная дефолиация наблюдалась на ППП 1 и 3, ежегодная – на ППП 2. Дефолиация носила в основном мозаичный характер, кроме дефолиации 2009–2011 гг. на ППП 2, где она была очень равномерной. Данные о степени дефолиации приведены по материалам [9] в табл. 2.

С 2006 г. на всех ППП на следующий год после дефолиации наблюдалось полное восстановление полога и, соответственно, светового режима травяной синузии. Только после дефолиации 2010 г., в связи с особенностями его погодных условий, на следующий год отмечалась задержка роспуска листвы у дефолированных деревьев. По этой причине в 2011 г. до начала следующей видимой дефолиации полог древостоя восстанавливался в среднем на ППП 1 на 50 %, ППП 2 на 30 % и на ППП 3 на 60 %.

**Степень дефолиации на учетных площадях в разные годы  
(среднее значение ± дисперсия [стандартное отклонение])**

№ ППП в настоящей работе	№ ППП в работе [9]	Дефолиация в разные годы, %					
		2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
1	4	27 ± 7	60 ± 18	Фоновая	17 ± 15	37 ± 16	61 ± 14
2	6	35 ± 12	47 ± 13	13 ± 13	25 ± 15	59 ± 9	85 ± 7
3	2	–	42 ± 15	Фоновая	Фоновая	37 ± 14	43 ± 17

**Примечание.** Степень дефолиация приведена на конец периода активной откладки яиц самками непарного шелкопряда; (–) – учет не проводился; фоновая дефолиация – не более 10–15 % у всех деревьев; выборочная дефолиация отдельных деревьев отсутствовала.

Геоботаническое описание ППП выполнено в 2006 и 2011 гг. методом учетных площадок размером 1×1 м, которые были равномерно расположены по площади и закладывались в 25 кратной повторности. На учетных площадках описывали видовой состав, измеряли высоту основного яруса травяного покрова, проективное покрытие каждого вида, наличие и проективное покрытие мохового покрова. При обработке результатов рассчитывали коэффициент встречаемости, как процент площадок, на которых встретился данный вид, среднее проективное покрытие. Ориентируясь на соотношение показателей проективного покрытия и встречаемости составлялось представление о структуре травяного ценоза: низкий коэффициент встречаемости и большой процент проективного покрытия указывают на парцеллярную структуру растительности. Высокий коэффициент встречаемости – на равномерное распределение вида по площади. Небольшая величина обоих показателей характеризует единичные виды. Флористическое сходство травяного яруса, определялось по коэффициенту Серенсена:  $K = 2 * C / (A + B)$ , где С – общее число видов в сравниваемых списках видовых составов, А – количество видов в первом списке, В – количество видов во втором списке.

**Результаты и обсуждение.** Нарушение полога леса в период дефолиации 2006 г. вследствие кратковременности процесса не могло вызвать каких-либо значительных изменений основных характеристик живого напочвенного покрова. Но по видовой насыщенности производный березняк на ППП 3 несколько превосходил травяной покров в коренном насаждении на ППП 1 (табл. 3).

## Структура травяно-кустарничкового покрова на ППП

Параметры	Пробные площади и годы исследования				
	ППП 1		ППП 2	ППП 3	
	2006 г.	2011 г.	2011 г.	2006 г.	2011 г.
Проективное покрытие, %	102,5	98,4	112,6	82,8	105,3
Количество видов	32	41	30	39	34
Высота ярусов, см	1–35 2–15	1–45 2–15	1–70 2–34	1–40 2–15	1–60 2–30
Доминанты, кондоминанты	Земляника лесная ( <i>Fragaria vesca</i> L.), злаки, подмаренник северный ( <i>Galium boreale</i> L.)	Клубника зеленая ( <i>Fragaria viridis</i> Duch.), злаки, подмаренник северный ( <i>Galium boreale</i> L.), земляника лесная ( <i>Fragaria vesca</i> L.), Манжетка обыкновенная ( <i>Alchemilla vulgaris</i> L.), репешек обыкновенный ( <i>Agrimonia eupatoria</i> L.)	Клубника зеленая ( <i>Fragaria viridis</i> Duch.), злаки, лабазник шестилепестный ( <i>Filipendula vulgaris</i> Moench.), осот полевой ( <i>Sonchus arvensis</i> L.)	Земляника лесная ( <i>Fragaria vesca</i> L.), злаки, клевер луговой ( <i>Trifolium pratense</i> L.), репешек обыкновенный ( <i>Agrimonia eupatoria</i> L.), подмаренник северный ( <i>Galium boreale</i> L.)	Репешек обыкновенный ( <i>Agrimonia eupatoria</i> L.), костяника ( <i>Rubus saxatilis</i> L.), земляника лесная ( <i>Fragaria vesca</i> L.), злаки

**Примечание.** Список доминантов приведен по убыванию значения проективного покрытия.

Несмотря на некоторую разницу в доминантах разнотравья пробных площадей 1 и 3, коэффициент сходства видового состава у них довольно высокий – 0,58 (табл. 4). Сами же доминанты равномерно присутствовали в травяном покрове ППП 1 и 3 и их коэффициент встречаемости равен 70–100 %. Это же можно сказать об остальных видах, их коэффициент встречаемости составил 30–70 %, за исключением шести-семи единичных.

В годы после дефолиации 2006 г. сукцессионные процессы травяной синузии протекали на ППП в различных условиях: на ППП 1 мозаичное повреждение полога проходило чаще и в большей степени, чем на ППП 3 (табл. 2), что стало причиной меньшего изменения травяного покрова за 5 прошедших лет на ППП 3. Коэффициент сходства травяного покрова по геоботаническим описаниям 2006 и 2011 гг. составил 0,49 и 0,74 на ППП 1 и 3, соответственно.

Таблица 4

**Характеристика сходства видового состава  
травяного покрова ППП по коэффициенту Серенсенa**

ППП, год	ППП, год				
	1, 2006	1, 2011	2, 2011	3, 2006	3, 2011
1, 2006	1	0,49	–	0,58	–
1, 2011	0,49	1	0,70	–	0,61
2, 2011	–	0,70	1	–	–
3, 2006	0,58	0,61	–	1	0,74

При более регулярном и сильном повреждении полога на ППП 1 увеличилось количество видов в травяном покрове, а общее проективное покрытие уменьшилось при увеличении количества доминантов разнотравья (табл. 3). Трансформация видового состава характеризуется исчезновением из травяного покрова таких луговых и сорных видов как нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare* Lam.), лопух малый (*Arctium minus* Bernh.), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.). В настоящее время на ППП 1 отмечено единичное произрастание сорных видов (крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), мать и мачеха (*Tussilago farfara* L.), щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), которые при определенных условиях могут стать нежелательными доминантами в сообществе; наиболее опасны и агрессивны при благоприятных условиях осот полевой и щучка дернистая. Высокий коэффициент встречаемости (40–50 %) был отмечен у ряда луговых видов. Дефолиация полога способствовала формированию мозаичных группировок, образованных клубникой зеленой, злаками, мятликами, рещешком обыкновенным (*Agrimonia eupatoria* L.).

К 2011 г. на ППП 3 после дефолиации 2006 г. флористические характеристики напочвенного покрова значительно не изменились, но была отмечена незначительная смена доминантов. Земляника и злаки, хотя и продолжают доминировать в покрове, но по проценту участия в проективном покрытии уступили позиции рещешку обыкновенному (26,8) и костянике *Rubus saxatilis* L. (15,6 %), в остальном состав доминантов и их соотношение сохранились, хотя величина общего проективного покрытия значительно увеличилась. Распределение видов по площади равномерное, за исключением нескольких микрогруппировок, образованных вороньим глазом (*Paris quadrifolia* L.) и другими единичными видами. После дефолиации на ППП появилась полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.). Этот вид, типичный для степи и пустырей, практически не встречается в лесу.

На ППП 2 геоботаническое описание проводилось только в 2011 г. после дефолиации 2010 г. и неполного восстановления полога после нее. Последнее привело к значительному увеличению проективного покрытия живого напочвенного покрова. ППП 2 расположена в одном лесном массиве с ППП 1 и обе имеют идентичные исходные характеристики условий произрастания растительных сообществ. Поэтому вполне правомерно проводить сравнение между ними по результатам различной степени дефолиации.

Травяной покров ППП 2 после дефолиации отличается наименьшей из всех ППП видовой насыщенностью и наибольшим общим проективным покрытием площади. По флористическому составу рассматриваемые ППП 1 и 2 близки, коэффициент Серенсена составляет 0,70. Общий облик травяного покрова по двум основным доминантам аналогичен (злаки и клубника зеленая), но в доминирующем разнотравье увеличилось содержание лабазника шестилепестного и осота полевого. На ППП 2, так же как и на ППП 1, в травяной покрове выделяются микрогруппировки, но образованы они иными видами: пыреем ползучим (*Elytrigia repens* L.), осотом полевым, майником двулистным (*Majanthemum bifolium* L.), будрой плющевидной (*Glechoma hederacea* L.). Значительное повреждение полога сформировало на данном этапе благоприятные условия в основном для луговых и сорных видов.

Соотношение площадей, занимаемых различными эколого-ценотическими группами в насаждении, позволило оценить процессы трансформации травяного покрова в зависимости от степени и кратности повреждения полога, а так же процессов его восстановления (табл. 5).

Таблица 5

**Проективное покрытие ценотических групп в травяном покрове**

Группы видов	Проективное покрытие ценотических групп в травяном покрове (% от общего проективного покрытия)				
	ППП 1		ППП 2	ППП 3	
	2006 г.	2011 г.	2011 г.	2006 г.	2011 г.
Лесные	53	34	13	43	42
Лугово-лесные	17	44	59	39	44
Сорные	6	1	11	1	4
Злаки	24	21	17	18	10
В том числе					
плотнокустовые	–	2	2	–	–
длиннокорневищные	1	–	7	1	–

Исходя из данных таблицы (ППП 3) следует, что небольшая мозаичная дефолиация (табл. 2) привело к незначительному увеличению проективного покрытия лугово-лесными видами и сорной растительностью, потеснившими злаки. Динамика проективного покрытия различных групп травяного покрова была настолько мала, что в данном случае можно предположить обратимость существующих изменений напочвенного покрова.

Следствием неоднократной мозаичной дефолиации ППП 1 было неравномерное освещение подпологового яруса, сочетание ярко освещенных участков с затененными. В результате в 2,5 раза увеличилось участие в проективном покрытии разнотравья лугово-лесных и в 1,5 раза уменьшилась доля лесных видов. Снизилась величина проективного покрытия злаков и сорной растительности. При восстановлении полога на ППП 1 возможны демутационные процессы.

Длительное практически 100 % нарушение и прозрачность полога (ППП 2) вызвало абсолютное преобладание в травостое лугово-лесных видов, доля которых в проективном покрытии в 4,5 раза больше, чем лесных. Увеличение проективного покрытия сорняков и наличие среди злаков плотнокустовых и длиннокорневищных видов может привести к еще большей дигрессии травяной синусии и к длительно существующей зоогенной сукцессии. Примером служит полное изменение облика живого напочвенного покрова и доминирование осота полевого в березовых насаждениях этого же района исследований, дефолированных летнее-осенним комплексом насекомых с последующим частичным усыханием древостоя, с 2000 г. и по настоящее время.

Кроме того, в этом районе после дефолиации 1986 г. и усыхания древостоев возникли зоогенные синусии с доминированием щучки дернистой либо осота полевого. Почвы в этих местах характеризуются переувлажнением, вызванным усыханием древостоя после дефолиации. В настоящее время демутационных процессов травяного покрова и естественного восстановления древесного яруса на этих участках не наблюдается. Одной из причин захвата подпологовых участков луговой и сорной растительностью может быть либо единичное присутствие этих видов в насаждении, либо внешний источник обсеменения из сопряженных территорий.

**Выводы.** Таким образом, наши данные подтверждают результаты, полученные другими исследователями, о влиянии зоогенной дефолиации на трансформацию травяного покрова в зависимости от степени и кратности нарушения полога березового древостоя и активности его восстановления.

При небольших нарушениях полога дополнительное питание и освещенность улучшили жизненное состояние травяного яруса. Это произошло на фоне незначительного изменения видового состава травостоя и увеличения проективного покрытия сорными видами в форме кратковременной флуктуации.

Более частое и сильное диффузное повреждение полога сопровождается значительным изменением облика травяного яруса как по видовому составу, так и по составу доминантов травостоя. При дальнейшей сукцессии лугово-лесные виды захватывают доминирующие позиции и это происходит особенно успешно при наличии источника обсеменения на сопряженных участках. В связи с мозаичностью дефолиации в травяном ярусе начинают формироваться микрогруппировки растений.

Сильное и неоднократное повреждение полога с последующим частичным его восстановлением способствуют увеличению высоты и мощности травостоя, подавлению лесных видов лесолуговыми и сорными, формированию синузальной структуры. Сорные и луговые виды в зависимости от состояния эдификатора, могут впоследствии занять лидирующее положение в травяном ярусе.

Отличительной особенностью последствий дефолиации березняков лесостепного Зауралья является снижение доли злаков в травяном ярусе вне зависимости от степени повреждения полога.

Работа выполнена при поддержке совместного проекта УрО и СО РАН 12-С-4-1035 и интеграционного проекта УрО РАН 12-И-4-2057.

#### Библиографический список

1. *Богородская, А.В.* Состояние микробных комплексов почв лесных экосистем после пожаров и дефолиации древостоев непарным шелкопрядом [Текст] / А.В. Богородская, Ю.Н. Баранчиков, Г.А. Иванова // Почвоведение. – 2009. – № 3. – С. 337–345.
2. *Баранчиков, Ю.Н.* Очаги массового размножения сибирского шелкопряда как источники дополнительного выброса углерода [Текст] / Ю.Н. Баранчиков, В.Д. Первозникова // Чтения памяти В.Н. Сукачева. XX. Насекомые в лесных биогеоценозах. – М.: Тов. науч. изд. КМК, 2004. – С. 32–53.
3. *Иерусалимов, Е.Н.* Зоогенная дефолиация и лесное сообщество [Текст] / Е.Н. Иерусалимов. – М.: Тов. науч. изд. КМК, 2004. – 263 с.
4. *Иерусалимов, Е.Н.* Изменение наземного покрова в очаге массового размножения сосновой пяденицы [Текст] / Е.Н. Иерусалимов // Экология – 1991. – № 5. – С. 56–62.
5. *Коломиец, Н.Г.* Сибирский шелкопряд – вредитель равнинной тайги [Текст] / Н.Г. Коломиец // Тр. по лесному хозяйству Западной Сибири. – Новосибирск: Зап.-Сиб. отд. ВНИТОЛЕС, 1957. – Вып. 3. – С. 61–76.
6. *Первозникова, В.Д.* Структура запасов наземной фитомассы в свежих шелкопрядниках пихтовой тайги Нижнего Приангарья [Текст] / В.Д. Первозникова, Ю.Н. Баранчиков // Энтомологические исследования в Сибири. – Красноярск: КФ РЭО, 2002. – Вып. 2. – С. 166–180.
7. *Антипкина, И.И.* Динамика травяного покрова в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на юге Тюменской области [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.И. Антипкина. – Тюмень, 2006. – 24 с.
8. *Колесников, Б.П.* Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области [Текст] / Б.П. Колесников. – Свердловск, 1973. – 175 с.

9. Пономарев, В.И. Влияние дефолиации березовых древостоев непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на проявление индуцированной резистентности [Текст] / В.И. Пономарев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2011. – Вып. 196. – С. 85–94.

---

**Введение.** В лесных экосистемах живой напочвенный покров является составляющей, наиболее зависимой от характеристик полога древостоя. Зоогенная дефолиация приводит к нарушению полога и светового режима, а так же к изменению трофности почвы. Целью работы являлось изучение начального этапа зоогенной сукцессии и демулационных процессов травяного покрова березняков Среднего Урала, дефолиированных непарным шелкопрядом *Lymantria dispar* (L.)

**Материалы и методы.** Исследования выполнены в зоне северной лесостепи. Динамика травяного покрова в березовых насаждениях, дефолиированных непарным шелкопрядом, изучалась на трех постоянных пробных площадях (ППП) в 2006 и повторно в 2011 гг. В течении 5 лет с 2006 по 2011 гг. полог нарушался непарным шелкопрядом в разной степени. Нерегулярная дефолиация наблюдалась на ППП 1 и 3, ежегодная на ППП 2. Дефолиация носила в основном мозаичный характер, кроме дефолиации 2009–2011 г. на ППП 2, где она была более равномерной. С 2006 г. на всех ППП на следующий год после дефолиации наблюдалось полное восстановление полога, кроме 2011 г., в котором полог древостоя до начала следующей видимой дефолиации восстановился на ППП 1 на 50 %, ППП 2 на 30 % и на ППП 3 на 60 %. Геоботаническое описание ППП выполнено в 2006 и 2011 гг. методом учетных площадок размером 1×1 м. На учетных площадках описывали видовой состав, измеряли высоту основного яруса травяного покрова, проективное покрытие каждого вида. Затем рассчитывали коэффициент встречаемости и флористического сходства по Серенсену.

**Результаты и обсуждение.** Несмотря на некоторую разницу в доминантах разнотравья пробных площадей 1 и 3, коэффициент сходства видового состава у них довольно высокий – 0,58 (табл. 4). Сами же доминанты равномерно присутствуют в травяном покрове ППП 1 и 3. В годы после дефолиации 2006 г. сукцессионные процессы травяной синузии протекали на ППП в различных условиях: на ППП 1 диффузное повреждение полога проходило чаще и в большей степени, чем на ППП 3. В результате наибольшая трансформация травяного покрова наблюдается на ППП 1, которая выразилась в изменении видового состава травостоя, смене доминантов, формировании парцеллярной структуры ППП. Сильное и неоднократное повреждение полога на ППП 2 с последующим частичным его восстановлением способствуют увеличению высоты и мощности травостоя, подавлению лесных видов, лесолуговыми и сорными, формированию парцеллярной структуры.

**Выводы.** Таким образом, полученные данные подтверждают влияние зоогенной дефолиации на трансформацию травяного покрова в зависимости от степени и кратности нарушения полога березового древостоя и активности его восстановления. Отличительной особенностью последствий дефолиации лесостепного Зауралья является снижение доли злаков в травяном ярусе вне зависимости от степени повреждения полога.

\* \* \*

**Introduction.** In forest ecosystems the living ground cover is a component the most dependent on characteristics of the stand canopy. Zoogenic defoliation leads to disruption of a canopy and light conditions as well as a change in trophic soil. In the literature there are a number of data regarding defoliation influence on parameters of a living ground cover. The aim of this work was to study the initial stage of zoogenic succession and grass demutatsionny processes in a birch forest of the Middle Urals which was defoliated by the gypsy moth (*Lymantria dispar* (L.)).

**Materials and methods.** The studies were carried out in the northern steppe zone. Dynamics of grass cover in the birch stands, defoliated by the gypsy moth, has been studied at 3 permanent sample plots (PSP) in 2006 and once again in 2011. For 5 years from 2006 to 2011 the forest canopy was defoliated by the gypsy moth in different degrees. Irregular defoliation was observed at 1<sup>st</sup> and 3<sup>d</sup> PSPs, an annual one was at 2<sup>d</sup> PSP. Defoliation was diffuse mainly, except for the defoliation 2009–2011 at 2<sup>d</sup> PSP where it was more even. Since 2006 at all PSPs the next year after defoliation was the complete canopy recovery, except 2011, this year the stand canopy recovered at 1<sup>st</sup> PSP upto 50 %, at 2<sup>d</sup> PSP 2 upto 30 % and at 3<sup>d</sup> PSP upto 60 % prior to next visible defoliation. Geobotanical description of the PSPs was made in 2006 and in 2011 by a method of accounting sites 1x1 meters at 25 plots. At these sites we described species composition, measured a main grass layer height, estimated the projective cover of each species. Then we calculated the frequency index and the floristic similarity of T. Sorensen index.

**Results and Discussion.** In spite of some difference of grass species dominant at sample plots 1<sup>st</sup> and 3<sup>d</sup>, the similarity index of species composition between them is quite high – 0,58 (table 4). Dominant species present in the grass cover of SP 1 and SP 3 evenly. In the years after defoliation in 2006, succession processes of grass synusia proceeded at the PSPs in different conditions: at the PSP 1 a diffuse canopy damage took place more often and at the greater extent than PSP 3. As a result, the greatest transformation of the grass cover was observed at the PSP 1, which has resulted in changes of species composition of vegetation, change of dominants, and forming of parcellar PSP structure. Strong and repetitive the canopy destruction at the PSP 2 followed by partial of it recovery results in height and power grass canopy increasing, some suppression of forest species by weeds and meadow plants, forming parcellar structure.

**Conclusions.** Thus these data confirm an influence of a zoogenic defoliation upon grass cover transformation depending on extent and multiplicity of disruption of the birch stand canopy, and the degree of its recovery. A distinctive feature of the defoliation consequences in the Trans-Ural forest-steppe is decrease of gramineous plant part in the herbage layer regardless of the degree of a canopy damage.

*Наталья Владленовна Ширяева*, доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник, natshir@gambler.ru,  
*Иван Андреевич Скрипник*, кандидат сельскохозяйственных наук,  
*Дмитрий Николаевич Никифоров*, nikiforovdn@mail.ru,  
ФГБУ «Научно-исследовательский институт горного лесоводства и экологии леса»

## **САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ ОЗДОРОВЛЕНИЮ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ОЛИМПИАДЫ 2014 Г.**

**Сочинский национальный парк, олимпийские объекты, лесорастительные формации, санитарное состояние, факторы негативного воздействия, мероприятия по оздоровлению.**

**The Sochi national park, the Olympic objects, forest formations, sanitary condition, factors of negative influence, actions for improvement (improvement actions).**

**Введение.** В связи с принятым в 2007 г. Международным олимпийским комитетом решением о проведении XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 г. в г. Сочи на территории Сочинского национального парка (СНП) создаются спортивно-туристические комплексы и инфраструктурные объекты зимней Олимпиады.

«Сочинский национальный парк» охватывает крайний юг Российской Федерации и представляет собой уникальный по богатству биоразнообразия особо охраняемый природный объект, имеющий значительную экологическую, средоохранительную и эстетическую ценность. В связи с этим, одной из главных задач, возложенных на СНП, является «сохранение его биологического разнообразия, а также уникальных и особо ценных лесных массивов» [1].

Площадь, отведенная под строительство олимпийских объектов на территории СНП, составляет около 10 тыс. га. Объекты размещаются в лесном и субальпийском растительном поясах и, согласно функциональному зонированию территории, они располагаются в особо охраняемой зоне, зоне регулируемого рекреационного использования, зоне обслуживания посетителей и зоне хозяйственного использования.

Возрастающее на лесные экосистемы антропогенное воздействие, усиливающееся в преддверии предстоящей Олимпиады 2014 г., уже приводит и в перспективе неизменно приведет к ухудшению лесопатологического состояния и снижению устойчивости этих экосистем, что не замедлит сказаться и на сохранении уникальных природных комплексов СНП. Наряду с общим ослаблением,

сокращением текущего прироста, усыханием древостоев, наблюдается также и ухудшение эстетической привлекательности насаждений [2].

В связи с этим необходимо было оценить санитарное состояние лесных насаждений на территориях, подвергнутых интенсивной антропогенной нагрузке, выявить основные факторы негативного воздействия на эти насаждения и разработать соответствующие оздоровительные мероприятия, направленные на сведение до минимума ущерба, который наносится растительным биоценозам в процессе строительства олимпийских объектов.

**Материалы и методы.** Исследования выполнены отделом защиты растений и Геленджикской горно-лесной лабораторией ФГБУ «НИИгорлесэкол» в СНП в рамках бюджетной тематики по заказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Санитарное состояние лесных насаждений в зоне строительства олимпийских объектов определяли на территории Веселовского, Кепшинского и Краснополянского участковых лесничеств СНП в формациях бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky) в свежей (СВБК) и влажной (ВЛБК) группах типов леса, каштана посевного (*Castanea sativa* Mill.) в свежей (СВКШ), ольхи черной (*Alnus glutinosa* Gaertn.) в сырой (СЫОЛЧ), пихты кавказской (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach) во влажной (ВЛБК) группах типов леса на 11 временных пробных площадях. Индексы групп типов леса даны в соответствии с зональными «Рекомендациями...» [3].

Насаждения обследовали вблизи строящихся олимпийских объектов: «Совмещенной (автомобильной и железной) дороги Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис», «Горно-лыжного центра», «Автомобильной дороги от горно-климатического курорта «Альпика-Сервис» до финишной зоны горно-лыжного курорта «Роза-Хутор», «Лыжного комплекса ОАО «Газпром», «Горно-туристического центра ОАО «Газпром» с горно-лыжным спуском», «Автодороги от горно-климатического курорта «Альпика-Сервис» до «Биатлонного комплекса» (Сулимовский ручей).

Оценку санитарного состояния лесных насаждений осуществляли в процессе общего и рекогносцировочного обследований (в случаях необходимости – и детального). На временных пробных площадях определяли: высоту над уровнем моря, экспозицию и крутизну склона, стадию рекреационной дигрессии, лесотаксационную характеристику участка, степень ослабления насаждений, класс биологической устойчивости, поврежденность вредителями, пораженность болезнями, интенсивность развития болезни, характер повреждения листвы (хвои), степень дефолиации, степень дехромации листвы (хвои), долю и запас текущего и общего отпада, доминирующие виды вредителей, их численность, сопутствующие виды вредителей, наличие энтомофагов (в том числе полезных видов насекомых из Красных книг Краснодарского края и Российской Федерации, их

встречаемость, неблагоприятные абиотические факторы (ветровал, бурелом, снеголом и др.), факторы антропогенного воздействия [4–8].

Качественное и количественное состояние возобновления определяли на площадках 2×2 м<sup>2</sup>, не менее 10 площадок на 1 га.

В процессе оценки санитарного состояния насаждений выявляли основные факторы негативного воздействия на растительные биоценозы, в том числе абиотические, биотические и антропогенные, а также устанавливали их конкретную роль в ослаблении и усыхании насаждений.

В основу разработки мероприятий по оздоровлению лесных насаждений СНП были положены сведения о лесопатологическом состоянии лесов, полученные ФГБУ «НИИгорлесэкол» ранее [7, 9], а также данные настоящих исследований санитарного состояния лесных насаждений в зоне строительства олимпийских объектов.

Разработанные мероприятия конкретизировали по отношению к вредным насекомым, опасным возбудителям болезней с учетом лесорастительных формаций, видам антропогенного воздействия на древостои. Все мероприятия базировались на многолетних данных о биологических особенностях основных вредителей и болезней и назначались с их учетом, включая в себя в обязательном порядке фитосанитарные требования при их проведении. Основной акцент делали на мероприятиях, позволяющих снизить негативное воздействие антропогенных факторов до возможного минимума.

**Результаты и обсуждение.** Лесные насаждения *буковой формации* в свежей (СВБК) группе типов леса, расположенной вблизи объекта «Совмещенная автомобильная и железная дорога Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис», отнесены к сильно ослабленным и усыхающим, во влажной (ВЛБК) вблизи объектов «Горно-лыжный центр» и «Горно-туристический центр «ОАО Газпром» с горно-лыжным спуском» – к сильно ослабленным и ослабленным.

Конкретно по породам в СВБК, произрастающим в районе объекта «Совмещенная автомобильная и железная дорога Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис»: бук восточный сильно ослаблен, граб обыкновенный (*Carpinus betulus* L.) – ослаблен и частично усыхающий.

Во влажном букняке (ВЛБК) вблизи объекта «Горно-лыжный центр» бук восточный сильно ослаблен, входящие в состав насаждения деревья каштана посевного и граба обыкновенного – усыхающие. Около объекта «Горно-туристический центр «ОАО Газпром» с горно-лыжным спуском» бук восточный – усыхающий, пихта кавказская – сильно ослабленная. Самшит колхидский (*Vixus colchica* Rojark.) (подлесок) вблизи объекта «Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис» – ослабленный.

Лесные насаждения *каштановой формации* в свежей (СВКШ) группе типов леса усыхающие. Конкретно по породам: каштан посевной, дуб иберийский (*Quercus iberica* Stev.) и граб обыкновенный, произрастающие вблизи объекта «Автомобильная дорога от горно-климатического курорта «Альпика-Сервис» до финишной зоны горно-лыжного курорта «Роза-Хутор» и объекта «Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис», также усыхающие.

Лесные насаждения *ольховой формации* в сырой группе типов леса (СБЮЛЧ) усыхающие. Ольха черная, произрастающая вблизи объекта «Автодорога от горно-климатического курорта «Альпика-Сервис» до «Биатлонного комплекса» (Сулимовский ручей) и объекта «Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис», усыхающая. Самшит колхидский, произрастающий вдоль объекта «Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис», также усыхающий.

Лесные насаждения *пихтовой формации* во влажной группе типов леса (ВЛПК) усыхающие. Пихта кавказская и бук восточный, произрастающие вблизи объекта «Лыжный комплекс ОАО «Газпром», усыхающие.

Насаждения всех формаций отнесены к III классу биологической устойчивости (утратившие устойчивость).

В процессе оценки санитарного состояния лесных насаждений в зоне строительства олимпийских объектов были выявлены основные факторы негативного воздействия: биотические, абиотические и антропогенные, определившие данную лесопатологическую ситуацию в обследованных насаждениях.

Из вредных членистоногих доминировали филлофаги: листогрызущие, трубноверты, минеры (они встречались единично), сосущие и галлообразователи (от одного до нескольких экземпляров на листе с неравномерным распределением их в кроне), средняя степень дефолиации – 5–10 %. Ходы ксилофагов в основном обнаруживали на сухостойных деревьях, повреждения же стволовыми вредителями сильно ослабленных и усыхающих деревьев не превышали 1–5 летних отверстий на 1 дерево.

Таким образом, был сделан вывод о том, что вредные членистоногие не являются причиной, повлекшей за собой неблагоприятное состояние насаждений (сильно ослабленные, усыхающие) в зоне строительства олимпийских объектов. Их численность держится на достаточно низком уровне и не превышает порогов вредоносности. Это подтверждается и сопоставлением полученных данных с результатами исследований, выполненных нами ранее на территории СНП [7, 9].

Ведущая роль в образовании фауны во всех случаях принадлежит некротам ветвей: нуммуляриевому (*Nummularia bulliardii* Tul. & C. Tul.), нектриевому (*Nectria galligena* Bres., *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr., *Nectria coccinea* (Pers.) Fr., *Nectria ditissima* Tul. & C. Tul.), виллеминиевому (*Vuilleminia comedens* (Nees)

Maire), фомопсисовому (*Phomopsis castaneae* Woron.), цитоспоровому (*Cytospora* sp.); гнилям ствола, вызываемым настоящим (*Fomes fomentarius* (L.) J.J. Kickx), серно-желтым (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill), лучевым (*Inonotus radiatus* (Sowerby) P. Karst.), древесным (*Inonotus dryadeus* (Pers.) Murrill), окаймленным (*Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst.), ложным (*Phellinus igniarius* (L.) Quél.), лакированными (*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *G. resinaceum* Boud.) трутовиками и трутовиком Гартига (*Phellinus hartigii* (Allesch. & Schnabl) Pat.), печеночницей обыкновенной (*Fistulina hepatica* (Schaeff.) With.), дубовой губкой (*Daedalea quercina* (L.) Pers.) и гнилям корней, вызываемым настоящим (*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm.) и летним (*Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer & A.H. Sm.) опенками, чешуйчаткой жирной (*Pholiota adiposa* (Batsch) P. Kumm.), раковым заболеваниями: дазифовому раку пихты кавказской (*Lachnellula* (= *Dasydrypha*) *calyciformis* (Willd.) Dhorne), раку стволов бука восточного и граба обыкновенного (бактерии *Erwinia* spp.) (рис. 1–4).



**Рис. 1.** Суховершинность каштана посевного



**Рис. 2.** Гниль корней и ствола каштана посевного



**Рис. 3.** Гниль ствола бука восточного



**Рис. 4.** Отмирание ветвей пихты кавказской

Зараженность пород данными болезнями в некоторых насаждениях оказалась намного выше, чем это отмечали на протяжении последнего десятилетия в тех же формациях и на тех же участках. Основной причиной этого являются различные виды антропогенного воздействия, которым насаждения, находящиеся в зоне строительства олимпийских объектов, подвергаются на протяжении нескольких последних лет.

Обследованные лесные участки в *буковой формации* оказались подвержены пяти видам антропогенного воздействия, сводящимся: к вырубке насаждений, примыкающих к этим участкам, и, как следствие, изменению фитоценотической обстановки (СВБК, ВЛБК); выборочным рубкам в насаждении, нарезке дорог (террас) в насаждении и по периметру вокруг него с дальнейшим изменением экологической обстановки (ВЛБК) (рис. 5). Однако данные виды воздействия носили такой характер, что не привели к ослаблению бука восточного и сопутствующих пород (граба обыкновенного, пихты кавказской, самшита колхидского) и, как следствие, дальнейшему ухудшению экологической обстановки.



**Рис. 5.** Вырубка насаждений, примыкающих к обследованному лесному массиву бука восточного

Лесные участки в *каштановой формации* (СВКШ) подвергаются двум видам антропогенного воздействия: интенсивной рекреационной нагрузке, а также вырубке деревьев верхнего полога, примыкающих к обследованному участку, и нарушению береговой части русла реки Мзымты вблизи объекта «Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горно-климатический курорт «Альпика-Сервис»; отсыпке лесной территории вдоль обочин объекта «Автомобильная дорога от горно-климатического курорта «Альпика-Сервис» до финишной зоны горно-лыжного курорта «Роза-Хутор» инертным материалом, на отдельных участках глубиной до 0,5 м. Насаждения каштановой формации усыхают. До 75 % деревьев каштана посевного и граба обыкновенного

заражены некрозом ветвей, до 80,5 % – гнилью корней и ствола. У 30,8 % деревьев обнаружены значительные механические повреждения ветвей, ствола и корней (обдиры, ожог ствола, затески, ошмыги, засыпка комлевой части стволов порубочными остатками и строительным мусором, грубые механические повреждения ствола и ветвей: обломы вершин и ветвей первого порядка, частичное оголение корней), что, естественно, сказалось на увеличении степени пораженности растений инфекционными болезнями и вызвало ухудшение состояния насаждений (рис. 6).



**Рис. 6.** Механические повреждения стволов каштана посевного

Лесные участки в *ольховой формации* (СЫОЛЧ) подверглись трем видам антропогенного воздействия: вырубке 1-го яруса древостоя ольхи черной на территории участка, а также сплошной вырубке древостоя и подлесочного яруса на территории, примыкающей к обследованному участку, уничтожению почвенного покрова; вырубке деревьев верхнего полога; планировочным рубкам с целью прокладки объекта «Автодорога от горно-климатического курорта «Альпика-Сервис» до «Биатлонного комплекса», что привело к нарушению полноты насаждений и в целом ухудшению лесной обстановки (рис. 7). Насаждения этой формации – усыхающие. Зараженность гнилью корней ольхи черной – до 73,7 % деревьев, гнилью ствола – до 84,2 %. Отмечено наличие многочисленных механических повреждений ствола, корней и ветвей (трещины, вывал корневой системы, обдиры, ошмыги, затески) – у 34 % деревьев. У самшита колхидского (2-й ярус) отмирает до 40 % ветвей в кроне. На участке его произрастания обнаружены значительные механические повреждения ветвей, ствола и корней (трещины, обдиры, затески, ошмыги, сломы ветвей и верхушек крон, полувывал и вывал деревьев с обнажением корневой системы, покрытие листовой поверхности деревьев самшита колхидского брызгами цементного раствора, засыпка корневой шейки и стволов деревьев щебнем и др.) – до 75 %. В ольховой формации производится выпас скота.

На лесном участке в **пихтовой формации** (ВЛПК) произведена чересполосная рубка (вырубка насаждений вдоль склона, с оставлением кулис шириной до 20 м с межкулисным пространством до 20 м) и нарезка вдоль кулис откосов. Усыхание пихты кавказской обусловлено отмиранием ветвей в кроне – до 35 %, вызванным грубыми механическими повреждениями (облом верхушек крон и ветвей), высокой степенью зараженности гнилью корней – до 73,7 % деревьев, гнилью ствола – до 84,2 %. Усыхание произрастающего в этой формации бука восточного связано с некрозом ветвей (45 %) и гнилью ствола (77,8 %). Участок характеризуется наличием серьезных механических повреждений на стволах деревьев (облом верхушек крон, ветвей, обдир коры, трещины) – у 16,7 % деревьев (рис. 8). Насаждение пихтовой формации – усыхающее.



**Рис. 7.** Вывал стволов ольхи черной



**Рис. 8.** Механическое повреждение ствола пихты кавказской

Из указанных выше факторов антропогенного воздействия на состояние насаждений наиболее значимыми являются: в **каштановой формации** – вырубка деревьев верхнего полога, примыкающих к обследованному лесному участку и отсыпка лесной территории инертным материалом; в **ольховой формации** – сплошная вырубка древостоя и подлесочного яруса на территории, примыкающей к обследованному участку и вырубка деревьев верхнего полога; в **пихтовой формации** – чересполосная рубка. Насаждения этих формаций усыхающие.

В качестве мероприятий по оздоровлению лесных насаждений СНП предложены: лесопатологический мониторинг, карантинные мероприятия, лесохозяйственные мероприятия, мероприятия по регулированию численности вредных насекомых и снижению запаса инфекции возбудителей болезней, лесомелиоративные мероприятия.

Лесопатологический мониторинг включает в себя региональные методы анализа состояния популяций лесных насекомых и насаждений, развития

болезней, а также перечень конкретных объектов мониторинга в обследованных лесных формациях СНП, выявленных в процессе оценки состояния насаждений при выполнении данной работы.

Карантинные мероприятия устанавливают меры внутреннего и внешнего карантина, предотвращающие распространение инфекционных патогенов на территории СНП.

Лесохозяйственные мероприятия направлены на повышение устойчивости насаждений к вредителям, болезням и другим неблагоприятным факторам и заключаются в проведении санитарных рубок с обеспечением сохранности естественного возобновления и проведении лесовосстановительных работ.

Мероприятия по регулированию численности вредных насекомых и снижению запаса инфекции возбудителей болезней включают в себя: меры содействия естественному природному регулированию численности вредных членистоногих; способы ликвидации очагов некрозных и раковых заболеланий, дереворазрушающих грибов; сроки проведения всех видов работ, связанных с рубками в зависимости от особенностей биологии дереворазрушающих грибов.

Лесомелиоративные мероприятия предусматривают сохранение и восстановление лесных экосистем в зоне строительства Олимпийских объектов с учетом видов и интенсивности антропогенного воздействия. Они включают в себя:

- формирование опушечной части у насаждений, примыкающих непосредственно к олимпийским объектам, используя для этого естественное возобновление основных пород, а также кустарниковых растений, взятых из-под полога аналогичного насаждения;
- проведение искусственного лесовосстановления насаждений исходных формаций на вырубках, примыкающих к объектам строительства, если это не противоречит техническим условиям;
- осуществление лесовосстановления на полосах, проложенных перпендикулярно склонам, шириной не менее двух м, через каждые 5–7 м 4–5-летними саженцами бука или другими основными лесообразующими породами, в том числе и с закрытой корневой системой;
- предварительное удаление на полосах травяного покрова (корчевка пней не допускается); уход за высаженными растениями два-три раза в год, состоящий в предупреждении зарастания полос ежевикой, а также кустарниковыми растениями подлесочного яруса; прекращение ухода после выхода основных лесообразующих пород в верхний полог;
- при отсутствии живого напочвенного покрова мульчирование межполосного пространства (мульчирующим материалом служит лесная подстилка, ее доза должна быть не менее 3 т/га), осуществление посева травянистых растений исходной растительной ассоциации;
- формирование на участках, подверженных сильной водной эрозии в виде склоновых промоин, поперек вырубленных коридоров (поперек склонов) микрокулисы основных пород. На начальном этапе допускается использование осины.

Фитосанитарные требования при проведении мероприятий по оздоровлению лесных насаждений СНП составлены с учетом обеспечения наиболее эффективной защиты лесов от всех патогенных организмов.

**Выводы.** Проведенные обследования позволили сделать вывод о неблагоприятном санитарном состоянии лесных насаждений в зоне строительства объектов Олимпиады 2014 г. в Сочи. Однако, будет справедливо отметить, что не во всех случаях причиной этому послужило усиленное антропогенное воздействие в местах проведения строительных работ. Леса СНП на протяжении довольно длительного периода подвергаются интенсивному рекреационному стрессу, связанному с высокой их посещаемостью в социальных целях – для отдыха и здоровья людей. Это, в свою очередь, оказывает определенное негативное влияние на их состояние, что неоднократно отмечалось нами ранее [7, 9]. Правильное же и своевременное выполнение рекомендованных мероприятий по оздоровлению насаждений позволит значительно снизить наносимый лесным биогеоценозам экологический ущерб и послужит восстановлению утраченного равновесия.

#### Библиографический список

1. Положение о государственном учреждении «Сочинский национальный парк» [Текст] : [Утв. приказом МПР РФ от 17.03.2005 г. № 66].
2. *Ширяева Н.В.* Главнейшие листогрызущие вредители лесов на Северном Кавказе и меры борьбы с ними // Лесное хозяйство. – 1991. – № 11. – С. 43–45.
3. *Комин Г.Е.* Рекомендации по системе ведения лесного хозяйства на зонально-типологической основе для Северного Кавказа [Текст] / Г.Е. Комин, А.И. Ильин, В.Г. Нетребенко, Н.М. Панаит, П.М. Полежай, И.А. Скрипник и др. – М.: Минлесхоз РСФСР, 1986. – 53 с.
4. *Воронцов А.И.* Наставления по надзору, учету и прогнозу хвое- и листогрызущих насекомых в европейской части РСФСР [Текст] / А.И. Воронцов, А.В. Голубев, Е.Г. Мозолевская. – М.: Минлесхоз РСФСР, 1988. – 84 с.
5. *Воронцов А.И.* Технология защиты леса [Текст] / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 303 с.
6. *Маслов А.Д.* Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России [Текст] / сост. А.Д. Маслов. – М.: МПР РФ, 2001. – 86 с.
7. *Ширяева Н.В.* Рекомендации по улучшению санитарного состояния лесов Сочинского национального парка [Текст] / Н.В. Ширяева, Т.Д. Гаршина. – Сочи: НИИ-ГОРЛЕСЭКОЛ, 2000. – 43 с.
8. *Ширяева Н.В.* Методы лесознтомологического мониторинга в рекреационных горных лесах Северного Кавказа [Текст] / Н.В. Ширяева // Вестник Центрально-Черноземного регионального отделения наук о лесе Российской Академии естественных наук ВГЛТА. – Воронеж, 2000. – Вып. 3. – С. 105–111.
9. *Ширяева Н.В.* Рекомендации по улучшению лесопатологического состояния в лесах Сочинского национального парка [Текст] / Н.В. Ширяева, Т.Д. Гаршина. – Сочи: ФГУ «НИИгорлесэкол», 2008. – 135 с.

---

**Введение.** В связи с созданием на территории Сочинского национального парка (СНП) спортивно-туристических комплексов и инфраструктурных объектов зимней Олимпиады 2014 г., необходимо было оценить санитарное состояние лесных насаждений в зоне строительства олимпийских объектов, выявить основные факторы негативного воздействия на насаждения и разработать соответствующие оздоровительные мероприятия.

**Материалы и методы.** Состояние насаждений определяли в процессе общего и рекогносцировочного обследований на территориях Веселовского, Кепшинского и Краснополянского участковых лесничеств СНП в формациях бука восточного, каштана посевного, ольхи черной и пихты кавказской.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что лесные насаждения буковой формации в разных группах типов леса ослабленные, сильно ослабленные и усыхающие. Лесные насаждения каштановой, ольховой и пихтовой формаций усыхающие.

Вредные членистоногие не являются фактором, вызвавшим неблагоприятное состояние насаждений. Ведущая роль в образовании фауности принадлежит некрозам ветвей, гнилям ствола и корней, раковым заболеваниям. Зараженность ими пород в некоторых насаждениях оказалась выше, чем это отмечали на протяжении последнего десятилетия.

Причиной этого являются различные виды антропогенного воздействия, которым насаждения подвергаются в ходе проведения строительных работ: вырубка на значительной площади и проведение планировки территории с перемещением грунта; вырубка вдоль или поперек склона на территории планируемых линейных объектов с частичной планировкой территории по маршруту трассы; вырубка и нарезка по склонам технических дорог в виде террас различной высоты, используемых при строительстве и монтаже олимпийских объектов; засыпка плодородных почв под пологом лесных массивов инертным материалом вдоль автомобильных дорог.

В качестве мероприятий по оздоровлению лесных насаждений СНП предложены: лесопатологический мониторинг, карантинные мероприятия, лесохозяйственные мероприятия, мероприятия по регулированию численности вредных насекомых и снижению запаса инфекции возбудителей болезней, лесомелиоративные мероприятия.

**Выводы.** Сделан вывод о неблагоприятном санитарном состоянии насаждений, однако причиной этому явилось не только усиленное антропогенное воздействие в зоне строительства олимпийских объектов, но и интенсивный рекреационный пресс, которому подвержены леса СНП.

Выполнение мероприятий по оздоровлению насаждений позволит значительно снизить наносимый лесным биогеноценозам экологический ущерб и послужит восстановлению утраченного равновесия.

\* \* \*

**Introduction.** Due to the construction of sports and tourism facilities and infrastructure of 2014 Winter Olympic Games on the territory of Sochi National Park (SNP) it was necessary to evaluate the sanitary condition of forest stands in the construction area, identify the main factors of negative impact on plants and develop appropriate corrective measures.

**Materials and methods.** Conditions of the forest stands were estimated during the general and reconnaissance surveys on the territories of Veselovsky, Kephshinsky and Krasnopolyansky ranger districts in formations of the eastern beech, sweet chestnut, black alder and Caucasian fir.

**Results and discussion.** It is found out that forest stands of beech formation in different groups of forest types are weak, very weak or dry. Forest stands of chestnut, alder and fir formations are dry.

Harmful arthropods do not cause the unsatisfactory condition of the stands. The leading role in the formation of defectiveness belongs to necrosis of branches, trunk and root rots, cancer diseases. Infestation in some stands was higher than that reported in the last decade.

The reasons of such situation are the different types of human impact on stands in the course of construction work: cutting down of trees over large areas and grading, soil moving, cutting along or across the slope on the territory of linear objects, partial planning, cutting and creating of terraces of different heights, which are used as technical road in construction and installation of the Olympic objects, backfilling with inert material along roads fertile soil under the forest canopy.

As measures of improvement of forest stands' condition the following can be proposed: forest pathological monitoring, quarantine measures, forestry measures, measures to regulate the number of insect pests and reduce the stock of infection of pathogens, agro-forestry.

**Conclusions.** It is concluded that the health status of the surveyed stands is poor, but the reason for this was not only an increased human impact in the area of construction of Olympic objects but also the intensive recreational pressure, which affects the forest.

Implementation of measures of improvement of the forest health condition can significantly reduce the environmental damage caused to forest ecosystems and recover a lost equilibrium.

# ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОЙ ФИТОПАТОЛОГИИ

---

УДК 632.4+632.3:632.937

*Ирина Дмитриевна Гродницкая*, кандидат биологических наук, доцент,  
igrod@ksc.krasn.ru, *Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН*

## ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ В ЛЕСОПИТОМНИКАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ХАКАСИИ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Лесные питомники, инфекционные заболевания сеянцев хвойных, фитопатогенные грибы, почвенные микромицеты, микробный антагонизм, триходерма.

Forest nurseries, infectious diseases of conifer seedlings, plant pathogenic fungi, soil-microscopic fungi, *Trichoderma*, microbial antagonism.

**Введение.** Инфекционные заболевания сеянцев хвойных в лесопитомниках, вызываемые микроорганизмами почвы, ризосферы и филлосферы, имеют важное диагностическое значение не только с точки зрения их этиологии, но, прежде всего, для предупреждения широкого распространения инфекций и эффективной борьбы с ними на ранних стадиях. Ранняя диагностика болезней и мониторинг состояния почвы, ризосферы и филлосферы растений имеют огромное практическое значение.

Характерной особенностью лесных питомников является концентрация на единице площади большого количества (до 1,5–2 млн шт./га) сеянцев хвойных, которые на всех стадиях развития – от проростков до двух-трехлетнего возраста отличаются низкой устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, в том числе к инфекционным заболеваниям. В качестве возбудителей таких заболеваний выступают микроорганизмы – бактерии и микроскопические грибы [1, 2].

Болезни растений являются естественным компонентом агроэкосистем, а степень их развития и вредоносность определяются воздействием трех главных групп факторов: свойств патогена, особенностей восприимчивого растения и благоприятных условий окружающей среды. В основе разработки современных рациональных мер борьбы с болезнями растений лежит знание особенностей жизненного цикла фитопатогена с учетом всех трех групп факторов.

Обследования производственных посевов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.) в Озерском, Верх-Казанском, Таловском, Ермаковском и Иланском лесных питомниках Красноярского края и Хакасии показали, что инфекционное полегание сеянцев распространено достаточно широко: довсходовая гибель семян и проростков составляет в среднем 36 %, послевсходовый отпад – 24 % [1, 3, 4].

Большинство популяций фитопатогенов, проявляющих паразитические свойства, имеет широкую специализацию в отношении сеянцев хвойных, поэтому важен поиск эффективных и безопасных мер для их защиты.

Целью данной работы являлось обследование состояния почвенных микробценозов в лесных питомниках Красноярского края и Хакасии, выявление и изучение инфекционных заболеваний сеянцев хвойных разных возрастов, а также поиски биологических способов защиты их от фитопатогенов.

**Материалы и методы.** В течение ряда лет проводили общий микробиологический и фитопатологический мониторинг почвы и сеянцев хвойных разных возрастов (1–4-летних) в лесных питомниках Красноярского края (Верх-Казанский, Таловский, Ермаковский, Иланский) и Хакасии (Озерский). Обследовались сеянцы сосны обыкновенной (*P. sylvestris*), лиственницы сибирской (*L. sibirica*) и кедра сибирского (*P. sibirica*). Для микробиологического и фитопатологического анализов отбирались больные и погибшие сеянцы.

Исследование пораженных растений и выделение патогенов проводили методами влажной камеры и посева гомогенизированных пораженных органов на агаризированные питательные среды: сусло-агар (СА), картофельный агар (КА), картофельно-декстрозный агар (КДА). Для поверхностной стерилизации растений использовали 2 %-й раствор  $KMnO_4$ , (объекты выдерживали в растворе в течение двух-трех минут и многократно промывали стерильной водой) [5].

При диагностике заболеваний сеянцев применяли стандартные фитопатологические методы [5, 6].

Изучение численности, структуры и видового состава почвенных микробиоты проводили в свежих образцах почвы методом посева на плотные питательные среды: Чапека, КДА и СА. Посев производили из почвенных суспензий  $10^3$ – $10^4$  разведений (0,1 мл) в трех повторностях, засеянные чашки Петри помещали в термостат (27 °C) на пять-восемь суток.

Идентификацию почвенных микроскопических грибов проводили на основании изучения органов и типов спороношения, используя метод микрокультуры [7]. Виды грибов определяли по [8, 9].

В почвенных образцах исследовались также респирометрические микробиологические показатели по методу субстрат-индуцированного дыхания (СИД) на хроматографе Agilent Technologies 6890 N Network GC (USA): базальное дыхание (БД), микробная биомасса (БМ), микробный метаболический

коэффициент ( $qCO_2$ ) [10–12]. Коэффициент  $qCO_2$  рассчитывали как отношение скорости базального дыхания к микробной биомассе [10]:

$$qCO_2 = БД / C_{\text{мик}} (\text{мкг } CO_2 \cdot C \cdot \text{мг}^{-1} \cdot C_{\text{мик}} \text{ ч}^{-1}).$$

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пакета программ *Microsoft Excel 2003*.

**Результаты и обсуждение.** Важным фактором, определяющим возможность возникновения инфекционного полегания, является численность возбудителей в почве на ранних этапах онтогенеза растений. Существенную роль в этом процессе играют фитопатогенные микромицеты.

Результаты обследований производственных посевов в Верх-Казанском, Ермаковском и Озерском лесных питомниках показали, что возбудители различных микозов семян хвойных распространены широко. При этом наблюдаются все известные типы поражения, для которых характерны следующие диагностические признаки: загнивание семян и проростков, собственно полегание всходов, загнивание корней и увядание верхушек семян.

Кроме того, известно, что одним из распространенных заболеваний в лесопитомниках лесостепной, степной зон и в зоне южной тайги является шютте обыкновенное, вызываемое комплексом *Lophodermium pinastri* [2, 13].

Собственно полегание всходов свойственно, главным образом, молодым сеянцам до 3-недельного возраста. При этом у пораженных всходов в районе корневой шейки появляется перетяжка, ствол теряет тургор, полегает на землю и засыхает. У таких всходов семенные колпачки часто не опадают, а остаются на семядолях. Заболевание протекает в короткий срок (в течение двух-трех суток). Из корневой шейки погибших сеянцев обычно выделяются виды рода *Fusarium*. В большинстве случаев это *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella*, *F. oxysporum*.

В поражении корневой системы и стволиков сеянцев ведущую роль играют грибы рода *Fusarium*, видовой состав которых меняется в зависимости от почвенно-климатических условий [2–4].

У сеянцев первого года жизни часто наблюдается увядание верхушек: пораженные семядоли и хвоя становятся мягкими, этиолированными, растения теряют тургор, падают на землю или засыхают стоя. Корневая часть таких сеянцев здорова, а наземная – поражена грибами. При этом типе заболевания инфекционный процесс распространяется из ассимиляционного аппарата в сосудистую систему растений. Поражение хвои на более поздних стадиях развития сеянцев (начиная с пяти недель) часто не приводит к гибели растений, но тормозит их рост. Основными возбудителями данного типа заболевания являются грибы из родов *Alternaria* (*A. alternate*, *A. geophila*, *A. solani*) и *Cladosporium* (*C. cladosporioides*, *C. herbarum*) [1, 3, 4].

Сеянцы двух-трехлетнего возраста, имеющие иммунитет к фузариозу и альтернариозу, часто поражаются другими возбудителями. В лесопитомниках широко представлены различные шютте, так, в Верх-Казанском, Ермаковском и Озерском сеянцы сосны и кедра наиболее часто поражаются *Lophodermium pinastri* (обыкновенное шютте сосны). В Ермаковском лесопитомнике часто встречается шютте лиственницы (мириоз), вызываемый грибом *Meria laricis*; в Таловском – одна из главных причин преждевременного опадения хвои у сосны – настоящее шютте, вызываемое *Lophodermium seditiosum*. Кроме того, в Озерском лесном питомнике (республика Хакасия) в 2010 г. у сеянцев сосны обыкновенной (2006 г. посадки) впервые обнаружено заболевание хвои, выраженное в обширном ее пожелтении и усыхании. Выявлен и идентифицирован возбудитель болезни – микромицет *Cyclaneusma minus* (болезнь пожелтения хвои сосны).

Ранее отмечено [1, 4] что в почвах лесных питомников микробное разнообразие снижено из-за: 1) недостатка травянистой растительности и преобладания в посевах монокультуры; 2) частых химических обработок, что приводит к уничтожению чувствительной аборигенной микробиоты и появлению резистентных и более приспособленных к условиям искусственных фитоценозов видов. Благодаря этому, возрастает количество фитопатогенных микромицетов и уменьшаются микроорганизмы, обладающие антагонистическими свойствами [1, 4].

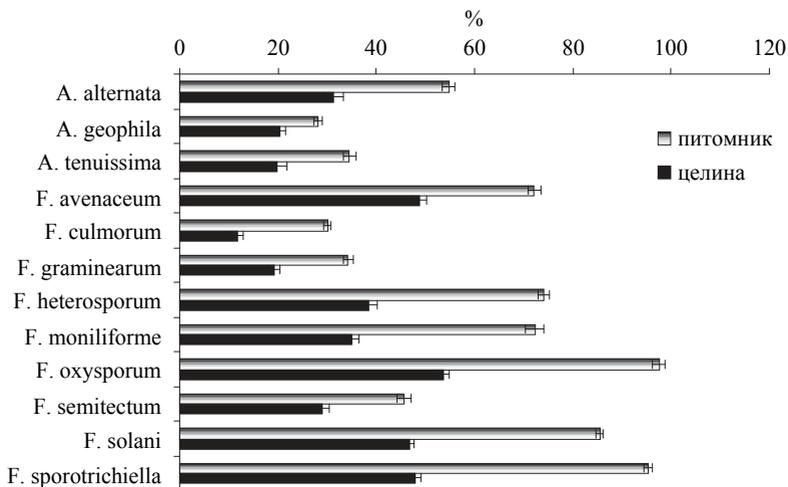
Отмечено, что усиление патогенных свойств микромицетов фитопатогенного комплекса почв лесных питомников тесно коррелирует с величиной плотности их популяций. Коэффициент корреляции для Верх-Казанского лесопитомника составляет 0,89; для Ермаковского – 0,91, для Озерского питомника в 2008 г. – 0,79; в 2010 г. – 0,89; в 2011 г. – 0,94.

Установлено, что в почве лесопитомников возрастает доля видов с низкой частотой встречаемости и уменьшается количество доминирующих видов. Например, в почвах питомников, по сравнению с целинными, возрастает численность некоторых видов фузариев в 2,1–3,9 раз (рис. 1).

В темно-серой почве Верх-Казанского питомника преобладали *F. sporotrichiella*, *F. heterosporum*, *F. moniliforme*; в черноземе оподзоленном (Ермаковский лесопитомник) – *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. avenaceum*.

Так, плотность популяции *F. solani* в 3,0–3,9, *F. culmorum* – в 2,1–3,3, *F. sporotrichiella* – в 1,3–3,2 и *F. oxysporum* – в 1,5–1,8 раза выше, чем в прилегающей целине. Виды рода *Verticillium* (*V. albo-atrum* и *V. tenerum*) в целинных почвах не обнаружены и выделены из почвенных образцов Ермаковского лесопитомника, погибших сеянцев и семян хвойных [1, 4].

Виды *F. oxysporum* и *F. sporotrichiella*, имеющие наибольшую плотность популяций в почвах исследуемых питомников, обладали самыми высокими вирулентными свойствами в отношении сеянцев хвойных [1, 3].



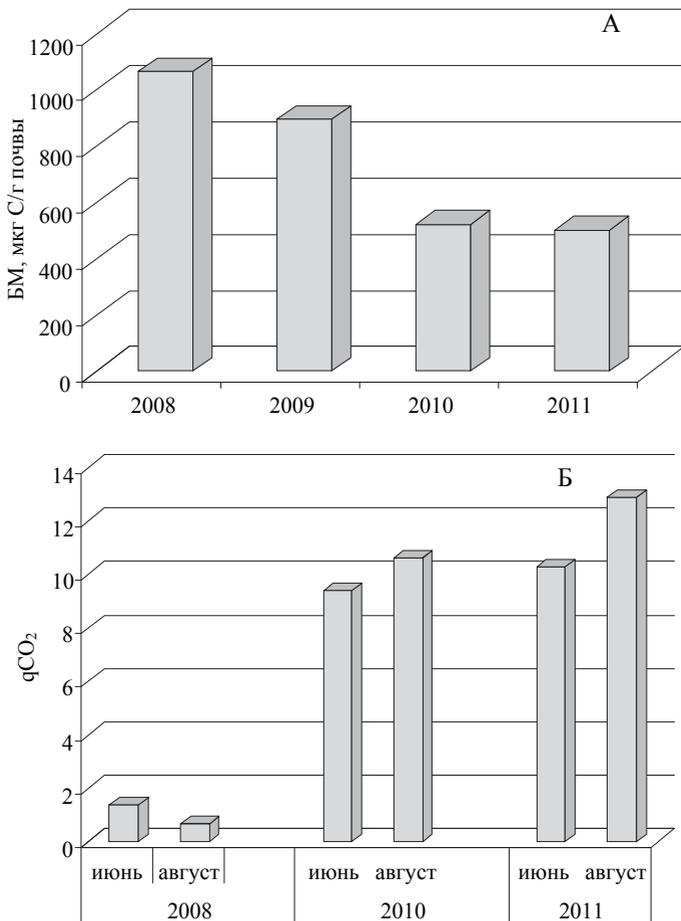
**Рис. 1.** Плотность популяций микромицетов в почве Ермаковского лесного питомника и в прилегающей целине, %

Мониторинг почвенных микробоценозов Озерского лесопитомника показал, что под сеянцами сосны разных возрастов значения микробной БМ в вегетационный период уменьшались в течение четырех лет (рис. 2, А). Ежегодные агротехнические нагрузки на почву питомника способствуют накоплению патогенов и увеличению плотности их популяций, что в конечном итоге, приводит к возникновению различных заболеваний сеянцев, в том числе и ранее в данном месте не встречающихся, например болезнь пожелтения хвои сосны (возбудитель *Cyclaneusma minus*).

Одним из оценочных критериев изменений почвенного микробоценоза является микробный метаболический коэффициент  $qCO_2$ . Чем выше его значения, тем выше стресс на микробное сообщество. Возрастающие в течение 2008–2011 гг. значения  $qCO_2$  свидетельствуют о накоплении стрессовой нагрузки на почвенное микробное сообщество питомника в течение четырех лет (рис. 2, Б).

Таким образом, на фоне возрастания  $qCO_2$  возрастает и фитопатологическая нагрузка на почвенный и филлосферный микробоценозы. Агротехнические приемы выращивания посадочного материала хвойных приводят не к обогащению микробных почвенных сообществ новыми видами, а к изменению частоты встречаемости общих с целинными почвами аборигенных видов микромицетов.

В результате многолетнего обследования лесных питомников выявлено, что их почвы бедны микроорганизмами, проявляющими антагонистические свойства в отношении фитопатогенов.



**Рис. 2.** Изменения БМ (А) и  $qCO_2$  (Б) (усредненные данные) в течение 4 лет наблюдений в почве Озерского лесного питомника под сеянцами сосны обыкновенной разных возрастов

В почве питомников происходит перераспределение численности микромицетов, приводящее к резкому снижению видов *r. Trichoderma* (в среднем в 2,5–3 раза), и к увеличению количества *Fusarium* и *Verticillium*, содержание которых в целинной почве ниже более чем в два раза. Как следствие, увеличивается фитопатологическая нагрузка на почвы путем накопления инфекционного материала, и фитосанитарное состояние питомников значительно ухудшается.

В лабораторных исследованиях были отобраны и испытаны наиболее перспективные штаммы бактерий и грибов, обладающие высокой антибиотической активностью по отношению к фитопатогенным микромицетам – *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma viride*, *T. hamatum*, *T. koningii*. Указанные виды характеризуются широким спектром антифунгального действия.

В открытом грунте (мелкоделяночные опыты) у обработанных суспензиями антагонистов семян сосны обыкновенной наблюдали: повышение грунтовой всхожести семян и конечного выхода жизнеспособных сеянцев (на 22–80 % по сравнению с контролем), снижение отпада семян и сеянцев (с 58 % в контроле до 25 % в опыте). Индекс подавления болезни у сеянцев также был наиболее высоким (133 %) при обработке штаммами бактерий *Pseudomonas* (№ 163+№ 35). Кроме того, установлено, что все исследуемые антагонисты оказывали на рост и развитие сеянцев сосны, стимулирующее влияние. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной как суспензиями культур, так и сухими спорами (грибы *Trichoderma viride*, *T. koningii*, бактерии *Bacillus subtilis*, *B. curculans*, *B. mesentericus* и *Pseudomonas* sp.-201, *P. circulans*, *P. aeruginosa*, *P. aureofacins*, *P. fluorescens*) позволила получить больший выход сеянцев к концу вегетации и улучшить их морфометрические показатели. Количество проростков в опыте увеличилось на 9–24 %; размеры гипокотыля – до 32 % и биомасса проростков возросла на 33–50 % по сравнению с контролем [14, 15].

Наибольшей биологической активностью отличались грибы из рода *Trichoderma*, что и послужило причиной дальнейшей работы с данными антагонистами.

Проведенная ранее обработка семян сосны обыкновенной в производственных посевах на Иланском лесопитомнике сухим биопрепаратом («Триходермин») позволила повысить выход сеянцев к концу вегетации на 17–20 % по сравнению с контролем [15]. Мелкоделяночные опыты с внесением водной суспензии гриба *Trichoderma viridae* (титр  $10^9$  спор/мл) в почву и Триходермина методом полива посевов сосны, показала положительные результаты по увеличению выхода посадочного материала к концу вегетации, снижению смертности семян и проростков (см. таблицу) и улучшению морфометрических характеристик сеянцев в конце вегетации.

Результаты действия *T. viride* ( $10^9$  КОЕ/мл) на рост и развитие семян хвойных в открытом грунте показали, что триходерма повышала грунтовую всхожесть семян сосны и выход жизнеспособных сеянцев (до 170 % по отношению к контролю), а также понижала отпад семян и сеянцев с 59 % в контроле до 30 % в опыте (см. таблицу).

**Всхожесть, довсходовый и послевсходовый отпад семян и проростков  
сосны обыкновенной в Иланском лесном питомнике**

Вариант опыта	Грунтовая всхожесть, %	Отпад, %	Количество оставшихся сеянцев, %	Отношение к контролю, %	Уровень достоверности Р
<b>Водная суспензия <i>Trichoderma viride</i></b>					
Контроль	56	59	41	–	–
Триходерма, 10 <sup>9</sup> КОЕ/мл	75	30	70	170,7	> 95
<b>Обработка почвы «Триходермином» под посевами сосны методом полива</b>					
Контроль	14,4	83,4	16,6	–	–
Триходермин, 0,2 г/л	36	57,8	42,2	254,5	99,9

**Заключение.** Результаты обследований производственных посевов в Верх-Казанском, Таловском, Ермаковском и Озерском лесных питомниках показали широкое распространение возбудителей различных инфекционных заболеваний сеянцев хвойных.

В поражении корневой системы и стволиков сеянцев ведущую роль играли грибы рода *Fusarium*, видовой состав которых менялся в зависимости от почвенно-климатических условий.

Собственно полегание всходов и молодых сеянцев (до трех недель), загнивание корешков и, на более поздних стадиях, загнивание периферических частей растения, вызывали грибы из рода *Fusarium* – *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella* и *F. oxysporum*.

Поражение ассимиляционного аппарата сеянцев сосны и кедра первого года жизни вызывали грибы *Alternaria* (*A. alternata*, *A. geophila*, *A. solani*) и *Cladosporium* (*C. cladosporioides* и *C. herbarum*).

Основными заболеваниями двух-трехлетних сеянцев в лесных питомниках являются: настоящее шютте (возбудитель – *Lophodermium seditiosum*), обыкновенное шютте (возбудитель – *Lophodermium pinastri*), а также впервые отмеченное поражение хвои возбудителем *Cyclaneusma minus*.

Обработка семян и всходов сосны обыкновенной суспензией и сухими спорами микромицетов из рода *Trichoderma* и биопрепаратом «Триходермин» существенно повышала грунтовую всхожесть семян и выход жизнеспособных

сеянцев (до 170 % по отношению к контролю), понижала отпад семян и сеянцев (с 59 % в контроле до 30 % в опыте) а также улучшала фитосанитарное состояние почв питомников.

### Библиографический список

1. Гродницкая, И.Д. Агрохимические и микробиологические свойства почвы лесного питомника на юге Красноярского края [Текст] / И.Д. Гродницкая, Е.Е. Якименко // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1247–1253.
2. Громовых, Т.И. Фитопатогенные микромицеты сеянцев хвойных в Средней Сибири: видовой состав, экология, биологический контроль [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Т.И. Громовых. – М., 2002. – 37 с.
3. Якименко, Е.Е. Инфекционное полегание сеянцев хвойных в лесных питомниках Красноярского края [Текст] / Е.Е. Якименко, И.Д. Гродницкая // Микология и фитопатология. – 1996. – Т. 30, вып. 2. – С. 56
4. Якименко, Е.Е. Влияние грибов рода *Trichoderma* на почвенные микромицеты, вызывающие инфекционное полегание сеянцев хвойных в лесных питомниках Сибири [Текст] / Е.Е. Якименко, И.Д. Гродницкая // Микробиология. – 2000. – Т. 69, вып. 6. – С. 850–854.
5. Кирай, З. Методы фитопатологии [Текст] / З. Кирай, З. Клемент, Ф. Шоймойши, Й. Вереш. – М.: Колос, 1974. – 343 с.
6. Основные методы фитопатологических исследований [Текст] : науч. тр.; под ред. А.Е. Чумакова / ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1974. – 192 с.
7. Билай, В.И. Метод микрокультуры для получения типичного конидиеобразования у фузариев [Текст] / В.И. Билай, И.А. Элланская // Микология и фитопатология. – 1975. – Т. 9, вып. 1. – С. 74–76.
8. Милько, А.А. Определитель мукоровых грибов [Текст] / А.А. Милько. – Киев: Наукова думка, 1974. – 303 с.
9. Кириленко, Т.С. Атлас родов почвенных грибов [Текст] / Т.С. Кириленко. – Киев: Наукова думка, 1977. – 128 с.
10. Ананьева, Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв [Текст] / Н.Д. Ананьева. – М.: Наука, 2003. – 222 с.
11. Методы почвенной микробиологии и биохимии [Текст] / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Из-во МГУ, 1991. – 303 с.
12. Anderson, J.P.E. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils [Text] / J.P.E. Anderson, K.H. Domsch // Soil Biol. Biochem. – 1978. – Vol. 10, no. 3. – P. 314–322.
13. Singlair, W.A. Diseases of trees and shrubs [Text] / W.A. Singlair, H.H. Lyon. – N. Y.: Cornell university Press, Sage House, 2005. – 660 p.
14. Гродницкая, И.Д. Внесение микробов-интродуцентов в лесные почвы питомников Сибири [Текст] / И.Д. Гродницкая, Н.Д. Сорокин // Почвоведение. – 2007. – № 3. – С. 359–364.
15. Гродницкая, И.Д. Использование микромицетов *Trichoderma* в биоремедиации почв лесопитомников [Текст] / И.Д. Гродницкая, Н.Д. Сорокин // Известия РАН. Серия биологическая. – 2006. – № 4. – С. 491–495.

---

**Введение.** В лесных питомниках Красноярского края и Хакасии отмечено широкое распространение различных инфекционных заболеваний сеянцев хвойных. Обследования производственных посевов хвойных показали, что довсходовая гибель семян и проростков составляет в среднем 36 %, послевсходовый отпад – 24 %.

**Материалы и методы.** Проведены многолетние микробиологические и фитопатологические обследования лесных питомников Красноярского края и Хакасии. Исследовались больные и погибшие сеянцы хвойных разных возрастов, а также почва под ними. Выделение патогенов проводили методами влажной камеры и высева гомогенизированных пораженных органов на агаризированные питательные среды. В почвенных образцах хроматографически определяли респирометрические микробиологические показатели по методу СИД: базальное дыхание, микробную биомассу, микробный метаболический коэффициент  $qCO_2$ .

**Результаты.** Грибы рода *Fusarium* играли ведущую роль в полегании всходов и поражении корневой системы и стволиков молодых сеянцев. Поражение ассимиляционного аппарата сеянцев вызывали грибы *Alternaria* и *Cladosporium*, у более старших возрастов болезни хвои вызывал комплекс грибов *Lophodermium pinastri* и *Meria laricis* (шютте сосны, кедра и лиственницы), а также, впервые отмеченное, поражение хвои сосны – возбудителем *Cyclaneusma minus*. Предпосевная обработка семян сосны и почвы спорами грибов из рода *Trichoderma* и биопрепаратом «Триходермин» повышала общую устойчивость сеянцев к заболеваниям, увеличивала грунтовую всхожесть семян и выход жизнеспособных сеянцев на 70 % по сравнению с контролем, а также понижала отпад семян и сеянцев с 59 % в контроле до 30 % в опыте.

**Заключение.** При обследовании производственных посевов сеянцев хвойных в лесных питомниках Сибири выявлены инфекционные заболевания, вызываемые широким спектром микромицетов. Большую часть заболеваний у молодых сеянцев вызывали грибы из родов *Fusarium*, *Alternaria* и *Cladosporium*, в то время как у сеянцев более старшего возраста болезни хвои вызывали грибы *Lophodermium pinastri*, *Cyclaneusma minus*. Для защиты сеянцев хвойных от инфекционного полегания предложена предпосевная обработка семян спорами аборигенных видов грибов из рода *Trichoderma*, обладающих высокими биотрофными свойствами и антибиотической активностью по отношению ко многим фитопатогенам.

\* \* \*

**Introduction.** Infectious diseases of conifer seedlings in the forest nurseries of Krasnoyarsk Kray and Republic of Khakasia are spread widely. Large scale examination of sowings showed that infectious lodging of conifer seedlings resulted in pre-emergence death of seeds and seedlings (up to 36 %) and post-emergence mortality (up to 24 %).

**Materials and methods.** We conducted long-term microbiological and phytopathological investigations of forest nurseries in Krasnoyarsk Kray and Khakasia. Infected and dead conifer seedlings of different ages as well as soil samples beneath them were studied.

Isolated pathogens were identified using a moist chamber method and by sowing damaged and homogenized parts of seedlings to the nutrient agar media. Respiratory activity indexes of soil microorganisms such as basal respiration, microbial biomass and microbial metabolic coefficient  $qCO_2$  were determined chromatographically by the SIR method.

**The results.** *Fusarium* fungi were shown to play a key role in the lodging of the sprouts and damage of roots and trunks of young seedlings. *Alternaria* and *Cladosporium* fungi caused lesions of the assimilation apparatus of young seedlings. The needle diseases of older seedlings were often caused by a group of fungi including *Lophodermium pinastri* and *Meria laricis* (pine-leaf cast of *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica* and *Larix sibirica*). A new disease of the pine seedlings needles caused by *Cyclaneusma minus* was found. Pre-treatment of the pine seeds by the spores of *Trichoderma* fungi and by the biological preparation (Trichodermin) improved general stability of seedlings to diseases, increased the ground germination of seeds and yield of viable seedlings by 70 % compared to control treatment. This pre-treatment resulted in decreased mortality of seeds and seedlings from 59 % (controls) to 30 % (experiment).

**Conclusion.** Investigations of the large scale sowings of conifer seedlings in forest nurseries of Siberia revealed the presence of great number of phytopathogenic micromycetes as compared to virgin soil. The majority of young conifer seedlings diseases were caused by fungi from the genera *Fusarium*, *Alternaria*, and *Cladosporium* as well as by *Lophodermium pinastri* and *Cyclaneusma minus* damaging needles of elder seedlings.

The pre-sowing treatment of conifer seeds by fungi spores of indigenous species of *Trichoderma* with high biotrophic properties and antibiotic activity against many plant pathogens was proposed to protect of conifer seedlings from the infectious diseases.

*Светлана Михайловна Никитина*, кандидат биологических наук,  
доцент, mscota55@mail.ru,

*Мария Петровна Шатунова*, заведующая лабораторией,  
Новосибирский государственный аграрный университет,

*Вячеслав Вениаминович Тараканов*, доктор сельскохозяйственных наук,  
директор, vvtarh@yandex.ru, Западно-Сибирский филиал Института леса  
им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН,

*Людмила Ивановна Кальченко*, начальник отдела, филиал ФГУ,  
«Рослесозащита» ЦЗЛ Алтайского края

## РОСТОВЫЕ РЕАКЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ТОКСИЧЕСКИЕ МЕТАБОЛИТЫ ГРИБА *FUSARIUM MONILIFORME*

**Токсические метаболиты, устойчивость сосны обыкновенной, лабораторный метод, фитотоксическая активность.**

**Toxic metabolites, Scots pine resistance, laboratory method, phytotoxic activity.**

**Введение.** Инфекционное полегание, имеющее различную этиологию, является вредоносным и распространенным заболеванием при выращивании хвойных пород в лесопитомниках [1–7]. Гибель растений от болезни обычно составляет 10–20 %, в некоторых случаях достигает 80–100 % [8–11].

Наибольшую опасность для всходов и сеянцев сосны представляют грибы рода *Fusarium*, которые вызывают гниль семян, полегание всходов, а также загнивание корней и увядание верхушек растений [7, 10, 12].

Грибы рода *Fusarium* относятся к факультативным паразитам, обладающими сильными фитотоксическими свойствами. Поэтому механизмы устойчивости растений должны включать, в первую очередь, защитные реакции, которые предотвращают губительное воздействие токсичных продуктов на жизнедеятельность клеток [13].

При росте на жидкой питательной среде патогенные микромицеты указанного рода выделяют токсические метаболиты в культуральную жидкость, которую можно использовать в качестве селективного средства при отборе образцов на устойчивость к фузариозной инфекции [14, 15].

Наши исследования были посвящены изучению ростовых реакций сосны обыкновенной в ответ на действие токсических метаболитов гриба *Fusarium moniliforme* Sheld. с целью установления возможности идентифицировать генотипы сосны, устойчивые к фузариозу в лабораторных условиях.

**Материалы и методы.** Объектами исследования служили семена 84 клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., отобранных на интенсивность роста и качество стволовой древесины в Алтайском крае [16], а также гриб *Fusarium moniliforme* Sheld., который наиболее часто выделялся из семенного материала и почвенных образцов из-под сосны. Изоляты патогена отличались высокой агрессивностью и патогенностью. Проведенное нами искусственное заражение неотобранных семян *P. sylvestris* путем замачивания в течение суток в суспензии гриба *F. moniliforme* приводило к поражению проростков на уровне 90–100 %. Для того, чтобы выделить из большого количества образцов перспективные, с точки зрения устойчивости, клоны, мы использовали методику О.А. Берестецкого [14] по определению фитотоксической активности культурального фильтрата, которая позволяет сделать это достаточно быстро.

Гриб выращивали на жидкой питательной среде Чапека. Культуральный фильтрат, содержащий токсические метаболиты, получали фильтрованием через двойные стерильные фильтры. Контролем служила чистая питательная среда, пропущенная через фильтры. Семена сосны замачивали в питательной среде и культуральном фильтрате на сутки. В работе использовали двухнедельные культуры гриба. Каждый вариант включал пять повторностей по 20 семян в каждой. Показатель «фитостимулирующая активность» был рассчитан аналогично фитотоксической активности. Учет проводили через 10 дней после закладки опыта. Подсчитывали количество проросших и непроросших семян, измеряли длину корня и стебля. Статистическую обработку данных провели с использованием пакета компьютерных программ «SNEDECOR» [17]. Различия в ростовых параметрах клонов сосны оценивали с помощью дисперсионного анализа данных. О значимости разности между средними судили по наименьшей существенной разности (НСР 5 %). Если фактическая разность превышала НСР, то ее считали достоверной, если она была меньше, то ее считали не достоверной. Для установления силы связи между оценками по прорастанию семян в вариантах «опыт-контроль» был использован метод корреляции.

**Результаты и обсуждение.** Известно, что токсины некротрофных паразитов нарушают проницаемость мембран растений, инактивируют или повреждают их ферменты, действуют в качестве антиметаболитов, участвуют в процессах узнавания и подавления защитных реакций растения-хозяина [18], что приводит к появлению патологических симптомов. Судя по оценкам изолятов изучаемого патогенного гриба из лесопитомников Красноярского края, снижение всхожести семян хвойных под воздействием токсических метаболитов может достигать 60–100 % [15].

При использованной методике [14] фитотоксические выделения гриба, содержащиеся в культуральном фильтрате, в среднем почти не оказали влияния ни на всхожесть семян, ни на размеры проростков. Однако они по-разному

влияти на развитие проростков разных клонов, вскрывая генетический потенциал анализируемой популяции по реакции на малые дозы метаболитов изучаемого патогена.

На основе анализа всего материала были выделены четыре типа реакции проростков семян сосны: снижение параметров роста, рост на уровне контроля, стимуляция роста, сочетание подавления и стимуляции роста различных органов. Частота встречаемости указанных типов реакций составила 29,7, 41,7, 21,5 и 5,9 %, соответственно. В зависимости от ростовой реакции органов растения, исследованные образцы были распределены по шести группам (табл. 1).

Таблица 1

**Реакция клонов сосны обыкновенной на метаболиты  
гриба *Fusarium moniliforme***

№ группы	Характер роста	Количество образцов	
		шт.	%
1	Подавление роста корня и стебля	16	19,0
2	Подавление роста корня или стебля	9	10,7
3	Рост на уровне контроля	35	41,7
4	Стимуляция роста корня или стебля	14	16,7
5	Стимуляция роста корня и стебля	4	4,8
6	Подавление роста одного органа и стимуляция роста другого органа	5	5,9
	Непроросшие семена	1	1,2
Всего:		84	100

Наиболее многочисленной была третья группа образцов (35 клонов), которая характеризовалась выносливостью (индифферентностью) по отношению к токсическим метаболитам. Все проростки семян указанной группы клонов развивались одинаково и в контрольном варианте, и в опытном. Различия в длине стебля и корня были статистически недостоверны. Данные по количеству проросших семян в контроле и варианте с культуральным фильтратом варьировали. Установлено, что у 34,3 % образцов различия отсутствовали или не превышали 1–2 %. У 28,6 % клонов наблюдалась стимуляция прорастания семян более чем на 2 %. Остальные образцы сосны отреагировали снижением количества проросших семян на 3–6 % (22,8 % от всех клонов) и более 6 % (14,3 % образцов).

Второе место по количеству образцов (16 клонов) занимала первая группа, где под действием культурального фильтрата гриба наблюдалось достоверное снижение параметров роста корней и стеблей (табл. 2). Длина корня (в среднем по группе) под действием токсических метаболитов стала короче в 1,9; стебля – в 1,7 раза. По методике О.А. Берестецкого [14], фитотоксичными считаются те культуральные фильтраты, активность которых составляет 30 % и более. У большинства образцов указанной группы (66,7 %) фитотоксическая активность превышала 30 % барьер по обоим органам (табл. 3). У остальных клонов этот показатель был выше по корню. Токсические метаболиты гриба отрицательно влияли на всхожесть семян. У 80 % образцов количество проросших семян (включая проростки длиной 1–2 мм) в варианте с токсическими метаболитами ниже, чем в контроле. Коэффициент корреляции между оценками «опыт» и «контроль» составил 0,97, что отражает однотипность реакции различных клонов на метаболиты фузария. При этом следует отметить, что степень подавления прорастания семян была невысока и колебалась от 0 до 22 %.

У большинства растений второй группы (66,7 %) наблюдалось достоверное снижение роста корня под действием токсинов, рост стебля был на уровне контроля. У остальных образцов, наоборот, различия в росте корня в контроле и варианте с токсинами статистически не доказаны, а в росте стебля – подтверждены. Восемь образцов из девяти имели показатель фитотоксической активности (по одному из органов) выше 30 %. Количество проросших семян в опыте и контроле у 78 % образцов находилось примерно на одном уровне, у остальных было на 11–20 % ниже в варианте с культуральным фильтратом. Коэффициент корреляции между вариантами «опыт» и «контроль» составил 0,99, что вновь свидетельствует об определенной однотипности реакций различных клонов.

Характерной особенностью четвертой группы (14 клонов) являлось сочетание различных реакций на токсические метаболиты у органов одного растения. Так, большая часть образцов (78,6 %) ответила на воздействие токсических метаболитов стимуляцией роста корня, рост стебля находился на уровне контроля. У остальных образцов, наоборот, стимуляция коснулась стебля. Фитостимулирующая активность была выше 30 % у большинства образцов (85,7 %). Количество проросших семян у половины клонов превышало показатели в контроле на 1–17 %, у остальных находилось на уровне контроля или снижалось на 4–7 %.

Образцы пятой группы отличались от предыдущей группы клонов тем, что оба органа растения (корень и стебель) на действие токсичных продуктов гриба отвечали усилением ростовых процессов (табл. 4).

**Негативное влияние токсических метаболитов гриба *Fusarium moniliforme*  
на проростки сосны обыкновенной**

Клон, происхождение	Длина органа, мм							
	корень				стебель			
	К	Т	К–Т	НСР5 %	К	Т	К–Т	НСР5 %
356, ЛСП	5,8	2,8	3,0	1,2	16,7	4,4	12,3	4,8
32, ЛСП-80	13,0	8,1	4,9	2,5	31,6	23,9	7,7	4,8
74, ЛСП-80	15,2	10,7	4,4	3,0	43,2	33,1	10,1	4,4
106, ЛСП-88	9,1	4,4	4,7	1,8	31,0	19,4	11,6	10,1
514, ЛСП-88	16,6	10,7	6,0	3,2	37,8	22,8	15,0	7,6
520, ЛСП-88	23,8	15,2	8,5	3,8	37,5	21,6	15,9	3,0
197, АК-96	1,3	0,3	1,0	0,8	1,8	1,0	0,8	1,9
205, АК-96 (урожай 2005 г.)	7,9	4,1	3,8	2,7	14,9	8,8	6,1	4,8
205, АК-96 (урожай 2007 г.)	31,5	3,7	27,8	5,0	39,5	28,7	10,8	8,0
266, АК-96	16,0	10,4	5,6	2,5	25,9	17,9	8,0	4,9
272, АК-96	14,4	6,4	8,1	2,0	27,2	9,3	17,9	3,9
281, АК-96	3,9	0,4	3,5	1,8	10,9	0,2	10,7	4,6
509, АК-96	25,1	16,4	8,8	4,1	36,3	31,5	4,8	4,4
511, АК-96	5,1	3,2	1,8	1,3	12,2	3,9	8,3	3,2
517, АК-96	4,1	0,8	3,3	1,2	5,1	0,9	4,2	1,9
522, АК-96	9,2	7,3	1,9	1,9	22,0	10,2	11,8	8,0
Среднее по группе	12,6	6,6			24,6	14,8		

**Примечания.** К – контроль (среда Чапека); Т – культуральный фильтрат с токсическими метаболитами гриба; К–Т – разность между параметрами роста в контроле и варианте с токсическими метаболитами; ЛСП-80, ЛСП-88, АК-96 – лесосеменные плантации и архив клонов плюсовых деревьев сосны различных лет закладки (1980, 1988 и 1996 гг. соответственно); НСР 5 % – наименьшая существенная разность между средними при уровне значимости  $P < 0,05$ .

**Фитотоксическая активность культурального фильтрата  
гриба *Fusarium moniliforme***

Клон, происхождение	Фитотоксическая активность, %		Проросшие семена, %	
	корень	стебель	К	Т
356, ЛСП	51	74	100	86
32, ЛСП-80	38	24	86	80
74, ЛСП-80	29	23	98	95
106, ЛСП-88	52	37	95	95
514, ЛСП-88	36	40	95	98
520, ЛСП-88	36	42	100	88
197, АК-96	75	0	10	3
205, АК-96 (урожай 2005 г.)	48	41	63	51
205, АК-96 (урожай 2007 г.)	88	27	100	87
266, АК-96	35	31	91	85
272, АК-96	56	66	91	90
281, АК-96	89	99	51	34
509, АК-96	35	13	100	100
511, АК-96	36	68	63	41
517, АК-96	80	82	30	9
522, АК-96	20	54	68	71
Среднее по группе	50,2	45,1	77,6	69,5
Коэффициент корреляции Пирсона			R = 0,97	

**Примечание.** Обозначения те же, что в табл. 2.

Стимуляция роста органов сосны обыкновенной, очевидно, связана с действием ростовых веществ. Известно, что некоторые виды грибов рода *Fusarium* могут индуцировать повышение уровня ауксинов хозяев, и сами способны образовывать ИУК [18].

Фитостимулирующая активность колебалась от 22 до 151 % (табл. 5). Количество проросших семян у двух образцов было выше контроля на 9 и 11 % (клоны 265 и 200, соответственно), у двух других – ниже на 7 и 8 %.

Таблица 4

**Стимуляция роста корня и стебля сосны под действием метаболитов  
гриба *Fusarium moniliforme***

Клон, происхождение	Длина органа, мм							
	корень				стебель			
	К	Т	К-Т	НСР 5 %	К	Т	К-Т	НСР 5 %
200, АК-96	1,0	2,3	-1,3	0,8	2,7	6,7	-4,0	2,3
265, АК-96	14,9	25,8	-10,9	3,1	31,1	41,0	-9,9	5,7
266, АК-96	8,9	10,8	-1,9	1,7	18,9	23,6	-4,7	3,3
275, АК-96	2,5	4,8	-2,3	2,2	5,9	12,7	-6,8	4,0
Среднее по группе	6,8	10,9			14,6	21,0		

Таблица 5

**Фитостимулирующая активность культурального фильтрата  
гриба *Fusarium moniliforme***

Клон, происхождение	Фитостимулирующая активность, %		Проросшие семена, %	
	корень	стебель	К	Т
200, АК-96	138	151	13	24
265, АК-96	73	32	90	99
266, АК-96	22	25	85	78
275, АК-96	92	115	47	39

В шестую группу были отнесены клоны, органы которых показывали полярные реакции на присутствие метаболитов гриба. В варианте с культуральным фильтратом у четырех образцов из пяти наблюдался усиленный рост корня, рост стебля при этом существенно тормозился. У одного клона, наоборот, активнее развивался стебель, а рост корня был подавлен. Фитостимулирующая активность (по корню) варьировала от 36 до 67 %, фитотоксическая активность (по стеблю) – от 12 до 18 %. Количество проросших семян в контроле и культуральном фильтрате было одинаковым, или различия не превышали 1–3 %.

На нескольких клонах, взятых из различных групп, были проведены исследования по влиянию на ростовые процессы сосны культурального фильтрата, наполовину разбавленного водой. Установлено, что понижение концентрации метаболитов снижает до нуля фитотоксические свойства на восприимчивых образцах и стимулирует процессы роста корня или стебля на устойчивых клонах (табл. 6).

**Оценка фитотоксической активности и прорастания семян  
в зависимости от концентрации токсинов в культуральном фильтрате**

№ п/п	Фитотоксическая активность, %				Проросшие семена, %		
	корень		стебель				
	T <sub>0,5</sub>	T	T <sub>0,5</sub>	T	K	T <sub>0,5</sub>	T
1	0	51	0	74	100	100	86
2	-48	0	0	0	100	100	97
3	0	0	-28	0	95	98	97
4	-44	0	0	0	99	100	95
5	-52	0	-52	0	90	93	90
6	0	0	-206	-214	99	98	98

**Примечания.** К – контроль, среда Чапека; Т – неразбавленный культуральный фильтрат с токсическими метаболитами гриба; T<sub>0,5</sub> – разбавленный культуральный фильтрат с токсическими метаболитами гриба.

Разбавленный культуральный фильтрат гриба практически не влияет на всхожесть семян.

Полученные результаты демонстрируют потенциальную возможность отбора сосны на устойчивость к патогенным грибам рода *Fusarium*. Значительный интерес представляет тестирование устойчивых клонов на фоне искусственного заражения водной суспензией инфекционных структур патогена, в том числе при сублетальных дозах (вызывающих гибель не менее 50 % растений) его метаболитов, что входит в задачу дальнейших исследований.

### Выводы

1. Культуральный фильтрат гриба *F. moniliforme*, выделенного из семян и почвы в условиях лесных питомников и плантаций сосны в Алтайском крае, при использованной методике не оказывает влияния на средние показатели всхожести и интенсивности прорастания семян сосны обыкновенной. Однако его влияние на ростовые показатели маскируется разнонаправленностью реакций различных генотипов: от существенного подавления роста корня и стебля у одних клонов до их выраженной стимуляции у других.

2. Из 84 клонов сосны обыкновенной 69 % были устойчивы к токсическим метаболитам гриба и могут быть использованы для исследований на фоне искусственной инокуляции патогеном.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов ИП СО РАН № 53 и РФФИ 11-04-92226 а.

## Библиографический список

1. *Виткунас, Ю.В.* Инфекционное полегание семян сосны в лесных питомниках Литовской ССР и биологический метод борьбы с ним [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.В. Виткунас. – М., 1972. – 20 с.
2. *Воробьева, Ю.В.* Загнивание проростков сосны, полегание их всходов и разработка биологического метода борьбы с этими заболеваниями [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.В. Воробьева. – М.: МГУ, 1959. – 18 с.
3. *Громовых, Т.И.* Фитопатогенные микромицеты семян хвойных в лесопитомниках Средней Сибири: видовой состав, экология, биологический контроль [Текст] : автореф. дис. ... докт. биол. наук / Т.И. Громовых. – М., 2002. – 39 с.
4. *Жуков, А.М.* Грибные болезни лесов Верхнего Приобья [Текст] / А.М. Жуков. – Новосибирск: Наука, 1978. – 246 с.
5. *Ноздренко, Я.В.* Важнейшие грибные болезни семян хвойных пород в лесных питомниках Новосибирской области [Текст] / Я.В. Ноздренко // Защита питомников и молодняков от вредителей и болезней : тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещания. – М., 1990. – С. 68–69.
6. *Федорович, Э.Э.* Инфекционные и неинфекционные болезни сосны обыкновенной [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Э.Э. Федорович. – Новосибирск, 2002. – 20 с.
7. *Якименко, Е.Е.* Микромицеты почв лесных питомников и их роль в патогенезе семян хвойных [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.Е. Якименко. – Красноярск, 1994. – 20 с.
8. *Болезни лесных деревьев и кустарников* / И.И. Журавлев, Р.А. Крангауз, В.Г. Яковлев. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 160 с.
9. *Лесная фитопатология* [Текст] / С.В. Шевченко, А.В. Цилюрик. – Киев: Вища школа, 1986. – 384 с.
10. *Справочник по защите леса от вредителей и болезней* [Текст] / И.В. Тропин, Н.М. Ведерников, Р.А. Крангауз и др. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 376 с.
11. *Фитопатология* [Текст] / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 480 с.
12. *Биологический контроль болезней семян хвойных в лесных питомниках Средней Сибири* [Текст] / Т.И. Громовых, Ю.А. Литовка, О.Н. Андреева. – Красноярск: СибГТУ, 2005. – 264 с.
13. *Биохимия и физиология иммунитета растений* [Текст] / Б.А. Рубин, Е.В. Арциховская, В.А. Аксенова. – М.: Высш. шк., 1975. – 320 с.
14. *Методы экспериментальной микологии: справочник* [Текст] / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская и др. – Киев: Наук. думка, 1982. – 550 с.
15. *Литовка, Ю.А.* Видовой состав грибов рода *Fusarium* и их роль в патогенезе семян хвойных в лесопитомниках Средней Сибири [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.А. Литовка. – Красноярск, 2003. – 18 с.
16. *Селекционное семеноводство сосны обыкновенной в Сибири* [Текст] / В.В. Тараканов, В.П. Демиденко, Я.Н. Ишутин, Н.Т. Бушков. – Новосибирск: Наука, 2001. – 230 с.

17. Сорокин, О.Д. Прикладная статистика на компьютере [Электронный ресурс] / О.Д. Сорокин. – Режим доступа: [www.twigrx.com/file/549100](http://www.twigrx.com/file/549100) (Дата обращения: 22.07.2011 г.); 2-е изд. – Краснообск, ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

18. Плотникова, Л.Я. Иммуитет растений и селекция на устойчивость к болезням и вредителям [Текст] / Л.Я. Плотникова; под. ред. Ю.Т. Дьякова. – М.: Колос, 2007. – 359 с.

---

**Введение.** Инфекционное полегание сеянцев хвойных пород, вызванное грибами рода *Fusarium*, – вредоносное и распространенное заболевание в лесопитомниках. В качестве селективного средства при отборе образцов на устойчивость к фузариозной инфекции может служить культуральный фильтрат с метаболитами гриба.

**Материалы и методы.** Объектами исследования служили семена 84-х клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., отобранных на интенсивность роста в Алтайском крае, и гриб *Fusarium moniliforme* Sheld., чаще других выделявшийся из семенного материала и почвенных образцов из-под сосны. Токсическая активность культурального фильтрата оценена по методике О.А. Берестецкого [1982].

**Результаты и обсуждение.** Токсические выделения гриба, содержащиеся в культуральном фильтрате, в среднем практически не оказали влияния на интенсивность прорастания семян. Однако они по-разному влияли на развитие проростков разных клонов, вскрывая генетический потенциал анализируемой популяции по реакции на малые дозы грибных метаболитов. Выделены четыре типа реакции, возникающие в ответ на токсические метаболиты гриба *F. moniliforme*: снижение параметров роста, рост на уровне контроля, стимуляция роста, сочетание подавления и стимуляции роста различных органов. В зависимости от ростовой реакции органов сосны выделены 6 групп клонов. Понижение концентрации метаболитов снижает токсические свойства культурального фильтрата. Подчеркивается необходимость модификации методики для оценки воздействия сублетальных доз метаболитов фузариев.

#### **Выводы.**

1. Культуральный фильтрат гриба *F. moniliforme*, выделенного из семян и почвы на плантациях сосны в Алтайском крае, при использованной методике не оказывает влияния на средние показатели всхожести и интенсивности прорастания семян сосны обыкновенной. Однако его влияние на ростовые показатели маскируется разнонаправленностью реакций различных генотипов: от существенного подавления роста корня и стебля у одних клонов до их выраженной стимуляции у других.

2. Из 84 клонов сосны обыкновенной 69 % были устойчивы к токсическим метаболитам гриба и могут быть использованы для исследований на фоне искусственной инокуляции патогеном.

\* \* \*

**Introduction.** Infectious root rot of the conifer seedlings caused by *Fusarium* fungi is a harmful and widespread disease in the forest nurseries. Cultural filtrate with the fungal metabolites can serve as a selective mean for selection on resistance to *Fusarium* infection.

**Materials and methods.** The seeds of 84 plus trees clones of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) from Altay region selected by intensity of growth and pathogen fungus *Fusarium moniliforme* Sheld., which is common on seed material and in soil samples under a pine seedlings, were investigated. Toxic activity of a cultural filtrate was estimated using O.A. Berestetsky technique [1982].

**Results and discussion.** On average, fungous toxic excretions in the cultural filtrate did not have any impact on intensity of seed germination. However, they differently influenced development of sprouts of different clones revealing genetic potential of analyzed population in response to small dozes of pathogen metabolites. Four types of response to *F. moniliforme* metabolites were revealed: decrease in parameters of growth, growth at a level similar to control, stimulation of growth, and combination of suppression and stimulation of growth of various organs. Depending on growth response of pine organs all clones are divided into 6 groups. Lowering of metabolite concentration reduced toxic properties of a cultural filtrate. Necessity of modification of the O.A. Berestetsky technique for evaluation of sub-lethal doses of *Fusarium* metabolites was emphasized.

### **Conclusions**

1. When the used technique is applied, cultural filtrate of *F. moniliforme* isolated from seeds and soil under conditions of forest nurseries and pine plantations in Altay region does not influence the average germination indices and intensity of sprouting of Scots pine seeds. However, its influence on growth parameters was masked by different genotype reactions ranging from essential suppression of growth of a root and a stalk at one genotypes to their expressed stimulation at others.

2. 69 % of clones from 84 Scots pine samples were resistant to toxic fungus metabolites and these clones can be used for studies of their artificial inoculation by this pathogenic fungus.

*Вера Александровна Сенашова*, кандидат биологических наук,  
vera0612@mail.ru, *Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН*

## **БОЛЕЗНИ ХВОИ, ВЫЗВАННЫЕ ФИТОПАТОГЕННЫМИ ГРИБАМИ, В СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

**Болезни хвои, фитопатогенные грибы.**

**Needle diseases, phytopathogenic fungi.**

**Введение.** Инициаторами болезнетворного процесса у растений могут выступать представители различных царств живых организмов: вирусы, вироиды, микоплазмы, бактерии, грибы и грибоподобные организмы, а также лишайники, высшие цветковые растения-паразиты, животные. Основными болезнями растений являются микозы. На территории Европы из 162 экономически значимых заболеваний 135 (т. е. 83 %) вызываются грибами [1].

Лесной фонд Красноярского края, занимающего значительную часть территории Средней Сибири, преимущественно представлен хвойными массивами. Информация о видовом разнообразии фитопатогенных грибов на территории Края довольно разрознена. Внимание исследователей привлекали возбудители различных типов поражения стволов и корней древесных растений (рак, гнили и т. д.) [2, 3], а также возбудители инфекционного полегания и бактериозов семян хвойных в ряде лесопитомников Средней Сибири [4, 5]. Исследования заболеваний филлосферы хвойных немногочисленны и представлены в основном работами на территориях лесопитомников [6–10]. Действительно, наличие на одной площади значительного количества растений одного вида и возраста увеличивает риск возникновения эпифитотии. Однако необходимо знать видовой состав возбудителей болезней филлосферы и в природных лесах: на взрослых деревьях, подросте, самосеве и т. п., особенно в зонах устройства лесопитомников.

Патогены филлосферы вызывают гибель и осыпание хвои, что особенно опасно для семян (самосева) и подроста. Взрослые деревья, в случае незначительного поражения, играют роль источника инфекций, а при массовом повреждении кроны становятся более уязвимыми к воздействию неблагоприятных факторов, что сказывается на здоровье лесов в целом.

Наши исследования посвящены изучению видового состава грибных организмов, развивающихся в тканях хвоинок и вызывающих ее отмирание на территории лесных питомников, искусственных насаждений и естественных лесах Средней Сибири.

**Материал и методы.** Исследования заболеваний хвой проводились в 1999–2002 и 2007–2010 гг. в лесопитомниках, искусственных насаждениях и естественных лесах, расположенных в различных лесорастительных зонах Средней Сибири на территории 18 лесничеств: Богучанском, Большемурутинском, Енисейском, Тинском, Канском, Таежинском, Сухобузимском, Уярском, Ужурском, Назаровском, Минусинском, Мининском, Ермаковском (Западно-Саянском Опытном лесном хозяйстве), Мотыгинском, Маганском, Дивногорском, Усинском, Октябрьском. Кроме того проведены обследования хвойных деревьев заповедника «Столбы».

Материалом исследования служила хвоя следующих растений: сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), сосны кедровой сибирской (*P. sibirica* (Du Tour)), ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ldb.), можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) и можжевельника казацкого (*J. sabina* L.).

При диагностике заболеваний использовались макроскопический, микроскопический и микологические методы [11]. Внешний вид больной хвой и морфология плодовых тел изучались с помощью бинокуляра МБС–10 при 8,4-кратном увеличении. Для определения возбудителя болезни с образцов, имеющих признаки грибной инфекции, делались тонкие срезы через бузину. Микроскопирование осуществлялось при общем 420-кратном увеличении. Фотографии срезов плодовых тел получены с помощью электронного микроскопа ТМ-1000. Идентификация грибов проводилась с помощью справочной литературы [12–15]. При определении учитывался тип спороношения, строение плодовых тел, размер спор и характер их расположения.

Исследования проводились на базе Центра защиты леса Красноярского края и в отделе физико-химической биологии и биотехнологии древесных растений Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН.

**Результаты и обсуждение.** Все диагностированные повреждения листового аппарата можно разделить на две группы: заболевания типа «шютте» (вызываемые аскомицетами и несовершенными грибами) и ржавчинные поражения хвой (вызываемые представителями порядка Uredinales) (табл. 1).

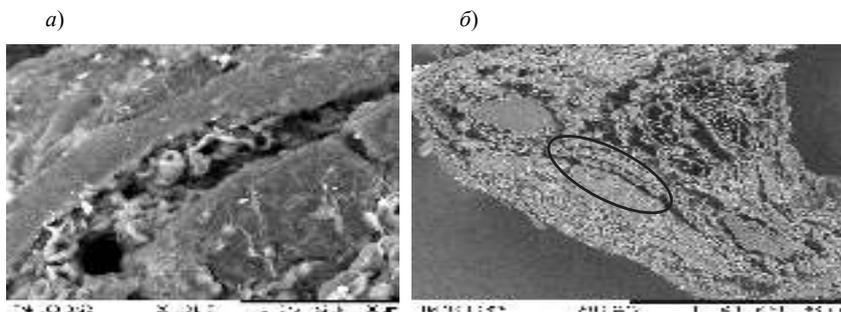
Наиболее разнообразный видовой состав фитопатогенных грибов наблюдается в таежной и горно-таежной зонах (табл. 2). Чаще встречаются поражения, вызванные аскомицетами: 9 из 17 выявленных заболеваний. Представители указанного отдела выступают паразитами всех хвойных растений, произрастающих на территории Красноярского края. В свою очередь, наиболее распространенными из сумчатых грибов являются представители рода *Lophodermium* (*L. seditiosum* и *L. pinastri*), вызывающие обыкновенное шютте сосны на сеянцах, самосеве, подросте и взрослых деревьях сосны обыкновенной и сосны кедровой сибирской. В настоящее время присутствие *L. pinastri* расценивается как показатель ослабления хвой либо растения в целом.

**Фитопатогены филлосферы хвойных видов Средней Сибири  
и вызываемые ими заболевания**

	Наименование патогена	Вызываемое заболевание
Отдел Ascomycota	<i>Lophodermium pinastri</i> (Schrad.) Chevall. <i>Lophodermium seditiosum</i> Minter, Staley & Millar	обыкновенное шютте сосны*
	<i>Phacidium infestans</i> P. Karst.	снежное шютте (фацидиоз)
	<i>Lophodermium abietis</i> Rostr	низинное шютте ели
	<i>Lophodermium macrosporum</i> Hart. (= <i>Lirula macrospora</i> (R. Hartig) Darker)	обыкновенное шютте ели
	<i>Lophodermium juniperinum</i> (Fr.) de Not.	обыкновенное шютте можжевельника
	<i>Hypodermella laricis</i> Tubeuf	шютте лиственницы
	<i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter (= <i>Naemacyclus minor</i> Butin)	пожелтение хвои
	<i>Herpotrichia nigra</i> Hartig. (= <i>Herpotrichia juniperi</i> (Duby) Petr.)	бурое шютте
	<i>Hypoderma sulcigenum</i> Rostr (= <i>Lophodermella sulcigena</i> (Link) Tubeuf	серое шютте
	Отдел Basidiomycota	<i>Chrysomyxa ledi</i> (Alb. & Schwein.) de Bary
<i>Chrysomyxa abietis</i> (Wallr.) Unger		золотистая ржавчина ели
<i>Melampsorella caryophyllacearum</i> (DC.) J. Schröt.		ржавчинный рак пихты
<i>Coleosporium</i> sp.		колеоспоров сосны
<i>Melampsora laricis-populina</i> Kleb.		лиственничная ржавчина тополя
Deuteromycota	<i>Meria laricis</i> Vuill.	мериоз
	<i>Sclerophoma pithyophila</i> (Corda) Hohn. (анаморфа <i>Sydowia polyspora</i> (Bref. & Tavel) E. Müll.)	склерофомоз
	<i>Pestalotia hartigii</i> Tubeuf (= <i>Truncatella hartigii</i> (Tubeuf) Steyaert)	удушье семянцев

**Примечание.** \* – В последнее время инфекционный процесс, вызванный исключительно *L. seditiosum* именуют настоящим шютте сосны.

При протекании инфекционного процесса, вызванного *L. pinastri* и *L. Seditiosum*, наблюдаются схожие симптомы. Наличие поперечных полос на хвоинках характерно для гриба *L. pinastri*. Главным отличием в анатомическом строении плодовых тел является то, что под основанием апотециев *L. pinastri* находится слой из, как правило, пяти и более эпидермальных клеток (рис. 1). Конидиальная стадия возбудителей представлена грибом *Leptostroma pinastri* Desm. в виде мелких темных точек.



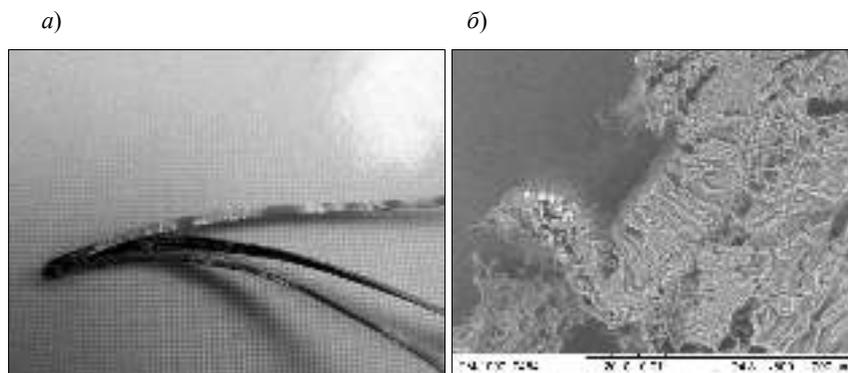
**Рис. 1.** Апотеции *Lophodermium* sp. на хвое *Pinus* sp.

*а)* открытый апотеций *L. seditiosum*: выступают открытые сумки, видны нитевидные споры (x2000); *б)* поперечный срез через апотеций *L. pinastri*. Под основанием апотеция наблюдается слой эпидермальных клеток (x250)

Шютте обыкновенное – болезнь ассимиляционного аппарата. Поэтому наибольшую опасность оно представляет для сосны в первые годы ее жизни, особенно в лесопитомниках и молодняках искусственного происхождения. По нашим наблюдениям, во время эпифитотий в лесных питомниках Средней Сибири до 90–100 % сеянцев *Pinus* sp. были охвачены этим заболеванием.

Из поражений, вызываемых сумчатыми грибами, особое внимание заслуживает болезнь пожелтения хвои сосны, возбудителем которой является *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter (= *Naemocyclus minor* Butin). Указанный патоген в 2010 г. в Озерском лесном питомнике (Октябрьское лесничество, республика Хакасия) вызвал массовое отмирание хвои четырехлетних сеянцев сосны обыкновенной (образцы больной хвои были переданы автору сотрудником Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН И.Д. Гродницкой, проводящей мониторинг фитосанитарного состояния почвы и качества посевного материала) [16]. Микромицет *C. minus* зарегистрирован в республике впервые. До этого был отмечен в начале 2000-х гг. на единичных взрослых деревьях сосны обыкновенной на территории Красноярского края (заповедник «Столбы» и Большемуртинское лесничество) [17] и сосне кедровой сибирской (Мининское лесничество) [18].

Пораженная хвоя держалась на веточках и имела соломенно-коричневатый цвет. На некоторых хвоинках наблюдались полосы более темного оттенка. Спороношения отсутствовали, и мы воспользовались методом влажной камеры. Плодовые тела (апотеции) формировались глубоко в тканях хвоинок, причем на более светлых, слабоокрашенных полосках (рис. 2). Зрелые апотеции разрывают эпидермис хвоинки, приподнимая его как крышечку, обнажая гимениальный слой светлого медового оттенка.



**Рис. 2.** *Cyclaneusma minus* (Butin):  
а) внешний вид больной хвои; б) поперечный срез плодового тела:  
видны сумки с выступающими из них спорами (X500)

Хотя данное заболевание в условиях лесных питомников является новым для Сибири и сравнительно мало изученным в России, оно широко распространено в Северной Америке, Канаде, Новой Зеландии, встречается в некоторых европейских странах и в период эпифитотий наносит значительный экономический ущерб [14].

Из ржавчинных поражений хвои нами определены золотистая и багульниковая (северная) ржавчина или сибирской, ржавчинный рак пихты сибирской, колеоспороз сосны и листовничная ржавчина тополя. Возраст деревьев на момент исследования составил 12–15 лет и старше. Только возбудитель колеоспороза был выявлен на шестилетних соснах. Наиболее встречаемыми болезнями данного типа являются листовничная ржавчина тополя и ржавчинный рак пихты, они зарегистрированы в пяти лесничествах (табл. 2). Необходимо отметить, что на некоторых территориях заболевания носили выраженный массовый характер. Так, патоген *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) J. Schröt. – возбудитель рака пихты, имеет большее распространение в лесах Усинского лесничества по сравнению с другими обследованными районами, что объясняется несколькими причинами. Лесной покров в указанной местности формируется преимущественно

## Встречаемость заболеваний по лесничествам Средней Сибири

Заболевание	Таежная зона						Лесостепная зона					Горно-таежный район				*			
	Богучанское	Енисейское	Тинское	Таежинское	Б.-Муртинское	Сухобузимское	Канское	Уярское	Назаровское	Мининское	Ужурское	Октябрьское	Минусинское	Дивногорское	Западная «Столбы»		Маганское	Усинское	Мотыгинское
Обыкновенное шютте сосны	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Снежное шютте (фацидиоз)				■	■	■											■	■	
Болезнь пожелтения хвой сосны											■								
Обыкновенное шютте ели				■	■	■			■					■		■			
Низинное шютте ели				■	■	■										■			
Обыкновенное шютте можжевельника						■										■			
Шютте лиственницы				■	■	■									■				
Серое шютте																			■
Бурое шютте									■		■						■		
Колеоспороз								■		■									
Золотистая ржавчина ели														■					
Багульниковая ржавчина ели				■	■	■													
Ржавчинный рак пихты														■	■	■	■	■	■
Лиственничная ржавчина тополя			■	■	■	■								■					■
Склерофомоз			■	■	■	■			■										
Удушье семянцев, вызванное <i>Pestalotia</i> sp.			■					■								■			
Мериоз									■	■									■

Примечание. \* – Саянский горно-черневой район.

пихтарниками. Концентрация на определенной площади восприимчивых растений обуславливает массовое развитие болезни. Кроме того, сочетание различных факторов внешней среды (особенности рельефа, климатические условия и т. д.) оказывается благоприятным для функционирования патогена. Также резкие смены температур и суровые климатические условия, характерные для высокогорий, стимулируют развитие ржавчинных грибов [19]. На этой же территории благодаря избыточному увлажнению и большой густоте древостоя, приводящей к скапливанию снега в кронах, сформировались благоприятные условия для развития бурого шютте пихты (возбудитель сумчатый гриб *Herpotrichia nigra* Hartig.). Причем наблюдалось одновременное присутствие указанного аскомицета и «ржавчины».

За время исследований были обнаружены три заболевания хвои, инициируемые несовершенными грибами: склерофомоз, мериоз лиственницы и удущье семян, вызываемое *Pestalotia* sp. Следует отметить, что в ряде случаев возбудитель склерофомоза *Sclerophoma pithyophila* (Corda) Hohn, встречался на хвое побегов, поврежденных побеговым зимующим *Evetria buoliana* Schiff., что согласуется с данными других исследователей [20], установивших связь поражения побегов склерофомозом с повреждением их насекомыми-побеговыми.

**Выводы.** Формированию выявленного комплекса фитопатогенных микромицетов на территории Средней Сибири способствует сочетание благоприятных для их развития экологических условий в виде затяжной зимы, невысоких летних температур воздуха и довольно высокой относительной влажности воздуха. Наиболее разнообразный видовой состав фитопатогенных грибов наблюдается в таежной и горно-таежной зонах. Чаше встречаются поражения, вызванные аскомицетами: 9 из 17 выявленных. Обыкновенное шютте сосны зарегистрировано в 13 районах исследования из 19 обследованных. Наиболее поражаемым из всех рассматриваемых нами древесных растений оказалась сосна обыкновенная, на филлосфере которой обнаружено семь видов патогенных микромицетов.

Исследования поддержаны грантом Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 11-05-00374а, 11-04-00246а). Автор выражает благодарность д.б.н. А.М. Жукову за помощь при идентификации патогенных грибов и М.А. Плященик за техническую помощь при работе с электронным микроскопом.

#### Библиографический список

1. Минкевич, И.И. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород [Текст]: учеб. пособие / И.И. Минкевич, Т.Б. Дорофеева, В.Ф. Ковязин; под общ. ред. И.И. Минкевича. – СПб.: Лань, 2011. – 160 с.
2. Павлов, И.Н. Основная причина массового усыхания пихтово-кедровых лесов в горах Восточного Саяна – корневые патогены [Текст] / И.Н. Павлов, О.А. Барабанова,

А.А. Агеев, А.С. Шкуренко, С.С. Кулаков, Д.В. Шпенглер, П.В. Губарев // Хвойные бореальной зоны. – 2009. – Т. XXVI, № 1. – С. 33–41.

3. Пашенова, Н.В. Изучение грибов синевы древесины в хвойных лесах Центральной Сибири [Текст] / Н.В. Пашенова, Г.Г. Полякова, Е.Н. Афанасова // Хвойные бореальной зоны. – 2009. – Т. XXVI, № 1. – С. 22–28.

4. Громовых, Т.И. Влияние грибов-паразитов рода *Fusarium* на прорастание семян сосны обыкновенной [Текст] / Т.И. Громовых // Микробные ассоциации в лесных биоценозах. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1983. – С. 56–59.

5. Якименко, Е.Е. Инфекционное полегание сеянцев хвойных в лесных питомниках Красноярского края [Текст] / Е.Е. Якименко, И.Д. Гродницкая // Микология и фитопатология, 1996. – Т. 30, вып. 2. – С. 57–62.

6. Коссинская, И.С. Фацидиоз сосны [Текст] / И.С. Коссинская. – Новосибирск: Наука, 1974. – 91 с.

7. Аминев П.И. Скорость развития шотте обыкновенной сосны в Северо-западном регионе в зависимости от внешних факторов [Текст] / П.И. Аминев // Микология и фитопатология, 1982. – Т. 6, вып. 5. – С. 451–457.

8. Андреева, О.Н. Атлас неинфекционных и инфекционных болезней хвойных пород Красноярского края [Текст] : учеб. пособие / О.Н. Андреева. – Дивногорск, ИПКЛХ СидВ, 2004. – 37 с.

9. Татаринцев, А.И. Лесопатологическое состояние в зеленой зоне г. Красноярск [Текст] / А.И. Татаринцев, Л.Н. Скрипальщикова // Хвойные бореальной зоны, 2009. – Т. XXVI, № 1. – С. 42–47.

10. Гродницкая, И.Д. Заболевания *Pinus sylvestris* L. и *P. sibirica* Du Tour в географических культурах и лесных питомниках Красноярского края [Текст] / И.Д. Гродницкая, Г.В. Кузнецова // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири : матер. 3-го междунар. совещания, ИЛ СО РАН, 23–29 августа 2011, Красноярск. – Красноярск: Дарма. – С. 38–39.

11. Семенкова, И.Г. Лесная фитопатология [Текст] : учебник для вузов / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. – 2-е изд. – М.: Экология, 1992. – 345 с.

12. Шевченко, С.В. Лесная фитопатология [Текст] / С.В. Шевченко. – Львов: Вища школа, 1978. – 320 с.

13. Smith, R.S. Diseases of Pacific coast conifers [Text] / R.S. Smith, R.F. Scharpf. – USDA Forest Service, 1993. – 133 p.

14. Singlair, Wayne A. Diseases of trees and shrubs [Text] / Wayne A. Singlair, H. Lyon Howard. – N. Y.: Cornell university Press, Sage House, 2005. – 660 p.

15. Barnet, H.L. Illustrated Genera of Imperfect Fungi, forth ed. [Text] / H.L. Barnet, Barry V. Hunter – Minnesota: American Phytopathological Society, 1999.

16. Гродницкая, И.Д. Новое для лесопитомников Сибири заболевание сеянцев сосны обыкновенной [Текст] / И.Д. Гродницкая, В.А. Сенашова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 48–50.

17. Жуков, А.М. Грибы – возбудители заболеваний древесно-кустарниковой растительности Средней Сибири [Текст] / А.М. Жуков, Е.А. Жуков // Защита леса от вредителей. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2006. – С. 42–59.

18. Жуков, А.М. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России [Текст] / А.М. Жуков, Ю.И. Гниненко. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2011. – 104 с.

19. Лебкова, Г.Н. Фитопатологическое состояние кедровников северо-восточного Алтая [Текст] / Г.Н. Лебкова // Болезни лесных насаждений Сибири. – М.: Наука, 1967. – С. 73–77.

20. Плешанов, А.С. Микромицеты пихты сибирской и атмосферное загрязнение лесов [Текст] / А.С. Плешанов, Т.И. Морозова. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2009. – 115 с.

---

**Введение.** Исследования посвящены изучению видового состава грибных организмов, развивающихся в тканях хвоинок и вызывающих их отмирание на территории лесных питомников, искусственных насаждений и естественных лесах Средней Сибири.

**Материалы и методы.** Исследования заболеваний хвои проводились в 1999–2002 и 2007–2010 гг. в лесопитомниках, искусственных насаждениях и естественных лесах на территории 18 лесничеств и заповедника «Столбы».

Материалом исследования служила хвоя следующих растений: *Pinus sylvestris* L., *P. sibirica* (Du Tour), *Picea obovata* Ldb., *Larix sibirica* Ldb., *Abies sibirica* Ldb., *Juniperus communis* L., *J. sabina* L..

При диагностике заболеваний использовались макроскопический, микроскопический и микологический методы. Фотографии срезов плодовых тел получены с помощью электронного микроскопа ТМ-1000.

**Результаты и обсуждение.** Диагностировано 17 заболеваний хвои, возбудители которых принадлежат к трем различным группам: Ascomycota, Basidiomycota (порядок Uredinales) и Deuteromycota. Выявлены следующие микромицеты: *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall., *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar, *Phacidium infestans* P. Karst., *Lophodermium abietis* Rostr., *Lophodermium macrosporum* Hart. (= *Lirula macrospora* (R. Hartig) Darker), *Lophodermium juniperinum* (Fr.) de Not., *Hypodermella laricis* Tubeuf, *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter (= *Naemacyclus minor* Butin), *Herpotrichia nigra* Hartig., (= *Herpotrichia juniperi* (Duby) Petr.), *Hypoderma sulcigenum* Rostr. (= *Lophodermella sulcigena* (Link) Tubeuf, *Chrysomyxa ledi* (Alb. & Schwein.) de Bary, *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Unger, *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) J. Schröt., *Coleosporium* sp., *Melampsora laricis-populina* Kleb., *Meria laricis* Vuill., *Sclerophoma pithyophila* (Corda) Hohn. (анаморфа *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll.), *Pestalotia hartigii* Tubeuf (= *Truncatella hartigii* (Tubeuf) Steyaert.).

На территории Озерского лесопитомника (Республика Хакасия) обнаружено новое заболевание семян сосны обыкновенной, вызываемое *Cyclaneusma minus*.

**Выводы.** Наиболее разнообразный видовой состав фитопатогенных грибов наблюдается в таежной и горно-таежной зонах. Чаще встречаются поражения, вызванные аскомицетами: 9 из 17 выявленных случаев. Обыкновенное шютте сосны зарегистрировано в 13 районах исследования из 19 обследованных.

Из всех рассматриваемых нами древесных растений наиболее поражаемым оказалась сосна обыкновенная, на филлосфере которой обнаружено 7 видов патогенных микромицетов.

**Introduction.** Our work is devoted to the study of the species diversity of fungal organisms that develop in the tissues of the needles and cause their defoliation in forest nurseries, plantations and natural forests in the Middle Siberia.

**Materials and methods.** The needle disease researches were carried out in 1999–2002 and 2007–2010 in forest nurseries, plantations and natural forests in 18 forestries and forest reserve «Rock Pillars». The material for the investigation was the needles of the following plants: *Pinus sylvestris* L., *P. sibirica* (Du Tour), *Picea obovata* Ldb., *Larix sibirica* Ldb., *Abies sibirica* Ldb., *Juniperus communis* L., *J. sabina* L. Macroscopic, microscopic and mycological methods were used in the diagnosis of diseases. Photographs of sections of fruit bodies were obtained with an electron microscope TM-1000.

**Results and Discussion.** In total, 17 different needle diseases were diagnosed. Pathogenic agents are the members of three groups: Ascomycota, Basidiomycota (order Uredinales) and Deuteromycota.

The following micromycetes were identified: *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall., *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar, *Phacidium infestans* P. Karst., *Lophodermium abietis* Rostr., *Lophodermium macrosporum* Hart. (= *Lirula macrospora* (R. Hartig) Darker), *Lophodermium juniperinum* (Fr.) de Not., *Hypodermella laricis* Tubeuf, *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo, Peredo & Minter (= *Naemacyclus minor* Butin), *Herpotrichia nigra* Hartig., (= *Herpotrichia juniperi* (Duby) Petr.), *Hypoderma sulcigenum* Rostr. (= *Lophodermella sulcigena* (Link) Tubeuf), *Chrysomyxa ledi* (Alb. & Schwein.) de Bary, *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Unger, *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) J. Schröt., *Colosporium* sp., *Melampsora laricis-populina* Kleb., *Meria laricis* Vuill., *Sclerophoma pithyophila* (Corda) Hohn. (anamorph of *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll.), *Pestalotia hartigii* Tubeuf (= *Truncatella hartigii* (Tubeuf) Steyaert.).

On the territory of Ozersk nursery (Republic Khakasia) a new disease of Scots pine seedlings caused by *Cyclaneusma minus* was for the first time found in four-year-old plants.

**Conclusions.** The most diverse species composition of pathogenic fungi was found in the taiga and mountain-taiga zones. More common lesions were caused by Ascomycetes: 9 out of 17 identified cases. *Lophodermium* needle cast of *Pinus* sp. was registered in 13 forestries out of 19 studies. Of all the trees we studied Scots pine was the most striking. Seven species of pathogenic fungi were diagnosed on its needles.

*Ирина Александровна Фрейберг*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
*Светлана Карленовна Стеценко*, кандидат биологических наук, stets\_s@mail.ru  
*Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург*

## ПЕСТИЦИДЫ КАК ОДНА ИЗ ПРИЧИН ПОЛЕГАНИЯ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ

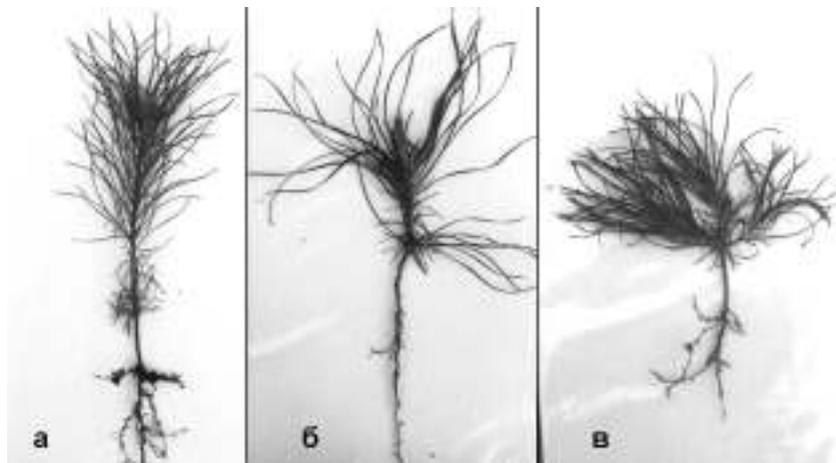
**Сеянцы сосны, пестициды, морфогенез, проростки, раундап.**

**Pine seedlings, pesticides, morphogenesis, roundup.**

**Введение.** Первые успехи использования пестицидов породили определенную иллюзию только об их положительном действии. Длительное время на негативные последствия применения пестицидов не обращалось должного внимания или они объяснялись нарушением рекомендованных технологий.

Однако, в связи с накоплением негативных явлений, следующих за использованием пестицидов, что отмечалось во всех странах мира [1], возникла необходимость объективной оценки побочных явлений [2, 3]. Одной из отрицательных сторон применения пестицидов является повреждение растений, которые они призваны защищать. Мы остановили свое внимание на реакции сосны обыкновенной на пестициды, которые используются в лесных питомниках для защиты сеянцев. При этом рекомендуется большое количество химических препаратов [4]. При применении пестицидов для защиты сеянцев от травянистой растительности и инфекционных заболеваний значительная часть их попадает в почву. По сообщению Ю.И. Скурлатова с соавторами (1994), доля реально работающих пестицидов колеблется от 3 до 40 % от примененного количества [5]. В почве пестициды и их метаболиты распределяются неравномерно. Наряду с локусами почвы, содержащими концентрацию пестицидов выше (в 5–10 раз) рекомендованных для применения доз, наблюдаются локусы со значительно меньшим их содержанием или полным отсутствием [6]. При этом своеобразие пестицидного загрязнения заключается в том, что у почвы не изменяется морфология профиля, а также ее химизм и водно-физические свойства, но она приобретает «избирательное плодородие» [7], т. е. одни растения могут расти на почве, содержащей пестицид, а другие не могут. Персистентность в почве рекомендованных к применению пестицидов весьма различна и зависит от многих факторов. Это относится к 2,4-Д [8, 9], раундапу [10], гербицидам симметризиновой группы [11, 12]. Пестицидное загрязнение почвы отмечается и через 10, и через 30 лет после применения [13, 14].

В условиях включения в агротехнику пестицидов помимо сеянцев нормального фенотипа формируются тератоморфные сеянцы двух фенотипов: аномальные и условно нормальные, в разной степени затронутые пестицидной токсичностью (рисунок). Для первых характерны дополнительные на стволике побеги, для вторых – нарушение корреляции между длиной хвои и стволика, что установлено в производственных питомниках и в экспериментах открытого грунта и лаборатории [15, 16].



Фенотипы 2-летних сеянцев сосны обыкновенной  
(а – нормальный; б – условно нормальный; в – аномальный)

Пестициды, содержащиеся в почвенном растворе, поглощаются корневой системой, поступают в организм, и, обладая системным действием, вызывают изменения в некоторых анатомо-морфологических показателях. По мнению А.А. Федорова [18] нарушение морфоструктур растений появляется лишь в том случае, когда изменен нормальный обмен веществ в них, что изменяет характер и направление развития активных очагов роста (меристем). Нами было проведено изучение таких физиолого-биохимических показателей, которые важны для жизнеспособности растений при переносе их из питомника в посадку на лесокультурной площади и дальнейшем росте сосны. При исследовании было установлено, что тератоморфным растениям достоверно свойственны более высокая активность пероксидазы, большие потери воды, что ведет к обезвоживанию организма, и низкие показатели рН гомогената хвои [17]. Сеянцы условно нормального и аномального фенотипов, как правило, сопутствуют друг другу в разном количественном соотношении. Общее их количество чаще всего достигает

50–100 %, что, однако, не говорит об их предстоящей гибели в питомниках. Наоборот, для сеянцев тератоморфных фенотипов характерно большее, по сравнению, с сеянцами нормального фенотипа накопление фитомассы [9]. Тем не менее, они могут быть подвержены различным заболеваниям [19]. Одним из них, как мы предполагаем, является полегание сеянцев, не связанное с инфекционными причинами. Такие случаи отмечали С.И. Федоренко (лаборатория защиты леса лесного отдела Ботанического сада УрО РАН) и Г.И. Соколов (Центр защиты растений Челябинской области).

С целью установления доз, влияющих на состояние сеянцев, мы провели исследования влияния раундапа на формирование проростков сосны. При этом мы исходили из того, что чувствительность проростков к гербицидам коррелирует с реакцией взрослых растений на гербициды при довсходовом их применении [20].

Раундап – действующее вещество N-(Фосфонометил)глицин, являющееся ингибитором синтеза некоторых ароматических аминокислот. В последние годы существования лесных питомников как структурных единиц лесного хозяйства он широко использовался при выращивании сеянцев. Раундап относится к группе фосфорорганических соединений и является гербицидом системного действия.

**Материал и методы.** Исследование проводили в климатической камере Sanyo-351H в три срока: апрель 2009 г., июль и октябрь 2010 г. Условия роста в климатической камере были следующими: в апреле 2009 г. – температура 26 °С, освещение 3 lx, влажность 70 %; в июле и октябре 2010 г. – температура 24 °С, освещение 3 lx, влажность 70 %. Фитотоксичность раундапа определяли на двухнедельных проростках сосны обыкновенной, выращенных на агаровой среде с добавлением разных доз раундапа. Приготовление агаровой среды и внесение в нее растворов гербицида производили по методу В.А. Зинченко [21]. Агар-агар (0,8 %-й) с заданной дозой гербицида разливали в чашки Петри, после застывания среды в каждой чашке раскладывали по 30 семян.

Опыт проводился в трехкратной повторности. Через 14 дней у проростков измеряли длину проростка (без семядолей), длину корешка и длину гипокотила. В эксперименте исследовалось влияние на проростки сосны широкого диапазона доз. Минимальная доза гербицида составила – 0,01 л/га, максимальная – 3,0 л/га. Максимальная доза в опыте соответствует производственной при однократном применении гербицида. В контрольный вариант вместо раствора гербицида добавляли дистиллированную воду (доза 0,0 л/га).

Вычисления выполнялись с использованием программы Statistica 6.0.

**Результаты и обсуждение.** В экспериментах обращает на себя внимание действие фитотоксичности раундапа на зародышевый корешок (см. таблицу).

**Реакция проростков сосны на действие раундапа**

Доза, гербицида, л/га	Длина, см			Гипокотиль / зародышевый корешок
	зародышевый корешок	гипокотиль	проросток	
Апрель, 2009				
0,0	1,97 + 0,081	3,60 + 0,090	5,57 + 0,119	1,95 + 0,098
0,01	1,98 + 0,091	3,35 + 0,074	5,34 + 0,128	1,80 + 0,084
0,05	2,26 + 0,104	3,35 + 0,082	5,62 + 0,142	1,59 + 0,076
0,1	2,26 + 0,089	3,30 + 0,090	5,56 + 0,124	1,56 + 0,080
0,5	1,77 + 0,067	3,20 + 0,070	4,98 + 0,087	1,93 + 0,092
1,0	1,39 + 0,069	3,23 + 0,105	4,62 + 0,156	2,45 + 0,091
3,0	1,00 + 0,047	3,15 + 0,090	4,15 + 0,115	3,37 + 0,185
Июль, 2010 г.				
0,0	2,34 + 0,076	3,27 + 0,053	5,61 + 0,079	1,40 + 0,067
0,01	2,56 + 0,081	3,10 + 0,054	5,66 + 0,108	1,21 + 0,040
0,05	2,52 + 0,092	3,06 + 0,071	5,58 + 0,115	1,21 + 0,063
0,1	2,62 + 0,102	2,86 + 0,055	5,48 + 0,109	1,09 + 0,051
0,5	1,98 + 0,080	3,31 + 0,074	5,29 + 0,095	1,67 + 0,088
1,0	1,49 + 0,055	3,14 + 0,065	4,63 + 0,100	2,11 + 0,075
3,0	1,05 + 0,048	3,06 + 0,075	4,11 + 0,087	2,91 + 0,170
Октябрь, 2010 г.				
0,0	2,16 + 0,095	3,23 + 0,070	5,39 + 0,142	1,49 + 0,065
0,01	2,41 + 0,087	3,35 + 0,085	5,76 + 0,121	1,39 + 0,060
0,05	2,53 + 0,082	3,25 + 0,073	5,78 + 0,113	1,28 + 0,048
0,1	2,23 + 0,078	3,42 + 0,085	5,65 + 0,115	1,53 + 0,071
0,5	1,92 + 0,071	3,38 + 0,093	5,30 + 0,117	1,76 + 0,090
1,0	1,53 + 0,055	3,22 + 0,060	4,75 + 0,095	2,10 + 0,066
3,0	0,99 + 0,029	3,34 + 0,054	4,33 + 0,070	3,37 + 0,109

При небольших дозах 0,01–0,1 л/га отмечается увеличение его длины, что является в этих концентрациях действием раундапа как ростового вещества (что свойственно многим пестицидам). Доза 1,0 л/га вызывает угнетение роста корешка более, чем на 30 % по сравнению с контролем. В биологических исследованиях принято считать различие с контролем в 30 % и более подтверждением токсичности. В то же время наблюдается стабильный рост гипокотыля. При этом вследствие сокращения размеров корня увеличивается соотношение между гипокотилем и корнем, что является четким диагностическим показателем нарушения морфологии проростка. Таким образом, под действием токсичных для сосны доз раундапа возникает дисбаланс роста зародышевого корешка и стволика, в процессе развития нарушается скоординированность их размеров. Корень небольшого размера не способен удержать сеянец, и он падает на землю.

### **Выводы**

1. В небольших концентрациях раундап обладает свойствами ростового вещества.
2. Достоверное ингибирование роста корешка под воздействием раундапа наблюдается с дозы 1,0 л/га. При этом для роста гипокотыля характерна стабильность.
3. Увеличение соотношения между гипокотилем и корешком является показателем нарушения морфологии проростка.
4. Дисбаланс в росте основных органов проростков ведет к неинфекционному полеганию семян

### **Библиографический список**

1. *Мажарова, И.В.* Пестициды и охрана окружающей среды Мажарова [Текст] / И.В. Мажарова // Сельскохозяйственная биология. – 1989. – № 5. – С. 103–111.
2. *Яблоков, А.В.* Ядовитая приправа [Текст] / А.В. Яблоков. – М.: Мысль, 1990. – 125 с.
3. *Захаренко В.А.* Гербициды [Текст] / В.А. Захаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
4. *Новосельцева, А.И.* Справочник по лесным питомникам [Текст] / А.И. Новосельцева, Н.А. Смирнов. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 280 с.
5. *Скурлатов, Ю.И.* Введение в экологическую химию [Текст] / Ю.И. Скурлатов, Г.Г. Дука, А. Мизите. – М.: Высш. шк., 1994. – 400 с.
6. *Бабьева, И.П.* Биология почвы [Текст] / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: МГУ, 1989. – 336 с.
7. *Лебедева, Г.Ф.* Гербициды и почва [Текст] / Г.Ф. Лебедева, В.И. Агапов, Ю.Н. Благовещенский, В.П. Самсонова. – М.: МГУ, 1990. – 206 с.
8. *Лунев, М.И.* Влияние почвенно-климатических условий на динамику разложения гербицида 2,4-Д [Текст] / М.И. Лунев, А.П. Сидорова, Л.Л. Поповичева // Экологические

проблемы охраны живой природы : тез. Всесоюз. конф. – М., 1990. – Ч. 2. – С. 138–139.

9. *Фрейберг, И.А.* Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения [Текст] / И.А. Фрейберг, М.В. Ермакова, С.К. Стеценко. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 74 с.

10. *Cox, C.* Glyphosate (Roundap) [Text] / C. Cox // Journal of pesticide reform. – 1998. – Vol. 18, no. 3. – P. 3–16.

11. *Лунев, М.И.* Методические и экономические аспекты контроля гербицидной фитотоксичности почв в земледелии [Текст] / М.И. Лунев // Тр. V Всесоюз. совещ. по исслед. миграции загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л., 1989. – С. 91–95.

12. *Самгин, П.А.* Инактивация и передвижение триазиновых гербицидов в почве (Обзор) [Текст] / П.А. Самгин. – М., 1975. – 58 с.

13. *Иванова, А.С.* Последствия применения стойких хлорорганических пестицидов в садах Крыма [Текст] / А.С. Иванова // Агрохимия. – 2001. – № 3. – С. 42–50.

14. *Цукерман, В.Г.* Прогноз разложения и накопления пестицидов в почве [Текст] / В.Г. Цукерман, Э.Я. Чавар // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – С. 114–121.

15. *Фрейберг, И.А.* Реакция семян сосны обыкновенной на обработку семян фунгицидами, ТМТД и фундазолом [Текст] / И.А. Фрейберг, М.В. Ермакова, Н.А. Кислицина // Лесоведение. – 1995. – № 3. – С. 57–64.

16. *Фрейберг, И.А.* Фенотипические изменения семян сосны обыкновенной под влиянием пестицидов [Текст] / И.А. Фрейберг, М.В. Ермакова, О.В. Толчка // Лесоведение. – 1997. – № 3. – С. 61–69.

17. *Фрейберг, И.А.* Влияние пестицидов на морфологию и физиолого-биохимические показатели семян сосны обыкновенной [Текст] / И.А. Фрейберг, М.В. Ермакова, С.К. Стеценко // Лесоведение. – 2004. – № 2. – С. 55–60.

18. *Федоров, А.А.* Тератология и формообразование у растений [Текст] / А.А. Федоров // Комаровские чтения. XI. – М.; Л.: АН СССР, 1958. – 28 с.

19. *Гродницкая, И.Д.* Использование микробов-интродуцентов в решении проблем биоремедиации лесопитомников [Текст] / И.Д. Гродницкая, Н.Д. Сорокин // Структурно-функциональная организация и динамика лесов : матер. Всерос. конф. – Красноярск: Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2004. – С. 416–419.

20. *Мочалкина, К.И.* Различия в видовой чувствительности проростков к гербицидам [Текст] / К.И. Мочалкина, Г.С. Спиридонова, Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков // Химия в сельском хозяйстве. – 1979. – № 7. – С. 42–44.

21. Практикум по химической защите растений [Текст] / под ред. Г.С.Груздева. – М.: Колос, 1992. – 271 с.

---

**Введение.** Нарушение морфологии семян сосны (тератогенез) в питомниках вызывается пестицидами. В лабораторных экспериментах исследовалось влияние различных доз раундапа на морфологию проростка сосны. Установлена доза, ингибирующая рост корешка, при стабильном росте гипокотилия, что способно вызвать неинфекционное полегание семян.

**Материал и методы.** Фитотоксичность доз раундапа определяли в климатической камере измерением органов двухнедельных проростков сосны обыкновенной, которые выращивали на агаровой среде с добавлением разных доз препарата.

**Результаты и обсуждение.** Установлены дозы раундапа, при которых он проявляет себя как ростовое вещество, и дозы, ингибирующие рост зародышевого корешка при стабильном росте гипокотыля. Нескоординированность роста органов проростка ведет к нарушению его морфологии и является причиной неинфекционного полегания сеянцев.

**Выводы.** Достоверное ингибирование роста зародышевого корешка под воздействием раундапа наблюдается с дозы 1,0 л/га при стабильном росте гипокотыля.

Дисбаланс в росте основных органов проростков свидетельствует о нарушении их морфологии и приводит к неинфекционному полеганию сеянцев.

\* \* \*

**Introduction.** Disruptions in the morphology of pine seedlings (teratogenesis) in forest nurseries is caused by pesticides. The effect of different doses of Roundup on morphology of pine seedlings was studied in laboratory experiments. The pesticide dose which can cause non-infectious lodging of seedlings was determined. The lodging took place because of inhibition of root growth during the unchanged growth of hypocotyl.

**Materials and methods.** Phytotoxicity of Roundup was determined in plant growing chamber by the reaction of a two-week seedlings of Scots pine, which were grown on agar media supplemented with different doses of the pesticide.

**Results and Discussion.** Roundup doses that promote or inhibit the growth of seedling root and hypocotyl were determined. The misbalances in seedling growth lead to a disruptions in its morphology and non-infectious lodging of seedlings.

**Conclusions.** Significant inhibition of root growth under the influence of Roundup is observed with a dose of 1 l/ha with a steady growth of the hypocotyl. The disbalances in growth of seedling parts leads to disruptions in its morphology and to non-infectious lodging of seedlings.

**Владимир Владимирович Черпаков**, кандидат биологических наук,  
доцент, [cherpakov@rambler.ru](mailto:cherpakov@rambler.ru),  
*Академия маркетинга и социально-информационных технологий, г. Краснодар*

## **БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ ЛЕСНЫХ ПОРОД В ПАТОЛОГИИ ЛЕСА**

**Бактериозы, лес, патология, диагностика, фитопатогенные бактерии.  
Bacterial diseases, forest, pathology, diagnostics, phytopathogenic bacteria.**

Бактериальные болезни хвойных и лиственных пород – слабо изученная часть патологии леса. В 1880 г. Берилл впервые доказал, что бактерии вызывают болезнь растения. В монографии А.А. Ячевского «Бактериозы растений» в 1935 г. [1] упоминалось более 470 родов питающих растений – злаки, бобовые, крестоцветные, тыквенные, томаты, технические, цветочные и др. Из них древесно-кустарниковые породы – плодовые, цитрусовые, некоторые лесные – составляли не более 10 %. С тех пор в фитобактериологии мало что изменилось. Из почти 10 тысяч видов, описанных в царстве безъядерных организмов (*Procariota*), к фитопатогенным бактериям (ФПБ) отнесены около 350 видов, форм, типов, рас, вариаций, вызывающих свыше сотни бактериозов на нескольких тысячах видов растений-хозяев среди которых лесные породы составляют несколько десятков. Очевидно, что эти соотношения отражают не более чем уровень знаний. Тем не менее, в число поражаемых входят главнейшие виды и роды лесных пород – сосна, ель, пихта, лиственница, псевдоцуга, криптомерия, можжевельник, тис, дуб, бук, ясень, ильмовые, липа, клен, орех, каштан, тополь, ольха, граб, береза, ива, рябина, грабинник, айлант, бархат, орешник, конский каштан, эвкалипт, боярышник, груша, яблоня, сирень, кизильник, акация, альбиция, гледичия, псевдоакация, лох, олеандр, самшит, рододендрон и др. Среди указанных таксонов – все основные лесообразователи России, деревья и кустарники используемые в зеленом строительстве (в том числе интродуценты). Бактериозы выявлены и на грибах, у которых с ФПБ возникают сложные мутуалистические взаимоотношения. Можно утверждать, что в природе нет растений, у которых отсутствуют бактериозы.

Наиболее важным аспектом бактериозов является вредоносность. В лесной фитопатологии бактериозам никогда не придавалось большое значение, ввиду слабой осведомленности и недостаточности исследований. В учебниках по лесной фитопатологии, лесозащите, справочниках по защите леса от вредителей и болезней, изданных с 1969 до 1990 г., при объеме изданий от 214 до 415 страниц бактериозам отведено от 8 до 0,5 (!) страниц. В монографии «Патология

леса» (1978) не нашлось места не только бактериозам, но вообще инфекционным болезням – из 270 страниц им отведено 11, а их прогнозированию – 11 строчек [2]. Слабая информированность, невидимость ФПБ при лесопатологических обследованиях, создает обманчивое ощущение малозначительности бактериозов в патологических процессах. За рубежом бактериозы древесных растений традиционно рассматриваются в сфере сельского хозяйства, как наносящие ущерб садовым и парковым насаждениям, и не связываются с массовыми усыханиями лесов. В советской фитобактериологии с 1967 по 1990 г., по данным шести всесоюзных конференций, приоритетной была сельскохозяйственная тематика – из всех докладов (от 85 до 164), лесным бактериозам посвящено около 5 % [3–9]. Несомненно, количество описываемых лесных бактериозов будет возрастать по мере расширения и углубления исследований. Это подтверждает и краткая ретроспектива их изучения.

До 1960 г. в мире на лесных породах было описано не более полутора десятков бактериозов – на осне, ясене, грецком орехе, вязе, клене, орешнике, тополе [10]. Из них в СССР были найдены всего два – бактериальный рак тополя (*Pseudomonas rimaefaciens*) и туберкулез ясеня (*Pseudomonas savastanoi*), значение которых было невелико, как и значение этих пород в лесах СССР [10]. Бактериозы в этот период рассматривались как экзотические патологии, проявлявшиеся в основном в искусственных лесонасаждениях – лесополосах, городских посадках, питомниках и парках. Основатель мировой лесной фитобактериологии А.Л. Щербин-Пафененко впервые связал бактериозы с фактами массовой гибели сеянцев, лесных культур и усыханиями лесов. Изучая в 1950-е гг. гибель дубрав, как миколог, он обратил внимание на бактерии, доказал экспериментально их патогенность и роль в патологических процессах, установил явление внутренней бессимптомной бактериальной зараженности семян. В 1963 г., в первой отечественной и мировой монографической работе [11], им обобщены знания о бактериальных болезнях, впервые описан чрезвычайно вредоносный бактериоз – бактериальная водянка (*Erwinia multivora*), другие бактериозы (*Erwinia lignifilla*, *Xanthomonas quercus*, *Bacterium* sp.). Выявлена зараженность семян, желудей, шишек, почвы, роль насекомых в переносе бактериальной инфекции. В последующих работах им было продолжено бактериозное направление в лесной фитопатологии.

В 1970–1980-х гг. Р.И. Гвоздяк и Л.М. Яковлева выявили в Украине бактериозы бука (*Erwinia horticola*, *Erwinia rapontici*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas* sp.), граба (*Clostridium butyricum* v. *fitopatogenicum*), тополя (*Pseudomonas cerasi*, *Erwinia nimipressuralis*, *Bacillus populi*), уделив основное внимание изучению биологических свойств возбудителей [12]. А.Ф. Гойчуком изучены бактериозы дуба (*Erw. nimipressuralis*, *Erwinia rapontici*, *Erwinia quercina*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas fluorescens*, *Ps.* sp.). В западных областях Украины С.В. Шевченко установлено распространение бактериальной водянки дуба

и граба (*Erw. multivora*), бактериального рака ясеня (*Pseudomonas fraxini*), бактериального некроза бука, бактериальной гнили пихты и др.

В 1980-х гг. в Средней и Восточной Сибири Т.М. Рыбалко и А.Б. Гукасян выявили и изучили бактериозы хвойных пород – раково-язвенное заболевание (*Pseudomonas syringae*) лиственницы сибирской, сосны обыкновенной, бактериальную водянку (*Erw. nimipressuralis*) лиственницы, пихты, сосны, кедра, язвенное заболевание (*Erwinia quercina* р.в. *rubrificiens*) лиственницы, сосны, пихты, кедра, бактериозы сеянцев и саженцев в питомниках [13].

В мировой фитобактериологии болезнью № 1 признается бактериальный ожог (Fire blight). Бактериоз и его возбудителя (*Micrococcus amylovorus*) впервые описал в 1882 г. Берилл – первооткрыватель ФПБ, на плодовых породах из розоцветных, но затем нашел его и на ряде «чисто» лесных пород – орехе сером, тополях итальянском, черном, канадском, ясене, клене, вязе, сирени, иве. В дальнейшем ожог был выявлен более чем у 180 древесных, кустарниковых и даже травянистых видов, однако упомянутые Бериллом лесные породы считали недостоверными, бактериоз стал именоваться – «бактериальный ожог плодовых культур» (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.). Сегодня, более чем в 40 странах мира смертельная болезнь наносит садам и рекреационным насаждениям огромный ущерб, исчисляемый сотнями миллионов долларов. В СССР, ожог считался объектом внешнего карантина, несмотря на то, что был найден во всех приграничных странах. Сведения, о наличии бактериального ожога в садах СССР, поступавшие от фитобактериологов Украины, Армении, Грузии, Приморского края, других регионов, всякий раз признавались недостоверными.

В начале 1970-х гг., продолжая работы А.Л. Щербин-Парфененко, автором изучалась бактериальная водянка (*Erw. multivora*) на сосне, пихте кавказской, ильмовых, дубе, ясене, айланте и других породах. Одновременно на лесных породах нами в 1976 г. был выявлен и впервые описан новый опасный бактериоз – бактериальный ожог [14]. Несмотря на то, что указанные Бериллом лесные породы не были признаны в качестве хозяев *Erw. amylovora*, другие исследователи позже все же нашли бактериоз на лесных видах – боярышнике, рябине, кизильнике, дикой груше, мушмуле, пираканте, которые стали признанными индикаторами бактериального ожога. При появлении болезни в садах происходит массовое усыхание и гибель деревьев, чему способствуют одновозрастность и монокультура насаждения. Для ликвидации очага деревья корчуют и сжигают, однако инфекция *Erw. amylovora* обычно параллельно охватывает дикорастущие розоцветные и другие породы ввиду полифагии возбудителя и распространения его многими видами насекомых. Поражаемые лесные породы становятся естественными резервуарами патогена. Во всех странах, где распространен бактериальный ожог, ревизия инфекционного фона на наличие *Erw. amylovora* происходит по характерной симптоматике и оценке состояния этих

видов в дикой природе с последующей изоляцией возбудителя. Например, быстрому распространению бактериоза в Англии способствовали насаждения боярышника. Обследования в 2011 г. ВНИИКР в Польше питомников плодовых и декоративных культур выявили инфицирование *Erw. amylovora* рябины, кизильника, пираканты, груши [15]. Указанные виды считаются наиболее восприимчивыми к бактериальному ожогу.

Выявленный нами бактериальный ожог на видах лиственных и хвойных пород (бук, дуб, граб, ильмовые, ясень, айлант, береза, рябина, ива, лох, катальпа, альбиция, гледичия, орех, каштан, сосна, пихта, ель и др.) имел некоторые отличия (в частности – поражение ксилемной части), в связи с чем возбудитель идентифицирован как *Erwinia amylovora* var. *ligniphila* [16]. Поражение лесных пород бактериальным ожогом было найдено нами в регионах России и Украины [17–20]. Автор неоднократно принимал участие в разного рода Комиссиях и обследованиях в качестве эксперта, однако замалчивание проблемы бактериального ожога в СССР нанесло непоправимый ущерб садам, паркам, лесным питомникам и лесам. Официальное признание наличия в стране бактериального ожога закрывало выход на мировой рынок поставок из СССР, как страны свободной от инфекции *Erw. amylovora*, прививочного материала, сеянцев, саженцев и черенков.

Только после распада СССР и снятия табу на информацию «выяснилось», что самый опасный бактериоз присутствует на территории страны. Бактериальный ожог и его возбудитель *Erw. amylovora*, были обнаружены: в 1989 г. в Армении, в 1997 г. в Киевской, Приднестровской, позже – в Одесской обл., в 2003 г. в Закарпатской и Черновицкой, в 2005 г. в Винницкой, Ивано-Франковской обл. Украины; в 2005 г. в Молдове, в 2007 г. в Латвии и Литве, в 2008 г. в Беларуси. В России в 2009 г. Россельхознадзор перевел бактериальный ожог из группы «отсутствующие на территории России» в группу «ограниченно распространенные на территории России». Очаги бактериального ожога к 2010 г. были выявлены в садах Калининградской, Саратовской, Самарской, Волгоградской, Воронежской, Белгородской, Тамбовской обл., Ставропольском крае и в Карачаево-Черкесии. Сегодня эти данные подтверждены карантинными госинспекциями и опубликованными исследованиями [21–24].

Бактериальные болезни лесных пород ввиду специфичности экологии возбудителей играют особую роль в патогенезе при усыхании девственных и малонарушенных лесов, лесных культур, лесных полос, отдельных видов лесных пород, массовой гибели подроста и самосева, семенного, посевного и посадочного материала, в том числе черенков, привоев и подвоев в лесных питомниках, охватывая нередко разные виды одного рода. Развитие инфекции ФПБ, благодаря их сапрофитной сущности, ведет к потере деловых качеств древесины не только на корню, но и при хранении. ФПБ вызывают загнивание и гибель

плодов, шишек, семян в природе, при хранении, а также семян при стратификации. Развитием некоторых видов ФПБ обусловлено опасное явление в лесном семеноводстве – внутренняя бессимптомная зараженность лесных семян, через которые бактериальная инфекция передается потомству в онтогенезе. Инфекция ФПБ, среди основных патогенов леса – насекомых, грибов и других организмов – имеет ряд особенностей не свойственных их биологии из которых наиболее важные – невидимость бактерий невооруженным глазом и чрезвычайно высокая скорость размножения. При благоприятных условиях (рН, влажность, питательный состав субстрата, температурный режим и др.) потомство одной бактериальной клетки, благодаря ее бинарному делению, удваивается каждые 20–25 мин. Рост популяции ФПБ происходит в геометрической прогрессии, потомство одной бактериальной палочки через несколько часов достигает сотен миллиардов единиц. Это способствует накоплению в древостоях, лесных питомниках, теплицах, отдельных деревьях, ветках, корнях, сеянцах, саженцах, шишках, плодах, семенах и других объектах бактериальной атаки критической массы инфекционной нагрузки, при которой плотность бактериальных популяций неизбежно вызывает патологический процесс в органах и тканях: ксилеме, флоэме, камбии, в межклеточном пространстве, сосудах и трахеидах, листьях, хвое, почках, цветах, завязях. Инкубационный период часто составляет от 6–12 ч до трех-четырех суток. На такую скорость атаки не способны фитопатогенные грибы, имеющие циклическое развитие, разные стадии спороношения и плодоношения. ФПБ могут параллельно находиться в мутуалистических взаимоотношениях с растениями и грибами. В таксономическом отношении ФПБ, патогенные для древесных растений, имеют сравнительно небольшое разнообразие, представлены в родах: *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Agrobacterium*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*. Классификация бактерий развивается в двух направлениях – фенотипическом и филогенетическом, основанном на ДНК-ДНК гибридизации. Идентификация вида ФПБ нередко осложнена большой вариабельностью бактерий в культурально-морфологических, биохимических, патогенных свойствах, наличием генных мутаций, которые, в зависимости от условий развития популяций, легко закрепляются в потомстве. Однако, в плане сохранения биологического разнообразия лесных экосистем, решения проблем усыхания и гибели лесов, лесопатологической диагностики, разработки приемов и методов получения здорового посевного и посадочного материала, оздоровления лесополос и лесных культур, формирования устойчивых лесов – для нужд лесного хозяйства, лесной генетики и селекции, самыми важными и актуальными вопросами деятельности ФПБ являются их патогенность, агрессивность, вредоносность, своевременная и объективная диагностика.

В основе классификации бактериозов лесных пород может быть несколько подходов, но наиболее оптимальной представляется классификация по общему

характеру поражения. В связи с этим выделяются следующие основные типы бактериозов.

1. Бактериальный ожог (увядание). Проявляется на ветвях, побегах, листьях, хвое, цветах, завязях, свежем приросте, с изменением цвета на оливковый, бурый, оранжево-красный, черный. Ожогу предшествует внезапное увядание листьев, обвисание побегов и кисточек прироста хвои, загибание их крючком. Визуально, дерево, кустарник, сеянец имеют вид опаленного огнем (*Erw. amylovora*, *Erw. amylovora* var. *ligniphila*, *Ps. syringae* [различные патовары], *Xanthomonas campestris*, *Xylella fastidiosa*).

2. Бактериальная водянка. Характеризуется сильным обводнением и насыщением жидкостью различных тканей, но особенно древесины ствола и ветвей; формирует мокрое патологическое ядро у ядровых, и заболонных пород. Активное сбраживание бактериями углеводов и образование газа приводит к образованию на стволах и ветвях продольных трещин с истечением жидкости с запахом кислого, масляно-кислого брожения (*Erw. multivora*, *Erwinia salicis*, *Erw. nimipressuralis*, *Enterobacter cloacae*).

3. Бактериальный некроз. Проявляется в образовании на стволах ветвях продольно-вертикальных отграниченных сухобочин, окольцовок (особенно в зоне корневой шейки) и полуокольцовок, пятен (некротизированных участков, часто вокруг сучка). Кора западает, камбий отмирает, отграниченный участок обрастает валиком каллюса (*Erw. multivora*, *Erw. amylovora* var. *liniphila*, *Ps. syringae* и др.).

4. Опухоли и новообразования. Своеобразные вздутия стволов, ветвей, тонких веточек в результате гиперплазии или гиперпластии клеток тканей ксилемы и флоэмы. На тонких ветках, выше новообразования, происходит отмирание. На стволах часто именуется как поперечный рак ствола (*Ps. syringae* [различные патовары], *Ps. quercus*, *Xanthomonas populi*, *Clostr. butyricum*, *Bacil. populi*, *Agrobacterium pseudotsugae* и др.).

5. Раковые раны и трещины (изъязвления). Тип поражения связан с разрывом тканей ксилемы под воздействием механического внутреннего давления газов, продуцируемых бактериями и скопившейся жидкости – при температурах ниже нуля градуусов расширение жидкости приводит к разрыву тканей ксилемы. Такие раны обычно именуют – «морозобойный рак» (*Erw. multivora*).

6. Пятнистости и некроз листьев, хвои. Пятнистость обычно имеет концентрическую структуру пятна, по принципу реакции сверхчувствительности, при этом отмершая часть центра пятна может выпадать, образуя дырчатость. Пятна могут сливаться, некротизируя полностью или частично поверхность листовых пластинок или хвоинки. Некротизация также может распространяться по жилкам листа, или же начинаться с края, захватывая полностью или частично всю поверхность (*Ps. syringae* [различные патовары], *Xylella fastidiosa* и др.).

7. Бактериальная гниль корней. В отличие от многих типов грибных гнилей, бактериальные сопровождаются мокротами, перенасыщением древесины

корней влагой и мацерацией ткани коркового слоя, связанной с разрушением бактериями срединной пластинки – межклетников (*Erw. multivora*).

8. Бактериальный рак корней. Заболевание связано с образованием на корнях и корневой шейке наплывов и наростов различного размера ввиду гиперплазии клеток. Наросты вначале мягкие, впоследствии «деревянеют», распадаются (*Agrobacterium tumefaciens*).

9. Бактериальная гниль семян, шишек, плодов. Сопровождается появлением на поверхности некротических пятен, капель эксудата, стекловидностью эндосперма, мягкой гнилью с мацерацией тканей (*Erw. multivora*, *Brenneria quercina*).

10. Бактериальная гниль сеянцев и самосева. Проявляется в мокром загнивании корешков, кольцевых перетяжках осевого побега, увядании, с побурением и почернением семядольных листочков или хвои в виде ожога оранжево-бурого цвета (*Erw. multivora*, *Erw. amylovora* var. *liniphila*, *Ps. syringae*).

С расширением знаний о бактериозах параллельно идет процесс совершенствования методик и технологий изучения ФПБ. Появление методов исследования на генно-молекулярном уровне стимулировало перманентный процесс реклассифицирования родов бактерий, в связи с чем ряд видов не только поменяли свою родовую принадлежность, но и утратили статус вида, перейдя в разряд биоваров, патоваров, прочих вариаций. Для практики лесной патологии это представляет определенные затруднения. Приведенная выше классификация дает лишь самые общие представления о типах лесных бактериозов. Иногда на одном дереве можно наблюдать проявление сразу нескольких типов бактериозов одновременно. Попытки давать название бактериоза для каждого вида ФПБ привели к большой путанице в фитобактериологии. Более того – один и тот же тип бактериоза может вызываться разными возбудителями, а также – один и тот же вид ФПБ может вызывать разные типы поражений. Многие виды ФПБ вызывают системные заболевания, инициируя патологический процесс разных органов, тканей и частей растения-хозяина, проявляясь на разных стадиях онтогенеза. Среди ФПБ лесных пород неизвестны облигатные паразиты, один и тот же вид может выступать как паразит, сапрофит или симбионт как по отношению к растению-хозяину, так и к сопутствующей микрофлоре и патогенам – грибам и насекомым. Практически все ФПБ – полифаги, факультативные паразиты, хемоорганогетеротрофы, т. е. обладают высочайшей экологической пластичностью выживания в природе и возможностью вызывать патологический процесс в любой момент при биохимической подготовленности тканей хозяина и оптимальных условиях среды (известный принцип Пастера: «микроб ничто, субстрат все»).

Диагностика лесных бактериозов может проходить только на общем патологическом фоне. Но тут любой эксперт, анализируя факты усыхания и гибели лесных пород, сталкивается с массой признаков, характерных для грибных

болезней, которые часто похожи или полностью совпадают с бактериальными, особенно если имеет место хронический патологический процесс. Это объясняется одинаковой реакцией растения-хозяина на поражение одних и тех же тканей и органов. В «классических» примерах главных болезней лесных пород, ответ на вопрос «Что есть причина?» предопределен самим названием патологий: графтиоз (голландская болезнь) ильмовых, крифонектриевый рак каштана, фузариоз сеянцев, трахеомикоз дуба и т. п. По такому же принципу практически повсеместно любой факт гибели сосны объявляется действием корневой губки или опенка. Во всех указанных патологиях всегда присутствуют ФПБ, обычно проходя первым эшелон по живым тканям и подготавливая их для дальнейшей колонизации грибами. Между ФПБ и грибами не возникает антагонизма, часто быстрая гибель растения – результат синергетического эффекта. Заблуждения в диагностике во многом формируются антропоморфным образом мышления. Но ФПБ всегда имеют и самостоятельное значение, особенно при острых, скоротечных патологиях как, например, бактериальный ожог. Специфичность экологии ФПБ отражают специфические, только им свойственные симптомы и характер патологических процессов, в связи с чем для практики лесопатологического надзора и мониторинга требуется разработка дифференциальной диагностики лесных бактериозов. В числе этих симптомов и признаков наиболее значимы следующие:

- «выхватывание» в древостое лучших, высокобонитетных деревьев, часто плюсовых;
- увядание всегда внезапное, по принципу апоплексического удара, иногда листья или хвоя не успевают потерять зеленую окраску, но после увядания обычно принимают оранжевый, оранжево-бурый цвет;
- резкое падение прироста по диаметру, внезапное прекращение деятельности камбия;
- эксудат – разного цвета и консистенции: от жидкого, водянистого, до тягучего, застывающего каплями; цвет – прозрачный, белый, янтарно-желтый, вишневый, бурый, черный жидкий, черный смолистый; у хвойных капли смолы, смолотеки; проявляется в трещинках коры, на шишках, семенах, плодах, завязях, побегах, листьях и др.;
- волдыри, желваки и вздутия под корой или перидермой, отслаивание и взлохмачивание перидермы;
- потеки и разного рода мокроты, обводнения тканей, обильные истечения жидкости из продольных трещин стволов и ветвей (разрыв заболонной и ядровой древесины производят только бактерии), развилки стволов и ветвей с запахом кислого, масляно-кислого брожения;
- обильное насыщение жидкостью заболонной и ядровой древесины, формирование «ложного» ядра; при валке дерева жидкость, при разрезе пилой, фонтанирует с выделением метана, который горит;

- закупорка сосудов и трахеид, в отличие от грибных (гифы, тиллы) – камедью или смолой (у хвойных);
- провальные западения коры, обусловленные, внутренним пятнистым или кольцевым некрозом камбия;
- стекловидность, «промасленность», тканей органов, плодов, семян;
- мягкие, мокрые гнили, корней, шишек, плодов, семян, размочаливание луба коры;
- приверженность ФПБ к точкам роста, весенняя и осенняя сезонные активности.

Приводимые симптомы и признаки охватывают далеко не всю специфику бактериального симптогенеза и патологических процессов, но перечисленное не свойственно биологии грибов, хотя часто им и приписывается. Бактериальные раковые раны, изъязвления, опухоли, равно как и патология «желтый флаг», требуют более детальной дифференциации, ввиду схожести с грибными. В исследованиях бактериозов обязательно соблюдение «принципа коховской триады». Специфичность их проявления установлена нами не только в природе (исследования проводили на Кавказе, Украине, Европейской России, Западной и Восточной Сибири, Дальнем Востоке, Вьетнаме, Германии, США), но также лабораторным изучением экологических свойств чистых культур, опытами по искусственному заражению в полевых и лабораторных условиях (подтверждены типичные симптомы, выделены реизоляты). Вредоносность бактериозов не равнозначна их агрессивности. Не существует единого интегрального показателя вредоносности. Вредоносность может оцениваться на нескольких уровнях – экосистемном, биоценоотическом, популяционно-видовом, особи в онтогенезе. Важна функциональность объекта поражения. Может иметь место биологическая, экологическая, хозяйственная вредоносность. Бактериоз с высоким уровнем хозяйственной вредоносности часто обладает невысокой экологической вредоносностью. Наибольшей биологической вредоносностью обладают ФПБ, поражающие жизненно важные и не восстанавливающиеся ткани и органы – корни, камбий, сосуды, трахеиды, работающие кольца заболони, что приводит к гибели древесное растение. Наиболее вредоносны системные бактериозы – бактериальный ожог и бактериальная водянка, в связи с поражаемостью всех тканей и органов. Их возбудители – полифаги, инфекция передается потомству в онтогенезе через семена, наиболее опасно их смешанное поражение ввиду общих хозяев.

Плодовые сады и питомники европейской России, прилегающих стран СНГ и Балтии поражены наиболее опасным бактериозом древесных – бактериальным ожогом. Учитывая поражаемость *Erw. amylovora* лесных пород, существует реальная угроза возникновения очагов бактериального ожога в лесах России. Должны тщательно соблюдаться карантинные, фитосанитарные мероприятия, с повышенным вниманием вестись лесопатологический мониторинг.

### Библиографический список

1. Ячевский, А.А. Бактериозы растений [Текст] / А.А. Ячевский. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. – 709 с.
2. Воронцов, А.И. Патология леса [Текст] / А.И. Воронцов. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 272 с.
3. Бактериальные болезни растений и методы борьбы с ними [Текст] // Тр. Первого Всесоюз. симп. по бактериальным болезням растений. – Киев: Наукова думка, 1968. – 359 с.
4. Конференция по бактериальным болезням растений [Текст]. – Киев, 1972. – 144 с.
5. Состояние и перспективы развития научных исследований по предотвращению резистентности у вредителей и возбудителей болезней к пестицидам и разработка эффективных мер борьбы с бактериальными болезнями растений [Текст] : тез. докл. на IV Всесоюз. совещании (Ереван, 22–24 декабря 1980 г.). – М., 1980. – 160 с.
6. III Всесоюз. конф. по бактериальным болезням растений [Текст]. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. – 276 с.
7. Фитопатогенные бактерии [Текст]. – Киев: Наукова думка, 1975. – 356 с.
8. Фитонциды. Бактериальные болезни растений [Текст]. – Киев: Наукова думка, 1985. – 160 с.
9. Фитонциды. Бактериальные болезни растений [Текст]. – Киев; Львов: Наукова думка, 1990. – Ч. II. – 146 с.
10. Израильский, В.П. Бактериальные болезни растений [Текст] / В.П. Израильский. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 468 с.
11. Щербин-Парфененко, А.Л. Бактериальные заболевания лесных пород [Текст] / А.Л. Щербин-Парфененко. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 148 с.
12. Гвоздяк, Р.И. Бактериальные болезни лесных древесных пород [Текст] / Р.И. Гвоздяк, Л.М. Яковлева. – Киев: Наукова думка, 1979. – 244 с.
13. Рыбалко, Т.Н. Бактериозы хвойных Сибири [Текст] / Т.Н. Рыбалко, А.Б. Гукасян. – Новосибирск: Наука, 1986. – 80 с.
14. Черпаков, В.В. Бактериальный ожог лесных пород [Текст] / В.В. Черпаков // III Всесоюз. конф. по бактериальным болезням растений. – Тбилиси, 1976. – С. 195–197.
15. Деятельность ФГБУ «ВНИИКР» в 2010–2011 гг. Обследования на КВО в 2010–2011 гг. Экспертизы и обнаружения КВО в продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.vniikr.ru](http://www.vniikr.ru)
16. Цилюсани, Г.А. К вопросу идентификации возбудителя бактериального ожога лесных пород [Текст] / Г.А. Цилюсани, В.В. Черпаков // матер. докл. III науч. конф. микробиологов и вирусологов. – Тбилиси, 1978. – С. 45–47.
17. Черпаков, В.В. Бактериальный ожог пихты Нордманна на Западном Кавказе [Текст] / В.В. Черпаков // Фитонциды. Бактериальные болезни растений. – Киев, 1985. – С. 103–104.
18. Черпаков, В.В. Бактериозы лесных пород Западной Сибири [Текст] / В.В. Черпаков // Фитонциды. Бактериальные болезни растений. – Киев, 1990. . – Ч. II. – С. 99–100.
19. Черпаков, В.В. Усыхания лесов: взаимоотношения организмов в патологических процессах [Текст] / В.В. Черпаков // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск, 2011. – Вып. 28. – С. 155–160.

20. Черпаков, В.В. Изучение причин усыхания и гибели ильмовых пород на Дальнем Востоке [Текст] / В.В. Черпаков // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск, 2011. – Вып. 30. – С. 104–108.

21. Кудина, И.В. Характеристика фитопатогенных бактерий *Erwinia amylovora*, выделенных на территории Беларуси [Текст] / И.В. Кудина, А.Л. Лагоненко, А.Н. Евтушенков // Труды БГУ. Т. 3, ч. 1: Молекулярная биология, 2008. – С. 1–8.

22. Супранович, Р.В. Бактериальный ожог плодовых культур. Рекомендации по его ликвидации. Белорусское сельское хозяйство [Текст] / Р.В. Супранович. – Минск, 2008. – № 2. – С. 66–69.

23. Бокшан, О.Я. Особенности натурализации бактериального ожога плодовых на Украине [Текст] / О.Я. Бокшан, А.М. Садляк // Защита и карантин растений. – 2009. – № 6. – С. 37–38.

24. Программа карантинных фитосанитарных мероприятий по предотвращению распространения возбудителя бактериального ожога плодовых культур (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.) на территории Российской Федерации, локализации и ликвидации его очагов на 2011–2015 гг. [Текст] : Приказ Россельхознадзора № 20 от 28.01.2011 г.

---

Бактериальные болезни лесных пород – слабо изученная часть патологии леса. К фитопатогенным бактериям отнесены около 350 видов, форм и вариаций, вызывающих более сотни бактериозов на тысячах видов растений из которых несколько десятков таксонов – основные лесообразователи и виды, используемые в зеленом строительстве – сосна, ель, пихта, лиственница, можжевельник, тис, дуб, бук, ясень, каштан, ильмовые, липа, клен, тополь, орех, боярышник, орешник, груша, яблоня, кизильник, альбиция, гледичия, лох, самшит, рододендрон и др.

В таксономическом отношении фитопатогенные бактерии лесных пород представлены в родах: *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Agrobacterium*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*. На лесных породах выявлены следующие типы бактериозов: бактериальный ожог, бактериальная водянка, бактериальный некроз, опухоли и новообразования, раковые раны и трещины, пятнистости и некроз листьев, хвои, бактериальная гниль корней, бактериальный рак корней, бактериальная гниль семян, шишек, плодов, бактериальная гниль сеянцев и самосева.

Бактериальная инфекция имеет особенности, несвойственные биологии лесных грибов и насекомых – невидимость невооруженным глазом и высокая скорость размножения. Инкубационный период составляет от 6–12 ч до трех-четырёх суток, что способствует развитию «мгновенных» вспышек эпифитотий. Вредоносность бактериозов зависит от функциональности объектов поражения. Особо вредоносны бактериозы, проявляющиеся на разных стадиях онтогенеза, поражающие невосстанавливающиеся ткани и органы – корни, камбий, флоэму, рабочие сосуды ксилемы – что приводит к гибели древесные породы. Сапрофитная сущность бактерий ведет к потере качества древесины не только на корню, но и при хранении.

Для лесного хозяйства наиболее вредоносны системные бактериозы – бактериальная водянка (*Erwinia multivora*) и бактериальный ожог (*Erwinia amylovora*). Последний

поражает не только культурные плодовые, но и многие лесные породы. Нахождение *Erwinia amylovora* в насаждениях плодовых в Молдове, Литве, Латвии, Украине, Беларуси и в 9 субъектах РФ, несет угрозу появления очагов на лесных породах в лесах России.

Бактериозы лесных пород участвуют в сложных патологических процессах, приводящих к массовым усыханиям лиственных, смешанных и хвойных лесов, вызывают заражение семян, плодов, массовую гибель самосева, подроста, сеянцев и саженцев, особо опасны в лесных культурах и в питомниках которые, ввиду монокультуры и одновозрастности, уподоблены плодовым садам и формируют устойчивые специализированные популяции фитопатогенных бактерий.

\* \* \*

Bacterial diseases of forest tree species are poorly studied part of forest phytopathology. Among phytopathogenic bacteria there are about 350 species, forms and variations causing more than hundred bacterial diseases in thousand of species of plants from which several dozens of taxa are the core forest species and the species used in greening – pine, fir-tree, fir, larch, juniper, yew, oak, beech, ash tree, chestnut, elms, linden, maple, poplar, nut, hawthorn, hazel grove, pear, apple, cotoneaster, siris, honey locust, Russian olive, box, rhododendron, etc.

Phytopathogenic bacteria of forest species represent different genera: *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Agrobacterium*, *Brenneria*, *Xylella*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Corynebacterium*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*. The following types of bacterial diseases are known on wooden plants: bacterial blight, bacterial dropsy, bacterial necrosis, tumours and new growths, cancer wounds and cracks, spotting and necrosis leaves, needles, bacterial decay of roots, bacterial cancer of roots, bacterial decay of seeds, cones, fruits, bacterial decay seedlings and self-sowing.

A bacterial infection has features unusual for biology of tree-damaging fungi and insects – invisibility with naked eye and high speed of reproduction. The incubatory period is from 6–12 h to 3–4 days. This promotes development of «instant» flashes epiphytotys. Injuriousness of bacterial diseases depends on functionality of objects of defeat. Damage of not-restoring tissues and organs – roots, cambium, phloem, working vessels of xylem – is especially harmful. The saprophyte essence of bacteria leads to loss of quality of wood not only in forests, but also during storage.

For forestry, bacterial dropsy (*Erwinia multivora*) and a bacterial blight (*Erwinia amylovora*) are the most harmful system bacterial diseases. The latter damages not only cultured fruit species but also many wild ones. Detection of *Erwinia amylovora* in fruit orchards in Moldova, Lithuania, Latvia, Ukraine, Belarus and in 9 subjects of the Russian Federation bears threat of occurrence of the centres of infection in Russian forests.

Bacterial diseases of wood plant contribute to the complex pathological processes leading to mass drying of deciduous, mixed and coniferous forests, cause infection of seeds, fruits, mass destruction of self-sowing, young growth, seeds and saplings. They are especially dangerous in forest cultures and in nurseries which because of monoculture and same-age-growing are similar to orchards and form steady specialised populations of phytopathogenic bacteria.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
<b>ЭКОЛОГИЯ ДЕНДРОФИЛЬНЫХ НАСЕКОМЫХ-ФИЛЛОФАГОВ</b>	
<i>Андреева Е.М., Жердева П.Д., Захарова Е.Ю., Шкурихин А.О.</i> Протандрия и изменчивость некоторых признаков непарного шелкопряда <i>Lymantria dispar</i> (L.) в зависимости от времени вылета имаго в ходе лабораторного эксперимента .....	4
<i>Баранчиков Ю.Н., Скузграва М., Скузграви В.</i> Дендрофильные галлицы (Diptera, Cecidomyiidae) юга Красноярского края и Республик Хакасия и Тыва .....	16
<i>Ильиных А.В., Поленогова О.В.</i> Вертикальная передача бакуловируса у непарного шелкопряда <i>Lymantria dispar</i> (L.) при низкой смертности насекомых от полиэдроза в родительском поколении .....	27
<i>Клобуков Г.И., Стрельская Т.М.</i> Реализация всплеск массового размножения зауральской популяции непарного шелкопряда <i>Lymantria dispar</i> (L.) (Lepidoptera, Lymantriidae) в различных лесорастительных условиях на северной границе ареала .....	34
<i>Кобзарь В.Ф., Кобзарь М.И., Данилов Р.Ю.</i> Непарный шелкопряд <i>Lymantria dispar</i> (L.) в Краснодарском крае: мониторинг и прогнозирование изменения плотности популяции .....	42
<i>Лямцев Н.И.</i> Очаги массового размножения и вредоносность хвоегрызущих насекомых в сосновых лесах России .....	51
<i>Пономарев В.И.</i> Длительность диапаузы у непарного шелкопряда <i>Lymantria dispar</i> (Lepidoptera, Lymantriidae): влияние абиотических и популяционных факторов .....	61
<i>Серый Г.А.</i> Видовой состав листогрызущих насекомых в дубравах Волго-Ахтубинской поймы .....	73
<i>Уткина И.А.</i> Изучение взаимодействия насекомых-филлофагов с их кормовыми породами на разных этапах биогеоценотических исследований .....	80
<b>ЭКОЛОГИЯ СТВОЛОВЫХ НАСЕКОМЫХ</b>	
<i>Кривец С.А.</i> Заметки по экологии уссурийского полиграфа <i>Polygraphus proximus</i> Blandford (Coleoptera, Scolytidae) в Западной Сибири .....	94
<i>Мешкова В.Л., Давиденко Е.В.</i> Офиостомовые грибы, переносимые короедами-корнежилами в сосновых культурах Левобережной Украины .....	106
<i>Пашенова Н.В., Петько В.М., Керчев И.А., Бабичев Н.С.</i> Перенос офиостомовых грибов уссурийским полиграфом <i>Polygraphus proximus</i> Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) в Сибири .....	114
<b>НАСЕКОМЫЕ В АНТРОПОГЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ</b>	
<i>Белицкая М.Н.</i> К вопросу об энтомофауне лесных полос .....	121
<i>Богачева И.А.</i> Обзор насекомых-филлофагов зеленых насаждений г. Екатеринбурга: сезонная динамика сообществ и факторы, ее модифицирующие .....	129

<i>Власов Д.В.</i> Фауна короедов (Coleoptera, Scolytidae) г. Ярославля .....	138
<i>Селиховкин А.В., Денисова Н.В., Тимофеева Ю.А.</i> Динамика плотности популяций минирующих микрочешуекрылых в Санкт-Петербурге .....	148
<i>Терехов Г.Г., Бирюкова А.М., Пермякова Л.П.</i> Влияние насекомых-конофагов на выход семян в шишках культур ели на Среднем Урале .....	160

## НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И ТЕНДЕНЦИИ В ЗАЩИТЕ ЛЕСА

<i>Исаев А.С., Суховольский В.Г., Овчинникова Т.М., Ковалев А.В., Пальникова Е.Н., Тарасова О.В.</i> Экологический риск вспышек массового размножения лесных насекомых, моделирование и принятие решений в задачах лесозащиты .....	173
<i>Кириченко Н.И., Томошевич М.А.</i> Разнообразие насекомых-филлофагов и патогенных грибов на древесных растениях-интродуцентах в Сибири .....	185
<i>Крылов А.М., Малахова Е.Г., Владимирова Н.А.</i> Выявление и оценка площадей катастрофических ветровалов 2009–2010 гг. по данным космической съемки .....	197
<i>Мусолин Д.Л., Саулич А.Х.</i> Вольтинизм насекомых в условиях современного изменения климата .....	208
<i>Орозумбеков А.А.</i> Защита леса в Центральной Азии: состояние и перспективы .....	222
<i>Толкач О.В.</i> Трансформация травянистого покрова лесостепных березняков вследствие зоогенной дефолиации .....	231
<i>Ширяева Н.В., Скрипник И.А., Никифоров Д.Н.</i> Санитарное состояние лесных насаждений и мероприятия по их оздоровлению в зоне строительства объектов Олимпиады 2014 г. ....	241

## ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОЙ ФИТОПАТОЛОГИИ

<i>Гродницкая И.Д.</i> Инфекционные заболевания семян хвойных в лесопитомниках Красноярского края и Хакасии и меры борьбы с ними .....	253
<i>Никитина С.М., Шатунова М.П., Тараканов В.В., Кальченко Л.И.</i> Рост-вые реакции сосны обыкновенной на токсические метаболиты гриба <i>Fusarium toniliforme</i> .....	264
<i>Сенашова В.А.</i> Болезни хвои, вызванные фитопатогенными грибами, в Средней Сибири .....	275
<i>Фрейберг И.А., Стеценко С.К.</i> Пестициды как одна из причин полегания семян сосны .....	285
<i>Черпаков В.В.</i> Бактериальные болезни лесных пород в патологии леса .....	292

## CONTENTS

Preface .....	3
<b>ECOLOGY OF DENDROPHILOUS PHYLLOPHAGOUS INSECTS</b>	
<i>Andreeva E.M., Zherdeva P.D., Zakharova E.Y., Shkurikhin A.O.</i> Protandry and variability of some traits of gypsy moth <i>Lymantria dispar</i> (L.) depending on time of imago hatching during the laboratory experiment .....	4
<i>Baranchikov Yu.N., Skuhrava M., Skuhravi V.</i> Dendrophilous gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) from the South of Krasnoyarsk Kray and Republics of Khakasiya and Tyva .....	16
<i>Ilyinykh A.V., Polenogova O.V.</i> Vertical transmission of baculovirus among gypsy moth <i>Lymantria dispar</i> (L.) under conditions of low mortality from polyhedrosis in the parental generation .....	27
<i>Klobukov G.I., Strelskaya T.M.</i> Realization of outbreaks of Trans-Urals gypsy moth <i>Lymantria dispar</i> (L.) population on the northern border of its distribution in different forest-stand conditions .....	34
<i>Kobzar V.F., Kobzar M.I., Danilov R.Yu.</i> Gypsy moth <i>Lymantria dispar</i> (L.) in Krasnodar Region: monitoring and forecasting of population density dynamics .....	42
<i>Lyamtsev N.I.</i> Outbreaks of needle-eating insects and their harmfulness in pine forests of Russia .....	51
<i>Ponomarev V.I.</i> Diapause duration in gypsy moth <i>Lymantria dispar</i> (Lepidoptera, Lymantriidae): influence of abiotic and population factors .....	61
<i>Seryi G.A.</i> Species composition of leaf-eating insects in oak groves of Volga-Akhtuba flood plain .....	73
<i>Utkina I.A.</i> Research on interactions between phyllophagous insects and their host trees at various stages of biogeocenotic studies .....	80
<b>ECOLOGY OF XYLOPHAGOUS INSECTS</b>	
<i>Krivets S.A.</i> Notes on the ecology of the fir bark beetle <i>Polygraphus proximus</i> Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) in West Siberia .....	94
<i>Meshkova V.L., Davydenko K.V.</i> Ophiostomatoid fungi vectored by bark beetles <i>Hylastes</i> spp. in pine plantations of the Left-bank Ukraine .....	106
<i>Pashenova N.V., Pet'ko V.M., Kerchev I.A., Babichev N.S.</i> Transfer of ophiostomatoid fungi by <i>Polygraphus proximus</i> Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) in Siberia .....	114
<b>INSECTS IN ANTHROPOGENIC TREE STANDS</b>	
<i>Belitskaya M.N.</i> On the insect fauna of shelter belts .....	121
<i>Bogacheva I.A.</i> Phyllophagous insects in urban greenery of Yekaterinburg City: seasonal dynamics of insect communities and some modifying factors .....	129

<i>Vlasov D.V.</i> Bark beetle (Coleoptera, Scolytidae) fauna of Yaroslavl' City .....	138
<i>Selikhovkin A.V., Denisova N.V., Timofeeva Yu.A.</i> Population dynamics of mining Microlepidoptera in Saint Petersburg .....	148
<i>Terechov G.G., Biryukova A.M., Permiakova L.P.</i> Influence of seed-eating insects on seed production of European and Siberian spruces in Middle Ural Mountains .....	160

#### NEW CHALLENGES AND TENDENCIES IN FOREST PROTECTION

<i>Isaev A.S., Soukhovolsky V.G., Ovchinnikova T.M., Kovalev A.V., Palnikova E.N., Tarasova O.V.</i> Ecological risk of forest insect outbreaks, modeling and decision-making in the tasks of forest protection .....	173
<i>Kirichenko N.I., Tomoshevich M.A.</i> Diversity of phyllophagous insects and micromycetes on alien woody plants in Siberia .....	185
<i>Krylov A.M., Malahova E.G., Vladimirova N.A.</i> Identification and assessment of forest areas damaged by windfalls in 2009–2010 by means of remote sensing .....	197
<i>Musolin D.L., Saulich A. Kh.</i> Voltinism of insects under conditions of the current climate change .....	208
<i>Orozumbekov A.A.</i> Forest protection in Central Asia: the current state and perspectives .....	222
<i>Tolkach O.V.</i> Grass cover transformation of birch forest of Steppe-Forest Zone due to zoogenic defoliation .....	231
<i>Shiryaeva N.V., Skripnick I.A., Nikiforov D.N.</i> Sanitary condition of forest stands and suggestions for its improvement in the construction zone of the Olympic Games 2014 .....	241

#### PROBLEMS OF FOREST PATHOLOGY

<i>Grodnitskaya I.D.</i> Infectious diseases of conifer seedlings in forest nurseries of Krasnoyarsk Krai and Khakasia and methods of their control .....	253
<i>Nikitina S.M., Shatunova M.P., Tarakanov V.V., Kalchenko L.I.</i> Scots pine growth responses to toxic metabolites of fungus <i>Fusarium moniliforme</i> .....	264
<i>Senashova V.A.</i> Needle diseases caused by pathogenic fungi in the Middle Siberia .....	275
<i>Freiberg I.A., Stetsenko S.K.</i> Pesticides as one of the causes of the pine seedling lodging. ....	285
<i>Cherpakov V.V.</i> Bacterial diseases of wood species in forest pathology .....	292

## РЕДАКЦИЯ СБОРНИКА НАУЧНЫХ ТРУДОВ «ИЗВЕСТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ»

### принимает для публикации:

- оригинальные статьи, содержащие результаты научных исследований, ранее не публиковавшиеся;
- сведения об изданных монографиях и учебно-методической литературе; материалы о достижениях сотрудников подразделений и кафедр Академии и т. п. в разделе «Хроника научной жизни».

«Известия СПбЛТА» издаются с 1886 г., выходят четыре раза в год и являются сборником лесотехнического профиля, включенным ВАКом России в Перечень периодических научных и научно-технических изданий.

С 2005 г. «Известия СПбЛТА» включен в систему по созданию Российского Индекса Научного Цитирования (РИНЦ) – [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru).

### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Для опубликования статьи в научном издании «Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии» автору необходимо представить в одном экземпляре следующие материалы:

- 1) авторское заявление (образец прилагается);
- 2) выписку из протокола заседания кафедры или направление – от организации, в которой выполнялась работа;
- 3) экспертное заключение о возможности опубликования статьи – от организации, в которой выполнялась работа;
- 4) список предложенных автором рецензентов (пять человек) с ученой степенью и/или званием, высококвалифицированных специалистов в данной области, с указанием электронного адреса и телефона (редколлегия сохраняет за собой право на привлечение дополнительных рецензентов);
- 5) компьютерную распечатку статьи с подписями всех авторов, аннотацией на русском и английском языках (аннотация должна отражать структуру статьи и содержать не менее 500 печатных знаков);
- 6) электронный носитель с текстом статьи и аннотацией.

### Требования к оформлению статей

Объем статьи 8–10 с. Поля: верхнее и нижнее – 3 см, левое и правое – 2,5 см. Шрифт: гарнитура Times New Roman, размер шрифта – 14 п. Межстрочный интервал – одинарный. Текст выравнивается по ширине полосы.

Последовательность расположения: индекс УДК, **имя, отчество (полностью) и фамилия автора**, ученая степень, должность, электронный адрес, полное название организации; **заглавие статьи**; ключевые слова на русском и английском языках, **текст статьи** (вводная часть, методика проведения исследований, результаты и выводы), аннотация на русском и английском языках (перед ней – инициалы и фамилия автора и заглавие статьи на русском и английском языках) (см. образец).

Для получения справочной информации обращайтесь в редакцию:  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 1-е здание, к. 304;  
тел.: (812) 670-92-69, или lautner@mail.ru

### Образец оформления статьи

УДК 630\*

*Евгений Михайлович Голиков*, доктор технических наук, профессор, *gfjxhv@mail.ru*,  
*Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия имени С.М. Кирова*

#### **ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРОВЯНЫХ СТВОЛОВ ПЕРЕДВИЖНОЙ РУБИТЕЛЬНОЙ МАШИНОЙ**

**Дровяные стволы, щепа энергетического назначения, рубительная машина.  
Unmerchantable log, chip fuel, mobile chipper.**

- текст статьи –
- аннотация на русском и английском языках –
- ФИО, название статьи на английском языке –

### Образец авторского заявления

Редакции Известий Санкт-Петербургской  
лесотехнической академии

#### ЗАЯВЛЕНИЕ.

Прошу опубликовать в научном издании «Известия СПбЛТА» статью \_\_\_\_\_

Автор статьи (ФИО полностью, год рождения): \_\_\_\_\_

Степень, должность \_\_\_\_\_

Место работы \_\_\_\_\_

E-mail, телефон и почтовый адрес \_\_\_\_\_

Автор предоставляет редакции право на воспроизведение и публикацию материалов статьи, в том числе через Интернет.

Автор несет ответственность за предоставленные материалы и гарантирует, что данное произведение не является плагиатом и никому ранее для публикации не передавалось.

\_\_\_\_\_ (подпись автора, дата заполнения)

Научное издание

ИЗВЕСТИЯ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ  
АКАДЕМИИ

Выпуск 200

*Издаются с 1886 года*

Редакторы выпуска *Д. Л. Мусолин, Ю. Н. Баранчиков и В. И. Пономарев*

Компьютерная верстка *Е. А. Корнукова*

---

Подписано в печать с оригинал-макета 04.09.12.

Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Печать цифровая.

Уч.-изд. л. 19,4. Печ. л. 19,4. Тираж 500 экз. Заказ № 267. С 214.

---

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический  
университет имени С.М. Кирова

Издательско-полиграфический отдел СПбГЛТУ  
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 3