

При использовании материалов просьба ссылаться на выходные данные
печатного источника или страницу сайта.

На правах рукописи

БЕЛОВ Дмитрий Анатольевич

**ГРЫЗУЩИЕ И МИНИРУЮЩИЕ ЛИСТВУ НАСЕКОМЫЕ
ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ МОСКВЫ**

Специальность: 03.00.09 - Энтомология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Москва - 2000

Работа выполнена на кафедре экологии и защиты леса Московского государственного университета леса.

Научный руководитель - заслуженный деятель науки,
академик РАЕН, доктор
биологических наук, профессор
Е.Г. Мозолевская

Официальные оппоненты - доктор биологических наук,
профессор
А.В. Селиховкин
кандидат биологических наук
Ю.И. Гниненко

Ведущая организация - Институт леса им. В.Н. Сукачева
СО РАН

Защита состоится 24 февраля 2000 г. на заседании
специализированного совета Д.053.31.05 при Московском государственном
университете леса в 10 часов 30 мин., аудитория 313.

Отзывы на автореферат в ДВУХ ЭКЗЕМПЛЯРАХ С ЗАВЕРЕННЫМИ
ПОДПИСЯМИ просим направлять по адресу: 141005, Московская область,
Мытищи-5, Московский государственный университет леса, ученому
секретарю.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
государственного университета леса.

Автореферат разослан « 19 » января 2000 г.

Ученый секретарь специализированного совета, кандидат
биологических наук, доцент М.В. Щепашенко

© Московский государственный университет леса, 2000

ЛР № 020718 от 02.02.1998 г.

Подписано к печати 17 января 2000 г.
Объем 1,75 п.л.

Тираж 100 экз.
Заказ №

Издательство Московского государственного университета леса

141005, Мытищи-5, Московская обл., 1-я Институтская, 1, МГУЛ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы определяется недостаточной изученностью роли дендрофильных членистоногих в условиях крупного города и необходимостью познания их видового состава, распространения, динамики численности и вредоносности. Среди них имеются виды способные к периодическому повышению численности и вспышкам массового размножения. К ним относится широко распространенная и высоко значимая группа членистоногих филлофагов, в том числе листо- и хвоегрызущие и минирующие листву и хвою насекомые, более других влияющие на устойчивость, декоративность и другие полезные функции деревьев и насаждений в городе. Данные об их биологии и экологии, распространении и динамике численности являются основой для оптимизации системы мероприятий против них и разработки методов поддержания устойчивости и полезных функций зеленых насаждений города.

Кроме того, разнообразные по своей структуре и составу городские насаждения представляют собой особый тип природно-антропогенных экосистем, и познание сложившихся в них взаимоотношений между многовидовой и экологически многообразной группой филлофагов и их кормовыми породами на фоне действия факторов городской среды представляет теоретический и практический интерес.

Тема диссертации разрабатывалась как часть НИР кафедры экологии и защиты леса Московского государственного университета леса (МГУЛ), выполняемых по заказу МЛТПО “Мослесопарк” (1992 – 1997 гг.), по гранту программы РАН “Биологическое разнообразие” (1994 – 1998 гг.), по договору с АО МКНТ по программе “Наука – городу” (1996 – 1997 гг.) и по заданию Правительства Москвы в рамках проекта “Развитие и эксплуатация общегородской системы мониторинга зеленых насаждений Москвы и ее методическое обеспечение. Лесопатологический мониторинг и прогноз” (1998 – 1999 гг.).

Цель исследования заключалась в изучении состава, структуры и роли членистоногих филлофагов в целом и хвое- и листогрызущих и минирующих хвою и листву насекомых в частности в лесных и урбоэкосистемах Москвы как основы для разработки методов энтомологического мониторинга, в том числе методов надзора за ними и прогноза динамики их очагов в городских насаждениях.

В программу исследований входили следующие основные вопросы:

1 – изучение видового состава членистоногих дендрофагов Москвы, выделение среди них наиболее значимых комплексов и видов и оценка их встречаемости в разных типах и экологических категориях городских насаждений;

2 – определение биоценотической и хозяйственной значимости, уровня численности популяций членистоногих филлофагов и её изменчивости путем оценки доли изъятия ими листвы кормовых растений в городе и флуктуации этого показателя;

3 – детальное изучение биологии и экологии, типов очагов, динамики численности и факторов смертности популяций листо- и хвоегрызущих и минирующих листву и хвою насекомых в городских насаждениях на примере модельных объектов из числа наиболее значимых и распространенных видов;

4 – усовершенствование методов оценки их вредоспособности и методов надзора и прогноза их очагов в городских насаждениях Москвы.

Научная новизна исследований. На основании собственных и литературных данных установлены основной состав и экологическая структура комплекса членистоногих дендрофагов городских лесов и зеленых насаждений Москвы (743 вида), среди них 14 видов впервые обнаружены автором диссертации для городских насаждений. Определены многолетние и сезонные колебания уровня повреждения и изъятия листвы на 6 древесных породах и динамика численности и значимость экологических комплексов членистоногих филлофагов; изучены биологические особенности, характер очагов, динамика численности и факторы смертности популяций некоторых типичных для города видов листогрызущих (на примере непарного шелкопряда) и минирующих хвою и листву насекомых (на примере тополевой моли-пестрянки нижнесторонней и лиственничной чехлоноски). Усовершенствована балльная оценка вредоносности листогрызущих и минирующих листву и хвою насекомых и предложен новый метод прогноза очагов минеров на основе многолетних данных по динамике плотности их популяции на участках постоянного наблюдения путем построения корреляционной функции.

Практическая значимость исследований. Полученные материалы и рекомендации вошли в базу данных подсистемы энтомологического мониторинга насаждений Москвы и могут быть использованы для повышения их устойчивости и эффективности их защиты от вредителей.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены на научно-технических конференциях МГУЛ (1996 – 1999 гг.), на XI съезде Русского энтомологического общества (1997 г.), на совещании “Устойчивое использование биологических ресурсов и проблема сохранения биоразнообразия” (1997 г.), на второй и третьей научно-методических конференциях по проблеме “Мониторинг состояния зелёного фонда города: методы, средства, прогноз и принятие решений” (1998 и 1999 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано самостоятельно и в соавторстве 10 работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 9 глав, выводов, списка литературы и 6 приложений. Она изложена на 192 страницах машинописного текста, содержит 37 таблиц и 25 рисунков. Список использованных источников состоит из 247 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Характеристика района исследований и зеленых насаждений и городских лесов Москвы

В главе рассматриваются расположение и особенности территории Москвы, её развитие как мегаполиса, рельеф, гидрологические условия, климат, почвы и основные черты антропогенной трансформации природных компонентов.

По данным МЛТПО “Мослесопарк” (Тарасенко, Авдонин, 1996), в Москве зелеными насаждениями различных категорий и типов занято 45,4 тыс. га, из которых территория в 11,1 тыс. га – городскими лесами, 1548,8 га – парками, 88,8 га – садами или малыми парками, 506,5 га – скверами и 197,8 га – бульварами, 960,3 га – уличными посадками. Кроме того, имеется около 10 тыс. га зеленых насаждений микрорайонов и 5 тыс. га зеленых насаждений различных ведомств.

К настоящему времени на территории города сохранилось 36 лесных и крупных парковых массивов площадью от 5 до 3000 га, среди которых имеются объекты уникальной экологической, ландшафтной и историко-культурной ценности: такие как ПНП “Лосиный Остров”, ПП “Битцевский лес”, историко-культурные ансамбли “Коломенское”, “Царицино”, “Кусково” и др.

Основными лесообразующими породами в городских лесах являются береза – 39 %, сосна – 21, липа – 18, дуб – 10,5, осина – 4 и ель – 3 %.

По данным общегородского мониторинга (1998 г.), в ассортименте зеленых насаждений Москвы в наибольшей степени используется лишь немногие виды древесных растений – это липа мелколистная (29 %), клен остролистный (10 %), тополь бальзамический (9 %), клен ясенелистный, ясень пенсильванский, береза повислая (по 6 %). Доля ясеня высокого, рябины обыкновенной, сосны обыкновенной, вяза гладкого, дуба черешчатого, каштана конского обыкновенного, яблони культурной, ели колючей колеблется от 1 до 4 % для каждой из перечисленных пород. Менее распространены такие породы как орехи серый и манчжурский, тополь белый, вяз мелколистный, лиственница сибирская. Значительно более разнообразен состав кустарников.

2. Объекты, методика и объем исследований

Основная работа над темой выполнялась автором в аспирантуре при кафедре экологии и защиты леса МГУЛ (1997 – 1999 г.). Кроме того, в диссертации использованы некоторые материалы, полученные ранее (1992 – 1996 гг.) и архивные материалы кафедры (1980 – 1991 гг.).

Выявление видового состава и распространения членистоногих филофагов в насаждениях Москвы проводилось с использованием маршрутных и стационарных методов в разных экологических категориях

насаждений, отличающихся по сохранности лесной обстановки, степени загрязнения и антропогенной трансформации природной среды и по режиму содержания.

Установление видового состава филофагов осуществлялось путем определения имаго и видоспецифичных повреждений ими древесных пород и путём лабораторного содержания и выведения преимагинальных фаз и стадий развития насекомых. Видовая принадлежность филофагов и их энтомофагов устанавливалась с помощью общеизвестных определителей и атласов насекомых (Определитель насекомых ..., 1948, 1965; Ильинский, 1962; Плавильщиков, 1994 и др.) и определителей повреждений деревьев и кустарников (Гусев, 1984, 1989, 1990; Гусев, Римский-Корсаков, 1951). Проверка правильности определения насекомых проводилась в ЗИН РАН Б.А. Каратыевым (Coleoptera, сем. Chrysomelidae и Curculionidae), С.Ю. Синевым (Lepidoptera, сем. Tortricidae и Gelechiidae), В.А. Рихтер (Diptera, Tachinidae), Д.Р. Каспаряном (Hymenoptera, Ichneumonidae), В.И. Тобиасом (Hymenoptera, Braconidae), В.А. Тряпицыным (Hymenoptera, Chalcidoidea). Всем им автор приносит свою глубокую благодарность.

Изучение поврежденности и динамики изъятия листовой поверхности членистоногими филофагами проводилось по известной методике, применяемой рядом исследователей (Рафес, 1972; Богачева, 1979, 1992; Петренко, Корсакова, Дрянных, 1979; Петренко, 1980; Гуров, Петренко, 1988 и др.), модифицированной в МГУЛ (Соколова, Мозолева, Белова, 1985; Галасьева, 1986; Мозолева, Галасьева и др., 1990; Белова и др., 1994). Учеты проводились на нескольких основных древесных породах на 20 участках постоянного наблюдения в разных по составу насаждениях в четырехкратной повторности за сезон. Учитывались поврежденность, доля поврежденных листьев (N, %) и уровень изъятия и потребления листовой поверхности (D, %) с подразделением по типам повреждения и, по комплексам и, по возможности, по видам филофагов.

Изучение особенностей биологии и экологии дендрофильных насекомых в условиях городской среды проводилось у трёх наиболее значимых и у восьми малоизвестных видов. Первые (непарный шелкопряд, тополевая моль-пестрянка нижнесторонняя и листовенничная чехликовая моль) использовались в дальнейшем как модельные объекты. Материалы по вторым (античная волнянка, липовая моль-пестрянка, короткоусая и волосатая первичные минирующие моли, акациевая хвостоносная моль, березовая коричневая чехликовая моль, еловый обыкновенный и вязовый минирующий пилильщики) использованы для общей экологической характеристики группы филофагов в целом.

Изучение динамики численности и факторов смертности проводилось в популяциях непарного шелкопряда, тополевой моли-пестрянки и листовенничной чехликовой моли на 25 участках постоянного наблюдения в насаждениях разного типа в течение 5 – 13 лет (в последнем случае с использованием архивных материалов кафедры). Для определения *критических периодов* в жизненном цикле изучаемых видов насекомых и

основных факторов их смертности использовали метод составления таблиц выживаемости (Варли, Градуелл, Хассел, 1978; Morris, Miller, 1954). Дополнительно для определения ключевого фактора был использован метод Подолера-Рогерса, позволяющий ранжировать установленный перечень факторов смертности по величине вклада каждого из них в суммарную смертность за генерацию.

Модели прогноза динамики плотности тополевой моли-пестрянки и листовенничной чехлоноски были построены на основе многолетних данных по динамике плотности их популяции на 10 участках постоянного наблюдения по способу, предложенному Ф. Н. Семейским (1971) путем использования метода построения корреляционной функции, основанному на теории случайных процессов Бартлета (1958).

Собранный материал был обработан с использованием стандартных методов математической статистики (Плохинский, 1970; Митропольский, 1971; Доспехов, 1979; Голубев, Инсаров, Страхов, 1980; Лакин, 1980 и др.). Для статистического анализа полученных результатов использовались 10-разрядный микрокалькулятор TRULY® 101 и IBM совместимая ПЭВМ. Рисунки выполнялись при помощи программы Microsoft Excel 5.0.

3. Видовой состав и структура растительноядных членистоногих в насаждениях Москвы

В главе проводится обзор истории и имеющихся литературных данных по изучению видового состава дендрофильных членистоногих в насаждениях Москвы с первых работ Ф.П. Кеппена (1883), К.Э. Линдемана (1893) и Н.М. Кулагина (1909) по настоящий момент (Белова, Белов, 1998; Шарапа, 1998).

Насаждения города представляют собой сложную мозаику преимущественно искусственных растительных сообществ, функционирующих в урбанизированной среде. Видовой состав и структура зеленых насаждений определяют видовой состав, особенности распространения и уровень численности комплекса обитающих там дендрофильных членистоногих.

На основании литературных и собственных данных в насаждениях Москвы к настоящему времени достоверно выявлено 743 вида растительноядных членистоногих, в том числе 692 вида представителей 5 отрядов насекомых и 51 вид клещей. 14 видов впервые обнаружено для городских насаждений в процессе выполнения диссертации. Это листоеды *Crepidodera aurata* March., *Phratora laticollis* Suffr., *Zeugophora flavicollis* March. (Chrysomelidae), долгоносик *Polydrosus corrilus* Germ. (Curculionidae), листовертка *Epinotia ramella* L. (Tortricidae), микрочешуекрылые *Nepticula samiatella* Z. (Nepticulidae), *Lithocolletis coryli* Necelii, *L. quercifoliella* Z., *L. spinicolella* Z., *L. spinicolella* Z. (Gracilariidae), *Ipsolophus scabrellus* L., *I. vittellus* L. (Plutellidae), *Coleophora anitipennella* Hb. и *C. sp.* (Coleophoridae).

Менее других изучены в городе вредители генеративных органов растений (21 вид) и корневые вредители (9 видов) Малочисленность этих

групп связана прежде всего с ограниченными возможностями их обитания в городе.

К группе стволовых вредителей относятся 83 вида насекомых, основное число которых составляют представители сем. короедов (Scolytidae, Coleoptera).

В достаточно обширную группу галлообразователей (109 видов) кроме 44 видов растительноядных клещей и 15 видов тлей (Aphidinea), входит 22 вида перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera) представителей сем. орехотворок (Cynipidae) и надсем. настоящих пилильщиков (Tenthredinoidea, роды *Pontania*, *Euura* и др.) и 27 видов из сем. галлиц (Cecidomyiidae, Diptera).

Наиболее разнообразно представлены и многочисленны в насаждениях Москвы две группы насекомых: 1 – насекомые производящие грубое объедание или скелетирование листвы и хвои (289 вида), 2 – минирующие листву и хвою насекомые (112 видов). Сводный список видов грызущих и минирующих листву и хвою насекомых обнаруженных в процессе работы в зеленых насаждениях Москвы включает к настоящему времени 340 видов. Богатство и разнообразие этих двух групп обусловлены тем, что и те, и другие имеют благоприятные условия обитания и образуют естественные резервации в городских лесах, чьи насаждения приближены по своим свойствам к естественным. Минеры, к тому же, в условиях городской среды дополнительно защищены от её воздействия скрытым образом жизни в тканях листьев и хвоинок.

По экологическим условиям, создающимся внутри различных типов городских посадок для растений и животного населения, их разделяют на 5 категорий, отличающихся по своему происхождению, составу и структуре, пространственному размещению растений и степени воздействия на растения неблагоприятных факторов городской среды (Мозолевская и др., 1997). Это: 1 – лесопарки, лесные дачи, территории ботанических садов с элементами лесных насаждений; 2 – парки, дендрарии, озелененные территории крупных спортивных, оздоровительных и культурно-исторических комплексов; 3 – внутридворовые насаждения и озелененные территории небольших объектов специального назначения; 4 – бульвары, скверы, озелененные пешеходные зоны и другие сложные уличные посадки; 5 – простые уличные посадки с их подразделением на существующие: 5.1 – в условиях низкой и 5.2 – при высокой интенсивности автотранспортного движения (табл. 1).

Как видно из данных табл. 1, в них формируются специфические комплексы вредителей как по количеству, так и по доминированию тех или иных комплексов и видов. Наиболее обширным по видовому разнообразию, как и следовало ожидать, является *комплекс вредителей лесопарков и парков*. Он включает в себя представителей практически всех экологических групп вредителей. Экологические условия в насаждениях этого типа близки к естественным. Основу видового состава составляют типичные лесные виды. Вспышки массового размножения и локальные очаги вредителей здесь периодически возникают либо одновременно с фоновым повышением численности тех или иных видов в регионе в целом (непарный шелкопряд,

дубовая зеленая листовертка, пяденицы зимняя и обдирало, горностаевые моли и др.), либо в результате локального ослабления насаждений под влиянием инфекционных болезней, стихийных явлений природы, интенсивной рекреации или загрязнения среды (стволовые насекомые).

Таблица 1

Состав и структура комплекса дендрофильных членистоногих в разных экологических категориях насаждений Москвы

Экологические группы членистоногих дендрофагов	Общее число видов, шт./ %	Количество видов, выявленное в пределах насаждений города					
		1	2	3	4	5.1	5.2
Вредители генеративных органов	21 / 2,8	16	20	5	12	3	2
Вредители корней	9 / 1,2	7	9	-	-	-	-
Сосущие	120 / 16,2	77	103	43	68	41	35
Галлообразователи	109 / 14,7	45	91	24	76	27	20
Минеры	112 / 15,1	60	86	59	59	39	36
Листо- и хвоегрызущие	289 / 38,9	164	206	107	120	55	50
Стволовые	83 / 11,1	59	75	27	39	7	6
Общее число видов	743 / 100	428	584	265	374	172	149

Самый малочисленный по количеству видов, но весьма специфический комплекс вредителей отмечен в *простых уличных насаждениях*, к которым относятся аллеи посадки вдоль улиц и транспортных магистралей. Они создаются обычно на насыпных, загрязненных строительным мусором и уплотненных грунтах и часто испытывают недостаток влаги и питания. На их надземную часть, имеющую ажурную, продуваемую конструкцию, особенно сильно воздействуют выхлопные газы, дорожная пыль, применяемые зимой противогололедные средства и мощные ветровые потоки. В этих условиях формируется комплекс вредителей, лучше других адаптировавшихся к воздействию факторов городской среды. Это виды, лучше других защищенные от непосредственного воздействия загрязнений (кокциды, минеры, галлообразователи), а также виды, компенсирующие повышенную смертность высокой плодовитостью и большим количеством поколений в году (тли, паутиные клещики и др.). Они часто формируют в этих условиях очаги и достигают высокой численности. Их развитие обусловлено также бедностью в этих условиях комплексов беспозвоночных энтомофагов, птиц и других насекомоядных животных, не находящих здесь условий для дополнительного питания и размножения, для укрытий и перезимовки.

Комплекс вредителей сложных уличных посадок, скверов и бульваров в систематическом отношении и по представленности разных экологических групп значительно шире. Это связано с большим разнообразием состава

кормовых пород, со сложной структурой посадок, наличием в них разных по экологической обстановке стадий, подобия подпологовой лесной среды с элементами живого напочвенного покрова и подстилки. Наряду с минерами, галлообразователями, сосущими вредителями, здесь периодически возникают локальные очаги листо- и хвоегрызущих, в первую очередь, многоядных насекомых.

4. Уровень повреждения и доля изъятия листовой поверхности членистоногими филлофагами как отражение их биоценотической роли

Фоновое повреждение и фоновое изъятие листовой поверхности древесных растений является важными характеристиками состояния насаждений и в какой-то степени биоиндикатором состояния окружающей среды. Особенности и размерам потребления членистоногими филлофагами зеленой массы листовой, основного фотосинтезирующего элемента биоценозов, посвящено множество работ, проведенных в рамках изучения проблемы взаимоотношений лесных насекомых с их кормовыми породами (Рафес, 1968; Петренко, Дрянных, 1978; Рафес, 1980; Петренко, Дрянных, 1981; Петренко, Петренко, 1981; Богачева, 1986; Mattson, Addy, 1975; Koczmarek, Wasilewski, 1977; Schowalte, Hargrove, Crossley, 1986; Crossley, Gist, Hargrove et. al., 1988). Многолетние и разнообразные по объектам изучения и по географическому положению лесных территорий исследования позволили получить представление о норме консортивных отношений насекомых с кормовыми растениями (Дрянных, 1980; Петренко, 1980). Установлено, что к концу вегетационного периода беспозвоночные-филлофаги обычно повреждают в той или иной степени абсолютное большинство листьев, но размер изъятия листовой поверхности при этом находится в пределах 30 % (Гуров, Петренко, Петренко, 1990). Это свидетельствует о существующей норме изъятия и о прочных консортивных связях продуцентов с консументами, сформировавшихся в процессе их сопряженной эволюции.

Наиболее распространенными типами повреждений листьев в период исследования в насаждениях Москвы являлись их грубое объедание, скелетирование, минирование и галлообразование.

Данные многолетних исследований показали, что и сезонная динамика сообществ филлофагов на кормовых растениях, и динамика освоения ими листовой в лесопарках города принципиально не отличались от картины, наблюдаемой в лесной зоне (Петренко, Корсакова, Дрянных, 1979; Петренко, Дрянных, 1981), как и там, в лесопарках и парках Москвы имели место высокий общий уровень повреждаемости листьев в начале сезона.

Оценка доли изъятия листовой поверхности филлофагами (D, %) показала, что в конце вегетационного периода этот показатель для большинства древесных пород в основном, колебался от 8 – 10 до 15 – 18 % и не превышал 30 %. При этом ведущая роль в изъятии листовой поверхности всегда принадлежала листогрызущим насекомым. Галлообразователями и

минерами чаще всего и на большинстве пород изымалась сравнительно небольшая доля листовой поверхности, до 4 – 5 %, и только в отдельные годы и на отдельных участках городских насаждений, а также лишь у отдельных видов наблюдалось резкое её повышение.

За многолетний период наблюдений наибольшие суммарные значения уровня изъятия листовой поверхности (D, %) наблюдались в 1994 и в 1995 гг. за счет высокого значения этого показателя у минеров и листогрызущих насекомых. В годы с низкой плотностью популяций минеров относительно высокий уровень изъятия поддерживался за счет листогрызущих насекомых и лишь в отдельные годы за счет галлообразователей (1992, 1997 гг.).

Полученные данные позволили сделать важные выводы о среднем, минимальном и максимальном фоновом повреждении и изъятии листовой массы у основных древесных пород членистоногими филлофагами в городе и о его флуктуациях, что опосредованно характеризует уровень численности и динамику их популяций.

Для оценки изменчивости D, % использовались его статистические показатели, по которым определялся коэффициент флуктуации – F (D, %), характеризующий наблюдаемую кратность его увеличения или амплитуду колебания (Уиттекер, 1980). Значения F (D, %) рассчитывались для основных экологических групп филлофагов в целом и для наиболее часто встречающихся в их составе видов с хорошо идентифицируемыми видоспецифичными типами повреждений листьев.

Он рассчитывался как:

$$F(D, \%) = \text{antilog } DL,$$

где DL является логорифмическим отклонением и определяется как:

$$DL = \sqrt{\frac{\sum_{x=1}^t (\log Dx - \log D')^2}{t-1}}$$

где D' – среднегеометрическая доля изъятия листовой поверхности вычисляемая как:

$$D' = \sqrt[t]{D_1 \times D_2 \times \dots \times D_t}$$

где $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_t$ – измерения уровня изъятия листовой поверхности в различные моменты времени t.

Вычисленные значения F(D, %) изменялись от 1,1 до 36,4, что указывают на большое их разнообразие в пределах разных экологических групп филлофагов и у отдельных их видов. По диапазону колебания F(D, %)

они были сгруппированы в 5 групп: 1 – от 1 до 1,5; 2 – от 1,5 до 3; 3 – от 3 до 6; 4 – от 6 до 12 и 5 – от 12 и выше.

Отдельные экологические группы в целом (листогрызущие, минеры, галлообразователи), за исключением скелетирующих листовых насекомых, в наблюдаемый период времени обладали более стабильным уровнем потребления листвы, чем отдельные представители этих комплексов.

Анализ показал, что средний уровень потребления листвы филлофагами ($D_{\text{сред}}, \%$) и косвенно связанный с ним средний уровень плотности популяции отдельных комплексов и видов членистоногих филлофагов в городских фитоценозах не коррелируют с размахом или амплитудой колебания их численности. Среди отдельных комплексов и видов филлофагов с достаточно высокими значениями коэффициентов флуктуации (от 6 и выше), есть виды и с высокими (тополевая моль-пестрянка), и с очень низкими средними значениями $D, \%$ (многие растительоядные клещики, минирующие моли и др.).

А.С. Исаев с соавторами (1984) в соответствии с основными положениями развиваемой ими теории динамики численности насекомых филлофагов предлагает разделять их на три группы: *эруптивных, продромальных и индифферентных видов*. Рассматривая этот вопрос по отношению к членистоногим филлофагам в условиях города, Н.К. Белова (1990, 1994) не считает возможным выделять среди них типичных эруптивных видов, так как даже наблюдаемые здесь вспышки размножения так называемых массовых листогрызущих насекомых протекают в условиях города по иному “сценарию”, чем это описано в классических работах по лесной энтомологии (Воронцов, 1978; Исаев и др., 1984 и др.). Вместо этого она предлагает выделить дополнительную группу членистоногих филлофагов, занимающих как бы промежуточное положение между продромальными и эруптивными видами.

Проведенный нами анализ данных позволяет сделать вывод о том, что так называемые *индифферентные виды*, средняя многолетняя доля изъятия листвы которыми невелика ($D, \%$ не более 1 %), способны периодически очень резко увеличивать свою численность, что определяет для многих из них высокий и очень высокий показатель $F (D, \%)$, достигающий максимальных значений (более 12). Это противоречит утверждению А.С. Исаева с соавторами (1984) о стабильной численности индифферентных видов как определяющем их признаке. Изменчивость уровня численности, по-видимому, свойственна, практически всем филлофагам независимо от среднего уровня их численности в насаждениях. Поэтому качественно достоверными признаками для отнесения видов к группе эруптивных, продромальных или индифферентных можно считать лишь их среднюю численность и коррелирующую с ней среднюю долю изъятия ими зеленой массы, а также продолжительность периодов высокого уровня численности их популяций.

5. Состав и структура комплекса грызущих и минирующих листву и хвою насекомых в зеленых насаждениях Москвы

Основная часть обнаруженных за годы исследований грызущих и минирующих листву и хвою насекомых являются широко распространенными и типичными для лесной зоны Евразии и обычными для лесов Московского региона. По встречаемости в насаждениях Москвы они разделяются на *обычные* 161 вид (или 46,3 %), *редкие* – 105 видов (30,9 %), *очень редкие* – 52 вида (15,3 %) и *массовые* – 22 вида насекомых (6,5 %), способных к вспышкам массового размножения. В главе проанализированы систематический состав групп и специализация их питания.

Основу комплекса составляют монофаги (72,4 % от общего количества видов). В группу олигофагов входит 17,5 % видов, к полифагам относится лишь 10,1 % видов. Наибольшее количество монофагов отмечено в группе минеров – 87,5 %.

На березе обнаружено 76 видов, на тополе – 57, на дубе – 44, на иве – 43 и липе – 31. Менее разнообразны комплексы вредителей клена и яблони (по 24 вида), боярышника (18), осины и вяза (по 16 видов), ольхи (14), на лещине и сосне обнаружено по 12 видов, на рябине – 11, на вишне – 10, на лиственнице сибирской – 9, на ели обыкновенной, ясене, жимолости, сливе и черемухе обыкновенной – по 7 видов, на бересклете – 5, на сирени обыкновенной – 4, на розах (шиповнике), акации желтой, на ирге и крушине – по 3, на спирее, бузине, свидине – по 2 вида, на калине и снежноягоднике – по 1 виду листогрызущих или минирующих листву насекомых. Это соответствует представленности названных пород в ассортименте насаждений города.

В парках, скверах, на крупных озелененных территориях встречается самое большое количество видов филофагов, соответствующее разнообразию ассортимента растений. Наименьшее число видов выявлено в простых уличных посадках, где условия жизни для насекомых достаточно неблагоприятны, а видовой состав древесных растений ограничен несколькими породами. Эти выводы экспериментально подтверждают данные предыдущих исследователей (Белова, 1982; Куликова, 1986; Пенчева, 1996 и др.).

6. Динамика популяций листогрызущих насекомых в городе и характеристика их очагов

В главе приводятся данные, извлеченные из литературных источников, из архива кафедры и полученные автором лично, о годах подъема численности (вспышках массового размножения) главнейших видов листо- и хвоегрызущих насекомых в Москве. Установленная периодичность вспышек массового размножения насекомых этой группы свидетельствует о не утраченном сходстве среды обитания насекомых в городских насаждениях и в естественных лесах за пределами города и сохранившихся в них типов

взаимоотношений между отдельными компонентами биocenозов (Мозолевская, Сураппаева, 1998).

Анализ имеющихся данных показал, что наиболее часто дающими вспышки массового размножения в насаждениях Москвы являются зеленая дубовая (*Tortrix viridana* L.) и боярышниковая (*Archips crataegana* Hb.) листовертки, кольчатый коконопряд (*Malacasoma neustria* L.), непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.), античная (*Orgyia antiqua* L.) и ивовая (*Stilpnotia salicis* L.) волнянки, лунка серебристая (*Phalera bucephala* L.), пяденица-обдирало (*Erannis defoliaria* Cl.), бурополосая (*Lycia hirtaria* Cl.) и зимняя (*Operoptera brumata* L.) пяденицы, черемуховая горностаевая моль (*Yponomeutidae evonimellis* L.). В городе с его разнообразным ассортиментом древесных растений чаще образуют очаги массового размножения многоядные виды насекомых. Исключение составляют дубовая зеленая листовертка и черемуховая горностаевая моль.

Значительно реже чем эти виды в насаждениях Москвы способны к резким подъемам численности липовый (*Caliroa annulipes* Kl.) и вишневый (*C. cerasi* L.) слизистые пилильщики, еловый обыкновенный (*Lygaeonematus abietinus* Christ.), грушевый разноцветный (*L. moestus* Zadd.), ясеневый белоточечный (*Macrophya punctum-album* L.) и черный ясеневый (*Tomostethus nigritus* F.) пилильщики.

Кратковременные пики численности в городских насаждениях наблюдаются у калинового (*Galerucella viburni* Payk.), тополевого (*Melasoma populi* L.) и осинового (*M. tremulae* F.) листоедов, грушевого листового слоника (*Phyllobius pyri* L.), листовертки-толстушки всеядной (*Archips podana* Sc.), розанной (*A. rosana* L.), рябиновой (*A. sorbiana* Hb.), пестро-золотистой (*A. xylosteana* L.) листоверток и др.

К условиям собственно городской среды (уличным посадкам, бульварам, скверам и др.) в различной мере адаптировались только около трети из 232 открыто живущих видов, остальные встречаются, в основном, в насаждениях, в той или иной степени сохранивших лесную обстановку.

Обобщая свои многолетние наблюдения и литературные данные об особенностях вспышек массового размножения листо- и хвоегрызущих насекомых в Москве, Н.К. Белова (1994) считает, что чаще всего они возникают в результате развития местных популяций, резервации которых сохраняются в пригородных лесах и в парках города. Значительно реже они образуются, так называемым, "налетным" путем при переносе бабочек атмосферными течениями из отдаленных районов. Примером последнего явления может служить наблюдавшаяся А.И. Воронцовым (1958) вспышка массового размножения непарного шелкопряда в Москве в 1957 г.

Очаги массового размножения листо- и хвоегрызущих насекомых в городских насаждениях разделяются на *крупномасштабные*, возникающие одновременно и на больших площадях в насаждениях, в составе которых имеются те или иные предпочитаемые насекомыми кормовые породы, и *локальные (или сверхлокальные)*, ограниченные в пределах отдельных групп или небольших куртин, а иногда и отдельных деревьев.

Перечень и краткая характеристика местоположения и размеров очагов некоторых видов листо- и хвоегрызущих насекомых и минеров в насаждениях Москвы приведены в табл. 2.

Как можно видеть из данных табл. 2, крупномасштабные очаги и часть локальных очагов чаще приурочены к парковым и лесопарковым насаждениям, а локальные и сверхлокальные очаги – к посадкам древесных пород на скверах, бульварах, во дворах, реже на улицах. Исключение составляют крупномасштабные очаги непарного шелкопряда на фазе подъема численности. Благодаря высоким миграционным способностям бабочек и гусениц первого возраста и способности бабочек откладывать яйца на любом субстрате, а также в связи с многоядностью гусениц этот вид встречался практически во всех категориях зеленых насаждений города.

Таблица 2

Краткая характеристика очагов листо- и хвоегрызущих насекомых в насаждениях Москвы в 1988 – 1999 гг.

Типы очагов	Категории размерностей очагов суммарно по городу	Категории повреждаемых насаждений	Виды насекомых
Крупномасштабные	Несколько тысяч га	Лесопарковые и парковые	Комплекс пядениц и листоверток
	Несколько тысяч га	Лесопарковые и парковые, на скверах, бульварах и улицах	Непарный шелкопряд
Локальные	Около 8 га	Во дворах	Античная волнянка
	Около 3 – 4 га	В мемориалах и в микрорайонах	Еловый обыкновенный пилильщик
Сверх-локальные	Около 2 – 3 га	На скверах, бульварах	Черный ясеневый пилильщик
	Менее 1 га	На скверах, бульварах, во дворах	Калиновый листоед

Локальные и сверхлокальные очаги в городе часто наблюдаются у вредителей, развивающихся на породах с небольшой долей участия в зеленых насаждениях города (например, обыкновенный еловый пилильщик на ели колючей или калиновый листоед).

Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L., *Lymantriidae*, *Lepidoptera*), избранный нами в качестве модельного объекта, один из самых распространенных вредителей лесов, садов и зеленых насаждений. Его широкое распространение, периодические вспышки массового размножения в Евразии, многоядность и формовое и экологическое разнообразие популяций, наконец, карантинное значение для других континентов

послужили тому, что он стал классическим объектом лесной энтомологии. Количество опубликованных работ по его биологии и экологии, динамике популяций, последствиям повреждений, методам защиты лесов от него исчисляется в отечественной и зарубежной литературе многими сотнями работ.

Последняя к настоящему времени вспышка массового размножения непарного шелкопряда в зеленых насаждениях Москвы начала развиваться в 1984 году. Ее своеобразие заключалось в затяжном характере с последовательным и активным перемещением очагов массового размножения вредителя по территории Москвы и в образовании двух пиков высокой численности непарного шелкопряда, разделенных во времени.

В городских насаждениях очаги непарного шелкопряда, по нашим наблюдениям, представляют собой, как правило, относительно изолированные участки с высокой численностью, чередующиеся с зонами его низкой численности или с полным отсутствием вредителя. Большое влияние на формирование и перемещение очагов в условиях города оказывают непрерывность или изолированность насаждений, их состав, возраст и структура, микроклиматическая обстановка, прежде всего направление и сила воздушных потоков, способствующих миграциям вредителя, а также степень влияния антропогенных факторов, интенсивность движения транспорта и уровень загрязнения среды.

Таблица 3

Показатели состояния популяции непарного шелкопряда
в зелёных насаждениях г. Москвы *

Годы набл ю- дений	Показатели состояния популяции					
	Плотность кладок, шт./дер.	Соотношение полов	Кол-во яиц в кладке, шт. (мин – макс, сред. $\pm m$)	Масса кукол и, мг $\pm m$ (самка / самец)	Жизнеспособность яиц, %	Коэффициент размножения
Юго-восточная часть города						
1985	0,3	-	$\frac{37-801}{475 \pm 21}$	$\frac{2170 \pm 264}{990 \pm 43,8}$	98,7	-
1986	5,9	1 : 1	$\frac{188-982}{537 \pm 53}$	$\frac{990 \pm 43,8}{425 \pm 11,6}$	96,6	17,4

1987	13,2	2 : 1	$\frac{51-927}{360 \pm 15}$	$\frac{1142 \pm 67,8}{426 \pm 27,5}$	92,4	2,2
1988	2,6	0.8 : 1	$\frac{134-753}{370 \pm 34}$	$\frac{924 \pm 51,9}{415 \pm 9,3}$	95,7	0,2
1989	0,3	0,6 : 1	$\frac{111-888}{427 \pm 16}$	$\frac{661 \pm 14,2}{387 \pm 31,7}$	98,9	0,11
Восточная и северо-восточная часть города						
1995	6,3	1,3 : 1	$\frac{159-1404}{505 \pm 46}$	-	99,3	-
1996	1,4	1,5 : 1	$\frac{6-1003}{317 \pm 21}$	$\frac{1191 \pm 62,4}{241 \pm 19,4}$	91,6	0,8
1997	0,001	1 : 2,4	$\frac{54-412}{284 \pm 14}$	$\frac{956 \pm 49,3}{388 \pm 28,6}$	88,2	0,1

* За 1990 – 1994 гг. данные отсутствуют.

Вспышка массового размножения непарного шелкопряда началась после ряда лет, благоприятных по погодным условиям. С 1979 по 1985 гг. происходил постепенный рост численности популяций вида, а затем очаги возникли и действовали одновременно или с небольшим сдвигом во времени во многих участках зеленых насаждений. Они развивались параллельно в двух частях обширной территории города – в юго-восточной и в восточной и северо-восточной частях (табл. 3).

Фазам вспышки – начальной, нарастания численности, кульминации и кризиса соответствовали в этих частях разные годы. Возможно, что в юго-восточной части территории действовали, так называемые, *первичные*, а в восточной и северо-восточной – *вторичные* очаги. Такой ход развития вспышки, по-видимому, связан с большой территорией Москвы и с разнородностью и спецификой экологической обстановки в городских насаждениях. Известно, что в смешанных многопородных насаждениях, численность непарного шелкопряда обычно ниже, и вспышка массового размножения реализуется медленней (Вшивкова, 1984). Именно такими являются зеленые насаждения Москвы, где состав насаждений и ассортимент

растений достаточно разнообразны. Возможно также, что на ход вспышки, влияет и разобщенность насаждений и использование в 1995 и 1996 гг. в Москве биологического метода подавления численности вредителя с помощью применения вирусного препарата “Вирин-ЭНШ” в некоторой части очагов.

Особенности развития очагов и динамика популяций непарного шелкопряда в значительной мере зависят от специфики его биологии и экологии. Последние в условиях крупного города практически не изучались. В процессе исследований уточнены *фенология и кормовая специализация* непарного шелкопряда в городе, на 15 постоянных участках наблюдения получены данные о динамике его численности, выявлен комплекс энтомофагов непарного шелкопряда и изучены другие факторы смертности его популяции и их роль.

Комплекс энтомофагов непарного шелкопряда, выявленных в зеленых насаждениях Москвы, значительно обеднен. В настоящее время достоверно установлено, что в него входит 4 вида паразитов и 2 вида хищных насекомых. Ядро комплекса энтомафагов непарного шелкопряда в Москве составляют паразиты: наездники *Apanteles lacteicolor* Vier. (Braconidae, Microgasterinae), *Phytodietus* sp. (Ichneumonidae, Tryphoninae) – новые для Москвы и специализированные виды, и многоядные виды паразитов мухи – *Carcelia gnava* Mg. и *Exorista larvarum* L. (Tachinidae). В насаждениях Москвы непарного шелкопряда уничтожают также хищные жуки: яйца – кожеед – *Dermestes lardarius* L. и гусениц – жужелица – *Calasoma inquisitor* L (редко). Кладки яиц и бабочек поедают мелкие насекомоядные птицы – в основном домовый воробей (*Passer domesticus* L.) и славка-черноголовка (*Sylvia utricapilla* L.).

Для определения *факторов смертности и критических периодов* в жизненном цикле непарного шелкопряда в насаждениях Москвы был использован метод составления таблиц выживания (Варли, Градуелл, Хассел, 1978; Morris, Miller, 1954).

Как видно из данных табл. 4, в период последней по времени вспышки массового размножения непарного шелкопряда в городе наиболее значимым фактором его смертности были *болезни* в основном, ядерный полиэдроз, смертность от болезней достигала в разные годы очень больших значений – гусениц до 98 %, куколок до 95 %. Роль комплекса энтомофагов была невелика – за все годы наблюдений доля погибших от хищников яиц не превышала 4,1 %, гибель яиц от паразитов не была зафиксирована, от них погибало не более 12,3 % гусениц и 20,9 % куколок.

Таблица 4

Значения роли некоторых факторов смертности в популяциях непарного шелкопряда (в Москве в 1986 – 1998 гг.*

Факторы смертности	Годы наблюдения	Смертность особей по фазам развития, сред. $\pm$ m, мин. - макс., %		
		яйцо	гусеница	куколка

Неоплодотворенность яиц	1986 – 1998	$\frac{5,5 \pm 2,10}{0,1 - 29,6}$	-	-
Паразитизм	1986 – 1989	0	$\frac{1,5 \pm 0,70}{0 - 2,9}$	$\frac{2,9 \pm 1,09}{0 - 6,9}$
	1990 – 1998	0	$\frac{4,7 \pm 1,36}{0 - 12,3}$	$\frac{6,9 \pm 2,56}{0 - 20,9}$
Хищничество	1986 – 1998	$\frac{0,9 \pm 0,37}{0 - 4,1}$	0	0
Болезни	1986 – 1998	0	$\frac{49,1 \pm 5,74}{25,4 - 98,5}$	$\frac{24,8 \pm 7,50}{0 - 95,3}$
Неизвестные факторы	1986 – 1989	0	$\frac{4,2 \pm 2,54}{0 - 11,6}$	$\frac{2,2 \pm 0,82}{0,7 - 2,8}$
	1990 – 1998	$\frac{10,6 \pm 6,90}{0 - 51,1}$	$\frac{2,7 \pm 0,96}{0 - 7,4}$	$\frac{3,9 \pm 1,55}{0 - 12,1}$

* Данные за 1986 – 1991 гг. взяты из архива кафедры.

Начиная с 1996 г., в популяциях непарного шелкопряда значимыми факторами смертности оказались неоплодотворенность яиц и неизвестные эндогенные факторы (предположительно, воздействие загрязнения среды). Возможно также, что могла иметь место и длительная эмбриональная диапауза яиц непарного шелкопряда, которая, по данным В.А. Маркова (1988, 1998), характерна для затухающих очагов.

Для более точного определения роли факторов смертности и выделения среди них *ключевого* использовался метод Подолера-Рогерса, так как он позволяет ранжировать установленный перечень факторов смертности по величине их вклада в суммарную смертность за генерацию. Наравне с точностью и объективностью, данный метод обладает достаточной наглядностью. В его основу положена особенность поведения коэффициента регрессии уравнения прямой в зависимости от того, является суммарная смертность за генерацию (**K_n**) функцией или аргументом изменения величины смертности от отдельного фактора (**K_i**). В последнем случае в уравнении **K_i = a + b × K_n** множество возможных значений коэффициента регрессии **b** заключено между 1 и 0, что соответствует развитому Р.Ф. Моррисом (Morris, 1957) представлению о ведущих факторах динамики численности, названных им ключевыми.

Для удобства вычислений данные, содержащиеся в таблицах выживания о плотности популяции непарного шелкопряда на разных фазах и стадиях его развития, логорифмировались. Последовательное снижение плотности вида от различных факторов смертности вычислялось как разность

между логорифмами предшествующей и последующей фаз и стадий развития непарного шелкопряда.

Как показали расчеты и построенные по ним графики ключевым фактором смертности в динамике численности непарного шелкопряда в зеленых насаждениях Москвы является, воздействие на численность популяции вредителя болезней (ядерного полиэдроза) на фазе гусеницы ($b = 0,546$). Фактор смертности, который можно определить как второй по значению, также имеет значительный положительный наклон ($b = 0,324$) – это воздействие болезни на фазе куколки. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в условиях городской среды наиболее значимые факторы смертности непарного шелкопряда сходны с таковыми в естественных лесных биогеоценозах.

7. Динамика популяций минирующих листву и хвою насекомых в городе и характеристика их очагов

Комплекс насекомых-минеров зеленых насаждений Москвы включает большую и разнородную по систематическому составу группу насекомых. Основная часть комплекса – это представители отряда Lepidoptera: семейства Eriocraniidae, Nepticulidae, Tischeriidae, Heliozelidae, Incurvariidae, Choreutidae, Bucculatricidae, Gracilariidae, Phyllocnistidae, Lyonetiidae, отдельные виды из сем. Argyresthiidae, Gelechiidae. В комплекс минеров входят также представители отряда Hymenoptera (надсем. Tenthredinoidea) и немногие виды из отряда Coleoptera (сем. Buprestidae, Chrysomelidae и Curculionidae). Ядро комплекса состоит из так называемых “*постоянных минеров*”, чьи личинки питаются и развиваются весь свой цикл в минах. Относительно небольшую группу составляют виды со смешанным типом поведения и питания – “*временные минеры*”, или *открыто живущие минеры*. Это прежде всего так называемые чехлоноски (сем. Coleophoridae, Lepidoptera). По характеру питания среди минеров преобладают моно- и олигофаги.

В главе проанализированы данные о годах подъема численности главнейших видов минеров в Москве.

Наиболее значимыми и часто дающими вспышки массового размножения в городских насаждениях являются моли-пестрянки тополевая нижнесторонняя (*L. populifoliella* Tr., Gracilariidae), сиреневая (*Gracilaria syringella* F.) и липовая (*Lithocolletis issikii* Kumata), волосатая березовая первичная моль (*Eriocrania semipurpurella* St., сем. Eriocraniidae) и листовенничная чехлоноска (*Coleophora sibiricella* Flkw., сем. Coleophoridae). Реже наблюдались подъемы численности моли хвостоносной акациевой (*Micrurapteryx gradatella* H.-S., сем. Gracilariidae), вязового (*Fenusa ulmi* Daud.) и липового (*Parna tenella* Kl.) минирующих пилильщиков, кленового пузырчатого пилильщика (*Messa horticulturala* Kl.).

Большая часть видов минеров в городских насаждениях имеет невысокий средний уровень численности. Это многие виды молей-пестрянок,

моли-малютки, яблоневая минирующая моль (*Lyonetia clerckella* L.), минирующая златка-крошка (*Trachys minuta* L.), тополевый слоник-блошка (*Rhynchaenus populi* F.), кленовый (*Phyllotoma aceris* McLachl.) и осиновый (*Ph. ochropoda* Kl.) минирующие пилильщики и др.

Таблица 5

Краткая характеристика очагов некоторых минеров в насаждениях Москвы

Типы очагов	Размер очагов в городе	Категории повреждаемых насаждений	Виды насекомых
Крупно- масштабные	Несколько тысяч га	Лесопарковые и парковые, на скверах, бульварах и улицах, во дворах	Моль-пестрянка тополевая
	Около 7000 га	Лесопарковые и парковые, на скверах и бульварах	Лиственничная чехликовая моль
Крупные линейные	Несколько десятков км	Вдоль улиц, магистралей и железных дорог	Моль-пестрянка тополевая
Локаль-ные	Несколько сотен га	На скверах, бульварах, на улицах, во дворах и вдоль магистралей и железных дорог	Моль-пестрянка тополевая
	Несколько сотен га	На скверах, бульварах, на улицах, во дворах	Лиственничная чехликовая моль
	Несколько десятков га	На скверах, бульварах, на улицах, во дворах	Сиреневая моль- пестрянка
Сверхлокальные	Около 200 га	Во дворах и на улицах	Моль-пестрянка тополевая
	Около 5 га	На скверах, бульварах, на улицах, во дворах	Вязовый минирующий пилильщик

Как можно видеть из данных табл. 5, крупномасштабные очаги некоторых видов насекомых-минеров в Москве чаще приурочены к парковым и лесопарковым насаждениям, а локальные и сверхлокальные очаги – к посадкам древесных пород на скверах, бульварах, во дворах, реже на улицах и магистралях. Кроме уже упоминавшихся выше крупномасштабных, локальных и сверхлокальных очагов у минеров часто образуются крупные очаги линейного типа из-за способности многих из них к миграциям путем пассивного переноса ветром.

В качестве модельных объектов при изучении особенностей развития очагов минёров были взяты *тополевая моль-пестрянка нижнесторонняя* и *лиственничная чехликовая моль*. Изучались особенности их биологии, в том числе фенология и кормовая специализация, динамика популяций и факторы смертности, их роль и проводилось определение ключевого фактора смертности с помощью метода Подолера-Рогерса.

Как видно из приведенных данных (табл. 6), на фазе яйца основным фактором смертности тополевой моли являлась внутривидовая конкуренция. При этом смертность зависела от случайного сочетания места и времени яйцекладки. На фазе гусеницы смертность от этого фактора в среднем за период исследований также была достаточно высокой (до 23,0 %).

Смертность гусениц от паразитов в среднем по всем участкам наблюдения была, сравнительно, невелика и колебалась в 1,8 – 8,6 %, а на фазе куколки она в отдельных случаях достигала больших значений.

Таблица 6

Значения роли некоторых факторов смертности тополевой моли-пестрянки в насаждениях Москвы за период 1995 – 1999 гг.

Факторы смертности	Смертность особей по фазам развития, сред. $\pm$ m, мин. – макс., %		
	Яйцо	Гусеница	куколка
Конкуренция	$27,6 \pm 2,66$ 5,1 – 72,6	$15,6 \pm 1,49$ 0,5 – 33,9	-
Паразитизм	-	$5,8 \pm 0,70$ 0 – 20,1	$8,5 \pm 1,54$ 0 – 50,0
Хищничество	-	$0,7 \pm 0,21$ 0 – 4,2	$1,7 \pm 0,40$ 0 – 12,5
Болезни	-	$2,0 \pm 0,31$ 0 – 5,6	$2,9 \pm 0,40$ 0 – 8,3
Неизвестные факторы	$6,8 \pm 3,27$ 0 – 64,9	$26,6 \pm 4,52$ 0,9 – 84,5	$32,7 \pm 5,17$ 2,4 – 92,1

Видовой состав, выявленных в Москве паразитов тополевой моли состоит из 7 видов. В него входят наездники, среди которых 5 видов относятся к сем. Eulophidae (*Cirrospilus pictus* Nees., *Chrysocharis* sp. Forster, *Pnigalia* sp. Schrank., *Sympiesis gorgius* Walker., *S. Sericeicornis* Nees.) и 2 вида – к сем. Braconidae (*Apanteles bicolor* Nees., *A. circumscriptus* Nees.).

Воздействие хищников на фазах гусеницы и куколки почти отсутствовало. Болезни как фактор смертности также не играли сколько-нибудь значимой роли.

В условиях городских насаждений, как показали наши наблюдения, отмечалась, начиная с 1996 г. высокая смертность яиц, гусениц и куколок тополевой моли-пестрянки от так называемых “неизвестных” факторов. Мы считаем возможным отнести её за счет изменения качества корма под влиянием усилившегося загрязнения атмосферы и почв Москвы. В пользу

данной гипотезы говорит одновременно наблюдавшаяся высокая смертность тополевой моли в 1996 г. в расположенных на достаточном отдалении друг от друга насаждениях шести постоянных участков наблюдения. По данным метеорологической обсерваторией МГУ в первой половине 1996 г. был отмечен рост среднемесячных величин содержания сернистого ангидрида (SO_4^{2-}) в атмосферном воздухе в 5 раз, по сравнению с данными предыдущих лет (Абакумова, Исаев, Локошенко, Шерстюков, 1998). Изменение химического состава тканей листьев тополя могло произойти также под влиянием новой интенсивной технологии использования противоледных реагентов для очистки дорог и под воздействием усилившихся в несколько раз транспортных выбросов. В пользу данной гипотезы также говорит высокая смертность гусениц и куколок тополевой моли-пестрянки в рядовых уличных посадках при отсутствии признаков их поражения болезнями и паразитами.

Одним из значимых факторов смертности тополевой моли в отдельные годы могут выступать часто развивающиеся на листьях тополя болезни или повреждающие листья тополя грызущие листья вредители.

Для определения ключевого фактора смертности тополевой моли также использовался метод построения уравнений Подолера-Рогерса в каждом из шести участков постоянного наблюдения. Оказалось, что ключевыми факторами смертности тополевой моли-пестрянки являются уже упомянутые выше неизвестные факторы. Большое значение также имела внутривидовая конкуренция моли при высокой плотности её мин и в меньшей степени – паразитизм.

Для *лиственничной чехлоноски* в разных типах насаждений смертность от неоплодотворенности яиц оказалась достаточно высокой – до 14,7 %. Гибель гусениц наблюдалась под воздействием быстрого усыхания поврежденных хвоинок. Смертность от паразитизма значительно колебалась от 2,0 до 15,0 % у гусениц первых двух возрастов, до 16,8 % – у гусениц третьего и до 22,3 % – у гусениц четвертого возраста. Смертность от паразитов на фазе куколки варьировала от 6,3 до 18,5 % (табл. 7).

Комплекс паразитов *лиственничной чехлоноски* в насаждениях Москвы и Московской области состоит всего лишь из 5 видов. Это паразиты из сем. Eulophidae (*Cirrospilus pictus* Nees., *Chrysocharis* sp. Forster.), Pteromalidae (*Pteromalidae* sp.) и Braconidae (*Apanteles carpatus* Say., *Microdus pumilus* Ratz.). Значительная их часть – полифаги. Они нападают на различные виды микрочешуекрылых. При этом два вида наездников – *Cirrospilus pictus* и *Chrysocharis* sp. (сем. Eulophidae) оказались общими для *лиственничной чехлоноски* и *тополевой моли-пестрянки*. Эти виды в насаждениях Москвы имеют несколько генераций в год, а в развитии паразитов и хозяев наблюдается определенная синхронность.

В роли хищников в очагах *чехлоноски* выступили насекомоядные птицы и хищные клопы. В Москве и Московской области были зарегистрированы следующие виды птиц, питающиеся *чехлоноской*: синицы – московка, большая, лазоревка, хохлатая, длиннохвостая, черноголовая

гаичка; снегирь; коноплянка; чиж; щегол; поползень обыкновенный; желтоголовый королёк. На фазе яйца смертность от хищников на различных участках в среднем изменялась от 5,4 до 25,9 %. Особенно высокая смертность от птиц наблюдается на стадии зимующих гусениц третьего возраста от 24 до 45 % (табл. 7).

Для выявления ключевого фактора смертности листовенничной чехлоноски использовался метод построения уравнений Подолера-Рогерса. По данным анализа в разных насаждениях, ключевыми являлись различные группы факторов смертности, в том числе, хищничество птиц в период зимовки гусениц чехлоноски (3 возраст) (максимальное значение $b = 0,329$), неизвестные факторы на стадии гусеницы 3 возраста ($b = 0,211$), воздействие болезней на стадии гусеницы 3 возраста ($b = 0,184$) и паразитизм на фазе куколки ($b = 0,118$).

Из приведенных данных очевидна достаточно влиятельная сдерживающая роль естественных факторов смертности в московской популяции листовенничной чехлоноски, в том числе птиц, паразитов и болезней, что свидетельствует об их сохранности в городских фитоценозах, несмотря на сильную антропогенную трансформацию природной среды.

Таблица 7

Значения роли некоторых факторов смертности листовенничной чехлоноски в насаждениях Москвы за период 1995 – 1999 гг.

Факторы смертности	Смертность особей по фазам развития, сред. $\pm m$, мин. – макс., %				
	яйцо	гусеница I и II возраста	гусеница III возраста	гусеница IV возраста	Куколка
Неоплодотворённость яиц	$4,0 \pm 0,78$ 1,5 – 14,7	-	-	-	-
Засохли с хвоей	-	$4,5 \pm 0,58$ 0,2 – 9,2	-	-	-
Опали с хвоей	-	-	$6,7 \pm 0,94$ 0,6 – 15,6	-	-
Паразитированы	-	$6,2 \pm 1,80$ 1,1 – 18,8	$8,2 \pm 1,07$ 0,9 – 16,8	$11,3 \pm 1,37$ 4,6 – 24,8	$11,1 \pm 1,51$ 3,1 – 22,3
Съедены хищниками	$11,8 \pm 1,45$ 2,2 – 38,9	$7,4 \pm 0,59$ 1,8 – 18,8	$33,3 \pm 3,10$ 1,6 – 48,9	$7,2 \pm 0,81$ 1,9 – 12,1	$6,8 \pm 1,18$ 1,4 – 15,7
Погибли от болезней	-	$3,4 \pm 0,63$ 0,3 – 15,6	$2,9 \pm 0,54$ 0,4 – 8,3	$3,7 \pm 0,73$ 0,9 – 12,1	$3,1 \pm 0,58$ 1,0 – 10,4

Погибли неизвестных факторов	от	$\frac{6,7 \pm 0,60}{1,3 - 15,4}$	$\frac{4,1 \pm 0,61}{0,2 - 15,3}$	$\frac{3,5 \pm 0,67}{0,3 - 9,6}$	$\frac{4,0 \pm 0,70}{0,3 - 12,6}$	$\frac{3,1 \pm 0,58}{0,6 - 5,4}$
---------------------------------	----	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------

Этому не мешает и то обстоятельство, что лиственница в Москве не является местной породой. По-видимому, комплекс естественных факторов смертности чехлоноски можно рассматривать как сложившийся из элементов сообществ аборигенных видов растительноядных насекомых, на что указывает пример общих паразитов и универсальный активный характер деятельности насекомоядных птиц в особенности в осенне-зимний и ранне-весенний периоды.

8. Результаты оценки вредоспособности насекомых филлофагов

Впервые формализованная методика определения вредоспособности дендрофильных насекомых на примере стволовых и листогрызущих рассмотрена Е.Г. Мозолева (1974) и ею же с Е.Г. Долженко (1979), а для сосущих насекомых – Е.Г. Куликовой (1986). Её необходимость для насекомых-филлофагов возникает в связи с отбором основных объектов лесопатологического мониторинга в городе и разработке критериев для принятия решения о целесообразности защитных мероприятий против них.

Модифицированный способ балльной оценки вредоспособности листо- и хвоегрызущих и минирующих листву и хвою насекомых приводится ниже, где каждый из показателей оценивается условными баллами.

Общая вредоспособность (ОВ) оценивается как:

$$ОВ = ФВ \times МХР,$$

где ФВ – физиологическая вредоспособность, МХР – масштаб и характер их очагов.

Физиологическая вредоспособность (ФВ) определяется как:

$$ФВ = КН \times (СП + ПП + ППЛ_n - ПСЛ),$$

где КН – кормовая норма насекомого, СП – сезон питания вида, ПП – продолжительность периода питания личинок, ППЛ_n – суммарная продолжительность периода с сильной степенью потери листвы или хвои в насаждении за общее количество генераций вредителя (n) в год повреждения, ПСЛ – период нормального охвоения или облиствения деревьев в этом же году.

Масштаб и характер очагов (МХР) видов оценивается как:

$$МХР = ТОВ \times (КС + ЭП),$$

где ТОВ – тип очага и характер течения вспышки вида, КС – широта кормовой специализации и ЭП – экологическая пластичность вида.

Сумма баллов при оценке вредоспособности отдельных видов зависит от разных показателей: у одних – от размеров самих насекомых и связанных с ними кормовой нормы видов, у других – от продолжительности периода питания, у третьих – от сезона питания и возможности или невозможности восстановления листвы и хвои, у четвертых – от масштаба и характера очагов и размера и широты кормовой специализации видов. Проведенные расчеты показали, что вредоспособность листогрызущих насекомых колеблется от 27 до 1014 условных баллов. Вредоспособность минеров оказалась значительно ниже в связи с их меньшей кормовой нормой и отсутствием среди них широких полифагов, она колеблется от 8 до 52.

Руководствуясь оценкой вредоспособности насекомых-филлофагов, выраженной в баллах, можно ранжировать виды филлофагов на 4 группы – особо вредоспособные, умеренно и мало вредоспособные и относительно безвредные.

За видами филлофагов, входящими в первую и вторую группы (*особо и умеренно вредоспособных*) необходим специальный надзор и обязательное планирование мероприятий по предотвращению угрозы вспышек их массового размножения;

для *мало вредоспособных* видов можно ограничиться выполнением общего надзора и считать, что проводить истребительные мероприятия против них необходимо лишь в исключительных случаях;

против *относительно безвредных* видов проводить какие-либо мероприятия вообще нецелесообразно.

9. Система надзора и прогноза очагов листогрызущих и минирующих листву и хвою насекомых в насаждениях Москвы

С учетом огромной территории города и исторически сложившейся специфики озеленения отдельных районов, доли, занимаемой разными объектами озеленения площади, и преобладания тех или иных экологических категорий объектов озеленения в разных частях города, предлагается разделить его территорию на *центральную, среднюю и периферическую* зоны, и предложить для каждой из них соответствующий разный по интенсивности и методам режим специального надзора за листо- и хвоегрызущими и минирующими листву и хвою насекомыми. Его принципы подробно описаны в главе.

Для расчета угрозы повреждения насаждений для листогрызущих насекомых в последние годы в науке и в производстве принято использовать экологическую плотность насекомых, выраженную в количестве особей на 100 г сырой массы хвои или листвы, такие таблицы рассчитаны для основных лесообразующих пород (Голубев и др., 1984).

Для условий города нами была продолжена эта работа и на основании эмпирических данных для березы бородавчатой, липы мелколистной,

черемухи обыкновенной и черемухи Маака, рябины обыкновенной, вяза гладкого, ясеня обыкновенного, клёна остролистного, ольхи серой и ивы козьей (две последние широко распространены в долинах малых рек) были подобраны уравнения связи зеленой массы листы (Y , г) с диаметром ветви у первого узла облиствления (x , мм).

Качественный анализ данных и характер выравнивающих кривых дали основания считать, что рассматриваемая зависимость аппроксимируется корреляционным уравнением вида:

$$Y = ax^2 + bx + c,$$

где: Y – масса сырой листы на ветвь, г; x – диаметр ветви, мм; a , b и c – константы.

Коэффициенты уравнений находили по способу наименьших квадратов. После всех необходимых вычислений получены уравнения для 10 перечисленных выше пород.

Так, например, уравнения имеют вид:

для березы бородавчатой: $Y = -0,367x^2 + 5,669x - 8,218$,

для липы мелколистной: $Y = 0,043x^2 + 1,982x - 1,360$.

Соответствующие уравнения и вспомогательные таблицы, которые могут быть выражены и графически, составлены для всех перечисленных пород.

Для двух видов минеров – тополевой моли-пестрянки и лиственничной чехлоноски проведено построение *прогноза динамики численности их популяций* с помощью расчета корреляционных функций по способу, предложенному Семевским Ф. Н. (1971) и основанному на теории случайных процессов Бартлета (1958).

В качестве расчетных единиц использовались данные о плотности популяций тополевой моли пестрянки за 20 лет на 6 участках постоянных наблюдений и для лиственничной чехликовой моли за 15 лет на 4 участках наблюдений.

После построения модели и расчетов, как можно было судить по значениям дисперсии ошибок, прогноз динамики популяций тополевой моли на пробах, расположенных в ближнем Подмосковье (ППП № 2 и 3), имел достаточную точность ($G^2 = 0,137$ и $0,188$), меньшую точность ($G^2 = 1,390$ и $1,30$) он имел в зеленых насаждениях города (ППП №4 и 6). Для лиственничной чехликовой моли прогноз на ППП №1 (в парке МГУЛ) также имел достаточную точность ($G^2 = 0,169$).

Предложенная модель прогноза должна быть проверена и уточнена с помощью увеличения срока и числа наблюдений на постоянных пробных площадях. Это позволит в будущем повысить точность прогноза. Подобным же образом можно прогнозировать динамику численности и для других видов минеров, если иметь ряды данных постоянных наблюдений.

Выводы

1. На основании собственных и литературных данных в насаждениях Москвы выявлено 743 вида растительноядных членистоногих и определена специфичность состава и структуры встречаемости их экологических комплексов и видов в разных типах городских насаждений, отличающихся по своему происхождению, составу и структуре, пространственному размещению растений и степени трансформации природной среды. Проведен детальный анализ состава и систематической и экологической структуры наиболее распространенной в городских насаждениях группы филлофагов, особенностей их кормовой специализации и распространения в насаждениях города.

2. Средние значения ежегодной доли изъятия листвы (D , %) отдельными комплексами и конкретными видами филлофагов и коэффициент флуктуации значений $F(D, \%)$ характеризуют уровень численности их популяций в насаждениях города и его изменчивость и их биоценотическую роль.

3. Оценка поврежденности (N , %) и доли изъятия листовой поверхности (D , %) на 6 породах показали, что они практически не отличаются от таковых, определенных другими авторами в естественных лесах разных регионов.

4. Анализ показал, что и эруптивные, и, так называемые, индифферентные виды, независимо от высокого или низкого среднего уровня численности их популяций, способны периодически к очень резким её колебаниям.

5. Прослежена периодичность вспышек массового размножения листо- и хвое грызущих и минирующих листву и хвою насекомых в городских насаждениях и описан характер и особенности расположения их очагов. По своим размерам и расположению на территории города они разделяются на крупномасштабные, крупные линейные, локальные и сверхлокальные.

6. На примере трёх модельных объектов (непарного шелкопряда, тополевой моли-пестрянки и лиственничной чехликовой моли) изучены особенности биологии и экологии филлофагов в условиях города, проанализированы развитие вспышек их массового размножения, динамика популяций, выявлен видовой состав энтомофагов, определены факторы смертности и их роль с помощью построения таблиц выживания и применения метода Подолера-Рогерса для выявления ключевых факторов смертности. Это позволило сделать вывод о своеобразии динамики численности массовых видов дендрофильных насекомых в городских насаждениях и об определенной сохранности их естественных факторов смертности.

7. На основании анализа данных о биологии и особенностях развития очагов листогрызущих насекомых и минеров проведено усовершенствование балльного метода оценки их вредоспособности. Руководствуясь ею, виды филлофагов разделены на 4 группы (особо вредоспособные, умеренно и мало

вредоспособные и относительно безвредные) и для каждой из них определены режимы надзора и целесообразность защитных мероприятий.

8. Для совершенствования методов прогноза динамики очагов листогрызущих насекомых дополнительно к имеющимся данным составлены уравнения связи диаметра ветви и массы листвы для 10 древесных пород.

Для минеров, по многолетним данным на постоянных участках наблюдений, с помощью расчета корреляционных функций построена модель прогноза динамики численности их популяций.

Публикации по теме диссертации

1. Специфика развития очагов непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) в зеленых насаждениях Москвы. // Проблемы энтомологии в России. Науч. тр. XI Съезда РЭО (23–26 сентября 1997 г., Санкт-Петербург), том 1. СПб. ЗИН РАН, 1998. – С. 35. (в соавтор. с Беловой Н.К.).

2. Итоги мониторинга состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы в 1997 г. // Лесной вестник, № 2. – М.: МГУЛ, 1998б. – С. 14 – 27. (в соавтор. с Мозолева Е.Г., Куликовой Е.Г., Соколовой Э.С., Шарапа Т.В. и др.).

3. Липовый слизистый пилильщик. Обыкновенный еловый пилильщик. Вредители зеленых насаждений. // Лесной вестник, № 2. – М.: МГУЛ, 1998в. – С. 40 – 53.

4. Вспышки массового размножения непарного шелкопряда в условиях Москвы. // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. Науч. тр., вып. 294 (1). – М., МГУЛ, 1998г. – С. 181 – 190.

5. Античная волнянка в зеленых насаждениях Москвы. // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. Науч. тр., вып. 294 (1). – М., МГУЛ, 1998д. – С. 152 – 160. (в соавтор. с Беловой Н.К., Рошкетасовой С.Т.).

6. Оценка состояния молодых посадок в Москве. // Лесной вестник, № 2. – М.: МГУЛ, 1999а. – С. 134 – 139. (в соавтор. с Галасьева Т.В., Лебедева Г.С. и др.).

7. Видовой состав членистоногих фитофагов в насаждениях Москвы. // Лесной вестник, № 2. – М.: МГУЛ, 1999б. – С. 151 – 165. (в соавтор. с Беловой Н.К.).

8. Липовая моль-пестрянка (Lepidoptera, Gracillariidae) в зеленых насаждениях Москвы и Подмосковья. // Лесной вестник, № 2. – М.: МГУЛ, 1999в. – С. 172 – 177. (в соавтор. с Бедновой О.В.)

9. Влияние экстремальных погодных условий на состояние насаждений Москвы. // Лесной вестник, № 2. – М.: МГУЛ, 1999г. – С. 189 – 192. (в соавтор. с Лебедева Г.С., Галасьева Т.В., Шарапа Т.В. и др.).

10. Разделы 1.1 (с. 13), 2.2 (с. 83 – 84), 2.5 (с. 139 – 141), 2.6 (с. 142 – 145), Заключение (с. 193). В сб.: Состояние зеленых насаждений в Москве по данным мониторинга 1998 г. Аналитический доклад. Под ред. к.м.н. Х. Г.

Якубова. М.: Изд-во Прима-Пресс-М, 1999. (в соавтор. с Мозолевской Е.Г., Шарапа Т.В. и др.).

При использовании материалов просьба ссылаться на выходные данные печатного источника или страницу сайта.

Свои сообщения оставляйте в [Гостевой книге](#).

Рубрику ведут к.б.н. Белов Д.А. и к.б.н. Белова Н.К.
“White ant studio” by D.A. Belov and N.K. Belova
[A rolling stone gathers no moss. Катящийся камень мхом не обрастет.](#)

© Белов Д.А., Белова Н.К., 2007 – 2222 г.

Все права на материалы, находящиеся на сайте, охраняются в соответствии с законодательством РФ, в том числе, об авторском праве и смежных правах.

При любом использовании текстовых, аудио-, фото- и видеоматериалов ссылка на сайт обязательна. При полной или частичной перепечатке текстовых материалов в интернете гиперссылка на сайт обязательна.

Используются технологии [uCoz](#)