

УДК 595.783(477)

БИОЛОГИЯ КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ, *CAMERARIA OHRIDELLA* (LEPIDOPTERA, GRACILLARIIDAE), В УКРАИНЕ

СООБЩЕНИЕ 2

И. А. Акимов¹, М. Д. Зерова¹, Н. Б. Нарольский¹,
Г. Н. Никитенко¹, С. В. Свиридов¹, А. М. Коханец², М. М. Бабидорич³

¹ Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины,
ул. Б. Хмельницкого, 15, Киев, 01601 Украина
E-mail: narolsky@gmail.com

² Львовский государственный аграрный университет, с. Неслухов,
Каменец-Бугский р-н, Львовская обл., 80455 Украина

³ Закарпатский институт агропромышленного производства УААН,
пр. Свободы, 15/13, с. В. Бакта, Береговский р-н, Закарпатская обл., 90252 Украина

Принято 15 мая 2006

Биология каштановой минирующей моли, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae), в Украине. Сообщение 2. Акимов И. А., Зерова М. Д., Нарольский Н. Б., Никитенко Г. Н., Свиридов С. В., Коханец А. М., Бабидорич М. М. — Приведены данные по биологии и фенологии каштановой минирующей моли в Украине в 2003—2005 гг. Обсуждаются особенности фенологии 4 генераций каштановой минирующей моли и особенности зимовки вредителя в полевых условиях. Приведены фенологические таблицы для каждой генерации вредителя, фенограммы развития каштановой моли в условиях Киева, а также таблица и диграмма, характеризующие количественное соотношение различных стадий развития моли при уходе на зимовку.

Ключевые слова: *Cameraria ohridella*, каштан конский, инвазивные чужеродные виды, фенология, зимовка, урбанизированные ландшафты, мониторинг.

Biology of Horse Chestnut Leaf-Mining Moth, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae), in Ukraine. Communication 2. Akimov I. A., Zerova M. D., Narolsky N. B., Nikitenko G. N., Sviridov S. V., Kohanets A. M., Babidoritch M. M. — New data about biology and phenology of the horse chestnut leaf-miner since May 2003 till the end of May 2005 are given. Phenological peculiarities of the four generations of the horse chestnut leaf-mining moth as well as the results of the hibernation of this pest are discussed. A calculation of the amount of the effective temperatures from the beginning of the moth flight and also the terms of the development of the leaf-miner in the season-2004 are represented. Phenological tables for the each generation of the about mentioned pest along with the phenogram reflected the development of the horse chestnut leaf-mining moth together with the table and diagram, which are characteristic of quantitative correlation of the different phases of the leaf-miner before its going to the hibernation, are made for the first time as adaptable to Kyiv natural environment.

Key words: *Cameraria ohridella*, horse chestnut, invasive pest, phenology, wintering, urban areas, monitoring.

Введение

Данная работа завершает цикл статей, подготовленных авторами по результатам изучения биологии и фенологии каштановой минирующей моли, или «охридского минера» — *Cameraria ohridella* Deschka & Dimiè, 1986 в Украине в течение 2003—2005 гг.

Гусеницы каштановой минирующей моли повреждают листья конского каштана обыкновенного, *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae), вызывая усыхание и опадание поврежденной листвы, которое в свою очередь приводит к так называемому «осеннему цветению каштанов» в середине или конце лета (впервые отмечено Pschorn-Walcher, 1994).

Дефолиация (потеря листвы), повторный выпуск молодых листьев и цветение осенью сильно ослабляют пораженные деревья и отрицательно сказываются на способности каштанов успешно переносить зимовку. На фоне засоленности и сухости почвы, загазованности атмосферы и ряда других негативных факторов, свойственных урбанизированным ландшафтам, вред, причиняемый каштанам *C. ohridella*, существенно усиливается. В том случае, если не проводятся соответствующие защитные мероприятия, наблюдается гибель ослабленных деревьев уже через несколько лет после достижения высокой плотности популяции вредителя в очагах.

Проблема защиты конского каштана обыкновенного от *C. ohridella* актуальна в настоящее время практически для всех стран Европы, в пределах которой этот вид более чем успешно распространился со времени своего первого обнаружения в окрестностях оз. Охрид (Македония) в 1984—1985 гг.

Проект ЮНЕСКО «CONTROCAM» (2001—2003 гг.)¹ по изучению проблемы каштановой моли и разработке методов борьбы с ней не принес ожидаемых практических результатов, равно как на момент подготовки данной статьи к печати не была установлена родина каштановой моли, что позволило бы интродуцировать в Европу паразитирующие на ней виды энтомофагов для борьбы с этим вредителем.

В настоящее время в Европе существует значительное количество частных фирм, применяющих для защиты каштанов от *C. ohridella* различные действующие вещества и использующих разнообразные методы обработки пораженных деревьев.

Наиболее перспективным, с точки зрения безопасности и технологичности в настоящее время, видимо, следует считать хорошо зарекомендовавший себя метод инъектирования каштанов. Тем не менее его относительно высокая себестоимость, с одной стороны, и значительное количество каштанов, требующих защиты, с другой стороны, оставляют эту проблему по-прежнему открытой.

Исследования в Украине

Комплексные исследования особенностей биологии и развития каштановой минирующей моли в том объеме, в котором они изложены в настоящей статье, к моменту подготовки рукописи в Украине не проводились и выполнены для данного региона впервые. Принимая во внимание заключительный характер настоящей статьи целесообразно коротко остановиться на кратком содержании предыдущих, посвященных изучению каштановой моли в Украине.

Первая работа в значительной степени носила обзорный характер (Акимов и др., 2003 а). Главной целью ее публикации было привлечение внимания отечественных природоохранных организаций к появлению в Европе (и Украине в частности) нового опасного «инвазийного» вида, а также обобщение опыта европейских специалистов по защите конского каштана от этого вредителя.

Во второй статье (Акимов и др., 2003 б) приведена карта ареала *C. ohridella* в Украине, составленная по результатам экспедиционных выездов, предпринятых в течение 2003 г. с целью установления направления и скорости распространения этого вредителя.

Статус рода *Cameraria*, к которому относится каштановая минирующая моль, а также особенности образования мин гусеницами *C. ohridella* на разных стадиях своего развития подробно рассмотрены в третьей статье коллектива (Акимов и др., 2003 в). Опубликованные в этой работе данные имеют практическое значение для определения непосредственно в полевых условиях возраста гусеницы каштановой моли по форме и размеру образуемой ею мины. Кроме того, в работе приведены суммы эффективных температур начала лёта имаго и продолжительность развития I генерации моли.

В четвертой статье (Акимов та ін., 2003 г) уточняются данные по распространению *C. ohridella* в Украине и обсуждаются вопросы, связанные с появлением этого вредителя в г. Киеве. Кроме того, в работе приведены предварительные данные по биологии и фенологии имаго и преимагинальных фаз каштановой моли в условиях Украины в 2003 г.

В настоящем сообщении (являющемся заключительным в этом цикле статей) обобщены данные, полученные в 2003—2005 гг. по фенологии каштановой моли в Украине, включая данные по зимовке в условиях Киева.

Материал и методы

Данные по фенологии основаны главным образом на наблюдениях за развитием каштановой минирующей моли в 2003—2005 гг. в условиях Киева и области. Кроме того, были использованы материалы наблюдений в условиях г. Львова и его окрестностей (Львовская станция садоводства, с. Неслухов) и с. Верхняя Бакта (Закарпатский институт агропромышленного производства УААН), где наблюдения проводили начиная с 1998 г. Лёт бабочек в 2004 г. и частично в 2005 г. определяли с помощью феромонных ловушек «BIOLATRAP». Для уточнения ареала каштановой моли в Украине использованы данные экспедиционных выездов в юго-западные регионы Украины (Львов и его окрестности, Броды, Буськ, Дубно, Хмельницкий, Жмеринка, Бровары, Украинка, Яготин и др.).

Все учеты проводили с использованием общепринятых энтомологических методик.

¹ «CONTROCAM: Sustainable control of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae), a new invasive pest of *Aesculus hippocastanum* in Europe».

Фенология *Cameraria ohridella* в Украине

В Европе в зависимости от климатических условий конкретного региона *C. ohridella* развивается в 3—5 поколениях (Skuhraý, 1998). Как было предварительно установлено нами ранее (Акімов та ін., 2003 г), в Украине (в условиях лесопарковой зоны Киева) развитие этого вредителя происходит в трех полных и четвертом неполном поколениях.

Расчеты сумм эффективных температур ($\sum t_{\text{эф.}}$) для каждой из 4 генераций проводились нами согласно методу Селянинова (Мировой..., 1939) по следующей формуле:

$$\sum t_{\text{эф.}} = \frac{A \times B}{2} \times D,$$

где А — пороговая температура²; В — средняя температура за месяц; D — количество суток, когда средняя температура превышала пороговую. Полученные данные представлены на фенограмме (рис. 2) и таблицах (табл. 1—4).

I генерация

Лёт имаго. *C. ohridella* зимует на стадии куколки в шелковистой колыбельке, внутри мины в опавших листьях. Сроки отрождения и начало лёта имаго I генерации приходятся на конец апреля — первые числа мая, что по фенологическим показателям совпадает с началом фенофазы распускания почек и бутонизации каштана.

Это важно для объяснения разных значений сумм эффективных температур начала лёта имаго этой генерации, полученных нами для сезонов 2003—2005 гг. В 2003 и 2004 гг. лёт имаго наблюдался в первых числах мая, а в 2005 г. первые бабочки полетели 24 апреля. В 2003 г. первые бабочки появились³ при достижении суммы эффективных температур около 70°C, в 2005 г. — более 80°C, а в 2004 г. она составила 132°C (табл. 1).

Почти двукратное расхождение сумм эффективных температур, рассчитанных на основании среднесуточных показателей, в 2003 и 2004 гг. объясняется разными погодными условиями: если апрель 2003 г. был аномально холодным (переход среднесуточной температуры через пороговую величину 10°C произошел только в последних числах месяца), то апрель 2004—2005 гг. — теплыми.

Согласно данным трехлетних наблюдений сумма эффективных температур развития куколки в среднем составляет 107 ± 15°C. Исходя из этого показателя, мы считаем, что вылетевшие в начале мая 2003 г. бабочки зимовали в микростациях с хорошей инсоляцией и «добрали» недостающее количество тепла за счет локального обогрева.

В то же время весной 2004 г. в условиях г. Киева и Киевской обл. (2—5 мая) на характер развития I генерации каштановой моли существенное влияние оказали ночные заморозки. По нашим наблюдениям, в отдельных очагах заморозки привели к гибели значительного количества как самок, так и отложенных ими яиц, что, в свою очередь, привело, во-первых, к резкому снижению плотности популяции моли в целом и, во-вторых, к увеличению продолжительности развития I генерации за счет увеличения сроков яйцекладки и продолжительности развития отдельных стадий в условиях пониженных температур.

Температурные показатели в апреле—мае 2005 г., напротив, благоприятствовали развитию особей I генерации каштановой моли, что привело к накоплению вредителя и значительному увеличению его численности в очагах.

² Величина нижнего термического порога развития различных стадий чешуекрылых составляет для яйца 9,5°C, гусеницы — 9,2°C, проницы — 9,5°C, куколки — 10°C и для имаго — 7°C (Кожанчиков, 1961). Принимая во внимание, что зимующей стадией у каштановой моли является куколка и с учетом закона лимитирующего фактора пороговая температура развития для генерации принята нами как 10°C.

³ В статье (Акімов и др., 2003 а) приводятся первоначальные данные только по материалам, полученным в г. Львове.

Таблица 1. Фенология I генерации *C. ohridella*
Table 1. Phenology of the first generation of *C. ohridella*

Фаза/стадия развития	Год	Начало	Σt эф., °C	Массово	Σt эф., °C	Конец	Σt эф., °C
Имаго I генерации	2003	4.05	68	12—27.05	149—352	5.06	476
	2004	1.05	132	3—5, 13—20.05	155—414	3.06	549
	2005	24.04	82	4—23.05	117—272	27.06	330
Гусеницы 1—2-го возраста	2003	18.05	230	27.05—12.06	352—573	19.06	671
	2004	14.05	250	3—18.06	549—757	5.07	952
	2005	5.05	194	12.05—7.06	265—569	15.06	667
Гусеницы 3—4-го возраста	2003	23.05	260	3—19.06	447—671	23.06	722
	2004	24.05	402	15.05—6.07	721—1012	18.07	1198
	2005	13.05	277	27.05—15.06	438—667	21.06	740
Гусеницы 5—6-го возраста	2003	3.06	447	19.06—12.07	671—1012	25.07	1217
	2004	3.06	549	17.06—6.07	743—1101	25.07	1252
	2005	1.06	496	7—23.06	569—764	29.06	838
Куколки	2003	17.06	643	23.06—12.07	722—1012	27.07	1228
	2004	17.06	742	28.06—12.07	895—1101	31.07	1387
	2005	7.06	569	13.06—5.07	643—935	12.07	1054
Имаго II генерации	2003	24.06	765	30.06—13.07	838—1027	3.08	1299
	2004	24.06	840	6.07—1.08	1012—1402	9.08	1524
	2005	15.06	667	18—30.06	704—850	19.07	1129

Перечисленные особенности сезонов определили разный характер динамики лёта бабочек I генерации. Если в 2003 и 2005 гг. массовый лёт имаго наблюдался в середине мая, а высокая численность имаго отмечалась на протяжении двух-трех недель, то в 2004 г. были отмечены два ясно выраженные пика численности бабочек — в начале мая и (после заморозков) во второй половине мая, что в дальнейшем проявилось в перекрытии сроков развития II и III генераций (рис. 2).

Вместе с тем, начало массового лёта для всех трех сезонов пришлось на фенофазу образования и начала роста плодов каштана при достижении суммы эффективных температур около 150°C , что делает полученные данные вполне сопоставимыми.

Откладка яиц. Начало откладки яиц самками I генерации приходится на I декаду мая (фенофаза массового цветения каштанов) и продолжается до начала июня. В зависимости от температурного режима эмбриональное развитие составляет 7—14 сут.

Гусеницы младших возрастов (1—2-й возраст) в зависимости от условий конкретного сезона встречались в природе с I—II декады мая до III декады июня, массово — с середины мая до середины июня. В 2004 г. сроки развития гусениц младших возрастов в связи с заморозками были более продолжительными и личинки младших возрастов встречались до 5 июля. В целом гусеницы этой генерации отмечались до III декады июля (25.07.2004).

Таким образом, продолжительность развития отдельных гусениц I генерации в зависимости от погодных и микроклиматических условий составила 27—35 сут, а сумма эффективных температур, необходимых для развития личинки, находилась в пределах $300\text{—}460^{\circ}\text{C}$.

Окукливание гусениц I генерации наблюдалось с середины июня до конца июля; при этом продолжительность развития куколки составила 7—9 сут, а сумма эффективных температур, необходимая для ее развития, — $103 \pm 7^{\circ}\text{C}$.

Лёт имаго II генерации в 2003—2004 гг. происходил с середины июня до начала августа, в то время как в 2005 г., по нашим наблюдениям, лёт завершился к середине июля.

Таким образом, полный цикл развития отдельных особей каштановой минирующей моли I генерации от имаго до яйца составил около 50 сут при сумме

эффективных температур около 700°C (в среднем $664 \pm 51^\circ\text{C}$, при 697°C – в 2003 г., 708°C – в 2004 г. и 587°C – в 2005 г.). Продолжительность развития генерации в целом составила около 90 сут в 2003 и 2005 гг. и около 100 – в 2004 г.

II генерация

Лёт имаго. Как отмечено выше, бабочки II генерации *C. ohridella* встречались с середины июня при сумме эффективных температур, необходимых для вылета бабочки из куколки, в пределах 98–112°C, а лёт имаго этой генерации продолжался до начала августа (табл. 2).

Гусеницы. Продолжительность развития гусениц II генерации оказалась несколько меньше по сравнению со сроками развития гусениц I генерации и составила 20–25 сут при сумме эффективных температур 396–412°C, что несколько меньше по сравнению с данными, полученными для гусениц I генерации (400–460°C), хотя в целом эти показатели соизмеримы.

Окукливание наблюдалось с середины июля и продолжалось до II декады сентября в 2003–2004 гг. и до середины августа в 2005 г. Первые бабочки III генерации в 2005 г. появились в III декаде июля, а в 2003–2004 гг. – в начале августа.

Таким образом, продолжительность развития отдельных особей каштановой минирующей моли II генерации составила 40–45 сут при сумме эффективных температур около 700°C ($684,7 \pm 12,9^\circ\text{C}$) (681°C – в 2003 г., 704°C – в 2004 г., 669°C – в 2005 г.) и при общей продолжительности развития этой генерации в природе более 70 сут.

Сумма эффективных температур развития отдельных особей II генерации, составила 700°C, что полностью совпадает с суммой эффективных температур, полученной для I генерации, а более короткие сроки развития II генерации (90–100 сут для I генерации и 70 сут для II генерации) обусловлены более высокими среднесуточными температурами середины лета.

Таблица 2. Фенология II генерации *C. ohridella*

Table 2. Phenology of the second generation of *C. ohridella*

Фаза/стадия развития	Год	Начало	$\sum t$ эф., °C	Массово	$\sum t$ эф., °C	Конец	$\sum t$ эф., °C
Имаго II генерации	2003	24.06.	112	30.06–13.07	149–382	3.08	712
	2004	24.06	98	4.07–1.08	226–616	9.08	738
	2005	15.06	98	18–30.06	140–224	7.07	357
Гусеницы 1–2-го возраста	2003	6.07	273	13–27.07	384–557	19.08	931
	2004	4.07	226	6–29.07	268–613	10.08	795
	2005	23.06	218	30.06–20.07	293–633	20.07	633
Гусеницы 3–4-го возраста	2003	14.07	400	19.07–20.08	479–945	30.08	1103
	2004	11.07	331	18.07–16.08	455–949	25.08	1026
	2005	30.06	293	15–26.07	586–735	27.07	752
Гусеницы 5–6-го возраста	2003	27.07	583	4–25.08	704–959	8.09	1168
	2004	18.07	436	29.07–16.08	628–902	29.08	1132
	2005	11.07	518	22.07–13.08	667–716	20.08	917
Куколки	2003	31.07	669	15–31.08	981–1212	10.09	1190
	2004	24.07	626	9–25.08	901–1145	10.09	1363
	2005	15.07	611	21.07–1.08	663–898	13.08	1072
Имаго II генерации	2003	8.08	796	18.08–8.09	1029–1312	19.09	1296
	2004	1.08	779	9.08–2.09	625–1188	27.09	1287
	2005	22.07	667	30.07–13.08	883–1072	20.08	1372

III генерация

Лёт имаго. В 2003—2004 гг. первые бабочки III генерации были отмечены в I декаде августа, в 2005 г. — в III декаде июля при сумме эффективных температур, необходимых для развития этой фазы, в пределах 117—133°C. Лёт имаго этой генерации продолжался в 2005 г. до III декады августа, в 2003—2004 гг. — до III декады сентября (табл. 3).

Гусеницы. Продолжительность развития гусениц III генерации составила в среднем 27 сут (в 2003 г. — 29, в 2004 г. — 25, в 2005 г. — 27), при средней сумме эффективных температур $417 \pm 25^\circ\text{C}$ и диапазоне 383—448°C, что соизмеримо со значениями показателей, полученных для I (400—460°C) и II (396—412°C) генераций.

Окукливание гусениц III генерации наблюдалось с конца августа до конца октября. В 2003 г. лёт имаго этой генерации продолжался до конца октября, в 2004—2005 гг. — до конца сентября.

Таким образом, продолжительность развития отдельных особей каштановой моли III генерации в среднем составила 45 сут (в 2003 г. — 55, в 2004 г. — 44, в 2005 г. — 35) при средней сумме эффективных температур $692 \pm 16^\circ\text{C}$ и диапазоне, как и для первых двух генераций, в пределах 663—708°C при общей продолжительности развития этой генерации в среднем 67 сут (в 2003 г. — 78, в 2004 г. — 58, в 2005 г. — 67).

Эти показатели полностью сравнимы с показателями, полученными для I—II генераций, а увеличение сроков развития III генерации в 2003 г., как указывалось выше, объясняется более низкими среднесуточными температурами по сравнению со среднесуточными температурами середины лета того же сезона и температурными отличиями сезонов 2004—2005 гг.

IV генерация

Лёт имаго IV генерации в 2003 г. наблюдался в I декаде октября, а первые гусеницы появились в середине этого месяца. В 2004—2005 гг. развитие этой генерации началось значительно раньше, а лёт первых бабочек наблюдался уже в

Таблица 3. Фенология III генерации *C. ohridella*
Table 3. Phenology the third generations of *C. ohridella*

Фаза/стадия развития	Год	Начало	Σt эф., °C	Массово	Σt эф., °C	Конец	Σt эф., °C
Имаго III генерации	2003	8.08	117	18.08—8.09	262—545	19.09	570
	2004	1.08	120	9.08—2.09	242—605	27.09	628
	2005	22.07	133	30.07—13.08	275—509	20.08	629
Гусеницы 1—2-го возраста	2003	23.08	334	3—28.09	487—780	20.10	1045
	2004	9.08	349	19.08—27.09	501—624	27.09	917
	2005	28.07	235	9.08—20.09	441—610	25.09	625
Гусеницы 3—4-го возраста	2003	1.09	463	12.09—19.10	592—1033	25.10 (зам.)*	1093
	2004	16.08	456	28.08—9.09	624—800	27.09	806
	2005	6.08	408	15.08—15.09	528—962	25.09	1083
Гусеницы 5—6-го возраста	2003	16.09	650	1—23.10	826—1038	25.10 (зам.)	1093
	2004	24.08	595	2—16.09	718—986	28.10	1166
	2005	23.08	654	27.08—10.10	698—1178	15.10	1207
Куколки	2003	23.09	732	9—23.10	932—1047	25.10 (зам.)	1093
	2004	2.09	712	16—20.09	885—936	27.09	1040
	2005	25.08	683	3—30.09	796—1116	30.09	1116
Имаго IV генерации	2003	2.10	825	12—23.10	959—1033	25.10 (зам.)	1093
	2004	11.09	824	20—27.09	936—1023	27.09	917
	2005	3.09	796	9.09—20.10	932—1260	28.10	1277

* (зам.) — заморозок.

I декаде сентября. Бабочки IV генерации в 2003—2005 гг. встречались в природе практически до заморозков.

Такое расхождение сроков начала лёта особей IV генерации, как было уже обсуждено выше, объясняется климатическими отличиями между сезонами, тогда как величины сумм эффективных температур развития разных стадий предыдущих генераций на протяжении 3 сезонов в целом сравнимы и составляют около 400°C.

Гусеницы. В 2003 г. первые гусеницы IV генерации появились 16 октября, однако с наступлением первых осенних заморозков все они погибли, достигнув лишь 3—4-го возраста (сумма эффективных температур при этом составила около 230°C). В 2004—2005 гг. первые гусеницы IV генерации появились во II декаде сентября (сумма эффективных температур за период развития яиц и гусениц составила около 300°C) и встречались на поздних формах каштанов до опадания листьев, наблюдавшемся в 2004—2005 гг. в конце ноября (ранние формы сбросили листья 15—17 октября).

За этот период, к моменту прекращения развития гусениц, сумма эффективных температур в 2004 г. составила около 450°C. В 2005 г., отличавшемся аномально теплой осенью, 12 октября были выявлены первые гусеницы старших возрастов этой генерации, а 20 октября — первые куколки. Сумма эффективных температур этой генерации к указанному сроку достигла 574°C, что сопоставимо со средней суммой эффективных температур, необходимой для развития полной генерации каштановой минирующей моли.

Окукливание гусениц. В 2004 г. к концу октября в заселенных минах IV генерации встречались гусеницы с 1 до 6 возрастов. Первые ушедшие на зимовку куколки были обнаружены 27 октября. В 2005 г. первые куколки IV генерации вредителя были отмечены 20 октября. Лёт бабочек в 2005 г. в природных условиях в целом наблюдался до 29 октября. Выход бабочек V генерации нами отмечен не был. Мы считаем, что это были особи предыдущего (III) поколения, задержавшиеся в развитии (в биотопах с пониженной инсоляцией), а куколки IV генерации, завершившие свое развитие, вместе со значительной частью куколок III генерации ушли на зимовку.

Таблица 4. Фенология IV генерации *C. ohridella*
Table 4. Phenology of the fourth generation of *C. ohridella*

Фаза/стадия развития	Год	Начало	Σt эф., °C	Массово	Σt эф., °C	Конец	Σt эф., °C
Имаго IV генерации	2003	2.10	94	12—23.10	214—293	25.10 заморозок	359
	2004	11.09	112	20—27.09	262—311	27.09	311
	2005	3.09	117	9.09—20.10	160—335	20.10	335
Гусеницы 1—2-го возраста	2003	16.10	262	25.10 заморозок	359	25.10 заморозок	359
	2004	20.09	224	29.09—12.10	336—453	17.10	453
	2005	11.09	226	13.09—12.10	250—527	12.10	527
Гусеницы 3—4-го возраста	2003	21.10	324	25.10 заморозок	359	25.10 заморозок	359
	2004	29.09	336	12—26.10	453	28.10	453
	2005	27.09	420	27.09—20.10	420—574	20.10	574
Гусеницы 5—6-го возраста	2003	—	—	—	—	—	—
	2004	—	—	—	—	—	—
	2005	12.10	527	12—20.10	453—574	28.10	621
Куколки	2003	—	—	—	—	—	—
	2004	—	—	—	—	—	—
	2005	20.10	574	—	—	Уход на зимовку	—

Данные учета лёта имаго на феромонные ловушки

Сроки лёта имаго в 2004—2005 гг. определяли как с помощью визуальных наблюдений, так и путем учетов лёта на феромонные ловушки «Violatrap» (рис. 1). В условиях г. Киева ловушки использовали, начиная с фенофазы набухания почек конского каштана (начало апреля); их вывешивали в лесопарковой зоне как в очагах вредителя с неубранной опавшей листвой, так и в местах со специально собранной и помещенной в изоляторы из мельничного газа листвой.

Вылет первых бабочек в природе отмечен нами в самом начале фенофазы цветения каштана (в 2004 г. — 1 мая, в 2005 г. — 24 апреля). В течение суток вылет бабочек из куколок наблюдался преимущественно в первой половине дня с 10 до 13 ч в местах с достаточной инсоляцией, где температура воздуха достигала 15—17°C. Во второй половине дня отмечались единичные случаи вылета имаго. Бабочки сразу после отрождения стараются укрыться в затененных местах. Затем они концентрируются на штамбах в зоне светотени. В очагах количество особей бабочек может достигать 60—80 особей и более на квадратный дециметр поверхности штамба.

Количество генераций

Данные по изучению фенологии каштановой минирующей моли, полученные в 2004—2005 гг., совпали с предварительным заключением авторов о том, что *C. ohridella* развивается в условиях Украины в трех полных и четвертом факультативных генерациях (Акимов та ін., 2003 г). Вместе с тем наблюдения 2003—2005 гг. позволили обнаружить некоторые существенные различия в сроках развития III и IV генераций, которые обусловлены, с одной стороны, разными погодными условиями в различные сезоны, а с другой — микроклиматическими особенностями отдельных очагов каштановой моли.

В 2003 г. первые куколки III генерации появились в конце сентября (23.09.2003), а имаго — в самом начале октября (2.10.2003), при этом в лабораторных условиях лёт имаго продолжался до конца октября.

Количество куколок особей III генерации, ушедших на зимовку ко времени наступления первых заморозков (23.10.2003) составило около 2,9%. Кроме того, к началу заморозков еще примерно 1,8% гусениц этой генерации успело развиваться до конца 5-го или 6-го возрастов и в дальнейшем, после заморозков они также успешно окуклились и ушли на зимовку.

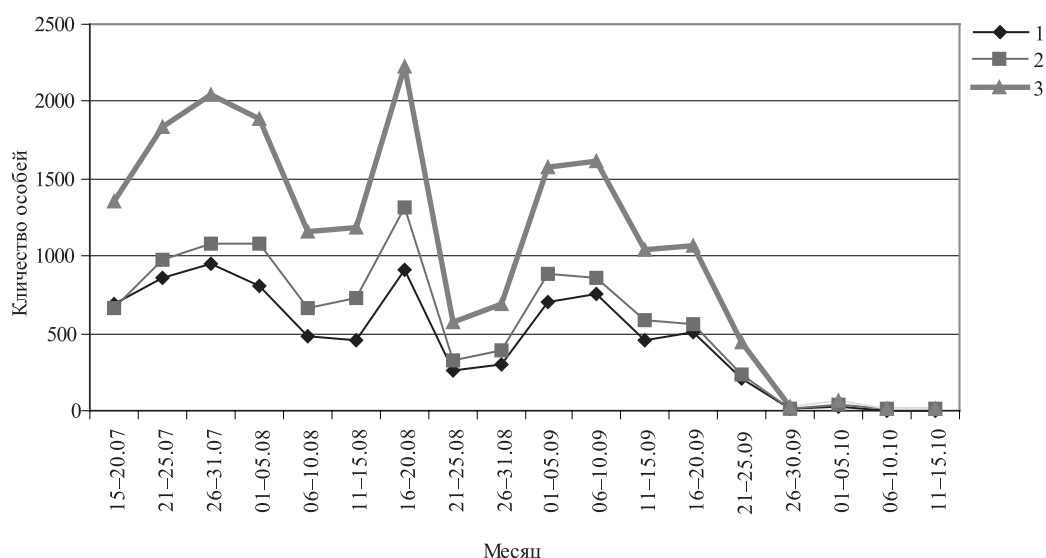


Рис. 1. Динамика лета *C. ohridella* в Закарпатье (с. В. Бакта) в 2004 г. (3 отдельных очага).

Fig. 1. Flying dynamics of *C. ohridella* in Zakarpattia (s. Verkhnya Bakta) during 2004 (3 separate hotbed).

В 2004 г. сроки развития III и IV генераций в условиях г. Киева заметно отличались.

Первые куколки моли III генерации появились в первых числах сентября (2.09.2004) и встречались в природных условиях до последней декады сентября (по результатам вскрытия мин — до 22.09.2004). Лёт имаго этой генерации наблюдался в течение значительной части сентября (по результатам учетов на феромонные ловушки и по лабораторным наблюдениям — 11—27.09.2004 (табл. 4).

Первые гусеницы IV генерации в 2004 г. обнаружены в природе в начале III декады сентября (20.09.2004) и встречались в минах на листьях вплоть до времени сбрасывания листвы поздними формами каштанов (середина ноября, у ранних форм опадание листвы было зафиксировано 15—17.10.2004), а также позднее до конца ноября уже в опавшей листве (рис. 2).

В течение этого периода (а именно с 20.09.2004 по 27.10.2004) ни в минах листьев на деревьях, ни в минах на опавших листьях куколки IV генерации обнаружены не были.

Если ко второй половине октября в 2003 г. куколки III генерации уже ушли на зимовку, а особи IV генерации развились только до 4-го возраста (рис. 2, б), то в 2004 г. в этот период куколки не встречались, а в минах обитали только гусеницы старших (4-6-го) возрастов. Первые зимующие куколки IV генерации в 2004 г. обнаружены нами лишь в конце октября (27.10.2004, рис. 2, 3).

В 2005 г. вследствие аномально теплой осени, что подтверждается величинами подсчитанной для генерации суммы эффективных температур, около 50% гусениц IV поколения полностью закончили развитие, окуклились и ушли на зимовку.

Таким образом, в 2003 г. гусеницы IV генерации каштановой моли успели развиваться только до младших возрастов и далее с наступлением заморозков (рис. 2, 1) все погибли (рис. 2, 5). В 2004 г. часть гусениц IV генерации (рис. 2, 7) успешно окуклилась (рис. 2, 4) и ушла на зимовку (рис. 2, 3). В 2005 г. не менее половины гусениц IV генерации полностью завершили развитие, окуклились и ушли на зимовку. Т. е., исходя из визуальных наблюдений, результатов вскрытия мин и отлова бабочек на феромонные ловушки и принимая во внимание полученные величины сумм эффективных температур, мы считаем, что среди куколок, ушедших

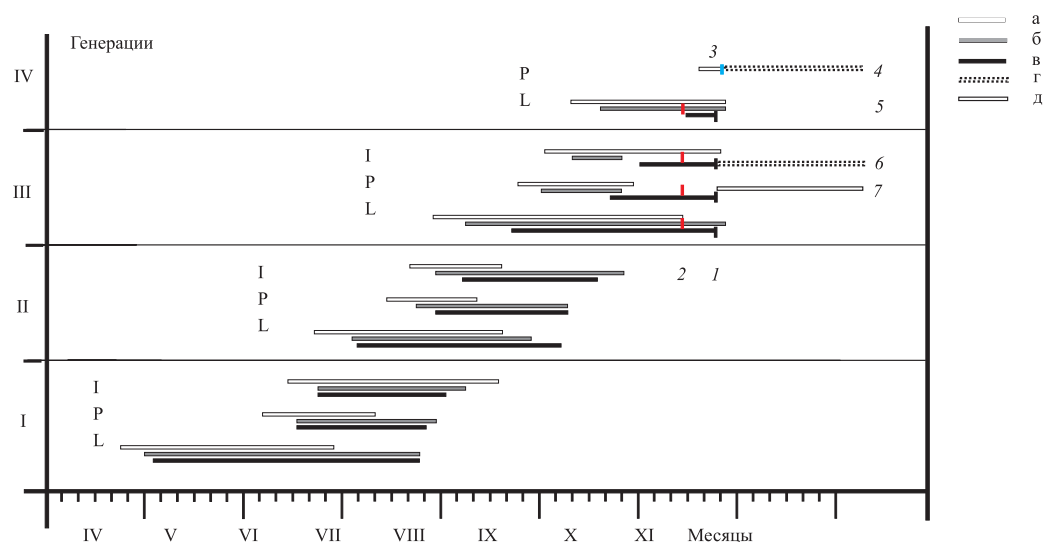


Рис. 2. Фенология *C. ohridella* в Украине в 2003–2005 гг.: а – 2005 г., б – 2004 г., в – 2003 г., г – зимующие куколки, д – гусеницы 6-го возраста, окуклившиеся в опавших листьях

Fig. 2. Phenology of *C. ohridella* in Ukraine during 2003–2005: а – 2005, б – 2004, в – 2003, г – overwintering pupae, д – the six instar larvae which pupate in fallen leaves.

на зимовку в 2004—2005 гг. были куколки как III, так и IV генераций, тогда как в 2003 г. на зимовку ушли куколки только III генерации.

Влияние микроклиматических отличий биотопов на количество генераций *C. ohridella* в условиях Киева

Изучение экологических характеристик очагов *C. ohridella* показало, что по микроклиматическим особенностям места произрастания каштанов можно условно разделить на 2 группы. К первой группе нами отнесены посадки каштанов в низинах, в защищенных местах с южной экспозицией, особенно если они расположены близко к воде, при этом нередко вблизи асфальтных трасс с интенсивным движением, т. е. в более прогреваемых и более влажных биотопах, с более мягким микроклиматом. Ко второй группе отнесены биотопы с противоположными характеристиками⁴.

Следует принять во внимание, что микроклиматические различия между биотопами, а также микроклиматические отличия внутри биотопа оказывают значительное влияние на длительность фаз сезонного развития отдельных деревьев конского каштана, особенно в пределах урбанизированных ландшафтов (Григорюк та ін., 2004). Этим объясняются существенные различия в сроках сброса листвы осенью отдельными деревьями каштана, достигающие, по нашим данным, одного месяца.

Анализ полученных данных показал, что в очагах, отнесенных нами к первой группе, условия для развития каштановой моли являются в целом более благоприятными. Об этом свидетельствует более высокая плотность популяции моли в таких очагах и более короткие сроки развития генераций, в первую очередь, за счет более высоких дневных показателей температур. Сокращение сроков развития генераций на фоне более позднего сброса листвы каштанами создает, таким образом, благоприятные условия для успешного развития гусениц IV генерации.

Сроки развития

Проведенные нами расчеты показали (табл. 5), что продолжительность развития гусениц отдельной генерации в среднем составляет около месяца (20—35 сут) при средней сумме эффективных температур 430°C (колебания в пределах 384—460°C), а полный цикл развития отдельных особей (от яйца до имаго следующей генерации) составил для I и III генераций около 55 сут. Развитие II генерации за счет более высоких среднесуточных температур продолжалось 46 сут при средней сумме эффективных температур около 700°C (от 697°C до 708°C).

Зимовка

Для определения количественного соотношения различных стадий развития *C. ohridella*, уходящих на зимовку, в ноябре 2003 г. в наиболее крупных очагах г. Киева были взяты пробы листьев каштана с наибольшим количеством мин на листовой пластинке.

Анализ проб показал, что ко времени ухода на зимовку (первые заморозки) окуклилось всего 9,46% общего количества гусениц, тогда как большая часть гусениц (84,63%) успела развиваться лишь до 2—5-го возрастов и в дальнейшем к началу зимнего периода погибла (табл. 6).

Стадии предкуколки (6-й непитающейся стадии, или «*aphaga*») достигли 5,91% гусениц, успешно перенося кратковременное понижение температуры (заморозки до -7°C), и при последующем потеплении успешно окукливались, что было подтверждено и в лабораторных условиях.

Нами установлено, что основной причиной гибели гусениц 2—5-го возрастов следует считать, видимо, не столько понижение температуры, сколько развитие

⁴ В условиях г. Киева разница высот расположения очагов моли составляет около 200 м.

Таблица 5. Сроки развития *C. ohridella* в 2003—2004 г.
Table 5. Terms of development *C. ohridella* during 2003—2004

Генера-ция	Год	Сроки развития 1 особи, сут				∑t эф., развития 1 особи, °С			∑t эф., развития генерации, °С		
		min	max	ср.	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.
I	2003	50	57	53,5	54,0	647	747	664,5	1151,9	2028	1589,95
I	2004	53	62	57,5		642	758				
I	2005	47	55	51,0		553	621				
II	2003	44	47	45,5	44,7	663	708	692,5	1198,2	1936,9	1567,55
II	2004	43	49	46,0		681	727				
II	2005	38	47	42,5		585	799				
III	2003	55	37 (до зам.)	55	54,0	704	—	692,0			
III	2004	54	30 (до опад.)	54		708	—				
III	2005	44	62	53		663	693		1175,0	1989	1579,8
IV	2003	20*	—	—		336*					
IV	2004	27*	—	—		420*					
IV	2005	48**	—	—		574	621	597,5	489,0	1006	747,5

* Сроки до завершения вегетации каштанов; ** начало окукливания гусениц III генерации.

Таблица 6. Численное соотношение уходящих на зимовку преимагинальных фаз *C. ohridella* сезона 2003 г.
Table 6. Ratio of overwintering preimaginal stages of *C. ohridella* in 2003

N	n	Численность	Стадия развития					
			Куколки	Гусеницы, возраст				
				II	III	IV	V	VI
930	31	Всего, шт.	88,00	39	104	274	370	55
		Всего, %	9,46	4,19	11,18	29,46	39,78	5,91
		min в повторности	0	0	0	4	4	0
		max в повторности	8	5	10	15	22	8
		ср. в повторности	2,84 ± 0,35	1,26 ± 0,30	3,35 ± 0,46	8,84 ± 0,46	11,94 ± 0,83	1,77 ± 0,36

Условные обозначения: N — количество мин в учете, шт.; n — количество повторностей.

необратимых изменений, затрагивающих паренхиму листьев, иначе говоря — отсутствие корма в то время, когда гусеница еще сохраняет способность активно питаться.

Как показали наши исследования, в лабораторных условиях гусеницы всех возрастов успешно выдерживают охлаждение до -5°C как минимум в течение суток, а также 3-часовое охлаждение до температуры -10°C , при которой наблюдается полное разрушение паренхимы листьев каштана.

В природе гибель гусениц, не достигших 6-го возраста, отмечена нами на 2—4-е сутки (17.10.2004) после заморозков (13—15.10.2004). В то же время гусеницы, достигшие 6-го возраста, успешно выдержали понижение температуры и через 14 сут после заморозков (27.10.2004) начали успешно окукливаться.

Таким образом, количество диапаузирующих куколок в целом несколько больше, трудно определимо и в 2004 г. находилось в пределах 9,46% (куколки) — 31,76% (9,46% куколок плюс ушедшие на зимовку 21,3% гусеницы на стадии 6-го возраста, часть из которых погибла не окуклившись). Проведенные в начале весны учеты, показали, что лишь 26% ушедших на зимовку куколок выжило к началу распускания почек у каштана (начало апреля).

Выводы

В условиях Украины каштановая минирующая моль развивается в трех полных и четвертой – факультативной генерации.

В отличие от некоторых других видов семейства Gracillariidae (например, моль плодовая верхнесторонняя – *Phyllonorycter coryfoliella*) *C. ohridella* зимует только на стадии куколки (не имаго и не гусеницы), хотя в количественном отношении ко времени ухода на зимовку доминируют гусеницы.

При благоприятных микробиологических условиях биотопа (повышенная инсоляция и др.) в условиях Киева гусеницы IV генерации могут успешно развиваться и окукливаться.

Гусеницы III (IV генерации), успевшие до начала первых заморозков и сброса каштанами листы развиваться до 6-го возраста, успешно окукливаются, тогда как гусеницы 1–5-го возрастов гибнут.

Сумма эффективных температур, необходимая для развития одной генерации каштановой моли в условиях лесопарковой зоны г. Киева, находится в пределах 697–708°C (700°C), а продолжительность развития каждой генераций вредителя одинакова и составляет 79–81 сут.

Более быстрое развитие гусениц II генерации по сравнению с I и III (IV) объясняется более высокими среднесуточными температурами в середине лета.

Данные по фенологии *Cameraria ohridella* получены для Украины впервые и могут быть использованы как для мониторинга, так и для разработки интегрированных методов защиты конского каштана от этого вредителя.

Авторы выражают искреннюю признательность Управлению охраны окружающей среды исполнительного органа Киевского городского совета (КГГА), а также Генеральному объединению «Киевзеленстрой», в рамках сотрудничества с которыми были выполнены эта и предыдущие работы.

Акимов И. А., Зерова М. Д., Гершензон З. С. и др. Первое сообщение о появлении в Украине каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) на конском каштане обыкновенном *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae) // Вестн. зоологии. – 2003 а. – 37, № 1. – С. 3–12.

Акимов И. А., Зерова М. Д., Нарольский Н. Б. и др. Распространение каштановой минирующей моли на территории Украины // Вестн. зоологии. – 2003 б. – 37, № 4. – С. 20.

Акимов И. А., Зерова М. Д., Нарольский Н. Б. и др. Биология каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Украине. Сообщение 1 // Вестн. зоологии. – 2003 в. – 37, № 5. – С. 13–22.

Акімов І. А., Зерова М. Д., Нарольський М. Б. та ін. Фенологія каштанової мінуючої моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Україні // Рідна природа. – 2003 г. – 5. – С. 44–48.

Баби́дорич М. М. Каштанова мінуючи міль вражає кінський каштан на Україні // Стан та розвиток агропромислового виробництва в межах Євро регіону Верхній Прут // Матеріали Першої міжнар. наук.-практ. конф. (Чернівці, 8–10 жовт. 2003 р.). – Чернівці, 2003. – С. 40–41.

Добровольский Б. В. Фенология насекомых. – М. : Высш. шк., 1969. – 232 с.

Кожанчиков И. В. Методы исследования экологии насекомых. – М. : Высш. шк., 1961. – 283 с.

Мировой агроклиматический справочник. – М. ; Л. : Гидрометеоролог. изд-во, 1937. – 411 с.