

А.И. Губин, В.В. Мартынов

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ
CAMERARIA OHRIDELLA DESCHKA ET DIMIĆ, 1986
(LEPIDOPTERA: GRACILLARIIDAE) В ДОНБАССЕ**

Введение. Каштановая минирующая моль *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) – инвазивный вид балканского происхождения, опаснейший вредитель конского каштана. В Донбассе *C. ohridella* был впервые отмечен в 2006 г., и уже к 2008 г. очаги с высокой численностью регистрировались по всей территории региона [Попов, 2008]. Наряду с инфекционными пятнистостями и повреждениями неинфекционной этиологии каштановая моль уже более 15 лет является одним из основных факторов резкого ухудшения фитосанитарного состояния конского каштана в Донбассе. На начальном этапе инвазии сотрудниками группы защиты растений Донецкого ботанического сада (ДБС) были проведены исследования, направленные на разработку системы защитных мероприятий и информирование специалистов о появлении в регионе нового вредителя [Попов, Свиридов, 2009; Попов, 2009]. Однако, несмотря на серьезное фитосанитарное значение каштановой моли, изучению ее биологии в регионе не было уделено должного внимания.

К настоящему времени биология вида достаточно детально изучена во многих странах и регионах [Акимов и др., 2003, 2006; Зерова и др., 2007; Гниненко и др., 2011; Раков, 2011; Костюков и др., 2014; Селиховкин и др., 2020; Ермолаев, 2022; Hellrigl, 2001; Šefrova, Lastuvka, 2001; Anikin, 2019], однако экстраполировать данные результаты на территорию Донбасса было бы некорректно. Во-первых, эколого-биологические особенности популяций вредителя будут различаться в зависимости от комплекса региональных биотических и абиотических факторов. Во-вторых, большинство исследований, посвященных каштановой моли в Северном Причерноморье, осуществлялось на начальных этапах инвазии вида, в то время как исследования натурализовавшихся популяций фактически не проводились.

Цель исследования – выявление эколого-биологических особенностей *C. ohridella* на территории Донбасса. Задачи исследования – изучение фенологии каштановой минирующей моли, динамики численности и характера заселения кормовых растений, а также заселенности паразитоидами.

Методика исследования. Изучение распространения, трофических связей и эколого-биологических особенностей *C. ohridella* проводили с 2021 по 2024 гг. Особенности сезонной динамики численности и заселенность паразитоидами исследовали в течение 2020 г. В качестве модельных были отобраны три группы деревьев конского каштана на территории ДБС, различающиеся по условиям произрастания и характеру проводимых сезонных работ. Поскольку ключевыми хозяйственными мероприятиями, влияющими на снижение интенсивности заражения каштановой молью, признаны уборка опавших листьев [Зерова и др., 2007; Попов, Свиридов, 2009; Ряскин и др., 2022] и обильный полив, в качестве модельных были выбраны 3 участка с различным сочетанием условий: 1 – полив отсутствует, уборка опавшей листвы не проводится; 2 – полив обильный, уборка опавшей листвы умеренная; 3 – полив умеренный, уборка опавшей листвы тщательная. Дополнительные наблюдения проводили в парковых насаждениях конского каштана в г. Донецке.

Подсчет интенсивности заражения и площади поражения листьев осуществляли по методике М.Д. Зеровой и др. (по 7-балльной шкале, исходя из площади, занимаемой минами) [2007]. Фенологические наблюдения проводили путем визуальных учетов. Изучение степени заселенности паразитоидами, определение количества выживших особей и учет процента куколок, уходящих на зимовку в каждой генерации, проводили в лабораторных условиях (при температуре 23°C и относительной влажности 50%) на помещенных в контейнеры листьях с минами. Видовая диагностика паразитоидов проводилась авторами по опубликованным таксономическим работам и определительным ключам [Тряпицын, Костюков, 1978; Noyes, 2019]. Для определения процента выживаемости и степени заселенности паразитоидами зимующей генерации собирали куколок, перезимовавших в колыбельках в природных условиях. Плотность заселения подсчитывали из расчета на один сложный лист, взятый случайным образом из нижнего яруса. Для каждого из трех модельных участков подсчет проводили на выборке в 100 сложных листьев. Определение соотношения полов, процента выживаемости, ухода на зимовку, степени заселенности паразитоидами проводили для выборки в 100 особей (мин), отобранных случайным образом для каждого модельного участка.

Результаты исследования.

Биология. *Cameraria ohridella* – олигофаг, личинки развиваются в минах на листьях *Aesculus hippocastanum* L., реже на других видах рода. Следует отметить, что виды рода *Aesculus* L. проявляют разную степень вос-

приимчивости к вредителю, вплоть до полной непоражаемости. В первую очередь это касается видов из Азии и Северной Америки, а также ряда гибридов, полученных на основе *Ae. hippocastanum* и североамериканских видов. К ним относится распространенный в городских насаждениях Донбасса каштан мясо-красный *Ae. ×carnea* Hayne. Гусеницы моли, питающиеся на этом каштане, гибнут в младшем возрасте. Кроме того, *C. ohridella* может заселять и другие рода растений, как правило, произрастающие под кронами или рядом с пораженными деревьями конских каштанов, в частности клены – *Acer platanoides* L. и *A. pseudoplatanus* L., девичий виноград *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., однако личинки здесь не завершают развития [Зерова и др., 2007; Попов, Свиридов, 2009; Kirichenko et al., 2023]. Нами также были отмечены многочисленные мины на бузине черной *Sambucus nigra* L.

Зимовка проходит на стадии куколки в куколочной колыбельке, сформированной внутри мины. Имаго появляются в конце апреля и концентрируются главным образом на штамбе каштанов и растущих рядом с ними деревьях. Самки откладывают яйца поодиночке на адаксиальную (обращенную к оси побега) сторону листьев. Общая плодовитость одной самки составляет в среднем от 20 до 40 яиц. Свежеотложенные яйца прозрачные, примерно через сутки они белеют и становятся хорошо заметны на поверхности листа. Стадия яйца продолжается около двух недель.

После отрождения личинки внедряются под листовую кутикулу. Гусеницы первого-третьего возрастов питаются растительным соком (сокоедная фаза), формируя светлые округлые мины. Гусеницы четвертого-пятого возрастов переходят к питанию тканями палисадной паренхимы листа (тканеядная фаза). На этом этапе мины расширяются и вытягиваются (как правило, параллельно жилкам листа). В каждой мине обитает одна гусеница, но при высокой интенсивности заражения мины сливаются друг с другом, вплоть до полного покрытия листовой пластинки. Гусеницы шестого возраста не питаются, формируют коконы и окукливаются. Перед выходом имаго куколка прорывает ткани листа и частично выдвигается из мины головным концом. Срок развития гусеницы составляет около месяца, куколки – одну-две недели [Зерова и др., 2007]. Куколочные колыбельки летних и зимующего поколений хорошо отличаются по строению: куколки летних поколений располагаются в легких паутинистых колыбельках, зимующие куколки покоятся в плотных колыбельках.

Фенология. Согласно литературным данным, в условиях Южной Европы каштановая моль способна давать до 4–5 генераций в течение года [Skuhřavý, 1998], в Украине – 3–4 генерации [Зерова и др., 2007]. Исследова-

ния, проводившиеся в Киеве в период с 2003 по 2005 гг., показали, что в течение года вид дает три полных и одну (четвертую) факультативную генерацию, которая при благоприятных условиях способна успешно завершить развитие [Акимов и др., 2006]. Согласно наблюдениям сотрудников группы защиты растений ДБС в период с 2008 по 2011 гг. на территории Донбасса также имело место развитие трех полных и одной факультативной генерации.

Как показали наши исследования, по состоянию на 2020 г. в Донбассе *C. ohridella* в течение года развивается в трех генерациях (табл. 1).

Таблица 1

Фенология развития каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* на территории Донецкого ботанического сада в 2020 г.

Phenology of the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* development on the territory of Donetsk Botanical Garden in 2020

Гене-рация	Месяц декады	апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Зимующ.	Куколк. (зим)																					
	Имаго																					
I	Яйцо																					
	Личинк.																					
	Куколк.																					
	Имаго																					
II	Яйцо																					
	Личинк.																					
	Куколк.																					
	Имаго																					
III	Яйцо																					
	Личинк.																					
	Куколк. (зим)																					

Имаго зимующей генерации появляются в последней декаде апреля и активны до конца мая с пиком лета в последней декаде апреля – первой декаде мая. Развитие первой генерации проходит с конца апреля до середины июля, второй – с конца июня до середины сентября, третьей – с начала августа до начала октября. Формирование четвертой факультативной генера-

ции нами не регистрировалось. Растянутые во времени сроки выхода имаго, начиная с зимующего поколения, приводят к отсутствию четких границ между генерациями, в результате чего во второй половине вегетации одновременно отмечаются все стадии развития вида.

Среди имаго зимующей генерации 2019–2020 гг. доминировали самцы (58%), в первой генерации 2020 г. соотношение полов было почти равное (♂ – 51%, ♀ – 49%), во второй – доминировали самки (57%). Выход имаго самцов происходит на 1–2 дня раньше самок.

Продолжительность жизни имаго в лабораторных условиях составляла около 7 дней, эмбриональное развитие – в среднем 14 дней, гусениц первой генерации – около 30 дней, второй и третьей – около 23 дней, куколок первой и второй генерации – около 8 дней. Таким образом, продолжительность развития первой генерации составляет в среднем 52 дня, второй и третьей – 45 дней.

При проведении фенологических исследований нами был отмечен уход в диапаузу части куколок первой и второй генераций. В первой генерации на разных модельных участках зимовочную колыбельку формировали от 3 до 13% гусениц (в среднем 7%), во второй генерации – от 14 до 44% (в среднем 31%), в третьей – 100%. Данный факт подтверждает отсутствие четвертой генерации (табл. 2) несмотря на то, что погодные условия не препятствовали ее развитию. Формирование механизма пролонгированной подготовки к зимовке, начиная с первой генерации, свидетельствует о завершении процесса натурализации вида в условиях степной зоны Восточной Европы.

Процент уходящих в диапаузу куколок на разных модельных участках существенно различался (особенно во второй генерации) (табл. 2). При этом значимой связи между долей уходящих на зимовку куколок и плотностью заселения минами листовой пластинки обнаружено не было (коэффициент корреляции вышеупомянутых показателей составлял 0,31).

Динамика численности и характер заселения кормовых растений. Результаты учета среднего количества мин и площади поражения листовой пластинки (табл. 3, рис. 1) показали, что численность гусениц моли в каждой генерации возрастала в арифметической прогрессии. Наиболее малочисленной являлась первая генерация, что связано с высоким процентом смертности зимующих куколок. В среднем первая генерация формировала $14,5 \pm 1,1$ мин на одном сложном листе, площадь поражения составляла $10,4 \pm 1,2\%$. Вторая и третья генерации значительно наращивали численность: средняя площадь поражения листа достигала $41,7 \pm 1,7\%$ и $73,4 \pm 1,7\%$ соответственно, т. е. с каждой генерацией численность моли увеличивалась в среднем на 30%.

Таблица 2

Процент ухода в диапаузу куколок *Cameraria ohridella* на территории Донецкого ботанического сада в 2020 г.

Percentage of diapause pupae of *Cameraria ohridella* in the territory of Donetsk Botanical Garden in 2020

Генерация	Модельный участок	Куколки, ушедшие на зимовку, %	Куколки, не ушедшие на зимовку, %
I	1	13	87
	2	4	96
	3	3	97
	Среднее	7	93
II	1	14	86
	2	35	65
	3	44	56
	Среднее	31	69

Таблица 3

Динамика численности и площади поражения листьев *Cameraria ohridella* на территории Донецкого ботанического сада в 2020 г.

Dynamics of the number and area of leaf damage by *Cameraria ohridella* in the territory of Donetsk Botanical Garden in 2020

Генерация	Модельный участок	Среднее количество мин на сложный лист $\pm$ стандартная ошибка среднего	Средняя площадь поражения листа $\pm$ стандартная ошибка среднего, %
I	1	$22,8 \pm 1,4$	$21,3 \pm 1,5$
	2	$12,5 \pm 0,8$	$6,1 \pm 0,3$
	3	$8,3 \pm 0,7$	$3,7 \pm 0,4$
	Среднее	$14,5 \pm 1,1$	$10,4 \pm 1,2$
II	1	$42,9 \pm 3,2$	$37,3 \pm 1,4$
	2	$49,4 \pm 2,2$	$32,7 \pm 1,4$
	3	$86,2 \pm 3,3$	$55,1 \pm 1,6$
	Среднее	$59,5 \pm 3,5$	$41,7 \pm 1,7$
III	1	$73,8 \pm 2,6$	$65,8 \pm 1,4$
	2	$106,6 \pm 2,9$	$89,0 \pm 0,8$
	3	$95,1 \pm 2,8$	$65,4 \pm 1,5$
	Среднее	$91,8 \pm 3,1$	$73,4 \pm 1,7$

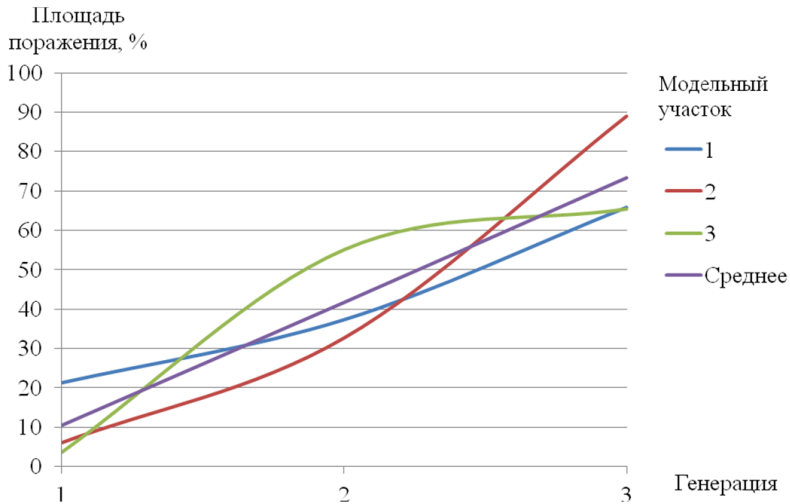


Рис. 1. Динамика площади поражения листьев *Cameraria ohridella* на территории Донецкого ботанического сада в 2020 г.: модельный участок 1 – полив отсутствует, уборка опавшей листвы не проводится; модельный участок 2 – полив обильный, уборка опавшей листвы умеренная; модельный участок 3 – полив умеренный, уборка опавшей листвы тщательная

Fig. 1. Dynamics of leaf damage area by *Cameraria ohridella* on the territory of the Donetsk Botanical Garden in 2020: model plot 1 – no watering, fallen leaves are not cleaned; model plot 2 – watering is plentiful, cleaning of fallen leaves is moderate; model plot 3 – moderate watering, thorough cleaning of fallen leaves

Заселение листьев происходило неравномерно не только в пределах модельных участков, но и на отдельных растениях, что подтверждают дополнительные наблюдения, проводившиеся в парковых насаждениях каштана в г. Донецке. Первая генерация заселяла в основном затененные листья в нижних ярусах, вторая и третья – кроны полностью.

В начале вегетации более плотному заселению подвергались определенные деревья или даже ветви. Однако во второй половине вегетационного периода подобная избирательность не наблюдалась. Динамика заселения деревьев на разных модельных участках, отличающихся по степени уборки прошлогодней листвы, также различалась. Особенно показательны эти различия были при развитии первой генерации. На растениях, вокруг которых лиственный опад был убран в осенний период (участки 2 и 3), численность моли и площадь поражения листьев были существенно ниже (табл. 3). Однако при развитии второй генерации количество мин на листьях резко увеличилось, и

показатели численности выровнялись (табл. 3, рис. 1). Таким образом, осенняя уборка опавшей листвы на отдельных участках не является действенным методом снижения численности каштановой моли. Положительный результат в этом случае наблюдается только в период развития первой генерации.

Наибольшая плотность поражения в конце вегетационного периода наблюдалась на обильно поливаемых растениях (участок 2) (табл. 3, рис. 1). Объяснить данный факт можно лучшим физиологическим состоянием данных растений и, возможно, как следствие меньшей степенью поражения краевыми некрозами различной этиологии, что в результате приводит к сохранению большей площади листовой поверхности, пригодной для заселения вредителем. Таким образом, обильный полив на практике не может считаться действенным агротехническим приемом, направленным на снижение численности каштановой моли.

Смертность и лимитирующие факторы. Основными летальными факторами, лимитирующими численность каштановой моли, являются погодные условия и воздействие паразитоидов. Согласно литературным данным, наиболее высокие показатели смертности отмечены для зимующих куколок, а также для не закончивших развитие личинок четвертой генерации [Акимов и др., 2006; Зерова и др., 2007]. В ходе зимовки как наиболее экстремального периода в жизненном цикле вида по разным причинам гибнет от 50 до 95% куколок [Акимов и др., 2006; Зерова и др., 2007]. В первую очередь гибнут куколки, выпавшие из зимовочной колыбельки вследствие механических повреждений листа.

Изучение паразитоидов как естественных врагов и потенциальных биологических агентов борьбы с каштановой молью – одно из наиболее актуальных направлений исследований [Ряскин и др., 2022]. К настоящему времени известно более 100 видов насекомых (68 из которых отмечены в фауне России), трофически связанных с *C. ohridella* [Ермолаев, 2022; De Prins, De Prins, 2022]. В основном это автохтонные европейские виды перепончатокрылых, являющиеся экто- или эндопаразитами гусениц или куколок минирующих чешуекрылых. Эффективность воздействия паразитоидов на каштановую моль при этом признается достаточно низкой – заражение, как правило, не превышает 10%, редко доходя до 20% [Зерова и др., 2007; Skuhřavý, 1998; Volter, Kenis, 2006; Klug et al., 2008]. В то же время динамический процесс натурализации моли и встраивания в трофические цепи на новых территориях позволяет предположить постепенное увеличение паразитоидной нагрузки.

По нашим наблюдениям, к началу выхода имаго первой генерации неповрежденными оставались в среднем 25% куколочных колыбелек. Выве-

дение в лабораторных условиях имаго из перезимовавших в природе куколок каштановой моли показало, что из них выжило 62%. Таким образом, общая смертность зимующей генерации составляла 84,5% (табл. 4). При этом 5,5% погибли вследствие заражения паразитоидами и 79% – по невыясненным причинам. В первой генерации выжило 69% особей (из них 64% – вышедшие имаго, 5% – завершившие развитие и ушедшие на зимовку куколки). Смертность составляла 31%, паразитоидная нагрузка – 20%. Во второй генерации выжило 79%, при этом доля выхода имаго была несколько меньше – 54%, в том числе за счет ухода 25% куколок на зимовку. Смертность составляла 21%, паразитоидная нагрузка – 20%. Смертность по невыясненным причинам в обеих генерациях составляла 1%.

Таблица 4

Процент выхода имаго и смертность *Cameraria ohridella* на территории Донецкого ботанического сада в 2020 г.

Percentage of emergence of adults and mortality of *Cameraria ohridella* in the territory of Donetsk Botanical Garden in 2020

Генерация	Модельный участок	Выжившие особи %	Смертность %		
			Паразитоиды	Другие причины	Всего
Зимующая	1	15,5	5,5	79	84,5
I	1	59	40	1	41
	2	69	30	1	31
	3	79	20	1	21
	Среднее	69	30	1	31
II	1	78	21	1	22
	2	75	25	0	25
	3	84	15	1	16
	Среднее	79	20	1	21

Всего было отмечено 8 видов паразитических перепончатокрылых из семейства Eulophidae, из числа которых 50% относится к одиночным эндопаразитам (табл. 5). Все зарегистрированные виды неоднократно отмечались как паразитоиды *C. ohridella* в Европе и в России [Ермолаев, 2022]. По частоте встречаемости доминировали два вида – *Pediobius saulius* (Walker, 1839) и *Minotetrastichus frontalis* (Nees, 1834) (табл. 5).

Таблица 5

Степень заражения паразитоидами личинок и куколок *Cameraria ohridella* на территории Донецкого ботанического сада в 2020 г.

The level of parasitoid infestation of larvae and pupae of *Cameraria ohridella* in the territory of Donetsk Botanical Garden in 2020

Генерация	Модель- ный участок	Заражение, %								
		<i>Baryscapus nigroviolaceus</i>	<i>Cirrospilus vittatus</i>	<i>Closterocerus lyonetae</i>	<i>Closterocerus trifasciatus</i>	<i>Minotetrastichus frontalis</i>	<i>Pediobius saulius</i>	<i>Pnigalio longulus</i>	<i>Zagranimosoma talitzkii</i>	Всего
Зимующая	1	–	12	–	–	2	6	2	–	22
I	1	3	–	2	6	15	14	–	–	40
	2	4	1	–	1	6	18	–	–	30
	3	2	–	–	3	8	7	–	–	20
	Среднее	3	0,3	0,7	3	9,7	13	–	–	30
II	1	1	3	–	1	10	5	1	–	21
	2	1	–	–	–	4	20	–	–	25
	3	4	2	–	–	4	3	–	2	15
	Среднее	2	1,6	–	0,3	6	9,3	0,3	0,7	20,3
Среднее		1,6	4,6	0,2	1,1	5,9	9,4	0,8	0,2	24,1

Средняя степень заражения паразитоидами личинок и куколок каштановой моли в Донбассе составила 24,1%. При этом наибольшая паразитоидная нагрузка (30%) зарегистрирована в первой генерации. Для сравнения, в 2013 г. в Краснодарском крае уровень зараженности моли паразитоидами составлял 12,5–33,6% [Костюков и др., 2014], однако этого недостаточно для существенного снижения численности вредителя.

Выводы.

1. Каштановая минирующая моль в условиях Донбасса формирует три полные генерации, развития четвертой (факультативной) генерации, наблюдавшейся на начальных этапах инвазии, в последние годы не зарегистрировано;

2. Формирование зимующего поколения *C. ohridella* начинается с первой генерации, из которой на зимовку уходит 7% куколок, во второй –

31%. Доля уходящих на зимовку куколок в летних генерациях при этом не зависит от плотности заселения листовой пластинки. Появление механизма пролонгированной подготовки к зимовке свидетельствует о завершении процесса натурализации вида;

3. Наиболее малочисленной является первая генерация, что связано с высоким процентом смертности зимующих куколок. Вторая и третья генерации увеличивают численность в среднем на 30%;

4. В условиях степной зоны уборка опавшей листвы в осенний период как агротехнический прием, направленный на снижение численности каштановой моли, не может рассматриваться в качестве эффективного метода защиты. Интенсивный полив деревьев способствует сохранению большей площади листовой поверхности и как следствие повышению численности каштановой моли во второй половине вегетации;

5. Основными факторами, лимитирующими численность каштановой моли, являются погодные условия в зимний период, приводящие к массовой гибели зимующих куколок, и воздействие паразитоидов. Паразитарный комплекс представлен 8 видами экто- и эндопаразитических перепончатокрылых из семейства Eulophidae. Среди паразитоидов доминируют *Pediobius saulius* и *Minotetrastichus frontalis*. Максимальная степень заражения паразитоидами приходится на первую генерацию и составляет 30%. Общая паразитоидная нагрузка в течение сезона приводит к гибели 24% личинок и куколок.

Сведения о финансировании исследования. Работа выполнена в рамках государственной темы FREG-2023-0001 «Инвазии чужеродных организмов в антропогенные и природные экосистемы Донбасса: тенденции развития, экологические последствия, прогноз» (регистрационный номер 123101300197-6).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Акимов И.А., Зерова М.Д., Нарольский Н.Б., Свиридов С.В., Коханец А.М., Никитенко Г.Н., Гершензон З.С. Биология каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Украине. Сообщение 1 // Вестник зоологии. 2003. Т. 37, № 5. С. 41–52.

Акимов И.А., Зерова М.Д., Нарольский Н.Б., Никитенко Г.Н., Свиридов С.В., Бабидорич М.М. Биология каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae) в Украине. Сообщение 2 // Вестник зоологии. 2006. Т. 40, № 4. С. 321–332.

Гниненко Ю.И., Костюков В.В., Кошелева О.В. Новые инвазионные насекомые в лесах и озеленённых посадках Краснодарского края // Защита и карантин растений. 2011. № 4. С. 49–50.

Ермолаев И.В. Паразитоиды (Hymenoptera) как фактор смертности *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae) // Российский журнал биологических инвазий. 2022. № 2. С. 18–37.

Зерова М.Д., Никитенко Г.Н., Нарольский Н.Б., Гершензон З.С., Свиридов С.В., Лукаш О.В., Бабидорич М.М. Каштановая минирующая моль в Украине. Киев: Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена, 2007. 88 с.

Костюков В.В., Кошелева О.В., Наконечная И.В., Гунашева З.М. Первое сообщение о паразитах каштановой моли в России // Защита и карантин растений. 2014. № 9. С. 41–42.

Попов Г.В. О находках каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Донецкой области // Вестник зоологии. 2008. Т. 42, № 5. С. 472.

Попов Г.В. Основные вредители декоративных насаждений Донецкой области (2000–2009 гг.) и борьба с ними // Промышленная ботаника. 2009. Вып. 9. С. 213–219.

Попов Г.В., Свиридов С.В. Каштановая моль и борьба с ней в Донецкой области. Донецк, 2009. 20 с.

Раков А.Г. Охридский минер *Cameraria ohridella* в России // Лесной вестник. 2011. № 4 (80). С. 85–89.

Ряскин Д.И., Кулинич О.А., Гниненко Ю.И., Арбузова Е.Н. Охридский минер *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae): распространение на территории России и возможные меры контроля // Фитосанитария. Карантин растений. 2022. №1, вып. 9. С. 32–39.

Селиховкин А.В., Дренкхан Р., Мандельштам М.Ю., Мусолин Д.Л. Инвазии насекомых-вредителей и грибных патогенов древесных растений на северо-западе европейской части России // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2020. Т. 65, вып. 2. С. 263–283.

Тряпицын В.А., Костюков В.В. Сем. Eulophidae – Эвлофиды // Определитель насекомых европейской части СССР. Л., 1978. Т. III: Перепончатокрылые. Ч. 2 / под ред. Г.С. Медведева. С. 381–467.

Anikin V. Present day bio-invasions in the Volga-Ural Region: from the South to the North or from the East to the West? *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Lower and Middle Volga // Zootaxa. 2019. Vol. 4624, no. 4. P. 583–588. DOI:10.11646/zootaxa.4624.4.9.

De Prins J., De Prins W. Global taxonomic database of Gracillariidae (Lepidoptera). 2022. URL: <http://www.gracillariidae.net/> (дата обращения: 20.03.2022).

Hellrigl K. Neue Erkenntnisse und Untersuchungen über die Rosskastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae) // Gredleriana. 2001. Vol. 1. S. 9–81.

Kirichenko N.I., Karpun N.N., Zhuravleva E.N., Shoshina E.I., Anikin V.V., Musolin D.L. Invasion Genetics of the Horse-Chestnut Leaf Miner, *Cameraria*

ohridella (Lepidoptera: Gracillariidae), in European Russia: A Case of Successful Involvement of Citizen Science in Studying an Alien Insect Pest // *Insects*. 2023. Vol. 14, iss. 2. Art. no. 117. DOI: 10.3390/insects14020117.

Klug T., Meyhöfer R., Kreye M., Hommes M. Native parasitoids and their potential to control the invasive leafminer, *Cameraria ohridella* Desch. & Dim. (Lep.: Gracillariidae) // *Bulletin of Entomological Research*. 2008. Vol. 98, iss. 4. P. 379–387. DOI: 10.1017/S0007485308005695.

Noyes J.S. Universal Chalcidoidea Database. 2019. URL: <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoidea> (дата обращения: 20.03.2022)

Šefrova H., Lastuvka Z. Dispersal of the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* in Europe: its course, ways and causes // *Entomol. Zeit. Stuttgart*. 2001. Vol. 111. P. 195–198.

Skuhravý V. Zur Kenntnis der Blattminen-Motte *Cameraria ohridella* Desch. & Dim. (Lep., Lithocolletidae) an *Aesculus hippocastanum* L. in der Tschechischen Republik // *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*. 1998. Vol. 71. S. 81–84.

Volter L., Kenis M. Parasitoid complex and parasitism rates of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Czech Republic, Slovakia and Slovenia // *European Journal of Entomology*. 2006. Vol. 103, iss. 2. P. 365–370. DOI: 10.14411/eje.2006.049.

References

Akimov I.A., Zerova M.D., Narolsky N.B., Sviridov S.V., Kohanets A.M., Nikitenko G.N., Gershenson Z.S. Biology of a Chestnut Mining Moth *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in Ukraine. Communication 1. *Vestnik zoologii*, 2003, vol. 37, no. 5, pp. 41–52. (In Russ.)

Akimov I.A., Zerova M.D., Narolsky N.B., Nikitenko G.N., Sviridov S.V., Kohanets A.M., Babidoritch M.M. Biology of Horse Chestnut Leaf-Mining Moth, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae), in Ukraine. Communication 2. *Vestnik zoologii*, 2006, vol. 40, no. 4, pp. 321–332. (In Russ.)

Anikin V. Present day bio-invasions in the Volga-Ural Region: from the South to the North or from the East to the West? *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Lower and Middle Volga. *Zootaxa*, 2019, vol. 4624, no. 4, pp. 583–588. DOI:10.11646/zootaxa.4624.4.9.

De Prins J., De Prins W. Global taxonomic database of Gracillariidae (Lepidoptera). 2022. URL: <http://www.gracillariidae.net/> (accessed March 20, 2022)

Ermolaev I.V. Parasitoids (Hymenoptera) as mortality factor for *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae). *Russian journal of biological invasions*, 2022, no. 2, pp. 18–37. DOI: 10.1134/S2075111722030031. (In Russ.)

Gninenko Yu.I., Kostyukov V.V., Kosheleva O.V. New invasive insects in forests and landscaped areas of the Krasnodar Territory. *Plant protection and quarantine*, 2011, no. 4, pp. 49–50. (In Russ.)

Hellrigl K. Neue Erkenntnisse und Untersuchungen über die Rosskastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae). *Gredleriana*, 2001, vol. 1, ss. 9–81.

Kirichenko N.I., Karpun N.N., Zhuravleva E.N., Shoshina E.I., Anikin V.V., Musolin D.L. Invasion Genetics of the Horse-Chestnut Leaf Miner, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae), in European Russia: A Case of Successful Involvement of Citizen Science in Studying an Alien Insect Pest. *Insects*, 2023, vol. 14, iss. 2, art. no. 117. DOI: 10.3390/insects14020117.

Klug T., Meyhöfer R., Kreye M., Hommes M. Native parasitoids and their potential to control the invasive leafminer, *Cameraria ohridella* Desch. & Dim. (Lep.: Gracillariidae). *Bulletin of Entomological Research*, 2008, vol. 98, iss. 4, pp. 379–387. DOI: 10.1017/S0007485308005695.

Kostyukov V.V., Kosheleva O.V., Nakonechnaya I.V., Gunasheva Z.M. The first report of horse chestnut leafminer parasites in Russia. *Plant Protection and Quarantine*, 2014, no. 9, pp. 41–42. (In Russ.)

Noyes J.S. Universal Chalcidoidea Database. 2019. URL: <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoidea> (accessed: 20.03.2022)

Popov G.V. On the finds of the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in Donetsk region. *Vestnik Zoologii*, 2008, vol. 42, no. 5, p. 472. (In Russ.)

Popov G.V. The principal pests of decorative plantations in Donetsk region (2000–2009) and their control. *Industrial Botany*, 2009, iss. 9, pp. 213–219. (In Russ.)

Popov G.V., Sviridov S.V. Horse chestnut leafminer and its control in the Donetsk region. Donetsk, 2009. 20 p. (In Russ.)

Rakov A.G. Ohrid miner *Cameraria ohridella* in Russia. *Forest Bulletin*, 2011, no. 4 (80), pp. 85–89. (In Russ.)

Ryaskin D.I., Kulinich O.A., Gninenko Yu.I., Arbuzova E.N. Horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae): distribution in Russia and possible control measures. *Plant Health and Quarantine*, 2022, no. 1, iss. 9, pp. 32–39. (In Russ.)

Šefrova H., Lastuvka Z. Dispersal of the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* in Europe: its course, ways and causes. *Entomol. Zeit. Stuttgart*, 2001, vol. 111, pp. 195–198.

Selikhovkin A.V., Drenkhan R., Mandelshtam M.Yu., Musolin D.L. Invasions of insect pests and fungal pathogens of woody plants into the northwestern part of European Russia. *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 2020, vol. 65, iss. 2, pp. 263–283. (In Russ.)

Skuhravý V. Zur Kenntnis der Blattminen-Motte *Cameraria ohridella* Desch. & Dim. (Lep., Lithocolletidae) an *Aesculus hippocastanum* L. in der Tschechischen Republik. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 1998, vol. 71, ss. 81–84.

Tryapitsyn V.A., Kostyukov V.V. Family Eulophidae. *Key to insects of the European part of USSR*. Leningrad, 1978, Vol. III: Hymenoptera. Pt. 2 / ed. by G.S. Medvedev, pp. 381–467. (In Russ.)

Volter L., Kenis M. Parasitoid complex and parasitism rates of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Czech Republic, Slovakia and Slovenia. *European Journal of Entomology*, 2006, vol. 103, iss. 2. pp. 365–370. DOI: 10.14411/eje.2006.049.

Zerova M.D., Nikitenko G.N., Narolsky N.B., Gershenson Z.S., Sviridov S.V., Lukash O.V., Babidoritsh M.M. Horse-chestnut leafminer, *Cameraria ohridella*, in Ukraine. Kiev: Institute of Zoology I.I. Schmalhausen, 2007. 88 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 22.09.2024

Губин А.И., Мартынов В.В. Особенности биологии каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) в Донбассе // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 254. С. 125–141. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.254.125-141

В процессе изучения биологии каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) в 2020 г. в Донбассе было зафиксировано развитие вида в трех генерациях. Четвертая факультативная генерация, наблюдавшаяся на начальных этапах инвазии, исчезла в процессе адаптации вида к местным климатическим условиям. В качестве адаптационного элемента у вида сформировался механизм пролонгированной подготовки к зимовке, выражающийся в уходе части куколок в диапаузу уже в первой и второй генерациях. Доля уходящих на зимовку куколок в летних генерациях при этом не зависела от плотности заселения листовой пластинки. В условиях степной зоны уборка опавшей листвы в осенний период не являлась действенным методом снижения численности каштановой моли. Интенсивный полив деревьев способствовал сохранению большей площади зеленой массы и как следствие повышению численности моли во второй половине вегетации. Основными летальными факторами, лимитирующими численность моли, являлись погодные условия в зимний период, приводящие к массовой гибели зимующих личинок, и воздействие паразитоидов. Показатель смертности в зимующей генерации составлял 84,5%, в первой генерации – 31%, во второй генерации – 21%. Паразитоидный комплекс представлен 8 видами экто- и эндопаразитических перепончатокрылых из семейства Eulophidae. Среди паразитоидов доминировали *Pediobius saulius* и *Minotetrastichus frontalis*. Максимальная степень заражения паразитоидами приходилась на первую генерацию и составляла 30%. Общая паразитоидная нагрузка в течение сезона приводила к гибели 24,1% личинок и куколок.

Ключевые слова: каштановая минирующая моль, *Cameraria ohridella*, особенности биологии, конский каштан, паразитоиды, Донбасс.

Gubin A.I., Martynov V.V. Features of the biology of the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Donbass. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnickeskoj Akademii*, 2025, iss. 254, pp. 125–141 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.254.125-141

In the process of studying the biology of the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) in 2020 in the Donbass, the development of the species in three generations was recorded. The fourth facultative generation, observed at the initial stages of invasion, disappeared in the process of adaptation of the species to local climatic conditions. As an adaptive element, the species has developed a mechanism of prolonged preparation for wintering, which is expressed in the departure of some pupae into diapause already in the first and second generations. The number of pupae leaving for wintering in summer generations did not depend on the population density of the leaf blade. Cleaning fallen leaves in the autumn was not an effective method to reduce the number of leafminer. Intensive watering of trees contributes to the preservation of a larger area of green mass and as a result an increase in the number of moths in the second half of the growing season. The main lethal factors limiting the number of leafminer were the weather conditions in winter, leading to the mass death of hibernating larvae and the impact of parasitoids. The mortality rate in the overwintering generation was 84.5%, whereas the mortality rates in the first and second generations were 31% and 21%, respectively. The parasitoid complex was represented by 8 species of ecto- and endoparasitic Hymenoptera from the family Eulophidae. Two species dominated in frequency of occurrence: *Pediobius saulius* and *Minotetrastichus frontalis*. The maximum level of parasitic infestation fell on the first generation of leafminer and amounted to 30%. The total parasitic load resulted in the death of 24% of larvae and pupae, which shows a significant role of parasites in the regulation of leafminer abundance.

Key words: horse-chestnut leafminer, *Cameraria ohridella*, features of the biology, horse chestnut, parasitoids, Donbass.

ГУБИН Александр Игоревич – старший научный сотрудник лаборатории проблем биоинвазий и защиты растений, Донецкого ботанического сада, кандидат биологических наук. SPIN-код: 2891-5197. ORCID: 0000-0001-7599-5012.

283023, пр. Ильича, д. 110, г. Донецк, Россия. E-mail: helmintolog@mail.ru

GUBIN Aleksandr I. – PhD (Biological), Senior Researcher of Laboratory of Bioinvasion and Plant Protection Problems, Donetsk Botanical Garden. SPIN-code: 2891-5197. ORCID: 0000-0001-7599-5012.

283023, Ilyicha av. 110. Donetsk. Russia. E-mail: helmintolog@mail.ru

МАРТЫНОВ Владимир Викторович – ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией проблем биоинвазий и защиты растений Донецкого ботанического сада, кандидат биологических наук, доцент. SPIN-код: 2994-7631. ORCID: 0000-0002-2934-9340.

283023, пр. Ильича, д. 110, г. Донецк, Россия. E-mail: aphodius65@mail.ru

MARTYNOV Vladimir V. – PhD (Biological), Assistant Professor, Leading Researcher, Head of Laboratory of Bioinvasion and Plant Protection Problems, Donetsk Botanical Garden. SPIN-code: 2994-7631. ORCID: 0000-0002-2934-9340.

283023, Ilyicha av. 110. Donetsk. Russia. E-mail: aphodius65@mail.ru