

ДЕТАЛЬНАЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИЧИНОК КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ (*CAMERARIA OHRIDELLA* DESCHKA & DIMIČ, 1986)

А. С. РОГИНСКИЙ¹⁾, С. В. БУГА¹⁾,

¹⁾Белорусский государственный университет,
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Каштановая минирующая моль, или охридский минер (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986; Lepidoptera: Gracillariidae) – инвазивный вредитель конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.; Sapindaceae) в зеленых насаждениях Беларуси и всей умеренной зоны континентальной Европы. Данный чужеродный вид имеет балканское происхождение, включен в Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси и в аналогичные списки сопредельных стран и регионов. В исследовании представлена детальная морфометрическая характеристика личинок 1–5-го возрастов *C. ohridella*. Установлены значения параметров морфометрии личинок каштановой минирующей моли, в числе которых длина и ширина ротового аппарата, головной капсулы, 1–3 сегментов груди и 1–10 сегментов брюшка. Коэффициент вариации параметров морфометрии головного отдела личинок каштановой минирующей моли находился в диапазоне от 5,51 до 20,87 %. Имел место выраженный прирост значений морфометрических показателей от 1-го ко 2-му возрасту, умеренный от 2-го к 3-му, и гораздо более интенсивный рост от 3-го к 4-му и от 4-го к 5-му. Для определения возрастной принадлежности личинок предлагается возможным использовать такие параметры морфометрии, как ширина ротового аппарата, длина ротового аппарата, длина головной капсулы и длина головного отдела. Предложенный методический подход позволяет устанавливать возрастную структуру группировок личинок каштановой минирующей моли в ходе биоэкологических исследований и мониторинга популяций этого опасного вредителя (конского каштана обыкновенного) в зеленых насаждениях Беларуси.

Ключевые слова: биологические инвазии; зеленые насаждения; идентификация возраста; минирующие вредители; моли-пестрянки; чужеродные виды; *Cameraria ohridella*

Благодарность. Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы «Особенности структуры сообществ опылителей и минеро-филлобионтов лесных экосистем юго-запада Белорусского Поозерья» Государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» (№ государственной регистрации 20211658).

Образец цитирования:

Рогинский АС, Буга СВ. Детальная морфометрическая характеристика личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986). Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2024;1:19–31.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2024-1-19-31>

For citation:

Roginsky AS, Buga SV. Detail morphometric characteristics of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) larvae. Journal of the Belarusian State University. Ecology. 2024;1:19–31. Russian.
<https://doi.org/10.46646/2521-683X/2024-1-19-31>

Автор:

Алексей Сергеевич Рогинский – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии биологического факультета.
Сергей Владимирович Буга – доктор биологических наук, профессор; заведующий кафедрой зоологии биологического факультета.

Author:

Aleksei S. Roginsky, PhD (biology), docent at the department of zoology, faculty of biology.
roginski@gmail.com
Sergey V. Buga, doctor of science (biology), full professor; head of the department of zoology, faculty of biology.
sergey.buga@gmail.com

DETAIL MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE HORSE-CHESTNUT LEAF MINER (*CAMERARIA OHRIDELLA* DESCHKA & DIMIČ, 1986) LARVAE

A. S. ROGINSKY^a, S. V. BUGA^a

^aBelarusian State University,
4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus
Corresponding author: A. S. Roginsky (roginski@gmail.com)

The horse-chestnut leaf miner, or Ochrid miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986; Lepidoptera: Gracillariidae) is an invasive pest of the common chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.; Sapindaceae) in green areas of Belarus and the whole temperate zone of continental Europe. This alien species of Balkan origin is included in the “Black Book of Invasive Animal Species of Belarus”, as well as in similar lists of neighbouring countries and regions. The paper provides detailed morphometric characteristics of the 1st–5th instar larvae of the horse-chestnut leaf miner *C. ohridella*. The length and the width of the mouthparts, head capsule, 1st–3rd segments of the thorax and 1st – 10th segments of the abdomen were measured. The values of morphometric indices slightly increased from 1st to 2nd instar, moderately from 2nd to 3rd instar, and much higher from 3rd to 4th and from 4th to 5th instar. Such morphometric parameters as the width and the length of the mouthparts, the length of the head capsule and the length of the head can be used for identification of larval instars. The proposed methodological approach allows to identify the instar structure of *C. ohridella* larvae during bioecological studies and monitoring of populations of this dangerous pest of the common chestnut in green areas of Belarus.

Keywords: alien species; biological invasions; *Cameraria ohridella*; Gracillariidae; green areas; instar identification; mining pests.

Acknowledgements. This study was supported as a part of the research project «Specific features of the structure of pollinator and mining phyllobiont communities of forest ecosystems on the south-west of the Belarusian Lakeland» of the state program of scientific research «Natural Resources and Environment» (No. 20211658).

Введение

Личинкам минирующих молей-пестрянок (Lepidoptera: Gracillariidae) в ходе индивидуального развития свойственна экологическая дифференциация вследствие смены способа питания: личинки младших возрастов являются так называемыми «сокоедками», тогда как на старших возрастах переходят к стандартному для грызущих фитофагов потреблению мезофилла листовых пластинок [1]. Соответствующие изменения претерпевает и их морфология, что является предметом рассмотрения в работах по морфологии, биологии и экологии отдельных видов Gracillariidae (например, в классических работах, одним из авторов которых является Н. Šefrová [2; 3]). Знание особенностей морфологии личинок этих фитофагов важно не только с научно-теоретической точки зрения, но и практически значимо, поскольку предоставляет дополнительные сведения, используемые при идентификации и выяснении фазы развития этих вредителей плодовых и декоративных культур.

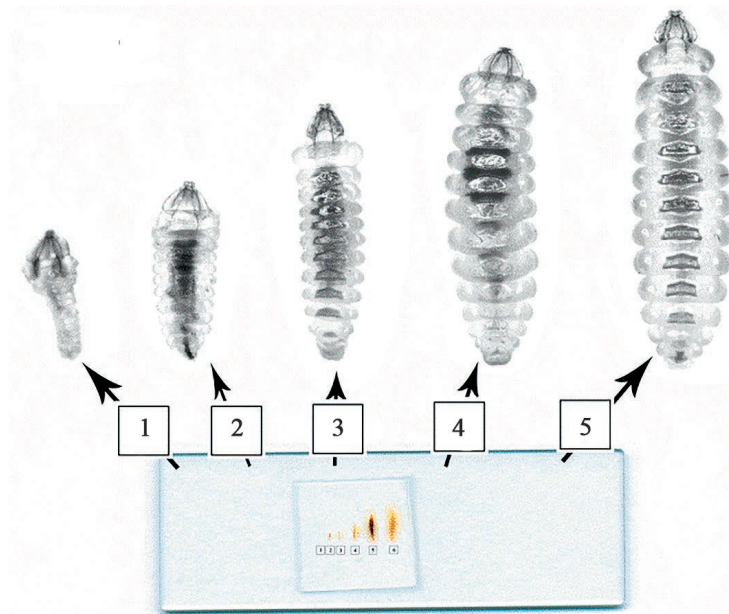
Каштановая минирующая моль, или охридский минер (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) в настоящее время является одним из наиболее известных и широко распространенных в континентальной Европе инвайдером, который в силу исключительной вредоносности включен в оба издания Черной книги инвазивных животных Беларуси [4], как и аналогичные списки сопредельных стран [5]. Личинки *C. ohridella* являются филлобионтами, развиваясь в пятновидных минах. В Беларуси уже к июлю практически повсеместно достигается высокий уровень заселенности повреждаемых минером конских каштанов обыкновенных (*Aesculus hippocastanum* L.), колонизированные листья и кроны в целом утрачивают декоративность, растения досрочно теряют листву [6; 7].

Охридский минер как новый для науки вид был описан в 1986 г. по регистрациям в окрестностях Охридского озера на территории современной Северной Македонии [8]. Уже в работе 2000 г. Н. Šefrová и V. Skuhřavý [2] приводят описания морфологии преимагинальных стадий *C. ohridella* с более подробным рассмотрением строения личинок 4-го возраста, активное питание которых определяет ускоренное увеличение площади листовых мин. Общие сведения о морфологии личинок охридского минера опубликовал Н. Dimič с соавторами [9]. Исключительно высокий уровень вредоносности инвайдера послужил предпосылкой для развертывания исследований морфологии, биологии и экологии каштановой минирующей моли в рамках международной программы ЮНЕСКО – Global Invasive Species Program «CONTROCAM» [10]. В рамках программы исследований рассмотрены вопросы и общей морфологии личинок *C. ohridella* [11]. Использование возможностей электронной микроскопии позволило детализировать морфологические описания личинок разных возрастов

и высказать предположение, что эти данные могут быть полезны для определения возрастной принадлежности личинок *C. ohridella* [12]. Размерные характеристики личинок каштановой минирующей моли приведены в обзорных публикациях украинских исследователей [13; 14], однако, опираясь на них, приходится констатировать, что имеющихся в литературе данных недостаточно для точного установления возраста личинок минера, а соответствующие методики и вовсе отсутствуют. Между тем, данные морфометрии позволяют определять возрастную принадлежность личинок других Gracillariidae, в частности, белоакациевых минирующих молей [15]. Результаты ранее выполненных нами исследований морфологии личинок каштановой минирующей моли подтвердили возможность использования для этих целей данных морфометрии личинок (в частности, такого параметра, как ширина ротового аппарата) [16]. Этим определяется целесообразность обращения к подробному рассмотрению морфометрии преимагинальных стадий *C. ohridella* с тем, чтобы составить детальную морфометрическую характеристику личинок каштановой минирующей моли разных возрастов.

Материалы и методы исследования

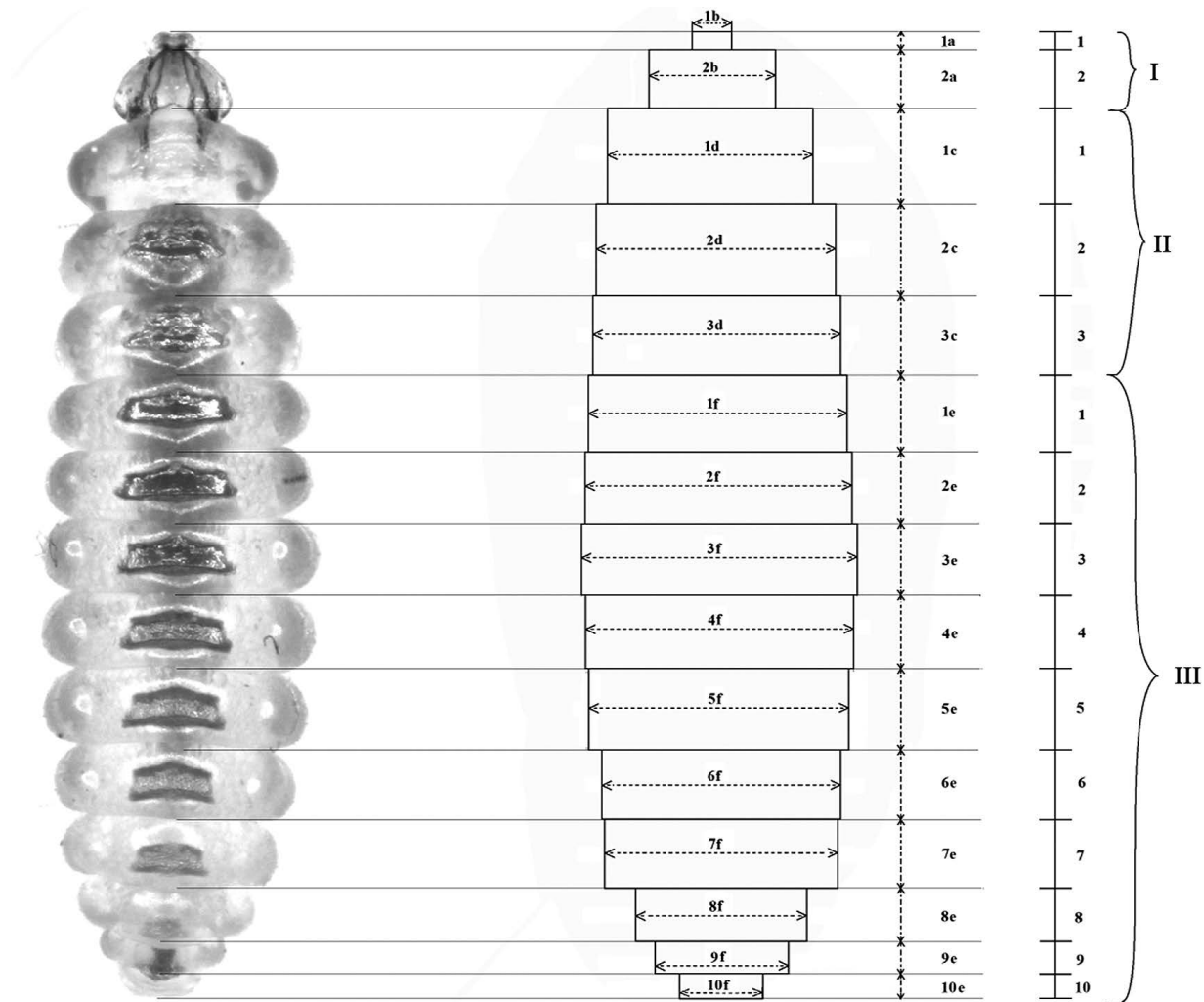
Сбор материала для формирования выборок личинок каштановой минирующей моли разных возрастов выполнялся в г. Минске (GPS – координаты точки N53.840614, E27.477162) на протяжении всего полевого сезона (май – октябрь) 2016 г. с интервалом 3–8 дней. Выборки листовых пластинок (не менее 35 в каждой) помещали в соответствующих размеров полиэтиленовые пакеты с замком zip-lock с тем, чтобы исключить быструю потерю влаги и последующее высыхание материала, после чего размещали в морозильнике с целью прекращения развития личинок. Мины вскрывали под бинокулярным микроскопом Stemi 2000. Фотографирование гусениц младших и старших возрастов выполнено фотоаппаратом Canon 1100d. Для определения возраста и формирования выборок использовали изготовленный нами эталонный микроскопический препарат (рис. 1) личинок *C. ohridella* разных возрастов. Изготовление препаратов личинок *C. ohridella* проводили с использованием заключающей среды *Entellan* в соответствии с адаптированной для работы с данным объектом методикой [17]. Для съемки промеров использован микроскоп *Zeiss Axiostar +* с мерной шкалой. Пересчет полученных данных осуществляли с переводным коэффициентом, полученным с использованием окуляр-микрометра. Схема промеров частей головного отдела, а также грудных и брюшных сегментов личинок каштановой минирующей моли представлена на рис. 2. Морфометрические данные заносили в электронные таблицы, статистический анализ выполнен средствами программного пакета PAST 4.15 [18].



Примечание. 1 – личинка первого возраста, 2 – личинка второго возраста,
3 – личинка третьего возраста, 4 – личинка четвертого возраста, 5 – личинка пятого возраста

Рис. 1. Эталонный препарат для определения возрастов личинок каштановой минирующей моли
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986)

Fig. 1. Reference microscopic preparation for identification of larval instars of the horse-chestnut leaf miner
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986)



I – промеры головной капсулы (1 *a* – длина ротового аппарата; 2 *a* – длина головной капсулы; 1 *b* – ширина ротового аппарата; 2 *b* – ширина головной капсулы); II – промеры грудного отдела (1 *c* – длина первого сегмента; 2 *c* – длина второго сегмента; 3 *c* – длина третьего сегмента; 1 *d* – ширина первого сегмента; 2 *d* – ширина второго сегмента; 3 *d* – ширина третьего сегмента); III – промеры брюшного отдела (1 *e* – длина первого сегмента; 2 *e* – длина второго сегмента; 3 *e* – длина третьего сегмента; 4 *e* – длина четвертого сегмента; 5 *e* – длина пятого сегмента; 6 *e* – длина шестого сегмента; 7 *e* – длина седьмого сегмента; 8 *e* – длина восьмого сегмента; 9 *e* – длина девятого сегмента; 10 *e* – длина десятого сегмента; 1 *f* – ширина первого сегмента; 2 *f* – ширина второго сегмента; 3 *f* – ширина третьего сегмента; 4 *f* – ширина четвертого сегмента; 5 *f* – ширина пятого сегмента; 6 *f* – ширина шестого сегмента; 7 *f* – ширина седьмого сегмента; 8 *f* – ширина восьмого сегмента; 9 *f* – ширина девятого сегмента; 10 *f* – ширина десятого сегмента)

Рис. 2. Личинка каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) 5-го возраста:
схема съемки морфометрических параметров

I – measurements of the head capsule (1 *a* – length of the mouthparts; 2 *a* – length of the head capsule; 1 *b* – width of the mouthparts; 2 *b* – width of the head capsule); II – measurements of the thorax (1 *c* – length of the first segment; 2 *c* – length of the second segment; 3 *c* – length of the third segment; 1 *d* – width of the first segment; 2 *d* – width of the second segment; 3 *d* – width of the third segment); III – measurements of the abdominal segments (1 *e* – length of the first segment; 2 *e* – length of the second segment; 3 *e* – length of the third segment; 4 *e* – length of the fourth segment; 5 *e* – length of the fifth segment; 6 *e* – length of the sixth segment; 7 *e* – length of the seventh segment; 8 *e* – length of the eighth segment; 9 *e* – length of the ninth segment; 10 *e* – length of the tenth segment; 1 *f* – width of the first segment; 2 *f* – width of the second segment; 3 *f* – width of the third segment; 4 *f* – width of the fourth segment; 5 *f* – width of the fifth segment; 6 *f* – width of the sixth segment; 7 *f* – width of the seventh segment; 8 *f* – width of the eighth segment; 9 *f* – width of the ninth segment; 10 *f* – width of the tenth segment)

Fig. 2. 5th instar larva of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986):
scheme of morphometric measurements

Поскольку личинки 6-го возраста не питаются, и их легко отличить по отсутствию выраженной головной капсулы, анализировали данные морфометрии для личинок 1–5-го возрастов. Для установления статистической достоверности различий использован непараметрический U-критерий Манна – Уитни для независимых выборок [18].

Результаты исследования и их обсуждение

Выполненная съемка морфометрических показателей личинок разных возрастов позволила установить диапазоны варьирования значений ширины (табл. 1) и длины (табл. 2) частей головного отдела и сегментов туловища.

Таблица 1

Ширина частей головного отдела и сегментов туловища личинок 1-го – 5-го возрастов каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986)

Table 1

Width of head parts and body segments of 1st – 5th instar larvae of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986)

Отделы тела	Промеры	N	Mean	Minimum	Maximum	SD	SE
1-ый возраст							
Головной	ротовой аппарат	36	0,042	0,025	0,050	0,005	0,393
	головная капсула	36	0,146	0,090	0,165	0,016	0,393
Грудной	1 сегмент	36	0,222	0,160	0,28	0,033	0,393
	2 сегмент	32	0,196	0,095	0,25	0,038	0,414
	3 сегмент	31	0,175	0,080	0,24	0,032	0,421
Брюшной	1 сегмент	30	0,137	0,040	0,19	0,033	0,427
	2 сегмент	30	0,129	0,055	0,28	0,046	0,427
	3 сегмент	29	0,118	0,020	0,17	0,037	0,434
	4 сегмент	26	0,110	0,030	0,17	0,037	0,456
	5 сегмент	20	0,116	0,045	0,17	0,035	0,512
	6 сегмент	18	0,116	0,060	0,16	0,028	0,536
	7 сегмент	17	0,112	0,050	0,16	0,030	0,550
	8 сегмент	17	0,094	0,030	0,15	0,034	0,550
	9 сегмент	14	0,094	0,040	0,14	0,030	0,597
	10 сегмент	12	0,066	0,040	0,09	0,020	0,637
2-ой возраст							
Головной	ротовой аппарат	36	0,06	0,05	0,070	0,005	0,393
	головная капсула	36	0,225	0,125	0,255	0,021	0,393
Грудной	1 сегмент	36	0,325	0,230	0,420	0,044	0,393
	2 сегмент	36	0,287	0,175	0,40	0,045	0,393
	3 сегмент	36	0,270	0,160	0,370	0,046	0,393
Брюшной	1 сегмент	36	0,256	0,140	0,360	0,052	0,393
	2 сегмент	36	0,254	0,140	0,370	0,055	0,393
	3 сегмент	36	0,251	0,145	0,360	0,056	0,393
	4 сегмент	36	0,247	0,140	0,355	0,056	0,393
	5 сегмент	36	0,233	0,130	0,340	0,054	0,393
	6 сегмент	36	0,223	0,120	0,385	0,063	0,393
	7 сегмент	36	0,20	0,120	0,360	0,053	0,393
	8 сегмент	36	0,175	0,120	0,275	0,042	0,393
	9 сегмент	36	0,154	0,110	0,230	0,027	0,393
	10 сегмент	36	0,108	0,070	0,170	0,023	0,393
3-ий возраст							
Головной	ротовой аппарат	35	0,072	0,060	0,090	0,008	0,398
	головная капсула	35	0,229	0,200	0,255	0,012	0,398
Грудной	1 сегмент	35	0,369	0,270	0,430	0,039	0,398
	2 сегмент	35	0,334	0,240	0,430	0,044	0,398
	3 сегмент	35	0,324	0,250	0,430	0,044	0,398

Окончание табл. 1

Ending Table 1

Отделы тела	Промеры	<i>N</i>		<i>Mean</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>
Брюшной	1 сегмент	35		0,312	0,220	0,400	0,047	0,398
	2 сегмент	35		0,312	0,220	0,420	0,049	0,398
	3 сегмент	35		0,318	0,220	0,425	0,048	0,398
	4 сегмент	35		0,317	0,210	0,415	0,044	0,398
	5 сегмент	35		0,306	0,200	0,410	0,044	0,398
	6 сегмент	35		0,286	0,190	0,380	0,041	0,398
	7 сегмент	35		0,261	0,160	0,340	0,038	0,398
	8 сегмент	35		0,224	0,130	0,300	0,040	0,398
	9 сегмент	34		0,179	0,120	0,230	0,029	0,403
	10 сегмент	34		0,124	0,090	0,170	0,023	0,403
4-ый возраст								
Головной	ротовой аппарат	37		0,115	0,075	0,195	0,021	0,388
	головная капсула	37		0,361	0,280	0,440	0,042	0,388
Грудной	1 сегмент	37		0,561	0,380	0,790	0,099	0,388
	2 сегмент	37		0,493	0,340	0,700	0,095	0,388
	3 сегмент	37		0,488	0,330	0,710	0,106	0,388
Брюшной	1 сегмент	37		0,504	0,330	0,720	0,116	0,388
	2 сегмент	37		0,500	0,320	0,730	0,113	0,388
	3 сегмент	37		0,505	0,300	0,740	0,116	0,388
	4 сегмент	37		0,496	0,280	0,720	0,118	0,388
	5 сегмент	37		0,472	0,270	0,670	0,106	0,388
	6 сегмент	37		0,442	0,230	0,620	0,099	0,388
	7 сегмент	37		0,397	0,195	0,590	0,087	0,388
	8 сегмент	37		0,345	0,170	0,500	0,075	0,388
	9 сегмент	37		0,306	0,180	0,490	0,067	0,388
	10 сегмент	37		0,205	0,110	0,290	0,042	0,388
5-ый возраст								
Головной	ротовой аппарат	36		0,175	0,130	0,210	0,018	0,393
	головная капсула	36		0,514	0,410	0,650	0,049	0,393
Грудной	1 сегмент	36		0,835	0,610	1,040	0,112	0,393
	2 сегмент	36		0,837	0,550	1,150	0,168	0,393
	3 сегмент	36		0,863	0,590	1,210	0,179	0,393
Брюшной	1 сегмент	36		0,902	0,600	1,230	0,192	0,393
	2 сегмент	36		0,920	0,590	1,260	0,209	0,393
	3 сегмент	36		0,931	0,590	1,300	0,219	0,393
	4 сегмент	36		0,908	0,570	1,260	0,215	0,393
	5 сегмент	36		0,856	0,530	1,190	0,199	0,393
	6 сегмент	36		0,778	0,490	1,050	0,175	0,393
	7 сегмент	36		0,687	0,430	0,940	0,150	0,393
	8 сегмент	36		0,581	0,360	0,800	0,120	0,393
	9 сегмент	35		0,489	0,290	0,890	0,111	0,398
	10 сегмент	35		0,330	0,170	0,430	0,063	0,398

Примечание. *N* – объем выборки; *Mean* – средняя арифметическая; *Minimum & Maximum* – минимальное и максимальное значение; *SD* – Standard Deviation, стандартное отклонение; *SE* – Standard Error, стандартная ошибка средней.

Таблица 2

Длина частей головного отдела и сегментов туловища личинок 1-го и 2-го возрастов каштановой минирующей моли
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986)

Table 2

Length of head parts and body segments of 1st – 5th instar larvae of the horse-chestnut leaf miner
(*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986)

Отделы тела	Промеры	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>
1-ый возраст							
Головной	ротовой аппарат	36	0,022	0,015	0,025	0,003	0,393
	головная капсула	36	0,079	0,060	0,090	0,007	0,393
Грудной	1 сегмент	26	0,078	0,045	0,130	0,022	0,456
	2 сегмент	25	0,052	0,030	0,080	0,012	0,464
	3 сегмент	25	0,049	0,030	0,080	0,012	0,464
Брюшной	1 сегмент	10	0,035	0,020	0,050	0,012	0,687
	2 сегмент	8	0,039	0,025	0,050	0,008	0,752
	3 сегмент	7	0,047	0,040	0,060	0,007	0,794
	4 сегмент	7	0,045	0,030	0,060	0,011	0,794
	5 сегмент	7	0,041	0,030	0,050	0,009	0,794
	6 сегмент	7	0,040	0,020	0,050	0,011	0,794
	7 сегмент	7	0,032	0,010	0,065	0,019	0,794
	8 сегмент	6	0,041	0,015	0,060	0,019	0,845
	9 сегмент	6	0,055	0,020	0,100	0,031	0,845
	10 сегмент	4	0,035	0,030	0,040	0,006	1,014
2-ой возраст							
Головной	ротовой аппарат	36	0,029	0,020	0,035	0,003	0,393
	головная капсула	36	0,120	0,095	0,140	0,009	0,393
Грудной	1 сегмент	36	0,114	0,070	0,155	0,018	0,393
	2 сегмент	36	0,073	0,045	0,110	0,016	0,393
	3 сегмент	36	0,068	0,035	0,115	0,018	0,393
Брюшной	1 сегмент	36	0,058	0,025	0,085	0,014	0,393
	2 сегмент	36	0,058	0,025	0,080	0,013	0,393
	3 сегмент	36	0,060	0,020	0,090	0,016	0,393
	4 сегмент	36	0,062	0,015	0,095	0,017	0,393
	5 сегмент	36	0,062	0,020	0,090	0,017	0,393
	6 сегмент	36	0,058	0,015	0,090	0,017	0,393
	7 сегмент	36	0,056	0,015	0,090	0,016	0,393
	8 сегмент	36	0,052	0,020	0,070	0,014	0,393
	9 сегмент	36	0,055	0,020	0,090	0,019	0,393
	10 сегмент	36	0,057	0,030	0,090	0,018	0,393
3-ий возраст							
Головной	ротовой аппарат	35	0,032	0,030	0,040	0,003	0,398
	головная капсула	35	0,128	0,100	0,150	0,011	0,398
Грудной	1 сегмент	35	0,173	0,120	0,210	0,019	0,398
	2 сегмент	35	0,098	0,070	0,130	0,016	0,398
	3 сегмент	35	0,095	0,060	0,120	0,015	0,398

Окончание табл. 2

Ending Table 2

Отделы тела	Промеры	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>
Брюшной	1 сегмент	35	0,076	0,055	0,110	0,011	0,398
	2 сегмент	35	0,077	0,055	0,090	0,009	0,398
	3 сегмент	35	0,082	0,060	0,110	0,010	0,398
	4 сегмент	35	0,085	0,060	0,110	0,012	0,398
	5 сегмент	35	0,085	0,070	0,110	0,009	0,398
	6 сегмент	35	0,080	0,065	0,095	0,009	0,398
	7 сегмент	35	0,079	0,060	0,100	0,010	0,398
	8 сегмент	35	0,079	0,050	0,120	0,015	0,398
	9 сегмент	34	0,077	0,040	0,150	0,024	0,403
	10 сегмент	34	0,069	0,020	0,150	0,027	0,403
4-ый возраст							
Головной	ротовой аппарат	37	0,048	0,030	0,060	0,007	0,388
	головная капсула	37	0,211	0,145	0,290	0,034	0,388
Грудной	1 сегмент	37	0,224	0,140	0,330	0,052	0,388
	2 сегмент	37	0,142	0,070	0,230	0,048	0,388
	3 сегмент	37	0,143	0,060	0,230	0,045	0,388
Брюшной	1 сегмент	37	0,125	0,060	0,210	0,039	0,388
	2 сегмент	37	0,125	0,050	0,200	0,040	0,388
	3 сегмент	37	0,137	0,065	0,200	0,042	0,388
	4 сегмент	37	0,140	0,070	0,230	0,045	0,388
	5 сегмент	37	0,139	0,070	0,210	0,044	0,388
	6 сегмент	37	0,128	0,060	0,190	0,040	0,388
	7 сегмент	37	0,121	0,060	0,200	0,040	0,388
	8 сегмент	37	0,101	0,055	0,160	0,030	0,388
	9 сегмент	37	0,107	0,040	0,190	0,042	0,388
	10 сегмент	37	0,098	0,050	0,185	0,030	0,388
5-ый возраст							
Головной	ротовой аппарат	36	0,071	0,050	0,085	0,008	0,393
	головная капсула	36	0,325	0,220	0,440	0,052	0,393
Грудной	1 сегмент	36	0,380	0,280	0,500	0,063	0,393
	2 сегмент	36	0,302	0,145	0,530	0,104	0,393
	3 сегмент	36	0,310	0,125	0,540	0,108	0,393
Брюшной	1 сегмент	36	0,275	0,130	0,450	0,094	0,393
	2 сегмент	36	0,279	0,130	0,440	0,097	0,393
	3 сегмент	36	0,306	0,130	0,480	0,104	0,393
	4 сегмент	36	0,313	0,160	0,500	0,104	0,393
	5 сегмент	36	0,319	0,165	0,540	0,103	0,393
	6 сегмент	36	0,309	0,120	0,510	0,104	0,393
	7 сегмент	36	0,271	0,130	0,460	0,093	0,393
	8 сегмент	35	0,204	0,110	0,360	0,062	0,398
	9 сегмент	35	0,171	0,060	0,290	0,053	0,398
	10 сегмент	35	0,155	0,090	0,220	0,037	0,398

Примечание. *N* – объем выборки; *Mean* – средняя арифметическая; *Minimum & Maximum* – минимальное и максимальное значение; *SD* – Standard Deviation, стандартное отклонение; *SE* – Standard Error, стандартная ошибка средней

Таким образом, ширина головной капсулы личинок *C. ohridella* 1–5 возрастов варьировала в пределах от 0,146 ± 0,016 мм до 0,514 ± 0,049 мм (здесь и далее в качестве доверительных интервалов использовано стандартное отклонение (SD)). Для отдельных возрастов она составляла: 1-ый возраст – 0,146 ± 0,016 мм, 2-ой возраст – 0,225 ± 0,021 мм, 3-ий возраст – 0,229 ± 0,012 мм, 4-ый возраст – 0,361 ± 0,042 мм, 5-ый возраст – 0,514 ± 0,049 мм. Ширина ротового аппарата личинок варьировала в пределах от 0,042 ± 0,005 мм до

0,175 ± 0,018 мм. По возрастам ширина изменялась следующим образом: 1-ый возраст – 0,042 ± 0,005 мм, 2-ой возраст – 0,060 ± 0,005 мм, 3-ий возраст – 0,072 ± 0,008 мм, 4-ый возраст – 0,115 ± 0,021 мм, 5-ый возраст – 0,175 ± 0,018 мм.

Промеры частей головного отдела снимать легче вследствие более выраженной хитинизации. Они могли бы использоваться как основные показатели для установления возраста личинок минера. В табл. 3 сведены данные по длине частей головного отдела личинок *C. ohridella* разных возрастов.

Таблица 3

Длина головного отдела личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) разных возрастов

Table 3

Head length of different instar larvae of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986)

Возраст	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>
Первый	36	0,100	0,08	0,115	0,008	0,393
Второй	36	0,149	0,125	0,170	0,009	0,393
Третий	35	0,161	0,130	0,185	0,012	0,398
Четвертый	37	0,259	0,185	0,340	0,037	0,388
Пятый	36	0,396	0,290	0,510	0,054	0,393

Примечание. *N* – объем выборки; *Mean* – средняя арифметическая; *Minimum* & *Maximum* – минимальное и максимальное значение; *SD* – Standard Deviation, стандартное отклонение; *SE* – Standard Error, стандартная ошибка средней

Изменчивость признаков морфометрии может быть оценена расчетом стандартно используемого в описательной статистике коэффициента вариации (CV), который для значений морфометрических параметров головного отдела личинок *C. ohridella* варьировал в диапазоне от 5,51 до 20,87 %. У личинок 1–5-го возрастов коэффициент вариации параметра ширины ротового аппарата находился в пределах от 8,07 до 20,87 %, ширины головной капсулы – от 9,56 до 11,47 %, длины ротового аппарата – от 8,07 до 15,35 %, длины головной капсулы – от 5,51 до 15,97 %.

Визуализация на линейных графиках (рис. 3–7) позволяет нам иллюстрировать динамику приращения значений отдельных показателей от возраста к возрасту.

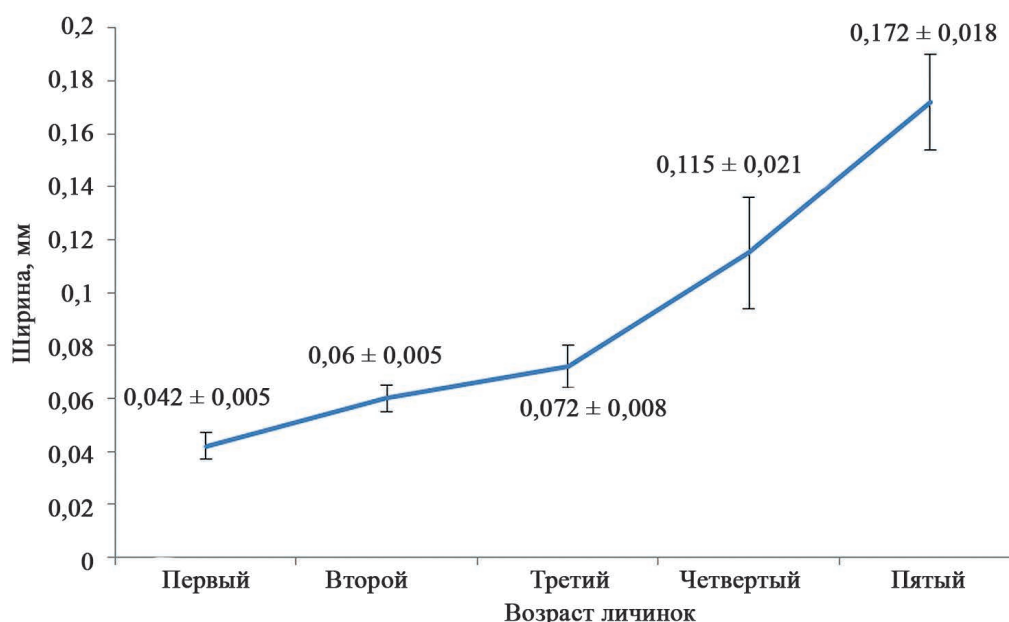


Рис. 3. Динамика увеличения средней ширины ротового аппарата личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) от возраста к возрасту

Fig. 3. Dynamics of the instar-related increase in the mean width of the mouthparts of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) larvae

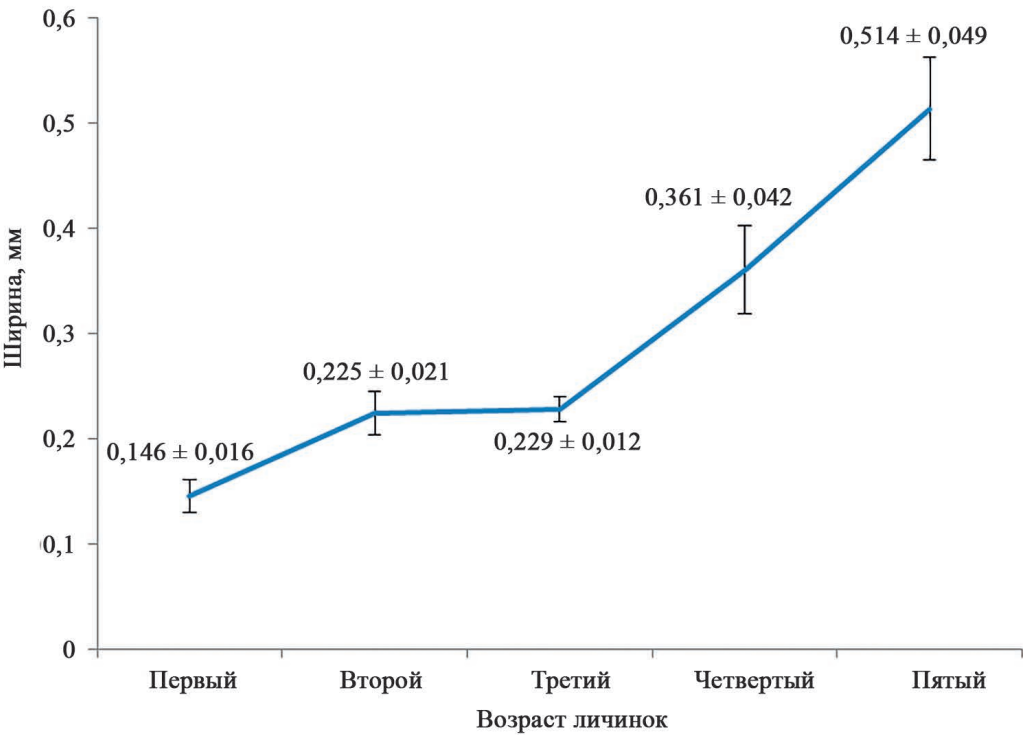


Рис. 4. Динамика увеличения средней ширины головной капсулы личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) от возраста к возрасту

Fig. 4. Dynamics of the instar-related increase in the mean width of the head capsule of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) larvae

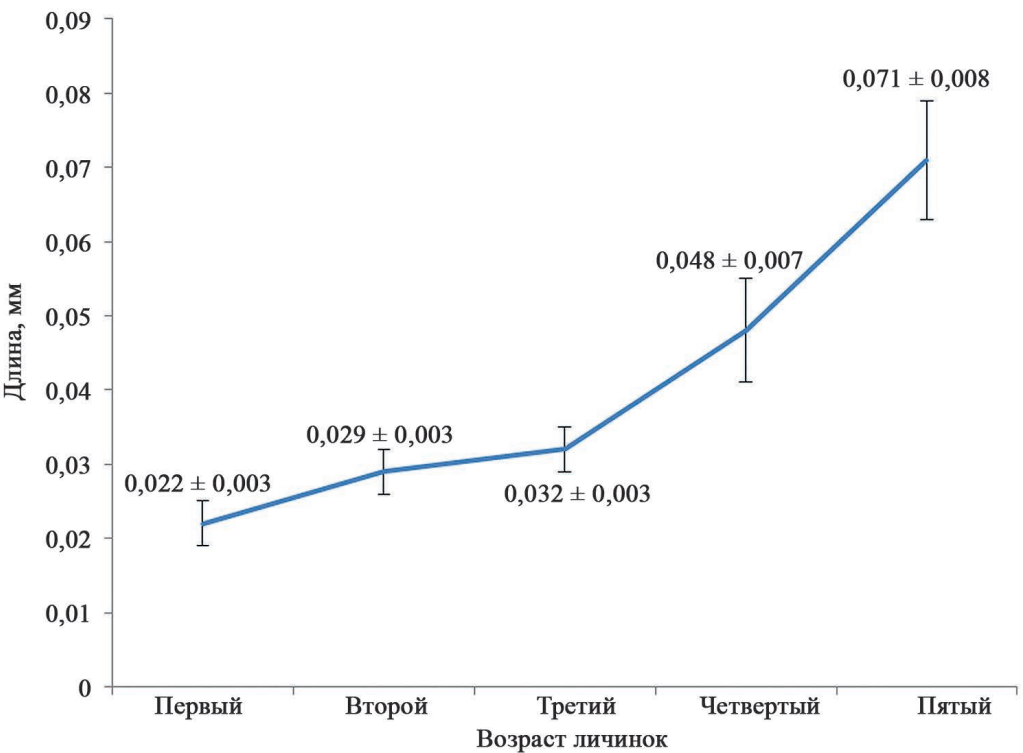


Рис. 5. Динамика увеличения средней длины ротового аппарата личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) от возраста к возрасту

Fig. 5. Dynamics of the instar-related increase in the mean length of the mouthparts of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) larvae

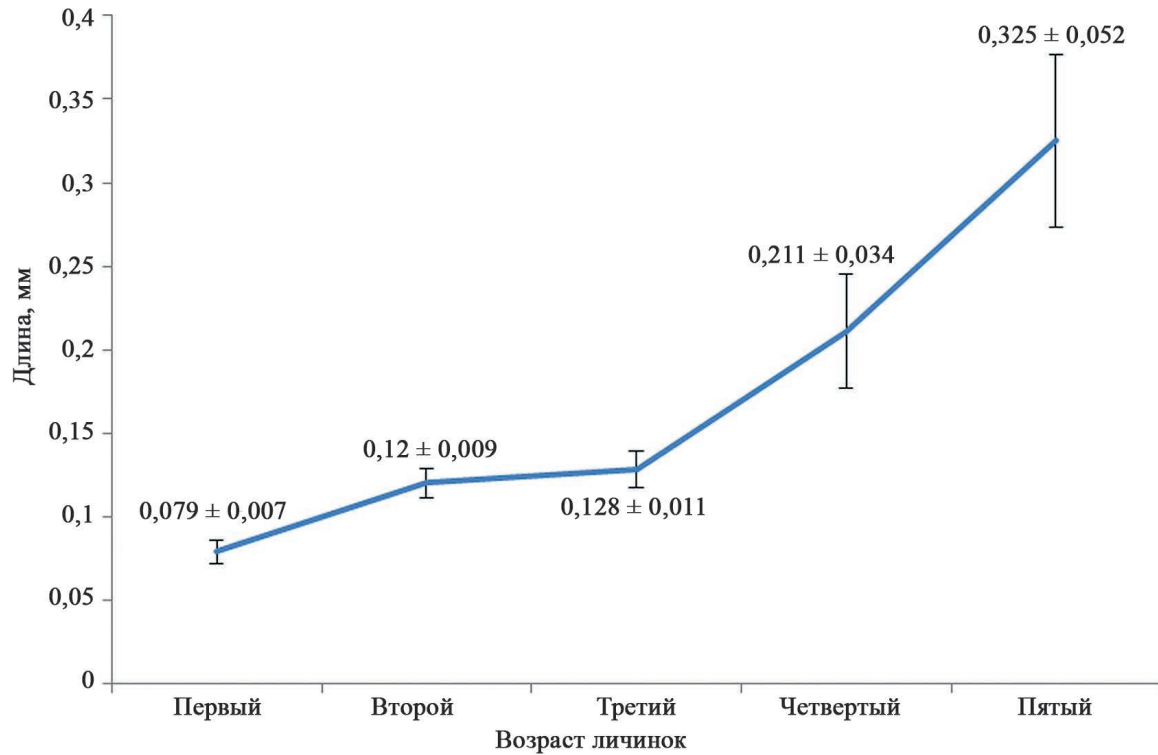


Рис. 6. Динамика увеличения средней длины головной капсулы личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) от возраста к возрасту

Fig. 6. Dynamics of the instar-related increase in the mean length of the head capsule of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) larvae

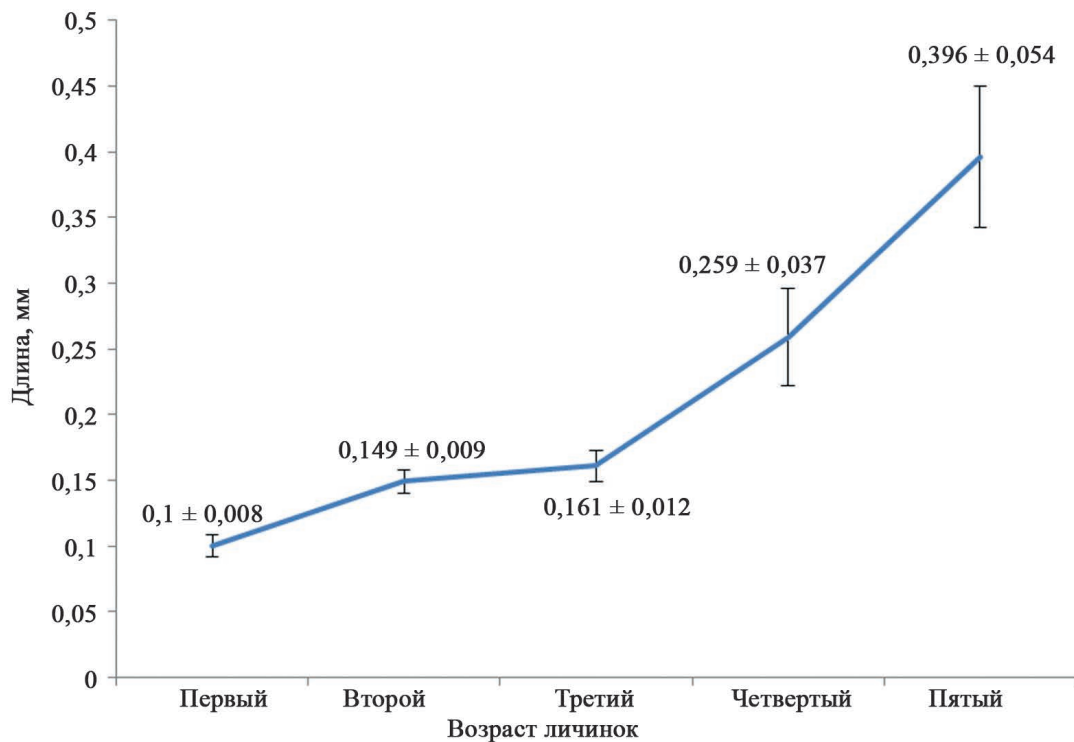


Рис. 7. Динамика увеличения длины головного отдела личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) от возраста к возрасту

Fig. 7. Dynamics of the instar-related increase in the mean length of the head of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) larvae

В целом наблюдается выраженный прирост от 1-го ко 2-му возрасту, умеренный от 2-го к 3-му, а затем гораздо более интенсивный рост от 3-го к 4-му и от 4-го к 5-му. Также выполненная визуализация дает возможность оценить применимость тех или иных параметров морфометрии для разграничения личинок по возрастам. В частности, очевидно, что некоторую проблему составляет разграничение личинок 2-го и 3-го возрастов, тогда как для остальных таковой не возникает. На первый взгляд, более точным представляется определение возраста по ширине ротового аппарата. Для установления статистической достоверности наблюдаемых различий был использован непараметрический U-тест Манна – Уитни. Результаты расчетов показали, что статистически значимые ($p < 0,05$) различия действительно имеют место для параметра ширины ротового аппарата личинок *C. ohridella* 2-го и 3-го возрастов ($p = 0,000002$), длины ротового аппарата ($p = 0,007$), длины головной капсулы ($p = 0,0003$), как и длины головного отдела ($p = 0,000009$). Таким образом, результаты статистического анализа данных морфометрических показателей (промеров) личинок 2-го и 3-го возрастов позволили выявить диагностические признаки для их разграничения.

Заключение

По результатам анализа данных морфометрии личинок каштановой минирующей моли для установления их возраста предложено использовать показатель ширины ротового аппарата, для которого выявлены статистически значимые различия между личинками каждого возраста. Однако полученные в рамках составления детальной морфометрической характеристики личинок разных возрастов данные позволяют (в зависимости от исследовательской схемы) подобрать для идентификации возрастной принадлежности личинок *C. ohridella* те промеры, которые наиболее удобны при обеспечении должной статистической достоверности результатов. Предложенный методический подход позволяет устанавливать возрастную структуру группировок личинок каштановой минирующей моли в ходе биоэкологических исследований и мониторинга популяций данного опасного вредителя зеленых насаждений.

Библиографический ссылки

1. Prins deW, Prins deJ. Gracillariidae (Lepidoptera). *World Catalogue of Insects*. 2005;6:1–502.
2. Šefrová H, Skuhřavý V. The larval morphology of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič compared with the genus *Phyllonorycter* Hübner (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis (Brno)*. 2000;4:23–30.
3. Šefrová H. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – bionomics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2002;50:99–104.
4. Семенченко ВП, и др. *Черная книга инвазивных видов животных Беларуси*. Минск: Беларуская навука; 2020. 163 с.
5. Drake JA, editor. *Handbook of Alien Species in Europe*. Luxembourg: Springer Netherlands; 2009. 339 p.
6. Рогинский АС, Буга СВ. Поврежденность каштана конского обыкновенного каштановой минирующей молью (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) в условиях зеленых насаждений г. Минска в осенний период. *Защита растений*. 2014;38:216–225.
7. Рогинский АС, Синчук ОВ, Сауткин ФВ, Буга СВ. Распространение и вредоносность каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) в зеленых насаждениях Беларуси. *Труды БГУ*. 2014. Том 9, часть 2. с. 95–103.
8. Deschka G, Dimič N. *Cameraria ohridella* n. sp. aus Mazedonien, Jugoslawien (Lepidoptera, Lithocolletidae). *Acta Entomologica Jugoslavica*. 1986;22(1):11–23.
9. Dimič N, Mihajlović L, Vukća M, Perić P, Krnjajić S, Cvetković M. Development of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae). *Entomofauna*. 2000;21:5–12.
10. Second report of the European community to the convention on biological diversity [Internet, cited 2024 March 04]: thematic report on alien invasive species (based on the Questionnaire provided by the CBD Secretariat). 2002. Available from: <https://www.cbd.int/doc/world/eur/eur-nr-ais-en.pdf>.
11. Zunke U, Fernandez-Nunez M, Ilmberger N, Hofmeier M, Konitz K, Doobe G. «*Cameraria ohridella*, the HAM-CAM-project 2002/03 in Hamburg». *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 2003;55(10):227–234: 227–234.
12. Pop D, Pop O, Cuc G., Oltean I. Studies regarding the morphology of horse chestnut leafminer's larva (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič). *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*. 1970;63(64):267–270.
13. Акимов ИА, Зерова МД, Нарольский НБ, Свиридов СВ, Коханец АМ, Никитенко ГН, Гершензон ЗС. Биология каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) в Украине. *Вестник зоологии*. 2003;37(5):41–52.
14. Зерова МД, Никитенко ГН, Нарольский Н.Б, Горшензон ЗС, Свиридов СВ, Лукаш ОВ, Баби́дорич ММ. *Каштановая минирующая моль на Украине*. Киев: ТОВ «Велес»; 2007. 87 с.
15. Davis DR, Prins deJ. Systematics and biology of the new genus *Macrosaccus* with descriptions of two new species (Lepidoptera, Gracillariidae). *ZooKeys*. 2011;98:29–82.
16. Рогинский АС, Буга СВ. Краткая морфометрическая характеристика личинок каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986; Lepidoptera: Gracillariidae). *Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси. Сборник статей XI Зоологической Международной научно-практической конференции, 1–3 ноября 2017 г., Минск*. Минск: [б. и.]; 2017. Том 2. с. 371–374.
17. Рогинский АС. *Рекомендации по изучению биологии, экологии и вредоносности каштановой минирующей моли в рамках учебной научно-исследовательской работы студентов и школьников*. Минск: БГУ; 2020. 19 с.
18. PAST 4.15 manual [Internet, cited 2024 March 01]. Available from: <https://folk.uio.no/ohammer/past/past4manual.pdf>.
19. Мاستицкий СЭ, Шитиков ВК. *Статистический анализ и визуализация данных с помощью R*. Москва: ДМК Пресс; 2015. 496 с.

References

1. Prins deW, Prins deJ. Gracillariidae (Lepidoptera). *World Catalogue of Insects*. 2005;6:1–502.
2. Šefrová H, Skuhravý V. The larval morphology of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič compared with the genus *Phyllonorycter* Hübner (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis (Brno)*. 2000;4:23–30.
3. Šefrová H. *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963) – bionomics, ecological impact and spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2002;50:99–104.
4. Semenchenko VP, et al. *Chernaya kniga invazivnyh vidov zivotnyh Belarusi* [The Black Book of Invasive Animals of Belarus]. Minsk: Belaruskaya navuka; 2020. 163 p. Russian.
5. Drake JA, editor. *Handbook of Alien Species in Europe*. Luxemburg: Springer Netherlands; 2009. 339 p.
6. Roginsky AS, Buga SV. *Povrezhdennost' kashtana konskogo obyknovennogo kashtanovoj miniruyushchej mol'yu (Cameraria ohridella Deschka & Dimič, 1986) v usloviyah zelenyh nasazhdenij g. Minska v osennij period* [Damage of *Aesculus hippocastanum* by horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986) under the conditions of green plantations of Minsk in the autumn period]. *Zashchita rastenij*. 2014;38:216–225. Russian.
7. Roginsky AS, Sinchuk OV, Sautkin FV, Buga SV. *Rasprostranenie i vredonosnost' kashtanovoj miniruyushchej moli (Cameraria ohridella Deschka & Dimič) v zelenyh nasazhdeniyah Belarusi* [Distribution and harmfulness of horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič) in green stands of Belarus]. *Trudy BGU*. 2014;9(2):95–103. Russian.
8. Deschka G, Dimič N. *Cameraria ohridella* n. sp. aus Mazedonien, Jugoslawien (Lepidoptera, Lithocolletidae). *Acta Entomologica Jugoslavica*. 1986;22(1):11–23.
9. Dimič N, Mihajlović L, Vukća M, Perić P, Krnjajić S, Cvetković M. Development of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae). *Entomofauna*. 2000;21:5–12.
10. Second report of the European community to the convention on biological diversity [Internet, cited 2024 March 04]: thematic report on alien invasive species (based on the Questionnaire provided by the CBD Secretariat). 2002. Available from: <https://www.cbd.int/doc/world/eur/eur-nr-ais-en.pdf>.
11. Zünke U, Fernandez-Nunez M, Ilmberger N, Hofmeier M, Konitz K, Doobe G. «*Cameraria ohridella*, the HAM-CAM-project 2002/03 in Hamburg». *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*. 2003;55(10):227–234: 227–234.
12. Pop D, Pop O, Cuc G., Oltean I. Studies regarding the morphology of horse chestnut leafminer's larva (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimič). *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture*. 1970;63(64):267–270.
13. Akimov IA, Zerova MD, Narolskij NB, Sviridov SV, Kohanec AM, Nikitenko GN, Gershenson ZS. *Biologiya kashtanovoj miniruyushej moli Cameraria ohridella (Lepidoptera, Gracillariidae) v Ukraine* [Biology of the chestnut mining moth *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in Ukraine]. *Bulletin of Zoology*. 2003;37(5):41–52. Russian.
14. Zerova MD, Nikitenko GN, Norol'skij NB, Gershenson ZS, Sviridov SV, Lukash OV, Babidorich MM. *Kashtanovaya miniruyushchaya mol' na Ukraine* [The horse-chestnut leaf miner in Ukraine]. Kiev: TOV «Veles»; 2007. 87 p. Russian.
15. Davis DR., Prins deJ. Systematics and biology of the new genus *Macrosaccus* with descriptions of two new species (Lepidoptera, Gracillariidae). *ZooKeys*. 2011;98:29–82.
16. Roginsky AS, Buga SV. *Kratkaya morfometricheskaya harakteristika lichinok kashtanovoj miniruyushej moli (Cameraria ohridella Deschka & Dimič, 1986; Lepidoptera: Gracillariidae)* [Brief morphometric characteristics of the larvae of the chestnut mining moth (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimich, 1986; Lepidoptera: Gracillariidae)]. In: *Actual problems of zoological science in Belarus. Collection of articles of the XI Zoological International Scientific and Practical Conference, 2017 November 1–3, , Minsk*. Minsk: [publisher unknown]; 2017. Volume 2. p. 371–374. Russian.
17. Roginsky AS. *Rekomendacii po izucheniyu biologii, ekologii i vredonosnosti kashtanovoj miniruyushej moli v ramkah uchebnoj nauchno-issledovatel'skoj raboty studentov i shkolnikov* [Recommendations for the study of biology, ecology and harmfulness of the chestnut mining moth in the framework of educational research work of students and schoolchildren]. Minsk: BGU; 2020. 19 p. Russian.
18. PAST 4.15 manual [Internet, cited 2024 March 01]. Available from: <https://folk.uio.no/ohammer/past/past4manual.pdf>.
19. Mastickij SE, Shitikov VK. *Statisticheskij analiz i vizualizaciya dannyh s pomoshyu R* [Statistical analysis and visualization of data using R]. Moscow: DMK Press; 2015. 496 p. Russian.

Статья поступила в редколлегию 05.03.2024.
Received by editorial board 05.03.2024.