

УДК 633.872.2+631.524.86

## УСТОЙЧИВОСТЬ ВИДОВ КОНСКОГО КАШТАНА (*AESCULUS* L.) К ОХРИДСКОМУ МИНЕРУ, ИЛИ КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ (*CAMERARIA* *OHRIDELLA* DESCHKA & DIMIĆ)

О.А. Каштанова<sup>1</sup>, О.Б. Ткаченко<sup>2</sup>, В.В. Кондратьева<sup>3</sup>, Т.В. Воронкова<sup>4</sup>,  
Л.С. Олехнович<sup>5</sup>

Изучена устойчивость шести видов конского каштана из коллекции Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН к каштановой минирующей моли (*Cameraria ohridella*). Наиболее поражаемым был *Aesculus hippocastanum*, слабо повреждались *A. glabra* и *A. × hybrida*. Гусеницы внедрялись в листья *A. pavia* и погибали. Устойчивыми к минеру оказались *A. octandra* и *A. × carnea*. Устойчивость исследуемых видов конского каштана осуществляется по типу антибиоза. Не восприимчивые или слабо повреждаемые охридским минером виды конского каштана содержат максимум полифенольных соединений. Это можно рассматривать как определенный фактор устойчивости растений к минирующей моли.

**Ключевые слова:** *Cameraria ohridella*, коллекция ГБС РАН, *Aesculus* spp., устойчивость видов.

Конский каштан (*Aesculus* L.), благодаря декоративности листьев и цветов, широко используют для озеленения многих городов мира. Однако обнаруженная в 1984 г. югославскими энтомологами в Македонии (сейчас Республика Северная Македония) у оз. Охрид на *Aesculus hippocastanum* L. каштановая минирующая моль, или Охридский минер (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) (Deschka, Dimić, 1986), поставила под угрозу использование конского каштана в озеленении. *C. Ohridella* имеет балканское происхождение (Grabeweger, Grill, 2004 Valade et al., 2009). Фитофаг быстро распространился по Европе и начал осваивать Азию: Россию (Аникин и др. 2019), Турцию (Голосова и др., 2008) и Казахстан (Гниненко и др., 2016). Охридский минер выявлен и в Главном ботаническом саду РАН (Каштанова, 2009).

Каштановая минирующая моль, или Охридский минер (*C. ohridella*), принадлежит к отряду чешуекрылых Lepidoptera, семейству молей-пестрянок Gracillariidae, роду *Cameraria*. Инвазивный вид, пришедший в Россию чуть более 10 лет назад, но ставший большой проблемой для насаждений конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum*), в особенности в южных регионах

страны (Краснодар, Ростов, Ставрополье, Республика Крым) (Гниненко и др. 2011; Гниненко, Раков, 2011; Максимчук, 2009). В Москве очаги повреждения молью впервые были зафиксированы в 2007–2008 гг. (Голосова, Гниненко, 2006). Примерно в это же время фитофаг был обнаружен на партерных посадках и на коллекции конских каштанов в ГБС РАН (Каштанова, 2009). Многолетний мониторинг за динамикой популяции минера, состоянием коллекции и степенью поврежденности растений позволил выявить значительные различия в предпочтительности видов конского каштана молью. Ранее такие сведения, в том числе и по содержанию фенольных компонентов, приводились в ряде источников (Лукьяненко и др., 2014; Зерова и др., 2007; Dimić et al., 2005; Gilbert et al., 2005; Straw, Tilburi, 2006; Augustin et al., 2009; D'Costa et al., 2013; Bašovský et al., 2017; Paterska et al., 2017), (Ozsmiański et al, 2014, 2015).

Другие виды или не повреждаются совсем (*A. parviflora* (Ozsmiański et al, 2015; Bašovský et al., 2017), *A. pavia* (Firraccini et al., 2010; Bašovský et al., 2017)), или повреждаются в значительно меньшей степени (*A. × carnea* (Dziegielewska, Kaup, 2007; Ozsmiański et al, 2015; Bašovský et al., 2017)). Есть виды, например *A. glabra* (Ozsmiański et al, 2015),

<sup>1</sup> Каштанова Ольга Александровна – науч. сотр. лаб. защиты растений ГБС РАН (ol-al-kashtanova@mail.ru); <sup>2</sup> Ткаченко Олег Борисович – глав. науч. сотр. ЛЗР ГБС РАН (ol-bor-tkach@yandex.ru); <sup>3</sup> Кондратьева Вера Валентиновна – ст. науч. сотр. лаб. экологической физиологии и иммунитета растений ГБС РАН (lab-physiol@mail.ru); <sup>4</sup> Воронкова Татьяна Владимировна – ст. науч. сотр. ЛЭФ и ИР ГБС РАН (winterness@yandex.ru); <sup>5</sup> Олехнович Л.С., мл. науч. сотр. ЛЭФ и ИР ГБС РАН (lab-physiol@mail.ru).

листья которых заселяются вредителем, в результате чего происходит начальное повреждение, но развитие внедрившейся гусеницы останавливается на ранней стадии, она перестает питаться и погибает.

Устойчивость растений, как известно, может быть обусловлена факторами окружающей среды, морфологией и анатомией растений (окраска листьев, их толщина, плотность, опушенность и т.д.), особенностями самих насекомых, а также взаимодействием между растением и насекомым. Кроме того, эти факторы могут влиять друг на друга. Например, факторы среды могут повлиять на синхронизацию развития (фактор взаимодействия). Обычно выделяют три основных механизма устойчивости: предпочтение, антибиоз и выносливость. Предпочтение или отсутствие предпочтения регулируются совокупностью признаков растения и реакции насекомого, способствующих или препятствующих использованию растения как кормового. Антибиоз означает отрицательное действие, оказываемое растением на определенные фазы жизненного цикла насекомого, питающегося на нем. Под выносливостью понимают форму устойчивости, при которой растение, несмотря на значительное повреждение, способно продолжать свой рост и развитие или компенсировать наносимый ему вред (Пайнтер, 1953).

Предположение о том, что непригодность растения к обитанию насекомых (или их высокая смертность вследствие питания на устойчивых растениях) связана с наличием специфических защитных веществ, неоднократно подтверждалось впоследствии исследованиями по токсичности «инсектицидных» растений. Итальянскими исследователями (Ferracini et al., 2010) было изучено возможное влияние сапонинов на предпочтительность видов конского каштана.

В устойчивости растений против фитофагов большая роль принадлежит веществам вторичного обмена. Такими веществами могут быть соединения фенольной группы. Например, Тодд и Гетаун (Todd, Getahun, 1971) установили, что квертицин, хлорогеновая, таниновая и кофейная кислоты сильно токсичны по отношению к большой злаковой тле.

### Материалы и методы

Объектом изучения послужила коллекция конских каштанов на территории ГБС РАН. В 2009–2019 гг. осуществлен фитомониторинг растений, включающий анализ листьев с признаками по-

вреждения молью в период активного питания (две генерации, смешанные стадии развития). Листья отобраны в начале августа с нижнего яруса каждого вида в рендомизированном порядке. Идентификация вида и стадий фитофага выполнена стандартными методами определения.

**Определение содержания фенолкарбоновых кислот (хлорогеновой, кофейной, феруловой).** Листья исследуемых образцов измельчали для формирования средней пробы. Полученную массу (0,1 г) заливали 80%-м этанолом (20 мл) и помещали на 1 ч в холодильник при температуре 3–5 °С. Процедуру повторяли три раза. Объединенный экстракт фильтровали и упаривали досуха на роторном испарителе при  $T = +40$  °С. Сухой остаток растворяли в 1 мл этанола. Экстракт очищали методом тонкослойной хроматографии на силиколовых пластинках в восходящем токе растворителя ХЭУ (хлороформ : этилацетат : уксусная кислота = 100:100:1) по внешнему стандарту. Пятно с ФКК высекали, элюировали в 2 мл этанола; элюат сливали и упаривали досуха. На конечном этапе применяли метод ВЭЖХ (изократическая система Стайер, колонка с обращенной фазой RP-18, жидкая фаза – ацетонитрил : вода : уксусная кислота = 50:50:1). Использовали пятикратную аналитическую повторность. Идентификацию проводили по внешнему стандарту; длина волны составляла 254 нм.

**Определение суммы фенольных соединений общего содержания полифенолов с реактивом Фолина–Чокальтеу.** Листья исследуемых образцов измельчали для формирования средней пробы, отбирали навеску 1 г, гомогенизировали с добавлением дистиллированной воды, фильтровали и доводили полученный раствор водой до объема 25 мл. Из полученного раствора отбирали 1 мл (в 3 повторностях). В колбе на 25 мл смешивали исследуемый раствор с реактивом (0,3 мл) и 20 мас.%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (3 мл), а затем доводили объем до метки. Светопоглощение растворов измеряли через 20 мин при 720 нм. Сумму фенольных соединений определяли по градуировочному графику, построенному ранее для кверцетина и рутина.

**Определение суммы свободных сахаров.** Листья исследуемых образцов измельчали для формирования средней пробы, отбирали навеску 1 г, гомогенизировали с добавлением дистиллированной воды, фильтровали и доводили полученный раствор водой до объема 25 мл. Из полученного раствора отбирали 1 мл (в 3 повторностях). В колбе на 25 мл смешивали исследуемый раствор с

10%-м раствором HCl (1 мл), нагревали в кипящей водяной бане в течение 5 мин, добавляли 20 мас.% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (1 мл) и перемешивали. К полученной смеси добавляли 3 мл насыщенного раствора пикриновой кислоты, 3 мл 20 мас.% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и помещали в кипящую водяную баню на 30 мин. Затем доводили до метки дистиллированной водой и измеряли светопоглощение растворов при 490 нм. Сумму свободных сахаров определяли по градуировочному графику, построенному ранее для глюкозы.

При статистической обработке результатов применяли программу Excel2010 и PastV 3.0. Определяли среднее значение показателей (M), стандартную ошибку среднего ( $\pm$ SEM) при доверительном интервале 95%. Различия между вариантами были достоверны при  $p \leq 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Мониторинг развития популяции каштановой минирующей моли на коллекции конского каштана выявил сильное повреждение *Aesculus hippocastanum* (рисунок). Наиболее повреждаемым и предпочитаемым видом в коллекции, несомненно, можно считать конский каштан обыкновенный. Этот вид ранее всех заселяется минирующей молью и наиболее сильно повреждается за вегетационный период. Степень повреждения по простой трехбалльной шкале\* для этого вида конского каштана в отдельные годы составляла 2–3 балла (реже 1–2 балла). Остальные виды, как показал мониторинг, либо не повреждались (*A. octandra* (рисунок, а), *A. glabra* (рисунок, б) и *A. × carnea*), либо имели следы проникновения гусениц в паренхиму листа. Однако гусеницы, начиная питание, погибали на ранней стадии развития (1-й возраст): *A. × hybrida* (рисунок, з) и *A. pavia* (рисунок, д).

Различий в устойчивости слабо повреждаемых видов к разным генерациям каштановой минирующей моли не выявлено, поскольку гибель личинок происходит, как уже указывалось, на ранних стадиях развития 1-й генерации, мина не разрасталась.

Нами был проведен анализ фенольных соединений в листьях разных видов конских каштанов. Фенольные соединения в растении являются вторичными метаболитами, участвующими в механизме защиты растений от грибных патогенов и насекомых. Однако не все фенолы обладают ингибирующим действием к патогенам, некоторые

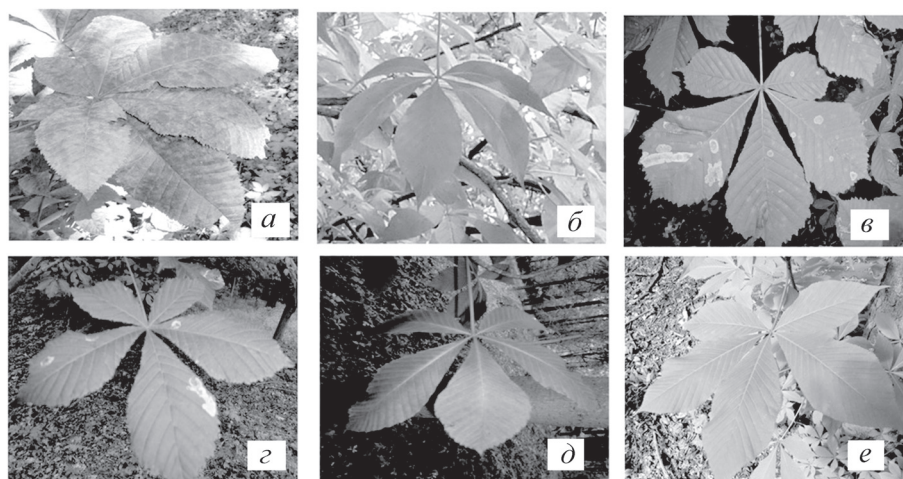
даже могут стимулировать развитие инфекции. В нашем опыте сумма фенолов была наибольшей у *A. pavia* и *A. glabra*, *A. × carnea* и *A. × hybrida*, т.е. у видов, активно сопротивляющихся повреждению молью. В защитном механизме растений важную роль играют оксикоричные кислоты (кофейная, феруловая, *n*-кумаровая, коричная). В растениях они чаще всего представлены сложными эфирами. Наиболее распространенная из них хлорогеновая кислота (ХК). Хлорогеновая кислота представляет собой сложный эфир кофейной (КК) и хинной кислот. Еще в середине XX в. была установлена связь этого соединения с формированием устойчивости к заболеваниям, вызванным патогенными грибами (Томсон и др., 1968). Однако ХК обладает слабой ингибирующей активностью к патогену. Наиболее активна ее производная – кофейная кислота (Соколова, 1968). Поэтому судить об устойчивости растений к патогену правомерно по соотношению ХК и КК в его тканях. Увеличение уровня ХК было также отмечено и при абиогенных стрессах, в частности при длительном воздействии красного или синего света, а также при холодовом стрессе (Шатило и др., 2009; Кондратьева и др., 2019).

В нашем исследовании кофейная кислота наряду с ХК обнаружена в тканях таких видов, как *A. pavia*, *A. glabra* и *A. × carnea*, которые мало повреждаются или устойчивы к повреждению молью (таблица). Соотношение ХК : КК составляет 17,3 (*A. × carnea*); 5,9 (*A. glabra*); 8,7 (*A. pavia*), т.е. у *A. glabra* наиболее высокий уровень ингибирующей патоген кофейной кислоты. Следует отметить, что во всех образцах, кроме *A. × hybrida*, отмечено наличие феруловой кислоты, что указывает на начало синтеза лигнина и флавоноидов. Наибольший ее уровень зафиксирован у *A. pavia*, что в сочетании с наличием КК и высоким уровнем ХК свидетельствует об усилении защитных реакций растений против гусениц моли. Уровень свободных сахаров в тканях листьев изучаемых видов не коррелирует со степенью повреждаемости этих видов (таблица).

### Заключение

Изучение поврежденных листьев и численности личинок позволяет выделить факторы устойчивости конского каштана к каштановому минеру. К таким факторам можно отнести суммарное со-

\*1 балл – повреждено менее 50% листы, слабое повреждение; 2 балла – повреждено от 50 до 70%, среднее повреждение; 3 балла – повреждено свыше 70%, сильное повреждение.



Внешний вид листьев каштана из коллекции ГБС РАН: *a* – *Aesculus octandra*; *b* – *A. glabra*; *c* – *A. hippocastanum*; *d* – *A. x hybrida*; *e* – *A. pavia*; *f* – *A. x carnea*

**Содержание фенолов и свободных сахаров в тканях листьев конского каштана из коллекции ГБС РАН**  
( $p \leq 0,05$ )

Вид	Степень повреждения	Сумма фенолов, мг/г	Свободные сахара, мг/г	Содержание кислоты, мкг/г.			ХК/КК
				хлорогеновой (ХК)	кофейновой (КК)	феруловой	
<i>Aesculus octandra</i>	не повреждается	1,67	4,4	4,69	–**	0,07	–
<i>Aesculus x carnea</i>	не повреждается	2,39	3,9	9,08	0,52	0,04	17,3
<i>Aesculus pavia</i>	не развивается*	2,09	3,1	17,06	1,95	0,16	8,7
<i>Aesculus x hybrida</i>	слабо повреждается (1 балл)	2,23	3,2	4,83	–**	–***	–
<i>Aesculus glabra</i>	слабо повреждается (1 балл)	1,91	5,4	7,86	1,33	0,08	5,9
<i>Aesculus hippocastanum</i>	сильно повреждается (3 балла)	1,77	4,3	7,81	–**	0,02	–

\*Гусеница внедряется, развивается и погибает; \*\*кофейная кислота не идентифицирована; \*\*\*феруловая кислота не идентифицирована.

держание фенолов, а также содержание в листьях кофейной, хлорогеновой и феруловой кислот. В группе устойчивых видов суммарное содержание фенолов выше, чем у конского каштана обыкновенного. У растений с высоким содержанием КК, ФК и ХК устойчивость высокая и заселяются

они слабо или совсем не заселяются. В тех случаях, когда личинка, проникнув в лист, через некоторое время прекращает развитие и гибнет, в растениях обнаружено высокое содержание феруловой кислоты, КК и ХК, что обеспечивает дополнительное усиление защитных функций растения, ини-



цируя синтез лигнина, при котором ткань листа становится неприемлемой для питания личинки.

Таким образом, устойчивость исследуемых видов конского каштана осуществляется по типу антибиоза. Все устойчивые к повреждению охридским минером виды конского каштана содержат

максимальное число полифенольных соединений. Такие биохимические показатели могут рассматриваться как факторы устойчивости растений к минирующей моли.

Работа выполнена в рамках Госзадания ГБС РАН №19-119080590035-9.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

## [REFERENCES]

- Аникин В.В., Золотухин В.В., Полумордвинов О.А. Массовое повреждение листьев конского каштана (*Aesculus hippocastanum*) охридским минером (*Cameraria ohridella*) на территории Пензы // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2019. Т. 17. Вып. 4. С. 235–241 [Anikin V.V., Zolotukhin V.V., Polumordvinov O.A. Massovoe povrezhdenie list'ev konskogo kashtana (*Aesculus hippocastanum*) okhridskim minerom (*Cameraria ohridella*) na territorii Penzy // Byul. Bot. sada Sarat. gos. un-ta. 2019. T. 17. Vyp. 4. S. 235–241].
- Гниненко Ю.И., Кострюков В.В., Кошелева О.В. Новые инвазивные насекомые в лесах и озеленительных посадках Краснодарского края // Защита и карантин растений. 2011. № 4. С. 49–50 [Gninenko Yu.I., Kostryukov V.V., Kosheleva O.V. Novye invazivnye nasekomye v lesakh i ozelenitel'nykh posadkakh Krasnodarskogo kraja // Zashchita i karantin rastenii. 2011. № 4. S. 49–50].
- Гниненко Ю.И., Мухамадиев Н.С., Ашикбаев Н.Ж. Охридский минер *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) – обнаружение в Центральной Азии // Российский Журнал Биологических Инвазий. 2016. № 4. С. 14–18 [Gninenko Yu.I., Mukhamadiev N.S., Ashikbaev N.Zh. Okhridskii miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) – obnaruzhenie v Tsentral'noi Azii // Rossiiskii Zhurnal Biologicheskikh Invazii. 2016. № 4. S. 14–18].
- Гниненко Ю.И., Раков А.Г. Охридский минер, или каштановая минирующая моль-пестрянка // Защита и карантин растений. 2011. № 2. С. 34–35 [Gninenko Yu.I., Rakov A.G. Okhridskii miner, ili kashtanovaya miniruyushchaya mol'-pestryanka // Zashchita i karantin rastenii. 2011. № 2. S. 34–35].
- Голосова М.А., Гниненко Ю.И. Появление охридского минера на каштане конском в Москве // Лесной вестник. 2006. № 2. С. 43–46 [Golosova M.A., Gninenko Yu.I. Poyavlenie okhridskogo minera na kashtane konskom v Moskve // Lesnoi vestnik. 2006. № 2. S. 43–46].
- Голосова М.А., Гниненко Ю.И., Голосова Е.И. Каштановый минер *Cameraria ohridella* – опасный карантинный вредитель на объектах городского озеленения. М., 2008. 26 с. [Golosova M.A., Gninenko Yu.I., Golosova E.I. Kashtanovyi miner *Cameraria ohridella* – opasnyi karantinnyi vreditel' na ob'ektakh gorodskogo ozeleneniya. M., 2008. 26 s.].
- Денисенко Т.А., Вишник А.Б., Цыганок Л.П. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина–Чокальтеу // Аналитика и контроль. 2015. Т. 19. № 4. С. 373–380 (DOI: 10.15826/analitika.2015.19.4.012) [Denisenko T.A., Vishnikin A.B., Tsyganok L.P. Spektrofotometricheskoe opredelenie summy fenol'nykh soedinenii v rastitel'nykh ob'ektakh s ispol'zovaniem khlorida alyuminiya, 18-molibdodifosfata i reaktiva Folina–Chokal'teu // Analitika i kontrol'. 2015. T. 19. № 4. S. 373–380 (DOI: 10.15826/analitika.2015.19.4.012)].
- 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. Київ, 2007. 82 с. [Zerova M.D., Nikitenko G.N., Narol'skii N.B., Gershenzon Z.S., Sviridov S.V., Lukash O.V., Babidorich M.M. Kashtanovaya miniruyushchaya mol' v Ukraine. Kiiv, 2007. 82 s.].
- Каштанова О.А. Охридский минер в дендрарии Главного ботанического сада РАН // Защита и карантин растений. 2009. № 11. С. 47 [Kashtanova O.A. Okhridskii miner v dendrarii Glavnogo botanicheskogo sada RAN // Zashchita i karantin rastenii. 2009. № 11. S. 47].
- Кондратьева В.В., Воронкова Т.В., Олехнович Л.С. и др. Устойчивость рассады декоративных растений к кратковременному холодовому стрессу при воздействии узкоспектрального света // Сельскохозяйственная биология. Т. 54. № 1. С. 121–129 [Kondrat'eva V.V., Voronkova T.V., Olekhnovich L.S. i dr. Ustoichivost' rassady dekorativnykh rastenii k kratkovremennomu kholodovomu stressu pri vozddeistvii uzkospektral'nogo sveta // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. T. 54. № 1. S. 121–129].
- Лук'яненко Т.Л., Бойко О.А., Иванова Т.В. Аккумуляция вмісту аденозин фосфатів в листках стійких і нестійких до каштанової мінуючої молі (*Cameraria ophridella* Deschka at Dimić) рослин роду *Aesculus* L. // Лісівництво. 2014. Т. 6. № 1–2. Р. 120–124 (Укр., резюме Рус., Англ.). [Luk'yanenko T.L., Boiko O.A., Ivanova T.V. Akkumulyatsiya vmistu adenozin fosfativ v listkakh stiikikh i nestiikikh do kashtanovoї minuyuchoї moli (*Cameraria ophridella* Deschka at Dimić) roslin rodu *Aesculus* L. // Lisivnitstvo. 2014. T. 6. № 1–2. P. 120–124 (Ukr., rezyume Rus., Engl.)].
- Максимчук Н.В. Особенности развития каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* Desch.

- & Dim. в условиях Никитского ботанического сада (г. Ялта, автономная республика Крым) // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2009. Т. 12. С. 55–58 [Maksimchuk N.V. Osobennosti razvitiya kashtanovoi miniruyushchei moli *Cameraria ohridella* Desch. & Dim. v usloviyakh Nikitskogo botanicheskogo sada (g. Yalta, avtonomnaya respublika Krym) // Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rastenii. 2009. T. 12. S. 55–58].
- Определение растворимых углеводов фотометрически с пикриновой кислотой (модификация Соловьева). Практикум по агрохимии. 2-е изд. / Под ред. Акад. РАСХН В.Г. Минеева. М., 2001. С. 419–422 [Opredelenie rastvorimykh uglevodov fotometricheski s pikrinovoi kislotoi (modifikatsiya Solov'eva). Praktikum po agrokhemii. 2-e izd. / Pod red. Akad. RASKhN V.G. Mineeva. M., 2001. S. 419–422].
- Пайнтер Р. Устойчивость растений к насекомым / Пер. с англ. Ю.И. Лашквича [и др.]. Под ред. акад. Е.Н. Павловского. М., 1953. 442 с. [Painter R. Ustoichivost' rastenii k nasekomym / Per. s angl. Yu.I. Lashkvicha [i dr.]; Pod red. akad. E.N. Pavlovskogo. M., 1953. 442 s.].
- Соколова В.Г. Роль некоторых фенольных соединений в защитных реакциях растений против патогенных микроорганизмов. Фенольные соединения и их биохимические функции. Матер. I Всес. симп. по фенольным соединениям (14–17 дек. 1966 г.). М., 1968. С. 267–275 [Sokolova V.G. Rol' nekotorykh fenol'nykh soedinenii v zashchitnykh reaktivnykh rastenii protiv patogennykh mikroorganizmov. Fenol'nye soedineniya i ikh biokhimicheskie funktsii. Mater. I Vses. simp. po fenol'nykh soedineniyam (14–17 dek. 1966 g.). M., 1968. S. 267–275].
- Томсон Р.Х., Зейкель М.К., Харборн Дж.Б. и др. Биохимия фенольных соединений [Текст] / Под ред. Дж. Харборна. Пер. с англ. канд. биол. наук З.Ф. Богаутдинова [и др.], под ред. акад. Н.М. Эмануэля. М., 1968. 451 с. [Tomson R.Kh., Zeikel' M.K., Kharborn Dzh.B. i dr. Biokhimiya fenol'nykh soedinenii [Tekst] / Pod red. Dzh. Kharborna. Per. s angl. kand. biol. nauk Z.F. Bogautdinova [i dr.], pod red. akad. N.M. Emanuelya. M., 1968. 451 s.].
- Шатило В.И., Балашова И.Т., Урсул Н.А. и др. Фоторегуляция эпигенетической устойчивости томата к грибным заболеваниям // Сельскохозяйственная биология. Т. 44. № 3. С. 118–123 [Shatilo V.I., Balashova I.T., Ursul N.A. i dr. Fotoregulyatsiya epigeneticheskoi ustoichivosti tomata k gribnym zabolevaniyam // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. T. 44. № 3. S. 118–123].
- Augustin S., Guichard S., Heitland W. et al. Monitoring and dispersal of the invading Gracillariidae *Cameraria ohridella* // J. Appl. Entomol. 2009. Vol. 133. N 1. P. 58–66.
- Bačovský V., Vyhnánek T., Hanáček P. et al. Genetic diversity of chestnut tree in relation to susceptibility to leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) // Trees. 2017. Vol. 31. N 2. P. 753–763.
- Bašovský V., Vyhnánek T., Hanáček P. et al. Genetic diversity of chestnut tree in relation to susceptibility to leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) // Trees. 2017. Vol. 31. Iss. 2. P. 753–763.
- D'Costa L., Koricheva J., Straw N., Simmonds M.S.J. Oviposition patterns and larval damage by the invasive horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* on different species of *Aesculus* // Ecological Entomology. 2013. Vol. 38. P. 456–462.
- Deschka J., Dimić N. *Cameraria ohridella*. Sp. N. (Lep; Lithocolletidae) aus Mazedonien, Jugoslawien // Acta Entomol., Jugosl. 1996. 22. № 1–2. S. 11–23.
- Dimić N., Dautbašić M., Petrić P. Host Plants of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae) // Entomofauna. Zeitschrift für Entomologie. 2005. B 26. Heft 10. P. 193–204.
- Dięgielewska M., Kaup G. Occurrence of Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella*) on Red Horse Chestnut (*Aesculus × carnea*) in Szczecin // Prog. Plant. Prot. 2007. Vol. 47. N 1. P. 218–221.
- Ferracini C., Curir P., Dolci M. et al. *Aesculus pavia* foliar saponins: defensive role against the leafminer *Cameraria ohridella* // Pest Manag. Sci. 2010. Vol. 66. N 7. P. 767–762.
- Gilbert M., Guichard S., Freise J. et al. Forecasting *Cameraria ohridella* invasion in recently invaded countries: from validation to prediction // J. Appl. Ecol. 2005. Vol. 42. P. 805–813.
- Ozsmiański J., Kalisz S., Wojdyło A. The Content of Phenolic Compounds in Leaf Tissues of White (*Aesculus hippocastanum* L.) and Red Horse Chestnut (*Aesculus carnea* H.) Colonized by the Horse Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić) // Molecules. 2014. Vol. 19. N 9. P. 14625–14636.
- Ozsmiański J., Kolniak-Ostek J., Biernat A. The Content of Phenolic Compounds in Leaf Tissues of *Aesculus glabra* and *Aesculus parviflora* Walt. // Molecules. 2015. Vol. 20. P. 2176–2189.
- Paterska M., Bandurska H., Wystouch J. et al. Chemical composition of horse-chestnut (*Aesculus*) leaves and their susceptibility to chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić // Acta Physiologiae Plantarum. 2017. Vol. 39. N 4. P. 1–16.
- Straw N.A., Tilburi C. Host Plants of the Horse-chestnut Leaf-Miner (*Cameraria ohridella*), and the Rapid Spread of the Moth in the UK 2002–2005 // Arboricultural Journal. 2006. Vol. 29. N 2. P. 83–89.
- Todd O.A., Getahun D.C. Resistance in the barley to the greenbug. I Toxicity of phenolic and flavonoid compounds – Ann. Entomol. Soc. Am. 1971. 64. N 3. P. 718–721.

**RESISTANCE OF HORSE CHESNUT SPECIES (*AESCULUS* L.)  
TO ORCHID MINER, OR CHESNUT MINING MOTH (*CAMERARIA*  
*OHRIDELLA* DESCHKA & DIMIĆ)**

*O.A. Kashtanova*<sup>1</sup>, *O.B. Tkachenko*<sup>2</sup>, *V.V. Kondratyeva*<sup>3</sup>, *T.V. Voronkova*<sup>4</sup>,  
*Olekhovich L.S.*<sup>5</sup>

The resistance of horse chestnut species (6 species) to the mining chestnut moth (*Cameraria ohridella*) at the collection of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences was studied. The most affected was *Aesculus hippocastanum*, slightly damaged was *A. glabra* and *A. × hybrida*. Caterpillars penetrated in leaf of *A. pavia* and died. Resistant to the miner were *A. octandra* and *A. × carnea*. The stability of the studied species of horse chestnut is carried out by the type of antibiosis. Horse chestnut species resistant to damage by Ohrid miner contain maximum polyphenolic compounds and can be considered as certain factors of plant resistance to mining moths.

**Key words:** *Cameraria ohridella*, collection of Main Botanical Garden of RAS, *Aesculus* spp., resistance of species.

**Acknowledgement.** The work was carried out within the framework of the state assignment of the GBS RAS No.19-119080590035-9.

<sup>1</sup> Kashtanova Olga Aleksandrovna, Lab. Plant Protection Tsitsin Main Botanical Garden of RAS (MBG RAS) (ol-al-kashtanova@mail.ru); <sup>2</sup> Tkachenko Oleg Borisovich, LPP MGB RAS (ol-bor-tkach@yandex.ru); <sup>3</sup> Kondratyeva Vera Valentinovna, Lab. Ecological Physiology and Immunity of Plants MGB RAS (lab-physiol@mail.ru); <sup>4</sup> Voronkova Tat'yana Vladimirovna, LEPH and IP MGB RAS (lab-physiol@mail.ru); <sup>5</sup> Olekhovich Lyudmila Sergeevna, LEPH and IP MBG RAS (lab-physiol@mail.ru).