

СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА ЛЯБЗИНА

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии эколого-биологического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
slyabzina@petrsu.ru

АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ ПРИХОДЬКО

начальник ГБУЗ Республики Карелия «Бюро судебно-медицинской экспертизы» (Петрозаводск, Российская Федерация)
andrey_prihodko@list.ru

ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА ЛАВРУКОВА

кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии, топографической анатомии и оперативной хирургии, патологической анатомии, судебной медицины Медицинского института, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
olgalavrukova@yandex.ru

НАТАЛЬЯ СЕРГЕЕВНА СИККИЛЯ

кандидат биологических наук, заместитель директора по научно-исследовательской работе заповедника «Костомукшский» (Костомукша, Российская Федерация)
zamber.nat@mail.ru

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МУХИ МЕРТВЫХ (*CYNOMYA MORTUORUM*) В КАРЕЛИИ И ПРИМЕНЕНИЕ ЭТИХ ДАННЫХ В СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ*

Рассмотрены эколого-биологические особенности мухи *Cynomya mortuorum* в Республике Карелия. Вид встречается по всей республике, но не многочислен. *C. mortuorum* относится к полупоселковым видам, приурочен к открытым биоценозам, встречается в светлохвойном и смешанном типах леса. Для *C. mortuorum* выявлена сезонная активность – на трупах личинки встречаются в летний и осенний периоды. Изучено питание имаго в лабораторных условиях – они могут питаться черным хлебом, не употребляют молоко и спелые ягоды черники. Личинки участвуют в утилизации трупов животных различной массы и систематической принадлежности, они хорошо развиваются на рыбных приманках, на трупах птиц, млекопитающих, но не отмечены на говяжьей печени. На начальных этапах разложения *C. mortuorum* колонизирует трупы различных животных, в том числе и крупных (домашней свиньи *Sus scrofa f. domestica* L., 1758), что позволяет использовать эти данные в судебно-медицинской практике. Продолжительность развития от яйца до вылета имаго составляет 20–21 день, развитие яйца и личинки длится в течение 10 дней.

Ключевые слова: муха мертвых, *Cynomya mortuorum*, судебная энтомология, разложение, труп, Calliphoridae

Муха мертвых (*Cynomya mortuorum* Linnaeus, 1761) является одним из наиболее широко распространенных видов в семействе мясных мух (Calliphoridae). Встречается по всей Палеарктике [12], проникая на севере до арктических широт [11].

Муха мертвых – это типичный некрофаг, ее личинки развиваются на разлагающейся животной органике. В ряде работ [10], [11] и др. отмечено питание личинок на трупах полевых и рыб. Известны также случаи паразитизма – личинки могут вызывать миазы у некоторых млекопитающих [7].

Муха мертвых относится к видам, имеющим важное судебно-медицинское значение [4]. Присутствие их на трупах позволяет применять методику ретроспективного анализа и установить

продолжительность постмортального интервала в тех случаях, когда трупы находятся на разных стадиях разрушения, а традиционные методы судебной медицины становятся неточными и бессильными. Например, с помощью личинок определена дата смерти женщины, что в свою очередь явилось доказательством совершения правонарушений относительно денежных средств погибшей уже после наступления ее смерти [6].

В задачи данной работы входило изучение биотопического распределения, сезонной активности *Cynomya mortuorum* в условиях севера Европейской части, аттрактивности трупных приманок, установление имагинального питания в лабораторных условиях и изучение участия личинок мух в разложении трупов различных животных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изучение биотопической приуроченности и сезонной активности

Исследования проводили в течение 16 сезонов (с 2000 по 2015 год) в четырех районах Республики Карелия: заповедник «Костомукшский» (Костомукшский район, 64°30' с. ш., 30°30' в. д.), с. Кончезеро (Кондопожский район, 62°06' с. ш., 34°00' в. д.), с. Пряжа (Пряжинский район, 61°41' с. ш., 33°37' в. д.) и с. Лососинное (Прионежский район, 61°39' с. ш., 34°01' в. д.). В качестве приманок были использованы кусочки говяжьей печени (массой 40 г) и трупы животных из разных классов (рыбы, птицы, млекопитающие: полевки, кошки, собаки, туша домашней свиньи) массой от 30 г до 70 кг. Приманки раскладывали в различных биоценозах, характерных для зоны таежной тайги (светло- и темнохвойные леса: сосняк черничный, сосняк лишайниковый, ельник кисличный; березняк разнотравный, открытые биоценозы: влажноразнотравные и суходольные луга, вырубка). Во всех биотопах были размещены однотипные приманки (рыбы, полевки) в равном количестве (15). Имаго собирали в дневное время, всего отловлено 270 особей.

Небольшие приманки раскладывали на поверхность почвы, а мелкие помещали в почвенные ловушки. При изучении фауны на крупных трупах (домашняя свинья *Sus scrofa* f. *domestica* L., 1758) массой 50–70 кг применяли особые приспособления [2]. Сбор имаго и личинок осуществляли непосредственно с трупных приманок, и при необходимости личинок доращивали в лабораторных условиях на рыбе. Значимость отличий частот отмеченных личинок мухи мертвых и других видов мух проверяли с помощью критерия χ^2 .

Сезонную активность изучали с мая по сентябрь 2014 года в Пряжинском районе. В течение трех месяцев (май, июль, сентябрь) в период с 10 по 15 числа выставляли рыбные приманки массой 60–100 г для привлечения некрофильных двукрылых. Каждую приманку укладывали в небольшое полиэтиленовое ведро (высота 20 см, диаметр 15 см), наполовину наполненное песком. Ведра с приманками выставляли на открытых участках на пять дней. После этого их закрывали капроновой сеткой из мелкой ячеи и оставляли для наблюдений и выведения имаго в лаборатории при естественных (переменных) условиях освещения.

Изучение питания имаго

Питание имаго изучали в лабораторных условиях. Использовали четыре пищевых субстрата: рыбу, дрожжевой черный хлеб, молоко (3,5 % жирности) и спелые ягоды черники. Для этого в банку с небольшим слоем песчаного грунта отдельно помещали навеску пищевого субстрата и несколько (3–4) особей самок и самцов. Проводили визуальное наблюдение за питанием имаго

предлагаемым субстратом. Исследования проводили в пяти повторностях.

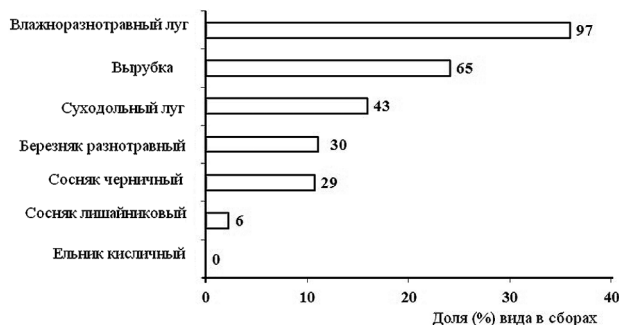
Изучение аттрактивности трупных приманок для развития личинок

Аттрактивность трупных приманок для мухи мертвых изучали на четырех разлагающихся субстратах: кусочки говяжьей печени (массой 40 г) и трупы различных животных: плотвы (массой 100 г), птенца чайки (массой 60 г), рыжей полевки (массой 30 г). Для этого, как и в предыдущих опытах, использовали ведра, внутрь которых помещали приманки и подсаживали несколько самцов и самку. Самки откладывали яйца, после этого взрослых мух убирали и проводили наблюдения за развитием личинок. Исследования проводили без повторностей.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Биотопическая приуроченность и сезонная активность

В Карелии муха мертвых встречается во всех исследованных районах. Вид предпочитает открытые биоценозы (луга, вырубки), светлохвойные и смешанные леса и избегает темнохвойные леса ($\chi^2 > 177,5$; $df = 6$; $p < 0,001$). Среди изученных семи биотопов наибольшее число представителей вида отмечено на влажноразнотравном лугу (рисунок). На открытых теплых, прогреваемых участках муха мертвых попадалась не только на приманках, но и на цветущих растениях (купырь, дудник).



Встречаемость *Cynomya mortuorum* в исследуемых биотопах Карелии. Над столбиками абсолютное значение отловленных особей

На урбанизированных территориях муха мертвых предпочитает окраины, где, как правило, обычны участки с хорошо развитой травянистой растительностью. Очень редко особи вида отмечались в центральной части поселков на придорожных растениях из семейства зонтичных.

В условиях севера Европейской части для мухи мертвых выявлена сезонная динамика активности. Личинки были отмечены на приманках во все месяцы исследования, при этом осенью выведено наибольшее число особей (табл. 1). В мае отмечены единичные личинки мухи мертвых, однако приманки колонизировали другие виды некрофильных двукрылых из семейств мясных

Таблица 1
Количество выведенных некрофильных двукрылых в весенне-осенние месяцы из рыбной приманки (масса 80–150 г)

Представители	Май	Июль	Сентябрь	Всего
<i>Cynomya mortuorum</i>	2	15	32	49
<i>Protophormia terraenovae</i>	37	28	5	70
<i>Calliphora spp.</i>	15	22	4	41
<i>Lucilia spp.</i>	–	8	2	10
<i>Fannia spp.</i>	–	3	–	3
<i>Sarcophaga spp.</i>	6	26	–	32
Всего	60	102	43	205

Примечание. – имаго не выведено.

мух (*Protophormia terraenovae*, *Calliphora spp.*) и серых мясных мух (*Sarcophaga spp.*).

В июле было отмечено наибольшее число некрофильных двукрылых, способных колонизировать и развиваться в органическом субстрате (см. табл. 1). В сентябре видовой состав двукрылых уменьшился до трех видов, из них доминировала муха мертвых ($\chi^2 > 27,2$; $df = 1$; $p < 0,001$). Осенью трупные приманки активно колонизировали труп мухи из рр. *Lucilia*, *Sarcophaga*, *Protophormia*, *Calliphora*, *Fannia*, они питались разлагающимся веществом, но личинок отмечено не было.

Питание имаго

Для полноценной жизнедеятельности и нормального физиологического состояния имаго мухи мертвых необходимо питание. В ходе эксперимента выяснено, что из предложенных пищевых субстратов (черный хлеб, молоко, плоды черники) мухи питались только хлебом, а молоко и ягоды их не привлекали. Если животные не питались, то это приводило к ранней гибели – они были активны только в течение 2–3 дней (табл. 2). Черным хлебом питались как самки, так и самцы, однако продолжительность их активности также невысока – 10–12 дней. Тем не менее отсутствие белковой пищи животного происхождения в их рационе, вероятно, и привело к гибели всех мух.

Таблица 2
Активность имаго *Cynomya mortuorum* при питании на разных субстратах

Пищевой субстрат	Продолжительность активности (сутки)
Черный хлеб (дрожжевой)	10–12
Молоко (3,5 %)	2–3
Спелая ягода (черника)	2–3

Аттрактивность трупных приманок для развития личинок

Взрослым особям мухи мертвых было предложено использовать различные субстраты для откладки яиц и развития их личинок, отличающиеся некоторыми признаками (наличие чешуи, волос, перьев и пр.). В результате были выявлены следующие различия. Самым привлекательным

субстратом для питания личинок мухи мертвых оказалась рыба (табл. 3). На таких субстратах развивалось наибольшее число особей ($\chi^2 > 29,93$; $df = 3$; $p < 0,001$). На приманках же птицы и полевки тоже были отмечены личинки, но численность их значительно ниже. Абсолютно не привлекательными для имаго были кусочки говяжьей печени, на которых личинки отсутствовали.

Таблица 3
Аттрактивность различных трупных приманок для *Cynomya mortuorum*

Приманки	Количество выведенных особей
Кусочки говяжьей печени (150 г)	–
Рыба (плотва 100 г)	25
Птица (птенец чайки 60 г)	7
Полевка рыжая (30 г)	13

Примечание. – имаго не выведено.

Развитие мухи мертвых от яйца до имаго в летний период (при температуре воздуха 20–21 °C) и в условиях естественного (переменного) освещения происходило за 20–21 день. Самки откладывали яйца на трупы в укромные места на хорошо защищенные участки, личинки также в основном вели себя скрытно. На развитие от яйца до куколки необходимо около 10 дней, за этот период личинки вырастали до 1 см и окукливались в почве. Перед окукливанием личинки около суток не питались и углублялись в почву около трупа на глубину 3–5 см. Развитие пупариев продолжалось в течение 10–11 дней. Первые взрослые особи появлялись на 20-й день наблюдений, а уже на следующий день происходил их массовый вылет.

Личинки всегда очень активно питались на субстрате из рыбы, большинство особей находились на нем в течение суток. На других же приманках (птица, полевка) они чаще всего располагались в почве под трупом, периодически мигрируя на него. На всех субстратах личинки последнего возраста, закончившие питание, блуждали в поисках места для окукливания.

Использование данных о развитии *Cynomya mortuorum* в судебно-медицинской практике

Установлено, что личинки способны развиваться на крупной падали и колонизировать трупы в начальный период разложения. Эти и другие эколого-биологические особенности относят вид к группе двукрылых, имеющих важное судебно-медицинское значение. В 2015 году были проведены эксперименты по изучению разложения в естественной среде на крупных трупах (домашняя свинья), из которых выведено 12 особей имаго. Все личинки были собраны на стадии раннего разложения – на 9–12-й день после закладки. Продолжительность развития также происходила в течение 20 дней, и эти данные соотносятся с отдельно поставленными экспериментами по

изучению аттрактивности трупных приманок для развития личинок.

Непосредственное участие личинок мухи мертвых в разложении трупов крупных животных и установление времени развития до имаго позволяет использовать эти сведения в судебно-медицинской практике. Кроме того, по присутствию личинок можно предполагать о перемещении трупа. Так, в результате проведенных исследований по изучению состава некрофильных двукрылых на трупах людей установлено, что личинки мухи мертвых не встречаются на трупах, погибших и найденных в помещении [3]. Во всех шести случаях трупы людей были обнаружены в помещениях и находились в разной степени гнилостных изменений. Это подтверждает распространение вида преимущественно в естественных биоценозах и его отсутствие в закрытых помещениях.

ОБСУЖДЕНИЕ

В Карелии, как и на других территориях севера Европейской части, например Финляндии, Мурманской области, а также на Дальнем Востоке, муха мертвых относится к полупоселковым видам [5], [8], [10]. Плотность в районах исследования, как и в других местах распространения, невысока [9].

По типу имагинального питания муху мертвых можно отнести к факультативным некрофагам, так как отмечен переход к полифагии. Так, в наших экспериментах они питались черным хлебом, а по литературным данным выявлено,

что и экскременты могут быть для них дополнительным источником питания [10].

Личинки мухи мертвых, напротив, являются облигатными некробионтами и их питание имеет более строгую специфичность. В исследованиях установлено, что они не развиваются на говяжьей печени, предпочитают рыбу и в небольших количествах отмечаются на птице и мелких млекопитающих. Для двукрылых личиночное питание имеет большое значение и влияет на скорость развития и в дальнейшем на потенциальную плодовитость [1].

Личинки мухи мертвых играют важную роль в деструкции как мелких, так и крупных трупов. Небольшие трупы рыб, полевок они способны утилизировать за десять дней, оставляя лишь фрагменты скелета и шерсти. Личинки также выявлены на крупных трупах, но их плотность на приманках данного типа невысока, как, например, мухи новоземельской (*Protophormia terraenovae* R. D., 1830), а периодическое перемещение в почву затрудняет их отлов. Возможно, это являлось причиной отсутствия *C. mortuorum* на крупной падали во многих исследованиях. Так, изучая фауну трупов крупных животных, Н. Сулак и М. Бартак [14] личинок мухи мертвых не находили и отлавливали лишь имаго на поздних стадиях разложения. Тем не менее в практике судебной медицины описываются случаи, подтверждающие возможность устанавливать время наступления смерти человека на основе данных о сезонной активности мухи мертвых и продолжительности развития личинок на трупе [6], [13].

* Работа выполнена при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской (или образовательной) деятельности на 2012–2016 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградова Е. Б. Влияние пищи и температуры на репродукцию мясной мухи *Calliphora vicina* R.-D. (Diptera, Calliphoridae) – популярного модельного объекта биологических исследований // Энтомологическое обозрение. 2009. № 88 (1). С. 38–45.
2. Лябзина С. Н., Приходько А. Н., Лаврукова О. С. Метод изучения некрофильных насекомых на трупах крупных животных // Принципы экологии. 2016. Т. 5. № 2. С. 91–98.
3. Приходько А. Н., Лаврукова О. С., Лябзина С. Н., Горбач В. В. К изучению состава некрофильных двукрылых в Европейской части России и их судебно-медицинское значение // Судебно-медицинская экспертиза. 2016. № 59 (3). С. 24–30.
4. Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство / В. В. Альшевский и др.; Гл. ред. Ю. И. Пиголкин; АСМОК. Ассоц. мед. о-в по качеству. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 727 с.
5. Aramonov S. D. Ecological Characterization of Calliphoridae (Calliphoridae, Diptera: Insecta) of the Russian Far East // Contemporary Problems of Ecology. 2012. Vol. 5. № 1. P. 46–49.
6. Bencke M. Arthropods and Corpses // Forensic Pathology Reviews. 2005. Vol. 2. P. 207–240.
7. Itamies, J., Koskela P. *Cynomyia mortuorum* myiasis in *Lepus timidus*. // Annales Entomologici Fennici. 1980. Vol. 46 (1). P. 24.
8. Kozlov M., Whitworth T. Population densities and diversity of Calliphoridae (Diptera) around a nickel-copper smelter at Monchegorsk, Northwestern Russia // Entomol. Fennica. 2002. № 13. P. 98–104.
9. Kuusela S. and Hanski I. The structure of carrion fly communities: the size and the type of carrion // Holarctic Ecology. 1982. № 5. P. 337–348.
10. Nuorteva P. Synantropy of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in Finland // Ann. Ent. Fennici. 1963. Vol. 29. P. 1–49.
11. Nuorteva P. A three-year survey of the duration of development of *Cynomyia mortuorum* (L.) (Dipt., Calliphoridae) in the conditions of a subarctic fell // Ann Entomol Fenn. 1972. № 38. P. 65–74.
12. Rognes K. Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark // Fauna Entomologica Scandinavica. 1991. Vol. 24. P. 1–272.

13. Stærkeby M. Dead larvae of *Cynomya mortuorum* (L.) as indicators of post mortem interval – a case history from Norway // Forensic Sci Int. 2001. № 120. P. 77–78.
14. Šuláková H., Barták M. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with animal and human decomposition in the Czech Republic: preliminary results // Čas. Slez. Muz. Opava (A). 2013. № 62. P. 255–266.

Lyabzina S. N., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Prikhod'ko A. N., Forensic Medical Expertise Bureau of the Republic of Karelia (Petrozavodsk, Russian Federation)

Lavrukova O. S., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Sikkilya N. S., Kostomuksha Nature Reserve (Kostomuksha, Russian Federation)

BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL FEATURES OF KARELIAN *CYNOMYA MORTUORUM* AND THEIR EMPLOYMENT IN FORENSIC PRACTICE

Ecological and biological features of the blow fly (*Cynomya mortuorum*) found in Karelian Republic are studied in the article. The presence of species in focus (*C. mortuorum*) is common to all areas of the Republic, but its numerical strength is rather low. The blow fly (*C. mortuorum*) is referred to species with synanthropic preferences, but it is also found in coniferous and mixed forests. The fly (*C. mortuorum*) is seasonally active on the corpses of larvae. Seasonal activity of this species spikes during the summer and autumn periods. We studied imago nutrition in laboratory conditions. Imago eats black bread but avoids milk or ripe blueberries. Larvae are involved in disposal of versatile dead animals notwithstanding their sizes. They grow well on fish baits and can be found on the corpses of birds and mammals. The fly was not found on the liver of cows. The fly (*C. mortuorum*) colonizes carcasses of different animals including the bodies of home pigs (*Sus scrofa f. domestica* L., 1758) in early stages of decomposition. The fly's (*C. mortuorum*) development period from an egg to imago lasts from 20–21 days. The development period of the fly's egg and of the fly's larva takes about 10 days. The results of the study can be used for the benefits of forensic medicine.

Key words: *Cynomya mortuorum*, forensic entomology, blow fly, carcasses, Calliphoridae

REFERENCES

1. Vinogradova E. B. Effects of the food and temperature on the reproduction of the blow fly *Calliphora vicina* R.-D. (Diptera, Calliphoridae) a popular model object in biological research. *Entomological Review*. 2009. Vol. 89. № 2. P. 137–142.
2. Lyabzina S. N., Prikhod'ko A. N., Lavrukova O. S. Methods of studying necrophilic insects residing on the bodies of large size animals [Metod izucheniya nekrofil'nykh nasekomykh na trupakh krupnykh zhivotnykh]. *Printsipy ekologii*. 2016. Vol. 5. № 2. P. 91–98.
3. Prikhod'ko A. N., Lavrukova O. S., Lyabzina S. N., Gorbach V. V. On the study of necrophilia Diptera composition in the European part of Russia and its forensic significance [K izucheniyu sostava nekrofil'nykh dvukrylykh v Evropeyskoy chasti Rossii i ikh sudebno-meditsinskoe znachenie]. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza*. 2016. № 59 (3). P. 24–30.
4. *Legal and Forensic medicine: the national guide [Sudebnaya meditsina i sudebno-meditsinskaya ekspertiza: natsional'noe rukovodstvo]*. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2014. 727 p.
5. Artamonov S. D. Ecological Characterization of Calliphoridae (Calliphoridae, Diptera: Insecta) of the Russian Far East // Contemporary Problems of Ecology. 2012. Vol. 5. № 1. P. 46–49.
6. Benecke M. Arthropods and Corpses // Forensic Pathology Reviews. 2005. Vol. 2. P. 207–240.
7. Itämies, J., Koskela P. *Cynomyia mortuorum* myiasis in *Lepus timidus*. // Annales Entomologici Fennici. 1980. Vol. 46 (1). P. 24.
8. Kozlov M., Whitworth T. Population densities and diversity of Calliphoridae (Diptera) around a nickel-copper smelter at Monchegorsk, Northwestern Russia // Entomol. Fennica. 2002. № 13. P. 98–104.
9. Kuusela S. and Hanski I. The structure of carrion fly communities: the size and the type of carrion // Holarctic Ecology. 1982. № 5. P. 337–348.
10. Nuorteva P. Synantropy of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in Finland // Ann. Ent. Fennici. 1963. Vol. 29. P. 1–49.
11. Nuorteva P. A three-year survey of the duration of development of *Cynomyia mortuorum* (L.) (Dipt., Calliphoridae) in the conditions of a subarctic fell // Ann Entomol Fenn. 1972. № 38. P. 65–74.
12. Rognes K. Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark // Fauna Entomologica Scandinavica. 1991. Vol. 24. P. 1–272.
13. Stærkeby M. Dead larvae of *Cynomya mortuorum* (L.) as indicators of post mortem interval – a case history from Norway // Forensic Sci Int. 2001. № 120. P. 77–78.
14. Šuláková H., Barták M. Forensically important Calliphoridae (Diptera) associated with animal and human decomposition in the Czech Republic: preliminary results // Čas. Slez. Muz. Opava (A). 2013. № 62. P. 255–266.

Поступила в редакцию 19.05.2016