

**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*

**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*

**АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ ПОЛЯКОВ**

врач-эксперт ГБУЗ Республики Карелия «Бюро судебно-медицинской экспертизы» (Петрозаводск, Российская Федерация)  
*polyakowalexey@gmail.com*

## ОСОБЕННОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПОДВЕРГШИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ ПЛАМЕНИ ТРУПОВ

Работа посвящена изучению особенностей разложения трупов, подвергшихся воздействию пламени. Исследования проводили в Карелии в 2016 году. На модельных объектах, тушках кур (*Gallus gallus* Linnaeus, 1758), симитирована термическая травма. Производилось опаление в костре до обугливания, что выражалось в полном уничтожении кожных покровов, уплотнении и уменьшении в объеме подлежащих мышц, частичном обнажении костной ткани и в некоторых местах ее растрескивании и разрушении. Параллельно в одинаковых условиях проводились исследования на неизмененных объектах, которые служили контролем. Всего отмечено 20 видов некрофильных насекомых, относящихся к трем отрядам. На трупах, подвергшихся воздействию пламени, выявлено 11 видов. Установлена разница в сроках заселения трупов насекомыми, их сукцессии во время разложения между модельными объектами. Встречаемость некрофильных насекомых на разных типах приманок имеет значимые отличия ( $\chi^2 > 259,4$ ;  $df = 17$ ;  $p < 0,001$ ). Время разложения мягких тканей, подвергавшихся и не подвергавшихся воздействию высокой температуры, было сходным. Приводится случай из судебно-медицинской экспертной практики, когда на трупе человека, найденном в кострище лесной делянки и значительно разрушенном пламенем, обнаружены личинки мясной мухи новоземельской (*Protophormia terraenovae*). Исследование выполнялось в соответствии с международными этическими нормами, изложенными в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей по проведению биомедицинских исследований на людях», и требованиями, изложенными в основных нормативных документах.

Ключевые слова: разложение, обугливание тканей, термическая травма, судебная энтомология, некрофильные насекомые

Разрушение трупа насекомыми является перспективной темой научно-практических исследований в области судебной медицины. Наш авторский коллектив на протяжении ряда лет изучает трупную энтомофауну Карелии в части ее видового состава [2], сукцессии, времени, прошедшего с момента наступления смерти [7], взаимосвязи между различными ее представителями, зависимости от биотопа нахождения трупа [6], климатических факторов. Для успешного применения на практике энтомологических данных при производстве судебно-медицинских экспертиз необходимо знание не только эколого-

биологических особенностей насекомых-некробионтов, но и факторов, влияющих на состояние конкретного трупа.

Целью работы являлось изучение особенностей некрофильного состава, заселения, сукцессии и сроков разложения трупов, подвергшихся воздействию открытого пламени.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследование выполнялось в соответствии с международными этическими нормами, изложенными в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для

врачей по проведению биомедицинских исследований на людях» и в Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях, а также требованиями, изложенными в Приказе Минздрава СССР от 12 августа 1977 года № 755 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных» и других нормативных документах (заключение Комитета по медицинской этике при Министерстве здравоохранения и социального развития РК и Петрозаводском государственном университете от 6 ноября 2015 года № 35).

Исследования проводили на потрошенных тушках домашних кур (*Gallus gallus*, Linnaeus, 1758) массой 1,5–2 кг. Объекты закладывались в условия городской экосистемы (г. Петрозаводск) на территории плодово-культурных посадок частного сектора. Для изучения тушку предварительно подвергали воздействию открытого пламени (опаление в костре) в течение часа. Опаление производилось до обугливания, что выражалось в полном уничтожении кожных покровов, уплотнении и уменьшении объема подлежащих мышц, частичном обнажении костной ткани и в некоторых местах ее растрескивании и разрушении. Для контроля бралась тушка курицы без повреждений и закладывалась в аналогичных условиях на расстоянии более 100 м. Приманки раскладывали на поверхность почвы. Все приманки были защищены с помощью клеток из металлической сетки с крупной ячейкой от воздействия падальщиков (птиц и других животных). Всего было выполнено два варианта в двух повторностях весной и летом 2016 года.

С объектов собирали насекомых, около 20 % от присутствующих на трупе, с периодичностью 2–3 дня. Всего было собрано 645 особей. Живой материал сразу (в день его забора) помещали в термостат с регулируемым освещением и температурой в специально подготовленные садки и банки. В качестве субстрата использовался песок, опилки или сфагнум, который заполнял емкость наполовину, сверху ее закрывали марлей или легкой тканью и плотно зажимали резинкой. Личинок докармливали мясом, печенью или рыбой. Пупарии и куколки содержали отдельно от личинок, так как их не надо докармливать. Собранные куколки и пупарии переносили в банку с песком и слегка прикрывали мхом. Сверху банку накрывали тканью и оставляли в лаборатории до выведения имаго.

Значимость отличий частот встречаемости некрофильных насекомых на разных типах приманок проверяли с помощью критерия  $\chi^2$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Структура населения некрофильных насекомых при сравнении фауны на обгоревших трупах

и контроле имела особенности. На обгоревших трупах зафиксировано всего 11 видов некрофильных насекомых. В контроле – наибольшее число 20 видов (таблица). Встречаемость некрофильных насекомых на разных типах приманок имеет значимые отличия ( $\chi^2 > 259,4$ ;  $df = 17$ ;  $p < 0,001$ ).

Из двух типов приманок выведено шесть видов некрофильных двукрылых. Видовой состав на разных типах приманок отличался. На тушках с термической травмой отмечено три вида – синяя мясная муха и зеленые мухи. В контроле выведены все шесть видов, причем массовым видом также являлась синяя мясная муха (см. таблицу). Для этих видов установлена сезонная динамика – в мае труп массово заселяла синяя мясная муха, а в июне – зеленые мухи.

Первыми труп обнаруживают и колонизируют двукрылые, по мере роста их личинок труп заселяют хищные виды жуков (карапузики и коротконожки). Они нападают на личинок мух, уничтожая их в большом количестве. Личинки жесткокрылых и взрослые жуки появляются на трупе и скапливаются преимущественно в его ложе.

Отмечено 12 видов некрофильных жесткокрылых, выявлены отличия в их видовом составе. Меньше видов отмечено на трупах с термической травмой – восемь, наибольшее число – на контроле (см. таблицу).

На трупах обнаружены представители перепончатокрылых – муравьи. Труп, не подвергавшийся термическому воздействию, активно посещали муравьи р. *Myrmica* и р. *Lasius*, которые встречались с первых дней и на протяжении всего периода наблюдения. На обгоревшем трупе встречались мелкие мирмики с низкой численностью.

Отмечены особенности заселения насекомыми трупа, подвергнутого воздействию пламени. Первые яйцекладки мух на таких трупах появлялись позже. Например, при закладке трупной приманки весной на трупе без повреждений они появились на 4-й день наблюдения, на трупе с имитацией термической травмы – на 5-й день. При закладке приманки летом на контроле – на 2-й день наблюдения, на обгоревшем трупе – на 3-й день. Тем не менее летом яйцекладки двукрылых на обеих тушках были гораздо более обильными. На обгоревшем трупе мухи откладывали яйца в трещинах мягких тканей, где наблюдалась наименее измененная ткань. В контроле на тушках мухи могли откладывать яйца в любой части тела.

Последовательность заселения (сукцессия) некрофильными насекомыми разных типов трупных приманок имела общие черты и значительные отличия. Общим являлось то, что первыми трупы обнаруживали двукрылые мясные мухи (*Calliphoridae*) (рис. 1). Двукрылые намного более активны в поисках субстрата, чтобы первыми

Структура населения некрофильных насекомых на трупах животных, подвергшихся и не подвергшихся воздействию высокой температуры

Таксон	Термическая травма	Контроль
Отряд Coleoptera (Жесткокрылые) Сем. Carabidae (Жужелицы) <i>Carabus nemoralis</i> (O. F. Müller, 1764) – жужелица лесная	0	2
<i>Pterosticus niger</i> (Schaller, 1783) – птеростих черный	0	2
Сем. Cleridae (Пестряки) <i>Necrobia violacea</i> (Linnaeus, 1758) – костоед синий	0	8
Семейство Histeridae (Капузики) <i>Saprinus semistriatus</i> (Scriba, 1790) – карапузик полубороздчатый	26	14
<i>Margarinotus</i> sp. (Marseul, 1853)	0	8
Сем. Hydrophilidae (Водолюбы) <i>Cercyon</i> spp.	3	8
Сем. Silphidae (Мертвоеды) <i>Oiceoptoma thoracica</i> (Linnaeus, 1758) – мертвоед красногрудый	2	6
<i>Thanatophilus sinuatus</i> (Fabricius, 1775) – падальник выемчатокрылый	42	84
Сем. Staphylinidae (Коротконожки) <i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777)	5	26
<i>Philonthus politus</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенный стафилин	12	22
<i>Philonthus laminatus</i> (Creutz., 1799)	0	1
<i>Philonthus succicola</i> (Thomson, 1860)	3	6
Отряд Diptera (Двукрылые) Сем. Calliphoridae (Мясные мухи) <i>Lucilia illustris</i> (Meigen, 1826) – зеленая мясная муха	4	24
<i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758) – обыкновенная падальница	8	10
<i>Calliphora vicina</i> (Robineau-Desvoidy, 1830) – синяя мясная муха	44	126
<i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758) – черноголовая синяя муха	0	31
<i>Cynomya mortuorum</i> ((Linnaeus, 1761) – муха мертвых	0	1
<i>Protophormia terraenovae</i> (Robineau-Desvoidy, 1830) – мясная муха новоземельская	0	118
Отряд Hymenoptera (Перепончатокрылые) Сем. Formicidae (Муравьи) р. <i>Myrmica</i> (Latreille, 1804)	единично	много
р. <i>Lasius</i> (Fabricius, 1804)		много
Всего	151	494

отложить яйца. Облигатные виды жуков-некрофагов – падальник выемчатокрылый и мертвоед красногрудый – отмечены в те же сроки. Отличия выявлены у группы кератофагов (*Necrobia violacea*), которые при обычных условиях разложения появлялись на трупах на 10–15-й день, а на трупах с термической травмой отмечены уже на 2-й день.

Изучая время утилизации трупов при разном их состоянии, установлено, что обугленные уничтожаются в такие же сроки, как и неизме-

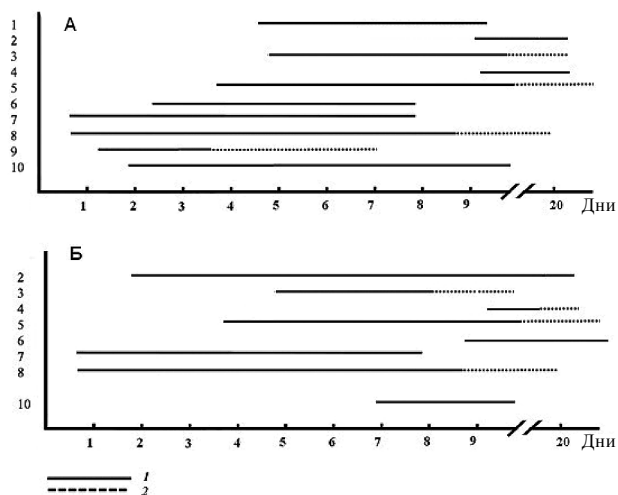


Рис. 1. Сукцессия некрофильных насекомых на трупах животных: А – контроль, Б – термическая травма. Жесткокрылые: 1 – Carabidae, 2 – Cleridae, 3 – Histeridae, 4 – Hydrophilidae, 5 – Silphidae, 6 – Staphylinidae; двукрылые: 7 – *Lucilia* spp., 8 – *Calliphora vicina*, 9 – *Cynomya mortuorum*; перепончатокрылые: 10 – Formicidae. 1 – некробионты в большом количестве, 2 – присутствие вероятно

ненные. Срок утилизации до костных останков в мае составлял около месяца, в июне укорачивался, и разложение происходило в течение двух недель. Таким образом, период разрушения трупа с участием насекомых более зависит от сезона года, но менее от воздействия на ткани высоких температур.

### Случай из практики

В сентябре 2014 года на участке грунтовой дороги лесной делянки в кострище обнаружены фрагменты трупа человека со следами воздействия пламени, а также остатки материалов, которые были использованы для сжигания тела. Из костей скелета обнаружены: череп с нижней челюстью, фрагменты верхних и нижних конечностей, шеи, груди, тазовые кости, левая стопа, частично удерживающиеся вместе за счет уплотненных обугленных мягких тканей. Фрагменты костей скелета в состоянии белого, серого и черного каления легко крошились и разрушались при осмотре. В некоторых местах (на левой боковой поверхности шеи, на основании головного мозга и уплотненной матке) на обгорелых участках находились личинки двукрылых (рис. 2). В области фрагментов ребер и позвонков сохранилась уплотненная печень, в ткани которой также располагались белые личинки мух в большом количестве.

Личинки длиной около 0,3 см в количестве 20 особей были сняты с трупа и в лабораторных условиях доразвивались до имаго. В результате было определено, что все личинки относились к виду мясная муха новоземельская (*Protophormia terraenovae*).



Рис. 2. Труп человека со следами воздействия пламени:  
А – внешний вид фрагмента тела, Б – личинки некрофильных насекомых на тканях, измененных в результате термического воздействия

## ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав некрофильных членистоногих в Карелии в естественных биоценозах насчитывает

136 видов [2]. В наших экспериментах установленный видовой состав некробионтов на неизмененных трупах значительно беднее. Это связано с условиями закладки приманок: в городской среде количество видов меньше [1]. Из отмеченных видов двукрылых все имеют важное судебно-медицинское значение, но обугленные трупы некоторые из них не заселяли. Например, ни имаго, ни личинки мухи мертвых не были отмечены. Вероятно, это объясняется ее избирательностью к состоянию трупных тканей. Личинки развиваются в определенных типах субстрата [3].

Также изменяется ход сукцессии на обгорелых трупах. Раннее появление кератофильных насекомых объясняется резким уменьшением объема мягких тканей в результате воздействия высокой температуры, что облегчает доступ к костям и сухожилиям.

Имеются данные о том, что обширное обгорание тканей является одним из факторов, замедляющих разрушение трупа насекомыми [4], [5], [8]. В наших исследованиях сроки разложения трупов, подвергавшихся и не подвергавшихся воздействию пламени, сходны. Вероятнее всего, это связано со степенью воздействия пламени на мягкие ткани.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены различия в аттрактивности обугленных и неизмененных тканей для некробионтов, видовом составе, сроках и последовательности заселения ими приманок. В исследованиях не установлено существенных различий в скорости утилизации данных трупов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. М.: Мир, 1990. 246 с.
2. Лябзина С. Н. Видовой состав и структура комплекса членистоногих-некробионтов Южной Карелии // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2011. № 4 (117). С. 10–19.
3. Лябзина С. Н., Приходько А. Н., Лаврукова О. С., Сиккиля Н. С. Эколого-биологические особенности мухи мертвых (*Cynomya mortuorum*) в Карелии и применение этих данных в судебно-медицинской практике // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2016. № 6 (159). С. 82–87.
4. Марченко М. И. К вопросу о разрушении трупа насекомыми // Судебно-медицинская экспертиза. 1978. Т. 21. № 1. С. 17–19.
5. Марченко М. И., Скрижинский С. Ф. Энтомологические исследования при судебно-медицинской экспертизе трупа // Судебно-медицинская экспертиза. 1985. Т. 28. № 3. С. 42–44.
6. Попов В. Л., Лаврукова О. С., Приходько А. Н., Лябзина С. Н. Установление времени заселения трупа некрофильной мухой *Protophormia terraenovae* (Diptera, Calliphoridae) для определения продолжительности постмортального интервала // Вестник судебной медицины. 2016. № 3. С. 4–8.
7. Приходько А. Н., Лаврукова О. С., Лябзина С. Н., Горбач В. В. Судебно-медицинское значение определения видового состава некрофильных двукрылых // Судебно-медицинская экспертиза. 2016. Т. 59. № 5. С. 53–55.
8. Smith K. G. V. A manual of forensic entomology. London: Trustees of the British Museum, 1986. 205 p.

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

**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)

**Polyakov A. Yu.**, Forensic Medical Expertise Bureau of the Republic of Karelia  
(Petrozavodsk, Russian Federation)

## DECOMPOSITION FEATURES OF CORPSES UPON FIRE EXPOSURE

The article summarizes obtained research data on the nature of necrophilic insects involved in the process of dressed chickens' (*Gallus gallus* L.) decomposition upon exposure to fire. Their carcasses were used as exposed to fire models for the study of biological characteristics inherent to the mechanisms of decay. During the course of our research it was revealed that 8 particular species of insects contributed to the process of decomposition in corpses upon their thermal exposure. The results on the prevalence, abundance, and diversity of flies and beetles found in studied corpses are presented. A particular forensic medicine case on the study of the body of a dead man found at the bonfire site is provided. The research of the remains of the body destructed by fire revealed an accumulation of larvae species (*Protophormia terraenovae*)

Key words: decomposition, carcasses, charring of tissue, forensic entomology, necrobionts

## REFERENCES

1. Klausnitter B. *Ekologiya gorodskoy fauny* [Ecology urban fauna]. Moscow, 1990. 246 p.
2. Lyabzina S. N. Arthropod community of nekrobionts in southern Karelia [Vidovoy sostav i struktura kompleksa chlenistonogikh-nekrobiontov Yuzhnoy Karelii]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Petrozavodsk State University]. 2011. № 4 (117). P. 10–19.
3. Lyabzina S. N., Prikhod'ko A. N., Lavrukova O. S., Sikkilya N. S. Biologocal and ecological features of Karelian *Cynomya Mortuorum* and their employment in forensic practice [Ekologo-biologicheskie osobennosti mukhi mertvykh (*Cynomya Mortuorum*) v Karelii i primeneniye etikh dannykh v sudebno-medsinskoy praktike]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Petrozavodsk State University]. 2016. № 6 (159). P. 82–87.
4. Marchenko M. I. Studies on cadaveric destruction by insects [K voprosu o razrushenii trupa nasekomymi]. *Sudebno-medsinskaya ekspertiza*. 1978. Vol. 21. № 1. P. 17–19.
5. Marchenko M. I., Skrizhinskiy S. F. Entomological analysis in medicolegal cadaver examination [Entomologicheskie issledovaniya pri sudebno-medsinskoy ekspertize trupa]. *Sudebno-medsinskaya ekspertiza*. 1985. Vol. 28. № 3. P. 42–44.
6. Popov V. L., Lavrukova O. S., Prikhod'ko A. N., Lyabzina S. N. Time definition of the corpse invasion by the necrophilic fly *Protophormia terraenovae* (Diptera, Calliphoridae) to determine the duration of postmortem interval [Ustanovleniye vremeni zaseleniya trupa nekrofil'noy mukhoi *Protophormia terraenovae* (Diptera, Calliphoridae) dlya opredeleniya prodolzhitel'nosti postmortal'nogo intervala]. *Vestnik sudebnoy meditsiny*. 2016. № 3. P. 4–8.
7. Prikhod'ko A. N., Lavrukova O. S., Lyabzina S. N., Gorbach V. V. Forensic medical implications on determination of species' composition of necrophilic dipterans [Sudebno-medsinskoe znachenie opredeleniya vidovogo sostava nekrofil'nykh dvukrylykh]. *Sudebno-medsinskaya ekspertiza*. 2016. Vol. 59. № 5. P. 53–55.
8. Smith K. G. V. A manual of forensic entomology. London: Trustees of the British Museum, 1986. 205 p.

Поступила в редакцию 23.12.2016