

УДК 639.371.5:591.4:591.1

## ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСМЕРТНОЙ БИОДЕГРАДАЦИИ КАРПА

В.П. ПАНОВ, А.В. ТАРГАШИН\*

(Кафедра анатомии, гистологии и эмбриологии животных  
РГАУ - МСХА имени КА. Тимирязева)

**В статье приводятся данные экспериментальных исследований о посмертных изменениях (прежде всего в мышцах) и смене различных групп живых организмов в процессе биодеградации карпа в наземных и водных условиях. Наблюдается закономерная смена представителей энтомофауны и микробиоты в процессе деградации организма карпа в наземных условиях, однако отмечены некоторые отклонения от классических схем развития биоты теплокровных животных. Генез почвенной некрофауны проходил по схеме: жуки (сильфиды) → мухи (падальные) → жуки (навозные) → мухи (дрозофилы). Водная схема более проста: мухи (падальные) → мухи (пчеловидки) → комары.**

*Ключевые слова:* биота, насекомые, карп, генез.

В настоящее время наиболее обширный материал о посмертных изменениях теплокровных организмов накоплен в медицинских учреждениях, таких как ФГУ РЦСМЭ Росздрава, где разрабатываются по данному вопросу новые методики [2]. Они вполне применимы и используются для установления времени гибели гомотермных наземных позвоночных, особенно в охотничьих хозяйствах [9; 10; 11; 12]. Известно, что в ходе биодеградации наблюдается смена биоты различных видов представителей энтомофауны и микроорганизмов, что позволяет определить время пребывания погибшего вида в тех или иных условиях. Скорость смены различных групп живых организмов в основном зависит от температуры, а видовой состав — от самой среды обитания [5].

На фоне усиления браконьерства в нашей стране [4], целью которого в ряде случаев является исключительно получение икры ценных видов рыб (дальневосточные лососи, осетровые), приобретает актуальность установление сроков давности гибели потрошенных рыб как с экологической, так и юридической точек зрения. Не секрет, что периодически появляются захоронения рыб в результате их гибели при искусственном выращивании. Погибшую рыбу в ряде случаев оставляют недалеко от места ее гибели. Исследования подобного рода позволяют получить достаточно точные данные о времени поступления в водоемы загрязняющих веществ, которые способны оказать отрицательное влияние на гидробионтов данного биотопа.

\* Российский центр судебно-медицинской экспертизы, лаборатория морфологических исследований.

Методы по установлению давности наступления гибели рыб с использованием комплексного подхода не разработаны, хотя отдельные экспресс-методы микробиологического анализа рыбы и рыбных продуктов имеются, но только до момента, когда ценность сырья как пищевого продукта перестает иметь значение [3, 4]. Для разностороннего и оптимального решения проблемы утилизации погибших животных в целях обеспечения экологической безопасности необходимо выявить особенности биодеградации рыб и других гидробионтов.

Целью настоящего исследования является изучение посмертных изменений тканей, прежде всего мышц, у карпа и установление смены различных групп живых организмов.

### Материал и методы исследований

Объектом исследования служил уснувший двухлеток карпа массой 500 г. Закладка опыта происходила в мае 2008 г., в лесной зоне, на окраине г. Подольска в 40 м от берега реки Пахра на высоте 27 м от уровня воды. Всю рыбу покрывали почвой слоем 20 см. Проводили регулярные измерения температуры окружающей среды. Постоянно фиксировали выпадение осадков. Температура воздуха в момент начала эксперимента составляла 15°C. Почва суглинистая с примесью известняка. Продолжительность эксперимента 35 дней.

Для эксперимента в воде был взят целый карп такой же массы. Он помещался в 50-литровую емкость, заполненную водой на глубину 40 см. Продолжительность эксперимента определялась полным распадом тканевой объекта исследования.

Для получения экспериментальных данных были использованы общепринятые гистологические, микологические и энтомологические методы исследования [1; 7; 8]. Микобиоту выражали в количестве колониеобразую-

щих единиц на грамм (КОЕ/г). Пробы рыбы на анализ отбирали ежедневно в 18.00.

### Результаты исследований

Почва в месте закладки опыта имела следующую микобиоту (КОЕ/г): *Penicillium* spp. — 12.381; *Fusarium* spp. — 4286; стерильный светлоокрашенный мицелий — 14.286; стерильный темноокрашенный мицелий — 1905; *Graphium* sp. — 1429; *Gliocladium* spp. — 8095; *Cylindrocarpum* spp. — 1905; дрожжи — 4762; всего: — 49049.

При проведении гистологического исследования выявлено, что со временем на поверхности ткани появляются колонии микробов, движущиеся в глубь мышц, причем, когда на поверхности наблюдаются уже густые образования, внутри ткани отмечено наличие лишь небольшого отека и сохранение поперечно-полосатой структуры волокон. При этом в течение первых 4~5 дней после закладки рыбы наблюдается набухание мышечных волокон, аутолиз ядер, отёк стромы (более выражены в первые сутки) и далее выход на относительное плато вплоть до начала гниения. С конца первой недели наблюдался распад мышечных волокон, до конца третьей недели сохраняются межмышечные соединительнотканые волокна и контуры сосудов. Далее гистологическая структура неразличима.

При первичном посеве микологической пробы с мышечного блока выросли лишь немногочисленные дрожжи.

Макроскопически резких изменений в течение первых 4 дней не происходило, отмечено практически полное отсутствие четко различимого гнилостного запаха. Через три дня после закладки мускулатура размягчилась, приобрела более насыщенный розовый цвет и кисловатый запах.

При анализе микобиоты мышц выявлено следующее (от общего числа

посеянных кусочков ткани): *Mucor plumbeus*. — 100%; *Fusarium* spp. — 32%; дрожжи — 16%.

На пятый день присутствовал четко различимый гнилостный запах, кожа достаточно легко отделялась от порозовевших с беловато-молочными прожилками мышц, между ними и кожей имелось ослизнение.

Начиная с третьего дня в погребении появились дождевые черви *Lumbricus agricola* и их количество увеличивалось до момента появления крупных жуков мертвоедов *Necrophorus investigator*. Микобиота представлена следующим образом: *Penicillium* spp. ~23%; *Absidia* spp. ~10%; *Mucor* spp. ~100%; *Fusarium* spp. ~32%; *Phoma* sp. ~6%.

Во вторую (8-й день после закладки) неделю наблюдений было выявлено уменьшение числа дождевых червей и постепенное увеличение жуков вида *N. investigator*. Причем жуки убивали червей, на телах червей были обнаружены повреждения жвалами жуков. Тела червей были в нескольких местах перекушены пополам. Мышцы в этот период имеют окраску слегка зеленоватую, кожа легко отделяется от мышц. Ткань с трудом поддается резке острым ножом, размягчена и расслаивается совершенно свободно на септы. При легком надавливании ножа не разрезается, а сминается теряя целостность единого конгломерата. Все мышцы ослизнены, при надавливании ножом из них выделяется много жидкости буро-красного цвета.

Энтомофауна обогатилась появлением новых имаго жуков *N. investigator*, мелкими стафилидами, жуками рода *Corticaria* (*C. crenulata*) незначительными малыми в числе, но постоянными геофилами и мелкими двукрылыми рода *Trips*.

В конце второй недели мышцы потеряли слегка зеленоватую окраску, постепенно приобретали буроватый оттенок. На поверхности рыбы появи-

лись заметные мучнисто-белые волокнистые структуры, напоминающие ватную пленку (гифы).

Мышцы расплзаются на волокна. Буроватая жидкость не выделяется — вся структура приобретает клейковатый вид. Кожа свободно отделяется от мышц, между ней и мышцами прослеживается легко заметная молочно-белая слизистая пленка. В этот период микологически выявлено: *Penicillium* spp. -17%; *Geotrichum* sp. -100%; *Mucor* spp. -100%; *Fusarium* spp. ~17%; *Phoma* sp. ~3%.

В начале третьей недели наблюдается появление жуков рода *Hister* и быстрое их исчезновение, что, по видимому, связано с появлением индольно-скатольного запаха, личинок мух и началом развития почвенных клещей, численность которых постепенно возрастала до конца четвертой недели. С третьей недели вся фауна образца начинает постепенно смещаться в гнилостную ликвидную сторону. Мышцы теряют структуру и напоминают по консистенции густую клейковатую массу беловато-серого цвета, местами побуревшую.

К началу четвертой недели появился сильный гнилостный с примесью плесневелого, индольно-скатольного оттенка запах. Мышцы почти потеряли структуру, напоминают клейковатую массу розового цвета, местами побуревшую. Появились очаги с более разжиженной консистенцией нежно розового цвета.

Личинки *Diptera* (вид в описании определен как *Lucilia*) первой генерации в пупариях, личинки второй генерации достаточно крупные, активные и подвижные населили большую часть трупa. Появились личинки 3-й генерации (2 мм), а также свежие кладки яиц *Diptera*.

Найдено две взрослые особи *Necrophorus investigator* и мелкие личинки кожеедов. Особи *Lubricus agricola* не обнаружены.

Количество мелких клещей увеличилось и их активность повысилась. Цвет клещей стал из кремоватого буро-оранжевым. Клещи проявляют повышенный интерес к поверхности образца (в толще мышц клещей не обнаружено) и к взрослым особям *Necrophorus investigator* (все тело жуков буквально облеплено ими).

Пятая неделя характеризуется полной утерей мышцами их структурированности, вся масса приобрела тестообразную консистенцию буроземлистого цвета, гнилостный запах почти исчез, напоминает запах навоза. Появились мухи рода *Drosophila*, вновь дождевые черви, мухи перестали производить кладки яиц, вывелась последняя генерация личинок, с конца пятой недели вся фауна трупa приобрела свойственную навозу биocenотическую составляющую.

Водный тип деструктивных изменений в мышцах имеет ряд отличий от почвенного: 1 — скорость деструктивных процессов выше (почти в 3 раза); 2 — отсутствие свойственной почве фауны, а значит и процессы идут по иной схеме; 3 — вертикальная миграция тела из-за накопления газов внутри мышц, в результате чего происходит смена температур среды, зависящая от глубины погружения;

4 — особенности микобиоты иммерсированных тканей в связи с наличием специфических протистов.

Скорость процессов разложения рыб в воде выше в виду того, что в момент всплытия образца к поверхности к нему имеют неограниченный доступ мухи и впоследствии их быстроразвивающиеся личинки в короткие сроки (4-6 дней) растворяют своими протеолитическими ферментами мышцы. Отмечено, что личинки мух эффективнее работают во влажной среде. Во время нахождения образца на поверхности водной среды к нему имеют доступ солнечные лучи, которые его нагревают и в связи с этим

усиливается деятельность микроорганизмов и личинок двукрылых. Кроме того, поверхность воды, прогретая за день, работает как термос, сберегающий тепло, что обеспечивает эффективную работу всех организмов и в ночные часы. Смена личинок деконструкторов шла по схеме: мухи —> пчеловидки —> комары.

Личинки мух при погружении погибшей рыбы не в состоянии его достать и в этот момент появляются личинки пчеловидок, которые с легкостью это делают, комары же появляются в виду их привлечения бактериальными скоплениями — основной их пищей. Мышечная ткань разлагается с освещением, выглядит отечной с обильным ослизнением. Причем в генезе слизь меняет свой цвет от молочно-белой до прозрачной.

### Заключение

Проведенные исследования показали, что наблюдается закономерная смена представителей энтомофауны и микобиоты в процессе деградации организма карпа.

Смена их последовательна, но при этом отмечены некоторые отклонения от классических схем развития некробиоты теплокровных животных, описанных другими исследователями. Так, с почвенным опытом генез некрофауны проходил по схеме: жуки (ильфиды) —> мухи (падальные) —> жуки (навозные) —> мухи (дрозофилы). На общем фоне присутствовали постоянно дождевые черви, геофилы, трипсы и клещи, их численность менялась, но данные обитатели были постоянны на всем протяжении эксперимента. Классическая схема выглядит примерно так: мухи (падальные) —> жуки (ильфы) —> жуки (кожееды). Водная схема более проста: мухи (падальные) —> мухи (пчеловидки) —> комары. В водной схеме на протяжении всего процесса постоянным фоном могут быть некоторые представители акарофауны (мелкие водные клещи) как и при нахождении образцов в почве.

### Библиографический список

1. *Билай В.И.* Методы экспериментальной микологии // Киев. Наукова думка., 1982.
2. *Богомолова И.Н., Баранова М.Я., Таргашин А.В., Бобров А.П.* Использование микологических и энтомологических методов при судебно-медицинском установлении давности смерти и места захоронения трупа // М., Новая медицинская технология, 2008.
3. *Евгеньева Т.П., Басурманова О.К., Шехтер А.Б.* Дегенеративные изменения в белых мышцах русского осетра (*Acipenser guldenstadii* Вг.). ДАН СССР, 1989. Т. 307. № 2. С. 135-138.
4. Заседание Правительства Российской Федерации 1 декабря 2005 года г. Москва N 2414.
5. *Найнис И.-В.Й., Марченко М.И., Казак А.Н.* Расчетный метод установления времени нахождения трупа на месте его обнаружения по энтомофауне // Мат. научн. конф. суд. медиков, 1982. С. 21-23.
6. О мерах по дальнейшему развитию ветеринарного дела в республике // Собрание указов Президента и постановлений Кабинета Министров Республики Беларусь, 1995. № 25. Ст. 624.
7. *Роскин Г.И., Левинсон Л.Б.* Микроскопическая техника. М., 1957.
8. Руководство по энтомологической практике. JL: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. С. 43-45.
9. *Anderson G.S.* Wildlife forensic entomology: determining time of death in two illegally killed black bear cubs, a case report // J. For. Sci, 1999.
10. *Chapman R.K., Sankey J.H.P.* The Larger Invertebrate Fauna of Three Rabbit Carcasses // Anim Ecol, 1955. Vol. 24. Vol. 395-402.
11. *Easton A.M.* The Coleoptera of a dead fox (*Vulpes vulpes* L.); including two species new to Britain // Entomol. Mont. Mag., 1966. Vol. 102. P. 205-210.
12. *Fuller M.E.* The insect inhabitants of carrion: a study in animal ecology // Bull. Counс. Sci. Ind. Res. Austr, 1934, Vol. 82, P. 1-62.

Рецензент — д. с.-х. н. Г.И. Блохин

### SUMMARY

Experimental research into postmortal changes (in muscles mainly) and change in various groups of living organisms, in the process of carp biodegradation, under both above-ground and aquatic conditions, has been offered in the article. Natural changes in both entomofauna representatives and mycobiota, in the process of carp degradation under above-ground conditions, are observed. They are consecutive, however, there are some deviations from classical schemes of biota development in warm-blooded animals. The genesis of soil necrofauna occurs under the following scheme: bugs (sylphs) → flies (blowflies) → dung beetles → flies (drosophilae). Water scheme is simpler: blowflies → flies → gnats.

*Key words:* biota, insects, carp, genesis.

**Панов Валерий Петрович** — д. б. н. Тел. 976-12-73.

**Таргашин Антон Валерьевич** — Российский центр судебно-медицинской экспертизы. Тел. (926) 079-34-99.