

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ МАЛОЩЕТИНКОВЫХ ЧЕРВЕЙ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

© 2013 В.И. Попченко, Т.В. Попченко

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 17.11.2013

Представлены материалы о пространственном распределении донных беспозвоночных, на примере олигохет сем. Tubificidae в водных экосистемах северной Европы и Волжского бассейна. Их размещение в донных отложениях водоемов четко агрегировано, характер распределения особей в биотопах отклоняется от нормального закона с положительной асимметрией. Основная масса тубифицид в грунте сосредоточена в поверхностном его слое, являясь вполне доступной для бентосоядных рыб.

**Ключевые слова:** пространственное распределение, экосистема, фауна олигохет, донные отложения, популяция, биотоп, лимнический тип, положительная асимметрия.

Для познания роли малощетинок червей в водных экосистемах и оценке реальных кормовых ресурсов водоемов (доступность для рыб) необходимо изучение распределения их в толще донных отложений и выявление закономерностей горизонтальных и вертикальных миграций.

Размещение олигохет в грунтах водоемов исследовано весьма слабо. В связи с этим особого внимания заслуживают работы Е.В. Боруцкого [1, 2], А.А. Черновского [16]), Н.К. Дексбаха [3], посвященные вертикальной стратификации общей биомассы малощетинок червей, а также публикации Т.Л. Поддубной [10], А.И. Патаридзе [9], В.И. Попченко [13, 14], впервые исследовавшие распределение олигохет в толще донных отложений. Не много работ и среди зарубежных исследователей [17-22]. К сожалению, все эти публикации дают нам отрывочное представление о вертикальном распределении лишь единичных видов олигохет в толще ила.

Обитания малощетинок червей на дне водоемов, как известно, поддерживается в основном за счет потока энергии детрита, идущей из зоны фотосинтеза. Однако, на единицу веса каждого вида олигохет существует определенная площадь поверхности грунта или «видовая площадь активности». У хищных видов, как правило, видовая площадь активности в четыре раза выше, чем у детритофагов [7].

При неблагоприятных условиях обитания олигохеты изменяют плотность своих популяций и особенности пространственного расположения путем вертикальных и горизонтальных перемещений своего тела, стремясь оптимально занять свое жизненное пространство, чтобы иметь больше жизненных ресурсов. С уменьшением величины отношения размера популяции к единице за-

нимаемой ею пространства у особей возрастает интенсивность обмена веществ и снижается уровень метаболитов.

В водоемах часто наблюдается густые скопления (до нескольких квадратных метров) многих тубифицид, особенно *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. udekemianus* [11, 12]. Такие «живые ковры» из червей образуются при неблагоприятных условиях, что имеет определенное защитное значение, или при избытке пищи богатой органикой. Это нередко встречается в участках карельских озер (Сямозеро, Янесъярви, Ведлозеро, Коткозеро, Машезеро и др.) и рек (Шуи, Сунны, Олонки, Видлицы, Свири, Онеги и др.), подверженных воздействию стоков из близлежащих животноводческих ферм. Более плотные пятнистые скопления тубифицид отмечены также для водоемов бассейна Волги [12], Киргизии ([4]), Германии [17]) и др.; где донные отложения сильнее подвержены антропогенной гипертрофии. Таким путем увеличивается устойчивость существования популяций этих беспозвоночных. Часть особей, попавшая за пределы своей экологической валентности, погибает, другие же особи, более устойчивые к неблагоприятной среде, выживают, сохраняя, таким образом, свою популяцию.

Наши исследования по размещению олигохет в пределах биотопа позволили установить их иерархическую структуру. Популяции малощетинок червей *L. hoffmeisteri*, *T. tubifex*, *Spirosperma ferox* в донных отложениях озер Карелии (Пертозера, Виданлабмы и Коверлабмы) и р. Суны размещены так, что их взрослые особи (III-IV стадии), как правило находятся в центре популяции, а молодые и подрастающие черви сосредоточены на периферии. Т.Л. Поддубной и А.И. Бакановым [12] подобное явление было показано на размещении тубифицид в Плещеевом озере, где они образуют «семейные группы».

Наши исследования пространственного (горизонтального) распределения малощетинок

---

Попченко Виктор Иванович, доктор биологических наук; Попченко Тимур Викторович, младший научный сотрудник

червей в донных отложениях трех разных по лимнологическим типам водоемов (озера Пертозеро, Виданламба и р. Суна) показали, что его характер не постоянен, а распределение изменяется с изменением величины (размера) сообщества олигохет и плотности их популяций. Распределение же олигохет в донных отложениях четко агрегировано.

*Limnodrilus hoffmeisteri* в карельских озерах Пертозеро и Виданламба образуют агрегации, наиболее заметно проявляющиеся у молодых червей I и II стадий зрелости, а характер распределения взрослых особей отклоняется от нормального закона с положительной асимметрией.

В распределении *Potamothrix hammoniensis* оз. Виданламбы также хорошо выражены агрегации, причем заметно проявляется структура популяции. В участках дна с повышенной численностью червей I и IV стадий всегда резкий спад численности у животных II и III стадий развития, т.е. математический характер распределения обнаруживает сходство между самыми молодыми и половозрелыми олигохетами и между созревающими (III стадия) и половозрелыми, но не готовыми к размножению (III стадия).

Распределение *Spirosperma ferox* в оз. Пертозеро аналогично размещению *P. hammoniensis* в оз. Виданламбе и *T. tubifex* в р. Суне.

Как показали наши исследования, в пределах даже одного и того же биотопа пространственное распределение олигохет крайне неравномерно. Популяции одних видов образуют микроагрегации (в основном доминирующие виды), других, особенно с низким коэффициентом доминирования, - мозаичны. В силу неоднородности характера местообитания олигохет распределения различных видов по отношению друг к другу носит случайный характер. В скоплении между доминирующими видами (*L. hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, *P. hammoniensis*, *T. tubifex*, *S. ferox*) существует слабая положительная достоверная корреляция, на что также указано Н.А. Залозным [5] для массовых видов тубифицид поименных водоемов Средней Оби.

Агрегация организмов существенно сказывается на их выживании. Хотя она усиливает конкуренцию между особями за корм, жизненное пространство, но в тоже время создает и ряд преимуществ животным. Агрегации способствуют выживанию группы организмов в целом, так как в общей массе особи, ее составляющие, меньше контактируют со средой и менее подвержены уничтожению со стороны хищников. Есть не мало сведений о группах организмов, способных изменять микросреду в благоприятном для своего обитания направлении [8]. Нами установлено, что при нахождении олигохет в донных отложениях водоемов в группе скорость потребления кислорода всегда меньше, чем у одиночных особей. В

связи с этим Фаулер и Гуднейт [6] экспериментально установили, что при увеличении плотности посадки олигохет вида *T. tubifex* респирометрах скорость потребления кислорода снижается на 38%, т.е. в 10 раз.

В период подготовки к размножению, во время спаривания червей и откладки коконов (май-июнь) степень агрегированности у разных видов олигохет близка [12, 13]. При этом уровень агрегированности (в оз. Виданламба в Карелии [14]) по численности выше, чем по биомассе. С конца июля до осени, с появлением молодых особей и их интенсивным ростом, агрегированность *L. hoffmeisteri*, *T. tubifex* увеличивается. Особенно высокая ее степень в участках профундали с большой плотностью населения этих видов тубифицид. Осенью (сентябрь-октябрь) агрегированность олигохет несколько снижается, а затем с ноября, опять увеличивается.

В дистрофных полигуменных (Долгое, Крюк-ламба) и кислых (Вороновские ламбы) озерах таежной зоны Карелии размещении малощетинковых червей в донных отложениях от литорали до максимальных глубин профундали, как правило, случайное, лишь изредка заметны небольшие агрегации в литоральной зоне на грунтах, богатых органическими веществами. Как известно, случайное распределение в природе встречается довольно редко; оно хорошо выражено обычно в очень однородной среде, когда организмы не стремятся объединиться в группы. Таким условиям среды соответствуют профундальные биотопы этих небольших по площади дистрофных слабопродуктивных озер таежной зоны Карелии и территории Коми; литораль же их несколько разнообразнее, в связи с чем там заметнее агрегации червей.

Не менее сложные закономерности проявляются у малощетинковых червей в их вертикальном распределении в донных отложениях, имеющих сложное строение своей структуры и состава.

Нами выявлены некоторые особенности в качественном и количественном распределении олигохет в толще грунта карельских водоемах (Пертозеро, Коверламба, Охтанъярви): с увеличением глубины озер обедняется видовой состав их обитателей и уменьшается плотность численности их населения.

Олигохеты сем. Tubificidae в иловой толще распределяются неравномерно. В верхнем десятисантиметровом слое грунта обитают все виды червей. С увеличением глубины залегания видовой состав их постепенно беднеет и в слое 25-30 см остается лишь 28% от общего состава встречаемых тубифицид.

Максимальная глубина проникновения тубифицид в грубо-детритных илах больше (до 30см), чем в тонко-детритных отложениях (до 25см), а в

илисто-песчаных грунтах черви достигают предельных глубин уже в слое 15-20 см. Однако, независимо от характера донных отложений озер, наибольшая плотность населения тубифицид в верхнем 5-ти сантиметровом слое составляет 55-62%, а максимальная биомасса – 30-42% в слое 5-10 см. С увеличением глубины зарывания в грунт червей происходит резкое снижение их плотности, которая в нижних слоях отложений не превышает 2,5% общего количества особей. Приуроченность основных скоплений олигохет к поверхностным слоям грунта связано с особенностями их питания. Экспериментальным путем Т.Л. Поддубной и Ю.И. Сорокиным [11] установлено, что тубифициды (*Isochaetides newaensis*, *L. hoffmeisteri*) питается в сравнительно узком слое грунта: на глубина 2-5см от ее поверхности, а перемещаясь в более глубокие слои грунта (до 20 см) черви прекращают потреблять ил. С поверхностью донных отложений малощетинковые черви связаны также процессом дыхания, который совершается у них колебательным движением заднего конца тела над поверхностью грунта.

В весенне-летний и осенний периоды отмечены вертикальные миграции олигохет, связанные с процессом их полового размножения. В толще грунта в начале размножения половозрелые особи размещены в поверхностных слоях (0-5, 5-10 см), а затем проникают на глубину свыше 15 см, где откладывают свои коконы. Молодь, вышедшая из коконов, перемещается в верхние слои (0-5 см), а взрослые черви без пояса и дегенерирующими половыми органами концентрируются в горизонте от 5-10 см с наибольшей плотностью в слое 5-10 см. Отдельные экземпляры молодых особей достигают глубины 30 см. Зимой и ранней весной олигохеты придерживаются поверхности донных отложений (0-10 см), при этом более молодые особи всегда стремятся занять верхний 2-х сантиметровый слой.

В оз. Торонто даже на илистых грунтах виды *L. hoffmeisteri*, *T. tubifex* редко достигали 20 сантиметровой глубины, *Pelosclex multisetosa* почти не проникает глубже 10 см; основная же масса червей концентрируется в слое от 0-20 см [18].

Наши материалы во многом подтверждают исследования Е.В. Боруцкого [1, 2], Н.К. Денсбаха [3], А.А. Черновского [16], Т.Л. Поддубной [10], А.И. Патаридзе [9], Lenz [21], Berg [20], Wather [22] и др., проанализировавших вертикальное размещение разных видов беспозвоночных в донных отложениях пресных водоемов различных географических зон. Массовые же виды олигохет распределяются в толще грунта от 0-30 см, причем основная их масса сосредоточена в поверхностном слое (0-10 см) являясь вполне доступной для бентосоядных рыб.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боруцкий Е.В. Вертикальное распределение бентоса в толще озерных отложений и значение этого фактора в оценке кормности водоема. // Тр. Лимнол. ст. в Косени, 1935. Вып. 20. С.127-142.
2. Боруцкий Е.В. Вертикальное распределение бентоса в толще иловых отложений в некоторых подмосковных озерах // Зоол. журн. 1940. Т. 19, вып. 2. С. 158-164.
3. Декзах Н.К. Вертикальное распределение макробентоса в толще иловых отложений в некоторых подмосковных водоемах. // Бюлл. Московск. общ. испыт. природы. Отд. биол. 1939. Т. 48. С. 87-98.
4. Дорошкевич В.И. Особенности экологии тубифицид, культивируемых в сточных водах // Эколого-физиолог. исслед. в природе и эксперим.: тез. докл. Фрунзе, 1977. С. 17-19.
5. Залозный Н.А. Пространственное распределение олигохет в пойменных водоемах Средней Оби // Съезд ВГБО: тез. докл. Ч.2. Тольятти, 1986. С.244-245.
6. Камлюк Л.В. Энергетический обмен у свободноживущих плоских и кольчатых червей и факторы, его определяющие // Журн. общей биолог. АН СССР. М., 1974. Т. 35, № 6. С. 874-886.
7. Константинов А.С. Общая гидробиология. М., 1972. 472 с.
8. Одум Ю. Основы экологии. М., 1975. 740 с.
9. Патаридзе А.И. Вертикальное распределение олигохет в иловых грунтах Тбилисского водохранилища // Вопр. биолог. продукт. внутр. вод. Грузии, Тбилиси, 1969. С.122-131.
10. Поддубная Т.Л. Основные черты экологии невского лимнодрила (*Limnodrilus newaensis* Mich., *Oligochaeta*) // Вопр. экологии, 1962. Т. 5. С. 166-168.
11. Поддубная Т.Л., Сорокин Ю.И. Глубина слоя оптимального питания тубифицид в связи с их перемещением в грунте // Бюлл. Ин-та биол. водохранилищ, 1961. № 10. С.14-17.
12. Поддубная Т.Л., Баканов А.И. О пространственном распределении водных олигохет // Водн. малощет. черви. Тбилиси, 1983. С. 5-10.
13. Попченко В.И. Малощетинковые черви р. Печоры на участках Лебяжское колено и Войские излуины // Тр. Коми филиала АН СССР. Т. 22. Л., 1971. С.79-82.
14. Попченко В.И. Питание и пищевые взаимоотношения у олигохет // Девятая сессия учен. совета по пробл. Белого моря и внутр. вод Европ. Севера. Петрозаводск, 1974. С.79-82.
15. Суетов С.В. К познанию рыбной продуктивности водоемов. Значение иловой толщи в использовании естественного корма рыбами // Тр. Лимнолог. станции в Косино. М., 1939.
16. Черновский А.А. Вертикальное распределение животных в толще ила некоторых озер окрестностей Ленинграда // Зоол. журн. 1938. Т. 17, вып. 6. С.27-52.
17. Alsterberg G. Nahrungscirculation einiger Binnenseetypen // Arch. Hydrobiol., 1924. V. 15. P.291-338.
18. Brinkhurst R.O. Tubificidae. Aquatic Oligochaeta of the World. Edinburgh. Oliver and Boyd., 1971. 860 p.
19. Brinkhurst R.O., Kennedy C.R. Studies on the biology of Tubificidae (Annelida, Oligochaeta) in polluted stream // I. Anim. Ecol., 34. 1965. P. 429-445.
20. Berg K. Studies on the bottom animals of Esrom Lake // Num. Acad. Sc. et Zett. de Denemark. Copengagen, 1938. Sciences., ser.9 ,t.8. P.1739.
21. Lenz F. Untersuchungen über die Vertikale Verteilung der Bodenfauna im Tiefensediment von See // Verh. L. Intern. Verreif. theor. u. ungew. Limnol., 1931. Bd.5, t.1. S.79-91.
22. Watera T. Secondary production in Finband // Adv. Ecol. Res. 1977. V. 10. P. 91-164.

**SPATIAL DISTRIBUTION OF OLIGOCHAETES IN THE WATER ECOSYSTEMS**

© 2013 V.I. Popchenko, T.V. Popchenko

Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti

Data about spatial distribution of the bottom invertebrates by way of example oligochaetes of the family Tubificidae in the water ecosystems of the European North and Volga River basin are presented. The main bulk of Tubificidae concentrates on the surface of the bottom and is fully available for benthophage fishes.

**Key words:** spatial distribution, ecosystem, aggregation, oligochaete fauna, bottom sediment, population, biotope, limnological type, positive skewness.