

УДК 504

## БИОИНДИКАЦИЯ - СОСТАВНОЙ КОМПОНЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*Е.М. Романова, доктор биологических наук, профессор  
тел. 8(8422) 55-95-38, vvr-emr@yandex.ru*

*Д.С. Игнаткин, кандидат биологических наук  
тел. 8(8422) 55-95-38, ignatkin82@yandex.ru*

*В.В. Романов, кандидат технических наук, доцент  
тел. 8(8422) 55-95-92, vvr@ugsha.ru*

*В.Н. Любомирова, кандидат биологических наук  
тел. 8(8422) 55-95-38 nvaselina@yandex.ru*

*М.Э. Мухитова, кандидат биологических наук  
тел. 8(8422) 55-95-38, marina.muhitova.79@mail.ru  
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, биоиндикация, структура сообществ, экологическая ниша, стратегия выживания.

Исследована малакофауна малых рек Ульяновской области, произведено ее распределение в соответствии с реализуемой экологической нишей, охарактеризован видовой состав эвритопной малакофауны, обладающей широкой экологической валентностью, описана специфика жизненных стратегий сообществ при незначительном и высоком уровне поллютантов.

**Введение.** Одно из основных богатств России это ее водные ресурсы. У нас в стране самые большие запасы пресной воды. В России насчитывается около трех млн. рек, именно они являются основным источником водоснабжения. Водные ресурсы считаются возобновляемыми, но вопрос о скорости их возобновления остается открытым. Реки и озера неравномерно распределены по территории нашей страны. В ряде центральных районов существует проблема чистой воды, поскольку там не так много рек, но на этой территории сосредоточено основное население страны, которое проживает компактно в крупных городах, с высокой плотностью. В этих регионах интенсивная эксплуатация водных ресурсов, приводящая к исчезновению малых рек и загрязнению воды в целом.

В таких регионах оценка экологического состояния поверхностных вод имеет очень важное значение. К числу регионов с интенсивной экс-

плуатацией водных ресурсов относится и Ульяновская область. Для реки Волги и для малых рек региональных рек характерно загрязнение вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами, токсичной органикой [1,2]. Наиболее высокий уровень загрязнений вод отмечается на урбанизированных территориях, в зоне влияния региональных промышленных узлов, на территориях с развитым сельским хозяйством [3,4].

Проведенные нами исследования ряда малых рек Ульяновской области свидетельствуют, что они помимо загрязнений тяжелыми металлами и нефтепродуктами имеют высокий индекс БПК [1,4].

Исследование спектра химических поллютантов довольно дорогостоящая процедура, в ходе которой можно получить количественную информацию об уровне загрязнения и его отклонении от ПДК. Но химические методы не позволяют сформировать объективную интегральную характеристику влияния поллютантов на живые организмы, обитающие в такой водной среде.

Спектр современных поллютантов настолько широк, что даже при очень масштабных гидрохимических исследованиях не исключена возможность упустить из поля зрения какой-либо из важных загрязнителей. Поэтому диагностика жизненных сред с использованием биоиндикаторов наиболее актуальна в современных условиях. Только сами живые организмы и их реакции позволяют сделать заключение о степени экологической опасности среды их обитания. Наиболее чувствительные организмы, реакции которых на поллютанты визуализированы, могут служить информативными биоиндикаторами.

Биоиндикацию на сегодня считают одним из наиболее быстрых и эффективных методов диагностики жизненных сред [5]. Состояние биоты – это результирующая влияния всех факторов среды. Биоиндикация - способ оценки антропогенной нагрузки по реакции на нее живых организмов и их сообществ.

**Материалы и методы исследований.** На предварительном этапе проводились исследования по загрязнению малых рек Ульяновской области: Свияги, Сельди и реки Уса тяжелыми металлами. За основу брались собственные данные об уровне загрязнения, а в качестве ориентировочных, - данные Роспотребнадзора. Были выделены четыре уровня биотопов, отличающиеся уровнем поллютантов. В первую группу вошли чистые биотопы, в которых уровень поллютантов не превышал ПДК, во вторую группу - с уровнем поллютантов выше 5 ПДК, в третью группу - от 2 до 5 ПДК, в 4 группу – с незначительным превышением – до 2 ПДК. В выделенных биотопах исследовался видо-

вой состав сообществ малакофауны, биомасса и численность в перерасчете на 1 м<sup>2</sup>.

**Результаты исследований.** Предварительные биоиндикационные исследования экосистемы реки Свяги с использованием малакофауны проводились нами в 2008-2009 г. [1, 6-9]. Второй этап исследований малакофауны малых рек Ульяновской области: Свяги, Сельди и р. Уса проводился в 2014-2015 гг.

В ходе исследований были выявлены эвритопные виды малакофауны. В частности, было установлено, что двустворчатые моллюски видов *U.pictorum*, *A.piscinalis* и брюхоногие моллюски *V.viviparus* встречались повсеместно. Они были обнаружены в биотопах всех малых рек Ульяновской области. Эти виды можно отнести к категории видов, обладающих широкой экологической валентностью.

Моллюски видов *Sphaerium rivicola*, *Amesoda solida* и *Unio limosus* обнаруживались только в чистых биотопах с низким уровнем поллютантов. Другая группа видов обнаруживалась в водах с высоким уровнем поллютантов: *Planorbarius corneus*, *Sphaerium corneum*, *Bithynia tentaculata*. Очевидно, что две этих группы видов занимают разные экологические ниши, предъявляют разные требования к среде обитания и, возможно, реализуют разные жизненные стратегии.

Предварительные исследования показали, что из числа выявленных нами видов, наиболее перспективными в плане биоиндикации среди двустворчатых моллюсков - являются представители рода *Unio*; среди брюхоногих моллюсков - *Viviparus viviparus*. Эта малакофауна широко распространена и обладает размерами и массой, удобными для биоиндикационных исследований.

На начальном этапе работы стояла задача исследования видового разнообразия малакофауны в малых реках Ульяновской области: Свяга, Уса, Сельдь. Результаты показали, что видовой состав малых рек в целом идентичен и по видовому спектру малакофауны не претерпел изменений, начиная с 2009 г [1, 10-13].

Во всех малых реках была выявлена малакофауна классов *Gastropoda* и *Bivalvia*. Малакофауна класса *Gastropoda* была представлена 4 видами, а малакофауна класса *Bivalvia* представлена 9 видами. В их числе представители класса *Gastropoda*: сем. *Viviparidae* Gray, 1847 - *Viviparus viviparus* (Linne, 1758), Сем. *Bithyniidae* Gray, 1840 - *Bithynia tentaculata* (Linne, 1758), Сем. *Lymnaeidae* Rafinesque, 1815 - *Lymnaea stagnalis* (Linne, 1758), Сем. *Bulinidae* Herrmansen, 1846 - *Planorbarius corneus* (Linne, 1758).

Моллюски класса Bivalvia были представлены: Сем. Unionidae Rafinesque, 1820 - *Unio pictorum* (Linne, 1758), *Unio longirostris* (Rossmassler, 1836), *Unio tumidus* (Philipsson, 1788), *Unio limosus* (Nilsson, 1822), *Anodonta piscinalis* (Nilsson, 1823); Сем. Sphaeriidae - *Sphaerium corneum* (Linne, 1758), *Sphaerium rivicola* (Lamark, 1818), *Amesoda solida* (Normand, 1844); Сем. Dreissenidae - *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771).

Дальнейшие исследования показали, что при идентичном видовом составе малакофауны малых рек существует определенная видоспецифичность в биотопическом распределении сообществ мягкотелых в зависимости от уровня загрязнения среды их обитания.

Анализ результатов исследования видового разнообразия малакофауны показал, что биотопы с разным уровнем загрязнения различаются по видовому составу сообществ и по реализуемой этими видами экологической нише, выражаемой их сапробностью.

По результатам наших исследований, видовое разнообразие в биотопах с уровнем загрязнителей не превышающем ПДК, было представлено 6 видами (табл.). Из числа выявленных видов четыре относились к группе олигосапробов, а два вида – к  $\beta$ -мезосапробам. Средняя численность моллюсков в таких биотопах составляла  $36,2 \pm 1,5$  экз/м<sup>2</sup>, средняя биомасса -  $445,1 \pm 10,8$  г/м<sup>2</sup>.

Исследования видового разнообразия малакофауны в биотопах с уровнем загрязнителей превышающим ПДК в 5 и более раз, показало, что структура сообществ включала 10 видов моллюсков. Четыре из выявленных видов являлись представителями олигосапробной группы, пять видов -  $\beta$ -мезосапробной группы и один вид относился к  $\alpha$ -мезосапробной группе (табл.).

В биотопах малых рек, где уровень поллютантов превышал ПДК не более, чем в два раза, сообщества моллюсков включали 9 видов. В распределении видов по реализованной экологической нише сохранялась тенденция, характерная для биотопов, в которых уровень поллютантов превышал ПДК в 5 и более раз. В этих биотопах соотношение малакофауны по сапробности существенно смещалось в сторону  $\beta$ -мезосапробов, по сравнению с  $\alpha$ -мезосапробами. Представленность в сообществах моллюсков видов, реализующих разные жизненные стратегии: олиго-,  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробов в биотопах с наиболее высоким уровнем поллютантов выражалось соотношением 4:5:1.

В биотопах, где уровень поллютантов незначительно превышал ПДК было выявлено 9 видов моллюсков. В таких биотопах распределение олигосапробной и мезосапробной малакофауны смещалось в сторону домини-

**Таблица - Видовое разнообразие, структура сообществ  
малакофауны, биомасса и плотность в зависимости от уровня  
загрязнителей в среде**

Реализуемая экологическая ниша	Видовой состав малакофауны	Уровень загрязнителей ниже ПДК	Уровень загрязнителей выше 5ПДК	Уровень загрязнителей от 2 до 5ПДК	Уровень загрязнителей ниже 2ПДК
олигосапробы	<i>U. pictorum</i>	+	+	+	+
	<i>U. longirostris</i>	-	+	-	-
	<i>A. piscinalis</i>	+	+	+	+
	<i>D. polymorpha</i>	-	+	+	+
	<i>A. solida</i>	+	-	-	+
	<i>U. limosus</i>	+	-	-	+
β-мезосапробы	<i>U. tumidus</i>	-	+	+	+
	<i>S. rivicola</i>	+	-	-	+
	<i>V. viviparus</i>	+	+	+	+
	<i>L. stagnalis</i>	-	+	+	+
	<i>P. corneus</i>	-	+	+	-
	<i>B. tentaculata</i>	-	+	+	-
α-мезосапробы	<i>S. corneum</i>	-	+	+	-
Число видов в сообществе		6	10	9	9
Средняя численность в сообществах, особь/м <sup>2</sup>		36,2±1,5	39,8±2,5	53,4±2,9	66,3±2,3
Средняя биомасса сообществ, г/м <sup>2</sup>		445,1±10,8	129,1±8,4	176,1±13,3	325,6±15,8

нирования олигосапробов в отношении 5:4 соответственно. В таких биотопах α-мезосапробная малакофауна, как правило, не регистрировалась.

Результаты наших исследований показали, что малакофауна биотопов с уровнем загрязнителей на уровне 5 ПДК и более характеризовалась более широким видовым разнообразием, по сравнению с экологически чистыми биотопами. Более изменчива видовая структура сообществ малакофауны в соответствии с занимаемой экологической нишей.

Так, в биотопах с высоким уровнем загрязнителей в сообществах малакофауны преобладали виды β-мезосапробы, а также не обнаруженные в экологически чистых биотопах α-мезосапробы.

Анализ полученных результатов показывает, что при высоком уровне загрязнителей, более 5ПДК в биотопах преобладает малакофауна

видов: *V. viviparus*, *L. stagnalis*, *P. corneus*, *B. tentaculata*, *U. pictorum*, *U. Longirostris*, *A. piscinalis*, *D. polymorpha*, *U. tumidus*.

Стратегией ее выживания в условиях высокого загрязнения, по результатам наших исследований, является снижение биомассы при повышении плотности популяции.

В водных биотопах с уровнем поллютантов ниже ПДК видовое разнообразие малакофауны сужено. Сообщества малакофауны в таких биотопах включают: *U. pictorum*, *A. piscinalis*, *A. solida*, *U. limosus*, *S. rivicola*, *V. viviparus*. Подобные сообщества распространены в биотопах малых рек с низким уровнем поллютантов. Жизненной стратегией этих сообществ является высокая биомасса при невысокой плотности особей в пересчете на м<sup>2</sup>.

В экологически чистых биотопах и биотопах с незначительным уровнем загрязнителей биомасса моллюсков олигосапробных групп достигала 80%. В сильно загрязненных биотопах таких же значений достигала доля моллюсков β-мезосапробов.

**Закключение.** Исследована малакофауна малых рек Ульяновской области. Выявлены эвритопные виды. К их числу относятся двустворчатые моллюски видов *U. pictorum*, *A. piscinalis* и брюхоногие моллюски *V. viviparus*, которые встречались повсеместно.

Сообщества малакофауны экологически чистых биотопов включали виды: *S. rivicola*, *A. solida* и *U. limosus*, этот спектр видов не обнаруживался в загрязненных биотопах.

Для биотопов, характеризующихся высоким уровнем поллютантов, была характерна совершенно другая видовая структура сообществ малакофауны: *P. corneus*, *S. corneum*, *B. tentaculata*.

Очевидно, что видовая структура сообществ малакофауны в экологически чистых и сильно загрязненных водоемах реализует разные жизненные стратегии. Очевидно, что эти две группы сообществ предъявляют разные требования к среде обитания.

Малакофауна биотопов с низким уровнем поллютантов характеризуется высокой биомассой, которая в три раза превышает биомассу сообществ моллюсков в биотопах с высоким уровнем поллютантов при одной и той же плотности сообществ.

#### Библиографический список

1. Романова Е.М. Биологический контроль окружающей среды в зонах повышенной антропогенной нагрузки / Е.М. Романова, Д.С. Игнаткин, В.В. Романов, Л.А. Шадыева, Т.М. Шленкина. – Ульяновск: УГСХА, 2015. - 240 с.

2. Голенева, О.М. Влияние поллютантов на популяционные характеристики гирудофауны в Ульяновской области / О.М. Голенева, Е.М. Романова, Л.А. Шадыева // Материалы V Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». Ульяновск: УГСХА, 2012. Т. 1. С. 172-175.
3. Индирякова, Т.А. Оценка экологического состояния пригородных биотопов р.Свияга по показателям биоразнообразия паразитофауны *Rana ridibunda* Pallas, 1971 / Т.А. Индирякова, Е.М. Романова, О.А. Индирякова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 49.
4. Голенева, О.М. Химические загрязнители экотопов рек Ульяновской области с разным уровнем антропогенной нагрузки / О.М. Голенева, Е.М. Романова // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2015. Т. 13. С. 2431-2435.
5. Спирина, Е.В. Амфибии как биоиндикационная тест-система для экологической оценки водной среды / Е.В. Спирина, Е.М. Романова. Ульяновск: УлГУ, 2008. - 162 с.
6. Романова, Е.М. Экологический мониторинг биобезопасности хозяйственно развитых территорий: коллективная монография / Е.М. Романова, Т.А. Индирякова, Д.С. Игнаткин, Т.Г. Баева. – Ульяновск: УГСХА, 2015. - 192 с.
7. Романова, Е.М. Паразитарные системы как индикатор состояния биоценоза / Е.М. Романова, Т.А. Индирякова, Е.А. Матвеева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 1 (9). С. 79-81.
8. Романова, Е.М. Инвазированность моллюсков рода *Lymnaea* личинками трематод на территории Ульяновской области / Е.М. Романова, Д.С.Игнаткин, Т.А.Индирякова, М.А.Видеркер // Материалы V Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». Ульяновск: УГСХА, 2013. С. 64-68.
9. Романова, Е.М. Распространение пресноводных моллюсков класса GASTROPODA на территории Ульяновской области / Е.М. Романова, Д.С.Игнаткин, М.А. Видеркер // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы аграрной науки и образования». Ульяновск: УГСХА, 2008. С. 171-174.
10. Романова, Е.М. Направление развития научных исследований на кафедре биологии, ветеринарной генетики, паразитологии и экологии

- / Е.М. Романова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 2. С. 82-86.
11. Романова, Е.М. Перспективность использования моллюсков в биоиндикации загрязнения водных объектов / Е.М. Романова, О.А. Индирякова, А.П. Куранова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. Т. 4. № 20-1. С. 157-159
  12. Романова, Е.М. Оценка реализации экологической ниши шистосоматид в водоемах Ульяновской области / Е.М. Романова, Д.С. Игнаткин, Т.А. Индирякова, М.А. Видеркер // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы». Ульяновск: УГСХА, 2014. С. 265-268.
  13. Романова, Е.М. Экологические закономерности циркуляции геонематодозов на территории Ульяновской области / Е.М. Романова, А.Н. Мишонкова, В.В. Романов, Д.С. Игнаткин, Т.Г. Баева, А.Е. Щеголенкова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1 (25). С. 58-63.

## **BIOINDICATION - AN INTEGRAL COMPONENT OF ECOLOGICAL MONITORING**

*Romanova E.M., Ignatkin D.S., Romanov V.V., Liubomirova V.N.,  
Muhitova M.E.*

**Key words:** ecological monitoring, bioindication, community structure, ecological niche, a survival strategy.

Malacofauna studied small rivers of the Ulyanovsk region, made its distribution in accordance with the realized ecological niche, characterized by species composition eurytopic malacofauna having wide ecological valence, described the specifics of life strategies of communities with little, and a high level of pollutants.