

## СООБЩЕСТВА ГЕЛЬМИНТОВ ОБЫКНОВЕННОГО УЖА *NATRIX NATRIX* L. (REPTILIA: COLUBRIDAE) ЮГА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2011 А.А. Кириллов

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила 23.03.2010 г.

В 1996-2001 гг. на территории Самарской области было проведено гельминтологическое обследование 232 особи обыкновенного ужа. У рептилии зарегистрировано 20 видов гельминтов (15 – трематод, 1 – цестод, 1 – скребней, 3 – нематод). Выявлены закономерности формирования и функционирования сообществ гельминтов рептилии. Проведен анализ структуры сообществ паразитов ужа в районах с разной степенью антропогенного воздействия. Предложен оригинальный метод интегрированной оценки состояния природных экосистем, основанный на изменении структуры сообщества гельминтов обыкновенного ужа.

**Ключевые слова:** *гельминты, инфрасообщества, компонентные сообщества, обыкновенный уж, Самарская область*

В последнее десятилетие у паразитологов повысился интерес к изучению сообществ паразитов на различных уровнях с проведением сложных статистических расчетов. В ряде работ по изучению сообществ паразитов позвоночных животных исследования выполнялись преимущественно на рыбах [6-9, 16-18]. На рептилиях подобные работы не проводились.

Для изучения сообществ гельминтов пресмыкающихся был выбран наиболее массовый и эврибионтный вид офидиофауны Среднего Поволжья – обыкновенный уж. Рептилия имеет ареал, полностью охватывающий регион. Населяет различные по своему характеру станции, предпочитая держаться увлажненных мест, обитает и в антропогенном ландшафте, на территории сельскохозяйственных угодий, населенных пунктов, где могут обходиться без водоемов [1, 4, 5].

Кроме того, гельминты рептилий, и, в частности, обыкновенного ужа, представляют собой особый интерес в качестве биоиндикаторов, поскольку паразитические черви обладают сложным циклом развития, в процессе которого сменяют нескольких хозяев, относящихся к разным систематическим группам животных. Антропогенное влияние на природные экосистемы ведет к разрушению исторически сложившихся паразитарных систем. Гельминты подвергаются антропогенному влиянию как опосредованно через хозяев, так и прямому воздействию измененной человеком среды на личиночных стадиях.

Цель исследования – изучить сообщества гельминтов обыкновенного ужа разного уровня и возможность их использования в оценке состояния наземных и водных биоценозов Среднего Поволжья.

В соответствии со сложившимися подходами к описанию паразитарных сообществ (в основном в западной литературе), в настоящей работе используются следующие понятия, взятые О.Н. Пугачевым из иностранной литературы: инфрасообщество – все паразиты отдельной особи

хозяина; компонентное сообщество – сумма инфрасообществ в данной популяции хозяина; автогенные виды – паразиты, использующие рептилий в качестве окончательных хозяев; аллогенные виды – гельминты, использующие обыкновенного ужа в качестве промежуточного хозяина [16, 17, 24-28].

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 1996-2001 гг. изучена гельминтофауна обыкновенного ужа в 6 районах Самарской области: Змеиный затон, Бузулукский бор, Мордовинская пойма (окрестности пос. Мордово), Сокская пойма (окрестности с. Грачевка), Красносамарский лес (Красносамарское лесничество), окрестности ст. Заливное. Методом полного гельминтологического вскрытия исследовано 232 особи рептилии разного возраста и пола [20].

Сбор и обработку паразитологического материала проводили по общепринятым методикам [2, 11, 22].

Для характеристики сообществ гельминтов использованы ( $S$  – число видов гельминтов;  $N$  – общее число особей гельминтов в хозяине;  $p_i$  – число особей гельминтов  $i$ -го вида;  $p_i$  – доля особей  $i$ -го вида, равное  $p_i/N$ ):

индекс разнообразия инфрасообществ Бриллюэна –  $H_B = (\ln N! - \ln p_i!)/N$ ;

индекс разнообразия компонентных сообществ Шеннона –  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ ;

индекс выровненности видов в сообществе по обилию –  $E = H_p/\ln S$ ;

индекс доминирования Бергера-Паркера –  $D = N_{\max}/N$ ,

где  $N_{\max}$  – число особей самого обильного вида,  $N$  – число особей гельминтов [15].

Значения индекса Бриллюэна автоматически значимы, так как сравниваются точно подсчитанные количества видов и особей.

Оценка достоверности различий между значениями индекса Шеннона для двух компонентных сообществ вычислялась с помощью критерия Стьюдента.

Кириллов Александр Александрович, канд. биол. наук, e-mail: parasitolog@yandex.ru

Таблица 1. Характеристики инфрасообществ гельминтов обыкновенного ужа

| Характеристика                                   | Мордовинская пойма       | Зменный затон               | Сокская<br>пойма             | Красносамарский лес        | ст. Заливное             | Бузулукский бор              |
|--|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Исследовано змей/ заражено                       | 76/71                    | 46/46                       | 27/27                        | 15/14                      | 16/12                    | 51/51                        |
| Кол-во видов паразитов (min-max)<br>$X \pm m_x$  | (0-11)<br>6,4±0,3        | (6-12)<br>8,8±0,2           | (3-11)<br>7,3±0,4            | (0-9)<br>6,5±0,8           | (0-7)<br>3,7±0,7         | (3-10)<br>7,1±0,3            |
| Кол-во особей паразитов (min-max)<br>$X \pm m_x$ | (0-2361)<br>618,1±81,9   | (69-2104)<br>494,4±61,2     | (42-2416)<br>452,7±97,9      | (0-891)<br>287,4±76,9      | (0-604)<br>135,7±51,3    | (20-1562)<br>443,2±41,4      |
| Кол-во АВ видов<br>(min-max) $X \pm m_x$         | (0-8)<br>3,6±0,3         | (3-8)<br>6,1±0,2            | (2-7)<br>5,2±0,2             | (0-7)<br>4,6±0,7           | (0-3)<br>2,1±0,3         | (2-8)<br>5,2±0,2             |
| Кол-во АЛ видов<br>(min-max) $X \pm m_x$         | (0-4)<br>2,7±0,1         | (2-4)<br>2,8±0,1            | (0-4)<br>2,1±0,3             | (0-3)<br>1,7±0,3           | (0-3)<br>0,4±0,1         | (0-3)<br>2,0±0,1             |
| Кол-во УС видов<br>(min-max) $X \pm m_x$         | (0-5)<br>2,7±0,2         | (2-7)<br>5,0±0,2            | (1-5)<br>3,4±0,3             | (0-6)<br>3,5±0,5           | (0-3)<br>0,4±0,1         | (2-6)<br>3,8±0,2             |
| Кол-во ПШС видов<br>(min-max) $X \pm m_x$        | (0-6)<br>3,6±0,2         | (2-6)<br>3,8±0,1            | (1-6)<br>3,8±0,3             | (0-5)<br>3,2±0,4           | (0-5)<br>1,0±0,3         | (1-6)<br>3,2±0,2             |
| Кол-во СЛ видов<br>(min-max) $X \pm m_x$         | (0-1)<br>0,06±0,04       | (0-1)<br>0,04±0,03          | (0-1)<br>0,4±0,04            | 0                          | 0                        | (0-1)<br>0,06±0,03           |
| Доминантный вид (ДВ)                             | <i>Ph. c.</i> (75,5)     | <i>S. st.</i> (52,2)        | <i>T. a.</i> (51,9)          | <i>A. a.</i> (41,7)        | <i>A. m.</i> (62,5)      | <i>S. st.</i> (51,0)         |
| Характеристика ДВ                                | АЛ/ПШС                   | АЛ/ПШС                      | АВ/УС                        | АЛ/ПШС                     | АВ/УС                    | АЛ/ПШС                       |
| Индекс Бергера-Паркера (min-max)<br>$X \pm m_x$  | (0-0,93)<br>0,6±0,04     | (0,03-0,78)<br>0,4±0,03     | (0-0,76)<br>0,3±0,04         | (0-0,48)<br>0,2±0,1        | (0-0,67)<br>0,3±0,1      | (0-0,92)<br>0,4±0,04         |
| Сходство по Жаккару<br>(min-max) $X \pm m_x$     | (0-1)<br>0,51±0,02       | (0,15-1)<br>0,61±0,02       | (0,1-0,9)<br>0,49±0,03       | (0-1)<br>0,48±0,03         | (0,14-0,86)<br>0,39±0,05 | (0,1-1)<br>0,59±0,04         |
| Сходство $C_{xy}$<br>(min-max) $X \pm m_x$       | (0,03-0,98)<br>0,59±0,02 | (0,16-0,88)<br>0,51±0,02    | (0,003-0,92)<br>0,39±0,01    | (0-0,84)<br>0,35±0,03      | (0-0,75)<br>0,2±0,05     | (0,06-0,87)<br>0,58±0,01     |
| Выровненность<br>(min-max) $X \pm m_x$           | (0-0,221)<br>0,109±0,01  | (0,086-0,335)<br>0,229±0,01 | (0,138-0,399)<br>0,242±0,013 | (0-0,538)<br>0,318±0,047   | (0-0,360)<br>0,159±0,038 | (0,102-0,460)<br>0,288±0,015 |
| Индекс Бриллиуена<br>(min-max) $X \pm m_x$       | (0-1,734)<br>0,79±0,06   | (0,446-1,860)<br>1,26±0,09  | (0,430-2,074)<br>1,26±0,07   | (0,425-1,754)<br>1,13±0,13 | (0-1,460)<br>0,64±0,16   | (0,361-1,627)<br>1,03±0,06   |

Примечание.: АВ – автогенные виды; АЛ – аллогенные; УС – узко специфичные; ПШС – широко специфичные; СЛ – случайные; *S. st.* – *Strigea strigis*, larvae; *A. m.* – *Astiotrema monticelli*; *T. a.* – *Telorchis assula*; *Ph. c.* – *Pharyngostomum cordatum*, larvae; *A. a.* – *Alaria alata*, larvae; в скобках – процент инфрасообществ, в которых данный вид доминирует.

При исследовании видового разнообразия для стандартизации объема выборок использовался метод разрежения [15, 29].

Сходство между инфрасообществами оценивалось при помощи индекса сходства по Hurlbert [30]:

$$C_{XY} = \sum \min(p_{Xi}, p_{Yi}),$$

где  $p_{Xi}$  – доля  $i$ -го вида в сообществе  $X$ ,  $p_{Yi}$  – доля  $i$ -го вида в сообществе  $Y$ .

Сравнение компонентных сообществ проводилось подобным образом на основе суммарной численности каждого вида.

Для оценки сходства между сообществами паразитов без учета численности видов использовался индекс Жаккара [15].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У обыкновенного ужа Самарской области отмечено 20 видов гельминтов, из них: Trematoda (15 видов) – *Metaleptophallus gracillimus* (Luhe, 1909), *Leptophallus nigrovenosus* (Bellingham, 1844), *Encyclometra colubrimurorum* (Rudolphi, 1819), *Macrodera longicollis* (Abildgaard, 1788), *Astiotrema monticelli* Stossich, 1904, *Telorchis assula* (Dujardin, 1845), *Diplodiscus subclavatus* (Pallas, 1760), *Opisthioglyphe ranae* (Frohlich, 1791), *Plagiorchis elegans* Rudolphi, 1802), *Paralepoderma cloacicola* (Luhe, 1909), *Pleurogenes claviger* (Rudolphi, 1819), *Strigea sphaerula* (Rudolphi, 1803), larvae, *S. strigis* (Schränk, 1788), larvae, *Alaria alata* (Goeze, 1782), larvae, *Pharyngostomum cordatum* (Diesing, 1850) Ciurea, 1922, larvae; Cestoda (1) – *Ophiotaenia europaea* Odening, 1911; Nematoda (3) – *Rhabdias fuscovenosus* (Railliet, 1899), *Strongyloides mirzai* Singh, 1954, *Physaloptera clausa* Rudolphi, 1819, larvae; Acanthocephala (1) – *Acanthocephalus lucii* (Muller, 1776) [12].

**Инфрасообщества.** Особенностью инфрасообществ паразитов является то, что большинство видов не могут поддерживать свою численность за счет самовоспроизводства, а сами сообщества хорошо определены территориально [16]. Характеристики инфрасообществ обыкновенного ужа приведены в табл. 1. Практически все показатели значительно варьируют. По качественному показателю (коэффициент Жаккара) наиболее сходны инфрасообщества гельминтов в Змеином затоне (0,61±0,02). По количественному показателю (сходство по Херлберт) наибольшее сходство зарегистрировано для инфрасообществ гельминтов Мордовинской поймы (0,59±0,02).

Незначительное сходство, как по коэффициенту Жаккара, так и по Херлберт, отмечено для сообществ паразитов ст. Заливное (0,39±0,05 и 0,20±0,05 соответственно).

Численность паразитов в инфрасообществах обыкновенного ужа варьирует в широких пределах как по видам (от 3,7±0,7 в районе ст. Заливное до 8,8±0,2 в Змеином затоне), так и по особям (от 135,7±51,3 в районе ст. Заливное до 618,1±81,9 в Мордовинской пойме).

Количество автогенных и аллогенных видов изменяется в разных районах исследований (от

2,1±0,3 до 6,1±0,2 и от 0,4±0,1 до 2,8±0,1 соответственно). Также широко варьирует количество узко специфичных (от 0,4±0,1 до 5,0±0,2) и широко специфичных (от 1,0±0,3 до 3,8±0,3) видов паразитов.

Практически во всех инфрасообществах гельминтов обыкновенного ужа доминируют широко специфичные аллогенные виды паразитов *S. strigis*, *Ph. cordatum* и *A. alata* (табл. 1). Только в инфрасообществах паразитов ужа Сокской поймы и ст. Заливное доминируют узко специфичные автогенные виды: *T. assula* и *A. monticelli* соответственно. Индекс Бергера-Паркера имеет максимальное значение в Мордовинской пойме (0,60±0,04), минимальное – в Красносамарском лесе (0,2±0,1). Значения индекса Бриллиуна наиболее высоки в Змеином затоне (1,26±0,09) и Сокской пойме (1,26±0,07). Минимальный индекс Бриллиуна отмечен для сообществ гельминтов ужа ст. Заливное (0,64±0,16). Показатели выровненности видов по обилию наиболее высоки у сообществ паразитов Красносамарского леса (0,318±0,047) и Бузулукского бора (0,288±0,015). Низкая выровненность зафиксирована для инфрасообществ гельминтов ужа Змеиного затона (0,109±0,010).

С увеличением количества видов в инфрасообществах гельминтов рептилии увеличиваются выровненность видов по обилию и индекс Бриллиуна, а индекс Бергера-Паркера уменьшается. Значения выровненности видов по обилию не во всех случаях изменяются синхронно с другими показателями разнообразия.

По показателям индекса доминирования, индекса Бриллиуна и выровненности видов по обилию можно судить о видовом разнообразии инфрасообществ гельминтов обыкновенного ужа. Так, наиболее высоко видовое разнообразие инфрасообществ гельминтов ужа в Змеином затоне, Сокской пойме и Бузулукском бору. Низкое видовое разнообразие по этим показателям отмечено для сообществ гельминтов обыкновенного ужа ст. Заливное и Мордовинской поймы (табл. 1).

**Компонентные сообщества.** В этом типе сообщества большая часть паразитов может поддерживать свою численность за счет самовоспроизводства, но территориально такие сообщества не так хорошо ограничены [16].

Организационная структура компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа во всех районах исследования неоднородна. По доле, которую составляет каждый гельминт, в структуре компонентного сообщества можно также выделить группы паразитов: доминантные (доля в сообществе > 0,3), субдоминантные (> 0,1), обычные (> 0,01), редкие (> 0,001), единичные (> 0,0001) (табл. 2).

В компонентных сообществах гельминтов обыкновенного ужа количество фоновых видов (доминантные и субдоминантные) изменяется незначительно – от 7 (Мордовинская пойма, ст. Заливное) до 10 (Красносамарский лес). Для каждого района исследований состав фоновых видов в целом однороден, но порядок их доминиру-

вания неповторимы для каждого района исследований (рисунок). Фоновыми видами для всех районов исследований являются обычные и широко распространенные паразиты ужей трематоды *L. nigrovenosus*, *T. assula*, *S. strigis*, larvae, *S.*

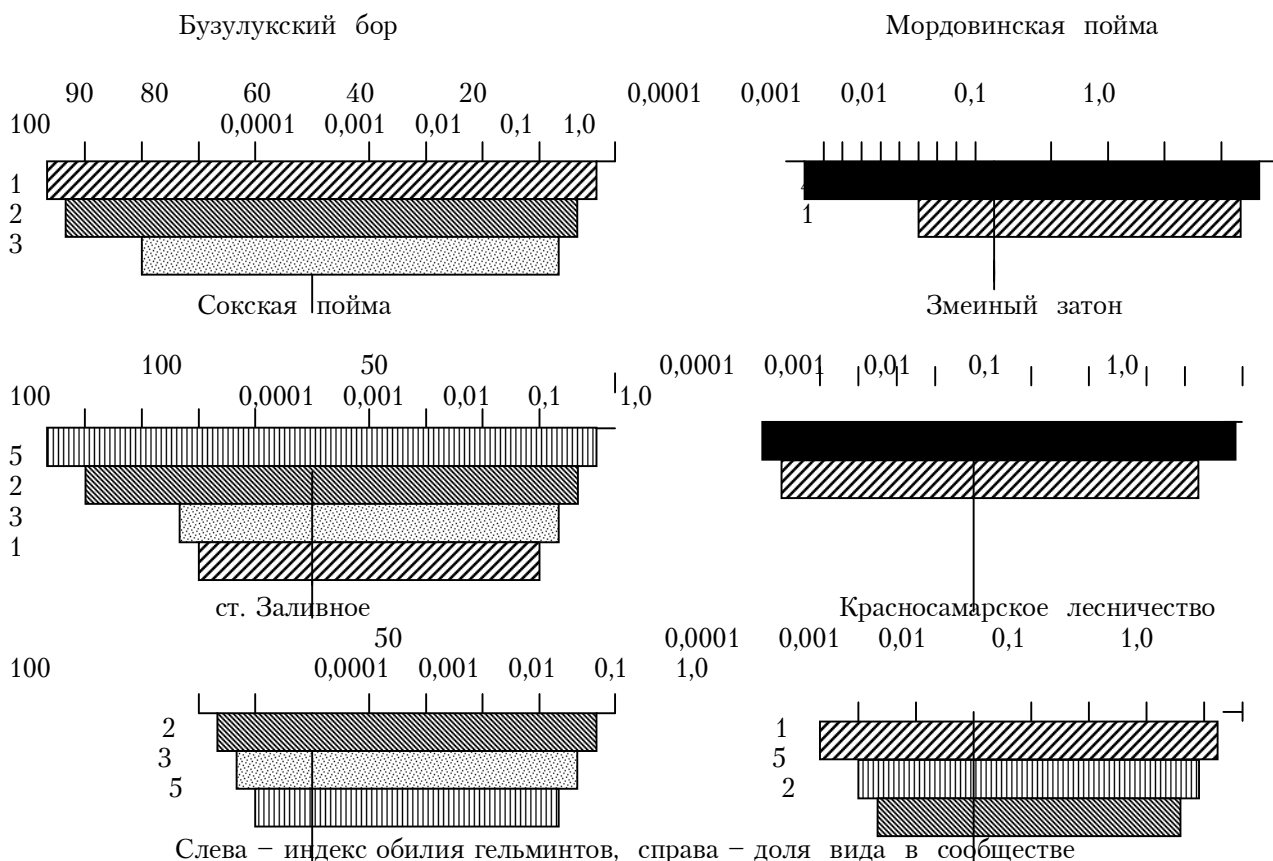
*sphaerula*, larvae, *A. alata*, larvae. В отличие от анализа доминирования гельминтов по экстенсивности инвазии по доле паразита в компонентном сообществе возглавляют список видов личиночные формы трематод (рисунок).

**Таблица 2.** Структура компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа в разных районах Самарской области (по доле вида в сообществе)

| Район               | Число видов паразитов (индекс Бергера-Паркера) |                |         |        |           |
|---------------------|--|----------------|---------|--------|-----------|
|                     | Доминантные                                    | Субдоминантные | Обычные | Редкие | Единичные |
| Бузулукский бор     | 2  | 1              | 6       | 4      | 3         |
| Мордовинская пойма  | 1  | 1              | 5       | 6      | 3         |
| Сокская пойма       | 1  | 3              | 5       | 4      | 3         |
| Змеиный затон       | 1  | 1              | 7       | 4      | 2         |
| ст. Заливное        | 1  | 2              | 4       | 1      | -         |
| Красносамарский лес | 1  | 2              | 7       | 1      | 1         |

Доминирование личинок трематод объясняется важной ролью рептилий в биоценозах, которая заключается в передаче ужом гельминтов животным высших трофических уровней (мле-

копитающим и птицам). Немаловажным фактом также является то, что личиночные формы трематод могут накапливаться и сохраняться в организме хозяина длительное время.



**Рис.** Доминантные и субдоминантные виды сообществ гельминтов обыкновенного ужа и их индекс обилия (в экз.): 1 – *Strigea strigis*, larvae; 2 – *Astiotrema monticelli*; 3 – *Telorchis assula*; 4 – *Pharyngostomum cordatum*, larvae; 5 – *Alaria alata*, larvae

Компонентные сообщества обыкновенного ужа в разных районах Самарской области обладают значительным сходством в качественном отношении (по коэффициенту Жаккара) (табл. 3).

Наиболее сходны сообщества гельминтов обыкновенного ужа Змеиного затона и Сокской поймы, Змеиного затона и Бузулукского бора (по 0,82). Наименее подобны сообщество гельминтов ужа ст. Заливное и сообщества паразитов Бузу-

лукского бора, Мордовинской и Сокской пойм (по 0,50). Большое сходство компонентных сообществ гельминтов по качественному показателю (коэффициент Жаккара) связано с однообразием жизнедеятельности обыкновенного ужа, в частности, питанием амфибиями и, в основном, околоводным образом жизни. Показатель сходства по Херлберт (количественные данные) значительно варьирует – от 0,26 для сообществ гельминтов

обыкновенного ужа ст. Заливное и Змеинового затона до 0,99 для сообществ паразитов ужа Змеинового затона и Сокской поймы. Сильное изменение показателя сходства по Херлберт для разных районов исследований связаны как с экологиче-

скими особенностями мест обитания рептилий, так и с наличием/отсутствием промежуточных хозяев гельминтов в каждом конкретном районе Самарской области.

**Таблица 3.** Характеристики сходства компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа в разных районах Самарской области

| Район                                | Бузулукский бор | Мордовинская пойма | Сокская пойма | Змеиный затон | ст. Заливное | Красносамарский лес |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------|---------------|--------------|---------------------|
|                                      | 1               | 2                  | 3             | 4             | 5            | 6                   |
| Коэффициент Жаккара                  |                 |                    |               |               |              |                     |
| 1                                    | X               | 0,80               | 0,80          | 0,82          | 0,50         | 0,75                |
| 2                                    | 0,80            | X                  | 0,68          | 0,72          | 0,50         | 0,56                |
| 3                                    | 0,80            | 0,68               | X             | 0,82          | 0,50         | 0,75                |
| 4                                    | 0,82            | 0,72               | 0,82          | X             | 0,53         | 0,69                |
| 5                                    | 0,50            | 0,50               | 0,50          | 0,53          | X            | 0,67                |
| 6                                    | 0,75            | 0,56               | 0,75          | 0,69          | 0,67         | X                   |
| Показатель сходства по Хеллберт [30] |                 |                    |               |               |              |                     |
| 1                                    | X               | 0,29               | 0,63          | 0,50          | 0,67         | 0,74                |
| 2                                    | 0,29            | X                  | 0,25          | 0,77          | 0,70         | 0,29                |
| 3                                    | 0,63            | 0,25               | X             | 0,99          | 0,65         | 0,58                |
| 4                                    | 0,50            | 0,77               | 0,99          | X             | 0,26         | 0,50                |
| 5                                    | 0,67            | 0,70               | 0,65          | 0,26          | X            | 0,58                |
| 6                                    | 0,74            | 0,29               | 0,58          | 0,50          | 0,58         | X                   |

**Таблица 4.** Характеристики компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа

| Характеристика         | Мордовинская пойма | Змеиный затон | Сокская пойма | Красносамарский лес | ст. Заливное | Бузулукский бор     |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------------|--------------|---------------------|
| Общее число видов      | 16 (12,4)          | 15 (13,1)     | 16 (13,9)     | 12                  | 8 (7,8)      | 16 (12,9)           |
| Общее число особей     | 10493              | 21816         | 11143         | 3578                | 1212         | 20626               |
| Количество АВ видов    | 12                 | 11            | 11            | 9                   | 5            | 12                  |
| Количество АЛ видов    | 4                  | 4             | 5             | 3                   | 3            | 4                   |
| Доля АВ видов          | 0,75               | 0,73          | 0,69          | 0,75                | 0,63         | 0,75                |
| Доля АЛ видов          | 0,25               | 0,27          | 0,31          | 0,25                | 0,37         | 0,25                |
| Количество УС видов    | 7                  | 8             | 9             | 8                   | 4            | 9                   |
| Количество ШС видов    | 6                  | 6             | 7             | 4                   | 4            | 6                   |
| Количество СЛ видов    | 2                  | 1             | -             | -                   | -            | 1                   |
| Доля УС видов          | 0,45               | 0,53          | 0,56          | 0,67                | 0,50         | 0,56                |
| Доля ШС видов          | 0,39               | 0,40          | 0,44          | 0,33                | 0,50         | 0,38                |
| Доля СЛ видов          | 0,16               | 0,06          | -             | -                   | -            | 0,06                |
| Доминантный вид (ДВ)   | <i>Ph. c.</i>      | <i>Ph. c.</i> | <i>A. a.</i>  | <i>S. st.</i>       | <i>A. m.</i> | <i>S. st. A. m.</i> |
| Характеристика ДВ      | АЛ/ШС              | АЛ/ ШС        | АЛ/ШС         | АЛ/ШС               | АВ/ШС        | АЛ/ШС<br>АВ/УС      |
| Индекс Бергера-Паркера | 0,69               | 0,47          | 0,39          | 0,44                | 0,49         | 0,32 0,31           |
| Выровненность Е        | 0,413              | 0,597         | 0,643         | 0,723               | 0,717        | 0,641               |
| Индекс Шеннона Н       | 1,145              | 1,616         | 1,783         | 1,797               | 1,492        | 1,778               |

Примечание: обозначение см. в табл. 1.

Характеристики компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа представлены в табл. 4. Количество автогенных видов значительно меняется от 5 (ст. Заливное) до 12 (Бузулукский бор и Мордовинская пойма). Относительно стабильные количества аллогенных видов – от 3 в сообществах гельминтов Красносамарского леса и ст. Заливное до 5 в сообществах паразитов ужей Сокской поймы.

Относительно постоянно количество узкоспецифичных (от 4 в сообществе гельминтов ужа ст. Заливное до 9 в сообществах паразитов Бузулукского бора и Сокской поймы) и широкоспецифичных видов (от 4 в сообществах Красносамар-

ского леса и ст. Заливное до 7 в сообществе гельминтов ужа Сокской поймы) (табл. 4).

Значения индекса видового разнообразия Шеннона наиболее высоки у сообществ гельминтов обыкновенного ужа Красносамарского леса (1,797), Сокской поймы (1,783) и Бузулукского бора (1,778). Минимальные показатели индекса Шеннона отмечены у сообществ паразитов ужа Мордовинской поймы (1,145) и ст. Заливное (1,492). Промежуточное значение индекса имеет компонентное сообщество гельминтов Змеинового затона (1,616) (табл. 4). Все значения индекса Шеннона достоверно различаются по критерию Стьюдента.

Как и у инфрасообществ гельминтов обыкновенного ужа у компонентных сообществ паразитов наблюдается согласованное изменение индексов видового разнообразия.

По общему количеству видов наиболее полно представлены инфрасообщества и компонентные сообщества гельминтов обыкновенного ужа Змеиного затона, Сокской поймы и Бузулукского бора (табл. 1 и 4). Качественно бедны по этому показателю сообщества паразитов ужа Красносамарского леса и ст. Заливное. При увеличении видового разнообразия повышаются показатели индексов Шеннона и Бриллиуна, а величина индекса доминирования Бергера-Паркера снижается [15, 23]. По этим параметрам инфрасообщества и компонентные сообщества гельминтов обыкновенного ужа наиболее качественно и количественно богаты в Красносамарском лесу и Сокской пойме, наименее – в Мордовинской пойме и в районе ст. Заливное (табл. 1 и 4). В основном схожие показатели инфрасообществ и компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа объясняются, на наш взгляд, значительным сходством и стабильностью видового состава сообществ паразитов рептилий из разных районов исследований.

Для существования и функционирования гельминтных сообществ разного уровня необходимо наличие в данной экосистеме целого комплекса животных. Малейшие нарушения в биоценозе, вызванные человеческой деятельностью, ведут к резкой смене условий среды обитания и приводят к перестройке всего комплекса беспозвоночных (которые являются промежуточными хозяевами гельминтов), способствуют снижению численности большинства видов и целых экологических групп, вплоть до локального выпадения беспозвоночных из биоценозов [19, 21]. Эти перестройки сильно отражаются на структуре сообществ гельминтов рептилий. Обыкновенный уж

ведет оседлый образ жизни и занимает небольшой участок территории. Так, взрослые особи рептилии не перемещаются от своего летнего убежища дальше 10-15 м [3].

Воздействия человека на природную среду приводит к уменьшению числа узкоспецифичных видов, а у широкоспецифичных происходит замена одних окончательных хозяев другими.

Антропогенное влияние на сообщества паразитов рептилий изучалось на примере сообществ гельминтов обыкновенного ужа, исследованных в 6 районах Самарской области с разной степенью антропогенной деформации природной среды. Кроме того, рассматривалась возможность применения паразитов этих массовых и широко распространенных видов пресмыкающихся для целей биоиндикации.

Поскольку антропогенный пресс на природные экосистемы приводит к уменьшению видового разнообразия животных, в качестве показателей деформации естественных биосистем можно использовать качественный состав сообществ гельминтов, показатели инвазии рептилий различными систематическими группами паразитов.

Постоянство видового состава сообщества гельминтов обыкновенного ужа служит индикатором экологического гомеостаза природных экосистем. Относительно резкие изменения состава гельминтофауны или количественных показателей зараженности рептилий гельминтами отражают антропогенные преобразования естественных экосистем.

По показателям зараженности обыкновенного ужа различными систематическими группами гельминтов компонентные сообщества можно классифицировать по типу *Трематоды-Нематоды-Цестоды-Скребни* (табл. 5) [10, 14].

**Таблица 5.** Зараженность обыкновенного ужа отдельными систематическими группами гельминтов

| Паразиты             | Бузулукский бор                     | Мордовинская пойма                    | Змеиный затон                       | Сокская пойма                      | Красносамарский лес                 | ст. Заливное                         |
|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Трематоды            | $\frac{100}{391,9 \pm 46,3}$        | $\frac{88,4 \pm 4,6}{604,1 \pm 81,5}$ | $\frac{100}{482,5 \pm 61,1}$        | $\frac{100}{406,1 \pm 100,3}$      | $\frac{933 \pm 70}{272,6 \pm 76,3}$ | $\frac{750 \pm 108}{127,3 \pm 48,7}$ |
| Нематоды             | $\frac{84,3 \pm 5,1}{12,4 \pm 2,8}$ | $\frac{52,5 \pm 7,1}{7,2 \pm 2,0}$    | $\frac{87,7 \pm 4,8}{9,6 \pm 1,7}$  | $\frac{67,2 \pm 9,0}{6,0 \pm 1,4}$ | $\frac{69,4 \pm 9,8}{14,8 \pm 7,0}$ | –                                    |
| Цестоды              | $\frac{6,4 \pm 3,4}{0,08 \pm 0,06}$ | $\frac{80,7 \pm 5,6}{7,4 \pm 1,2}$    | $\frac{81,6 \pm 5,7}{4,9 \pm 0,9}$  | $\frac{15,4 \pm 7,3}{0,3 \pm 0,1}$ | –                                   | –                                    |
| Скребни              | –                                   | –                                     | $\frac{4,3 \pm 3,0}{0,04 \pm 0,03}$ | –                                  | –                                   | –                                    |
| Структура сообщества | Т-Н-Ц                               | Т-Ц-Н                                 | Т-Н-Ц-С                             | Т-Н-Ц                              | Т-Н                                 | Т                                    |

Негативное влияние человека вызывает, с одной стороны, изменение исторически сложившихся отношений во встречаемости отдельных сочленов сообществ гельминтов: *Трематоды-Нематоды-Цестоды-Скребни*, с другой стороны, ведет к упрощению структуры сообществ гельминтов за счет выпадения из нее отдельных систематических групп паразитов [10, 14]. В частности, у сообществ гельминтов обыкновенного ужа наблюдается обеднение количественного и качественного состава гельминтофауны в биоценозах Красносамарского леса и ст. Заливное. Кроме того, структура компонентных сообществ гельминтов ужа этих районов исследования обеднена и представлена *Трематоды-Нематоды* и *Трематоды* соответственно (табл. 5). Это свидетельствует о сильной антропогенной трансформации экосистем этих районов. Несколько изменено соотношение во встречаемости отдельных систематических групп в компонентном сообществе гельминтов обыкновенного ужа Мордовинской поймы, что говорит об антропопрессии этого района исследований [13].

Наиболее благоприятная экологическая обстановка сложилась в Бузулукском бору, Сокской пойме (*Трематоды-Нематоды-Цестоды*) и особенно в Змеином затоне, где структура компонентного сообщества гельминтов обыкновенного ужа наиболее устойчива: *Трематоды-Нематоды-Цестоды-Скребни* (табл. 5).

Более точную оценку влияния человека на природные экосистемы дают следующие показатели: индекс видового разнообразия Шеннона (или индекс Бриллюена для инфрасообществ паразитов), выровненность видов по обилию, индекс доминирования Бергера-Паркера. А.В. Шпынов [23] указывает, что снижение индекса Шеннона и одновременное увеличение индекса доминирования могут указывать на антропогенную нагрузку. Если судить по этим показателям как инфрасообществ, так и компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа, наиболее благоприятная экологическая обстановка сложилась в экосистемах Бузулукского бора, Змеиного затона, Сокской поймы и Красносамарского леса (табл. 1, 4 и 5). Сильное антропогенное воздействие испытывают экосистемы ст. Заливное, Мордовинской поймы и Васильевских островов.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Анализ структуры и видового разнообразия инфрасообществ гельминтов ужа показал, что они нестабильны и малопредсказуемы. Обладают в определенной мере сходством с сообществами свободноживущих организмов, инфрасообщества паразитов не являются полноценными сообществами, так как они образованы популяционными группировками, не способными к самовоспроизводству.

Компонентные сообщества более устойчивы и предсказуемы, чем инфрасообщества. Здесь большая часть паразитов может поддерживать свою численность за счет самовоспроизводства.

В целом можно выделить общие закономерности как у инфрасообществ, так и у компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа: доминирование в сообществах широко специфичных аллогенных видов паразитов связано с накоплением личинок гельминтов в хозяевах в течение нескольких лет и вследствие того места, которое занимает уж в биоценозах; доминирование в некоторых сообществах автогенных узко специфичных видов паразитов может быть связано с количеством генераций этих видов гельминтов, со временем взятия проб или с антропогенным преобразованием биоценозов; наблюдается согласованное изменение показателей – при увеличении индекса Шеннона (Бриллюена), повышается выровненность видов по обилию, а индекс Бергера-Паркера снижается. Показатель выровненности видов по обилию также может отражать антропогенные преобразования биоценозов, хотя он не во всех случаях следует изменениям других индексов.

Антропогенная трансформация природных экосистем влияет на формирование сообществ гельминтов обыкновенного ужа. В качестве биологических индикаторов состояния окружающей среды предпочтительно использование компонентных сообществ гельминтов обыкновенного ужа, поскольку инфрасообщества не отличаются стабильностью и предсказуемостью.

Уровень антропогенного пресса на естественные экосистемы могут представлять изменения качественных или количественных показателей заражения рептилий гельминтами; изменения характеристик компонентного сообщества гельминтов обыкновенного ужа, таких как встречаемость отдельных сочленов сообществ паразитов (*Трематоды-Нематоды-Цестоды-Скребни*) и соотношение в сообществе аллогенных и автогенных видов паразитов. Для точной оценки антропогенного влияния на природные экосистемы в определенной мере можно использовать индексы Шеннона, Бергера-Паркера и выровненности видов по обилию.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Ананьева Н.Б., Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л.* Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России. М.: АВФ, 1998. 575 с.
2. *Аниканова В.С., Бугмырин С.В., Иешко Е.П.* Методы сбора и изучения гельминтов мелких млекопитающих. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2007. 145 с.
3. *Бакиев А.Г.* Эколого-фаунистические исследования змей Среднего Поволжья, экологические основы охраны офидиофауны и рационального использования ядовитых видов в регионе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Н. Новгород, 1998. 23 с.
4. *Гаранин В.И.* Герпетология и урбанизация // Наземные и водные экосистемы. 1983. Вып. 6. С. 37-43.
5. *Даревский И.С.* Семейство Ужеобразные змеи (Colubridae) // Жизнь животных. Т. 5. М.: Просвещение, 1985. С. 280-311.
6. *Доровских Г.Н.* Компонентные сообщества паразитов пескаря (*Gobio gobio*) из бассейнов рек Северная Двина и Мезень // Паразитология. 2005. Т. 39, № 3. С. 221-235.

7. Доровских Г.Н., Голикова Е.А. Сезонная динамика структуры компонентных сообществ паразитов гольяна речного *Rhoxinus phoxinus* (L.) // Паразитология. 2004. Т. 38, № 5. С. 413-425.
8. Доровских Г.Н., Степанов В.Г. Зависимость структуры компонентных сообществ паразитов от возраста хозяина // Паразитология. 2008. Т. 42, № 2. С. 101-112.
9. Доровских Г.Н., Степанов В.Г., Голикова Е.А., Вострикова А.В. Компонентные сообщества паразитов гольяна *Rhoxinus phoxinus* (L.) из экологически благополучных и загрязненных водоемов // Паразитология. 2008. Т. 42, № 4. С. 280-290.
10. Евланов И.А., Рубанова М.В. Методологические особенности использования многовидовых ассоциаций гельминтов рыб для оценки состояния водных экосистем // Экологические проблемы крупных рек – 2: Тез. докл. Междунар. конф. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1998. С. 193.
11. Ивашкин В.М., Контримавичус В.Н., Назарова Н.С. Методы сбора и изучения гельминтов наземных млекопитающих. М.: Наука, 1971. 123 с.
12. Кириллов А.А. Фауна гельминтов пресмыкающихся Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2000. № 3. С. 324-329.
13. Кириллов А.А. Сообщества гельминтов обыкновенного ужа в мониторинге биоценозов Самарской области // Региональный экологический мониторинг в целях управления биол. ресурсами. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. С. 47-51.
14. Кириллов А.А., Евланов И.А. Использование паразитов обыкновенного ужа для мониторинга наземных биоценозов // Экологические проблемы крупных рек – 2: Тез. докл. Междунар. конф. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1998. С. 67.
15. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 121 с.
16. Пугачев О.Н. Паразиты пресноводных рыб Северной Азии (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб., 1999. 50 с.
17. Пугачев О.Н. Паразитарные сообщества речного гольяна (*Rhoxinus phoxinus* L.) // Паразитология. 2000. Т. 34, № 3. С. 196-208.
18. Пугачев О.Н. Паразитарные сообщества и нерест рыб // Паразитология. 2002. Т. 36, № 1. С. 3-9.
19. Сидоренко М.В. Методы зооиндикации наземных экосистем // Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Ч. 3. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 1998. С. 79-104.
20. Скрябин К.И. Метод полных гельминтологических вскрытий, включая человека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1928. 45 с.
21. Сонин М.Д., Ройтман В.А., Беэр С.А. Биологические предпосылки паразитарного загрязнения // Вопросы популяционной биологии паразитов. М.: Ин-т паразитол. РАН, 1996. С. 109-114.
22. Сударинов В.Е. Новая среда для просветления препаратов // Вопросы биологии гельминтов и их взаимоотношений с хозяевами. / Тр. ГЕЛАН СССР. 1965. Т. 15. С. 156-157.
23. Шпынов А.В. Сравнительный анализ некоторых биологических параметров и методов их обработки применительно к системе биомониторинга: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калуга, 1998. 30 с.
24. Bush A.O., Holmes J.C. Intestinal helminthes of lesser scaup ducks: patterns of association // Can. J. Zool. 1986. V. 64. P. 132-141.
25. Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M., Shostak A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited // J. Parasitol. 1997. V. 83, № 4. P. 575-583.
26. Esch G.W., Bush A.O., Aho J.M. (ed.) Parasite communities: patterns and processes. L.; N.Y., 1990. 130 p.
27. Esch G.W., Kennedy C.R., Bush A.O., Aho J.M. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization // Parasitology. 1988. V. 96. P. 519-532.
28. Holmes J.C. The structure of helminth communities // In Parasitology – Who Vedit? Proc. of the 6 Intern. Congr. of Parasitology, Brisbane / ed. M.J. Howell. Canberra, 1986. P. 203-208.
29. Hurlbert S.H. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters // Ecology. 1971. V. 52. P. 577-586.
30. Hurlbert S.H. The measurement of niche overlap and some derivatives // Ecology. 1978. V. 59. P. 67-77.

## HELMINTH COMMUNITIES OF GRASS SNAKE *NATRIX NATRIX* L. (REPTILIA: COLUBRIDAE) FROM SOUTH OF MIDDLE VOLGA AREA

© 2011 A.A. Kirillov

Institute of Ecology of the Volga river Basin, Togliatti

In 1996-2001 helminthological dissection of 232 grass snakes in various areas of the Samara region has been made. 20 species of helminthes (15 – trematodes, 1 – cestodes, 1 – acanthocephalans, 3 – nematodes) are registered at a snake. Characteristics of parasite communities the different order are resulted. Laws of formation and functioning of helminth communities of reptile are revealed. The analysis of composition of helminth communities from grass snake in areas of the Samara area with a different degree of anthropogenous influence is made. The original method of integrated estimation of a condition of natural ecosystems based on change of structure of helminthes community of grass snake is offered.

**Keywords:** helminthes, infracommunity, component community, grass snake, Samara region.