

УДК 574.55

ОБ ОДНОМ ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКЦИОННОЙ СПЕЦИФИКИ ВОДОЕМОВ

Е.И.Аксенова
(АзНИИРХ)

В последнее время всеобщее признание получили такие показатели продуктивности экосистемы, как эффективность использования пищи в пределах одного трофического уровня и соотношение продукции различных трофических уровней.

Однако, помимо этих показателей, представляет интерес и такой, который позволил бы оценить, в какой мере продукция низшего трофического уровня гарантирует продукцию следующего трофического уровня, иными словами, каковы условия реализации продукционной потенции изучаемого трофического уровня, сообщества и экосистемы в целом.

Вполне приемлемым, на наш взгляд, в этом отношении может быть термин "обеспеченность пищей", выражающий отношение запаса пищи данного трофического уровня к потребности в ней следующего (более высокого) уровня. Величина, обратная этому показателю, характеризует эффективность использования пищи (или энергии) при переходе от одного трофического уровня к другому.

С необходимостью введения такого показателя мы столкнулись при выяснении трофических связей фито- и зоопланктона, на примере которых и рассматривается расчет обеспеченности гидробионтов пищей. Расчет проводился для водоемов разного типа: Цимлянского водохранилища и русла Нижнего Дона (1960-1967 гг.), выростных водоемов (площадью около 220 га) донских НВХ и прудов (площадью 1-4 га) Багаевской экспериментальной базы (1966-1968 гг.).

При расчете обеспеченности пищей зоопланктона^{х)} его пищевые потребности вычислялись умножением относительного рациона на биомассу потребителей. На основании наших экспериментальных данных (Аксенова и др., 1969) средний суточный рацион зоопланктона Цимлянского водохранилища и Нижнего Дона, где преобладала *Daphnia longispina*, был принят равным 0,70 веса потребителя; для водоемов НВХ и прудов, где преобладала *Daphnia magna*, - 0,54. При вычислении запаса пищи учитывали только количество корма, которое может быть отфильтровано зоопланктоном из единицы объема воды при определенных величинах плотности и скорости фильтрации зоопланктеров. По нашим экспериментальным данным, средняя скорость фильтрации при температуре воды 20-21°C равна 9 мл/экз. в сутки.

Рассмотренный метод расчета обеспеченности пищей может быть выражен общей формулой

$$g = \frac{B_p \cdot N_z \cdot F}{R_z},$$

где g - обеспеченность зоопланктона пищей, безразмерная величина;
 B_p - биомасса фитопланктона, мг/л;
 N_z - численность зоопланктона, экз./л;
 F - скорость фильтрации, л/экз. в сутки;
 R_z - абсолютный рацион популяции зоопланктона, мг/л в сутки.

Приведенная формула может быть использована и при расчетах с привлечением продукционных характеристик. Тогда она будет иметь вид

$$g' = \frac{P_p \cdot N_z \cdot F}{R_z},$$

где g' - обеспеченность пищей по продукции;
 P_p - чистая продукция фитопланктона, мг/л.

Пространственная доступность пищи ($F \cdot N_z$) имеет чрезвычайно важное значение и должна учитываться при подобных расчетах на всех трофических уровнях.

Обеспеченность зоопланктона общим и кормовым фитопланктоном рассчитывалась отдельно.

При выделении кормового фитопланктона были учтены собственные экспериментальные данные о спектре и избирательности питания кладоцер в водоемах Нижнего Дона (Аксенова и др., 1969), а также литературные данные

х) В статье речь идет о "мирном" зоопланктоне, потребляющем водоросли, бактерии и детрит.

о доступности и пищевой ценности водорослей (Гаевская, 1949; Маловицкая, Сорокин, 1961; Мануйлова, 1964; Родина, 1950; Сущеня, 1959, 1975; Эрман, 1962; Ryther, 1954). На основании этих данных в группу кормовых водорослей не включены такие массовые представители нижнедонских сине-зеленых водорослей, как *Microcystis aeruginosa*, различные виды *Anabaena*, нити *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Pseudoanabaena*, *Phormidium* длиной свыше 50 μ , все образующие колонии представители золотистых, диатомовых, вольвоксовых, а также крупные и неудобные для захвата клетки одиночных водорослей из родов *Staurastrum*, *Closterium*, *Ceratium*, *Synedra*, *Pleurosigma*, *Gyrosigma* и *Nitzschia*.

Расчет обеспеченности зоопланктона водорослевой пищей позволил, во-первых, вскрыть характер сбалансированности^{х)} двух трофических уровней на протяжении периода наблюдений в пределах одного водоема, и, во-вторых, установить по этому признаку продукционную специфику водоемов различного и типа.

В табл. I отражены внутригодовые колебания обеспеченности зоопланктона водорослевой пищей в Цимлянском водохранилище и Нижнему Дону на протяжении 1967 г. Как видно из приведенных данных, в этих водоемах запас кормовых водорослей на протяжении большей части вегетационного периода в десятки раз меньше пищевых потребностей зоопланктона и, следовательно, в основном они удовлетворяются за счет детрита, образовавшегося из некормовой части фитопланктона, биомасса которого в несколько раз превосходит пищевые потребности зоопланктона. Однако в период максимального продуцирования фильтраторов (июнь) обеспеченность их фитопланктоном снижается до 0,10-0,15. При отсутствии другого источника автотрофной пищи это отрицательно влияет на репродуктивные способности зоопланктонов и может быть одной из причин наблюдающейся в начале лета депрессии зоопланктона.

х) Под характером сбалансированности мы понимаем как количественную сторону этого состояния, так и качественную, указывающую на специфичность источника пищи, т.е. за счет какой группировки в пределах одного трофического уровня удовлетворяются энергетические потребности консументов.

Т а б л и ц а I

Сезонные колебания пищевых потребностей зоопланктона и обеспеченности его водорослевой пищей в водоемах Нижнего Дона в 1967 г.

Показатели	Цимлянское водохранилище					Русло Дона между г.Аксаем и дельтой				
	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь
Биомасса фитопланктона, мг/л										
общего	0,630	0,813	0,408	1,467	4,149	1,156	2,200	0,321	0,100	2,132
кормового	0,051	0,008	0,230	0,005	0,049	0,068	0,264	0,096	0,016	0,070
Биомасса зоопланктона, мг/л	0,016	0,337	1,694	0,064	0,011	0,041	0,053	0,733	0,097	0,061
Пищевая потребность зоопланктона, мг/л в сутки	0,016	0,242	1,516	0,077	0,013	0,049	0,061	0,313	0,033	0,063
Доступный для фильтрации объем воды, л в сутки	0,12	1,00	0,52	0,68	0,42	0,18	0,88	0,16	0,24	0,22
Обеспеченность зоопланктона фитопланктоном										
общим	4,66	3,35	0,14	12,99	13,30	8,02	16,53	0,16	0,77	7,40
кормовым	0,38	0,03	0,08	0,04	1,50	0,25	3,81	0,05	0,12	0,23

Анализ средних за вегетационный сезон величин обеспеченности пищей зоопланктона в водоемах Нижнего Дона (табл. 2) позволил установить, что в Цимлянском водохранилище и Нижнем Дону, где основным энергетическим источником для гетеротрофных организмов служит фитопланктон, общий запас пищи превосходит потребности в ней зоопланктона в 17 раз, тогда как запас кормовых водорослей часто оказывается ниже потребностей в них зоопланктеров. Несомненно, значительная, если не основная, часть пищевых потребностей зоопланктеров-фильтраторов в Цимлянском водохранилище и Нижнем Дону удовлетворяется за счет детрита.

В прудах Багаевской экспериментальной базы, где, как и в русле Нижнего Дона, основным создателем первичной продукции является фитопланктон, обеспеченность зоопланктона водорослевой пищей колебалась от 20 до 40. Однако в отличие от Нижнего Дона, где основная часть фитопланктона состоит из колоний диатомовых и сине-зеленых водорослей, в исследованных прудах, где преобладают протококковые, обеспеченность зоопланктеров кормовым фитопланктоном оказалась столь же высокой, как и его общим количеством.

Иная картина наблюдается в нерестово-выростных водоемах донских НВЖ, где основную часть первичной продукции (95-99%) образуют макрофиты. В этих водоемах обеспеченность зоопланктона общим фитопланктоном колеблется от 0,003 до 0,03, а кормовым - не превышает 0,01. По-видимому, в водоемах подобного типа основная часть пищевых потребностей зоопланктона покрывается за счет детрита макрофитного происхождения.

Сравнительная стабильность величин обеспеченности зоопланктона водорослевой пищей в пределах одного водоема при различиях этого показателя, характерных для водоемов разного типа, свидетельствует о надежности и репрезентативности используемого метода расчета.

Таблица 2

Обеспеченность зоопланктона водорослевой пищей в водоемах Нижнего Дона

Показатели	Цимлянское водохранилище			Выростные водоемы донских НВХ				
				Северный			Южный	
	1964 г.	1965 г.	1967 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.	1967 г.	1968 г.
Биомасса фитопланктона, г/м ³								
общего	1,605	1,687	1,765	0,146	0,257	0,155	0,138	0,191
доступного	0,726	0,402	0,768	0,024	0,125	0,263	0,080	0,104
кормового	0,024	0,003	0,031	0,020	0,033	0,058	0,020	0,026
Биомасса зоопланктона ^х), г/м ³	0,194	0,066	0,354	5,858	4,631	4,157	7,297	3,689
Пищевая потребность зоопланктона, г/м ³	0,095	0,054	0,373	4,110	3,240	2,920	3,240	2,590
Обеспеченность зоопланктона фитопланктоном								
общим	7,80	7,50	2,06	0,01	0,08	0,09	0,02	0,04
кормовым	0,26	0,05	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Показатели	Русло Дона						Пруды Багаевской экспериментальной базы	
	Между Цимлянской плотиной и Северным Донцом			между г.Аксаем и дельтой				
	1964 г.	1965 г.	1967 г.	1964 г.	1965 г.	1967 г.	1967 г.	1967 г.
Биомасса фитопланктона, г/м ³								
общего	1,333	1,296	1,081	1,221	1,040	0,997	3,100	0,830
доступного	0,141	0,298	0,646	0,288	0,076	0,391	2,620	0,176
кормового	0,020	0,020	0,093	0,195	0,010	0,054	1,490	0,101
Биомасса зоопланктона ^{х)} , г/м ³	0,233	0,112	0,080	0,017	0,017	0,123	0,053	0,090
Пищевая потребность зоопланктона, г/м ³	0,140	0,069	0,095	0,017	0,018	0,105	0,064	0,080
Обеспеченность зоопланктона фитопланктоном								
общим	1,01	4,28	6,82	16,78	4,12	3,74	40,94	2,20
кормовым	0,02	0,29	0,97	1,78	0,52	0,51	23,28	1,26

х) По определениям М.С.Шейнин, О.Е.Тевяшовой, Э.К.Луценко.

В ы в о д ы

1. Одним из показателей продукционной специфики водоемов является обеспеченность гидробионтов пищей, т.е. отношение запаса доступной пищи низшего трофического уровня к потребности в ней следующего (более высокого) уровня. Этот показатель позволяет, во-первых, вскрыть характер сбалансированности двух трофических уровней и, во-вторых, установить по этому признаку продукционную специфику водоемов различного типа.

2. Исследованные водоемы Нижнего Дона можно разделить на три категории: 1) водоемы, где обеспеченность зоопланктона водорослевой пищей в 20-40 раз превосходит потребности в ней и удовлетворяется почти целиком за счет мелких кормовых форм (пруды Багаевской экспериментальной базы); 2) водоемы, где основная часть пищевых потребностей зоопланктона удовлетворяется за счет детрита из некормовых водорослей, общий запас которых значительно превосходит потребности в них (Цимлянское водохранилище, русло и дельта Нижнего Дона); 3) водоемы, в которых пищевые потребности зоопланктона обеспечиваются в основном за счет детрита из высшей водной растительности, тогда как водорослями удовлетворяется всего около 1% рациона потребителей (выростные пруды донских НВХ).

Л и т е р а т у р а

- А к с е н о в а Е.И., Б о г у ч а р с к о в а Г.И., З о з у л и н а М.И. Роль фито- и микропланктона в питании доминирующих *Cladocera* Нижнего Дона. - "Гидробиологический журнал", 1969, т.У, № 5, с.41-48.
- Г а е в с к а я Н.С. О пищевой элективности у животных-фильтраторов. - "Труды ВГБО", 1949, т.1, с.407-417.
- М а л о в и ц к а я Л.М., С о р о к и н Ю.И. Экспериментальные исследования питания диаптомид (*Crustacea*, *Soropoda*) с помощью C^{14} . - "Труды Института биологии водохранилища", 1961, вып.4 (7), с.262-272.
- М а н у й л о в а Е.Ф. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР. М., "Наука", 1964, 317 с.
- Р о д и н а А.Г. Экспериментальные исследования питания дафний. - "Труды ВГБО", 1950, т.П, с.169-193.

- Сушеня Л.М. Исследование пищевой избирательности у планктонных ракообразных. - "Научные доклады высшей школы. Биологические науки", 1959, № 4, с.21-25.
- Сушеня Л.М. Количественные закономерности питания ракообразных. Минск, "Наука и техника", 1975, с.53-62.
- Эрмак Л.А. Об использовании трофических ресурсов водоемов планктонными коловратками. - "Бюллетень МОИП, отдел биологии", 1962, т. LXVII, вып.4, с.32-47.
- Ryther J.H. Inhibitory effects of phytoplankton upon the feeding of *Daphnia magna* with reference to growth reproduction and survival. Ecology, 1954, v.35, № 4, 522.

To one of the characteristics of production specificity in water bodies

E.I.Aksenova

S u m m a r y

One of the characteristics of production specificity of water bodies is availability of food for hydrobionts, that is the ratio between the resource of accessible food to a lower trophic level and food requirements on a subsequent higher level. The ratio helps to reveal the character of balance existing between two trophic levels and production specificity of water bodies.

The water bodies situated in the downstream part of the Don River may be split into three groups: first, water bodies where the yield of algal food for zooplankton is 20-40 times higher than required (Bogaevsk experimental ponds); second, water bodies where most food requirements are satisfied on account of detritus of non-food algae, the total yield of which exceeds the requirements of zooplankton (main stream and delta of the Don River, Tsimlansk Reservoir); third, water bodies where food requirements are mainly satisfied on account of detritus of macrophytes whereas algae constitutes only 1% of the ration of consumers (rearing ponds of Don fish-cultural farms).