

Таблица 20

Поток энергии через популяцию грибов *R. fungosa* в водосборе-окладителе
в разные сезоны года

Сезон	Численность зоопланкна/ m^2	Численность зоофага/ m^2	Биомасса масса стада оброс-та/экз/м ²	Биомасса масса/экз/м ²	Интенсивность потока/м ² .сут			$\frac{P_S}{A}$	$\frac{P_S}{A}$	$\frac{T}{A}$	$\frac{C}{сурт}$	$\frac{A}{B}$ %			
					P_S	Р	Г								
весна	$2,7 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^7$	400	317	0,39	80,0	1,5	33,4	115	0,70	70	1,3	29	0,20	16
лето	$2,9 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^7$	430	657	0,39	133,3	99,0	74,4	306	0,64	44	32	24	0,31	28
осень	$1,4 \cdot 10^6$	$6,0 \cdot 10^7$	206	1360	0,58	41,5	30,0	17,3	619	0,70	7	90	3	0,20	40
зима	$6,09 \cdot 10^6$	$6,6 \cdot 10^7$	13	14950	0,42	0,6	0,5				99	0,03	0,045		

зона резко возрастает генеративная продукция мшанки. Основная составляющая в потоке энергии через популяцию мшанки в водоеме-охладителе в весенне-летний сезон приходится на соматическую, в осенне-зимний – на генеративную продукцию, причем последней принадлежит определяющая роль. Затраты энергии на метаболизм составляют от 0,03% в зимний и до 24–29% ассимилированной энергии в весенне-летний сезон. Величина коэффициента чистой эффективности соматического приближается к максимальным величинам, известным для пойкилотермных животных (Запка, 1966).

K_2 с учетом генеративного роста мы не рассчитывали, так как в осенних и зимних колониях происходит накопление статобластов, образованных уже давно отмершими зоонидами. Мы получили бы слишком завышенную величину K_2 с учетом генеративных продуктов.

Таким образом, приспособление мшанки к обитанию в условиях повышенной тепловой нагрузки в водоеме-охладителе удлинило ее вегетационный цикл до 10 месяцев по сравнению с известными данными для водоемов умеренной зоны и отразилось на populационных показателях в виде широкой пластичности соматического роста и преобладания генеративной продукции.

5.3. Сравнительная оценка трансформации энергии популяциями мшанки, остракоды и моллюска в летний период

В биоценозе сбросных каналов системы водоема-охладителя Верезовской ГРЭС наряду с мшанкой *P.fungosa* широко представлена популяции остракоды *Stenocypris major Baird*, составляющей биоту мшанки, и популяция моллюска *Physella integra*. Указанные организмы потребляют органическое вещество, образованное

сине-зелеными водорослями.

В связи с особой актуальностью в настоящее время выявления роли всех потребителей, способствующих переводению органического вещества сине-зеленых водорослей в дестритные пищевые цепи, была предпринята попытка количественной оценки трансформации органического вещества сестона водоема-окладителя в цепи сине-зеленые - седиментаторы - микрофаги (Нагорская, Михаевич, Ковалевская, 1990).

Потоки энергии через популяции рассчитаны на основании максимальных структурно-функциональных характеристик животных, наблюдавшихся в середине лета при температуре 30° (таблица 21).

Таблица 21

Структурно-функциональные показатели исследованных популяций при 30°

Вид	$\text{ш.экс}/\text{м}^2$	$\text{B}, \text{г}/\text{м}^2$	$\text{C, кал}/\text{мг}$ сух. в-ва	A/B сут^{-1}
Plumatella fungosa	$3,25 \cdot 10^6$	$5,4 \cdot 10^3$	3,5*	0,38
Stenocypris major	$7 \cdot 10^4$	5,8	2,7	0,27
Physella integra	$5 \cdot 10^3$	7,4	1,3	0,23

В результате подогрева и высокого уровня биогенных веществ скорость продукции органического вещества в системе водоема-окладителя высока, содержание хлорофилла и концентрация сестона соответствуют таковым в высокозерофильных водоемах. В летний период для каждого из двух сбросных каналов характерен водоток $1,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{сут}$. При среднем значении ширины и глубины канала соот-

Удельная энергоемкость живых зоопланктонов, составляющих 15% от сырой биомассы колонии мшанки

всего 30 и 2 м² через 1 м² его сечения проходит $2,16 \cdot 10^4$ м³/сут. Родный поток содержит 35 мг/д сухого вещества внеси, что эквивалентно 155 ккал/м³. Таким образом, суммарная биомасса сестона (R_{Σ}), проходящего через единицу сечения канала, равна $3,35 \cdot 10^6$ ккал/м² сут. Исходя из величин валовой продукции и деструкции, чистая продукция фитопланктона, создаваемая в единице объема, проходящей через м² сечения канала, составляет 22,1 ккал/м³ сут. (рис. 45).

Скорость образования мшанкой фекальных пеллет при сухой биомассе зоондов 130 г/м², температуре 30° и указанном содержании сестона составила 360,6 г сухого вещества или 1639,2 ккал/м² сут. Это означает, что мшанки, находящиеся на 1 м² субстрата, осаждают вещество, эквивалентное первичной продукции фитопланктона, образованной в объеме 74 м³ "котла" теплого канала.

Сопоставление потоков энергии через популяцию мшанки, остракоды и физеллы показало наиболее высокие величины абсолютного значения (A) и интенсивности ассимиляции (A/B) у мшанки (рис. 45), (таблица 21). При этом никакой оказалась величина усвоемости, рассчитанная по экологическому рациону ($U^{-1} = A/C = 6,2\%$), а также коэффициент экологической эффективности ($K_1 = 1,6\%$). Такие крайне редко встречающие величины усвоемости позволяют предположить, что при высокой температуре мшанки с большей скоростью пропускают весь через пищеварительную систему и выбрасывают оформленные пеллеты без достаточной степени утилизации пищи.

Поток энергии через популяции микрофагов остракоды и физеллы составляет 7,3% от чистой продукции фитопланктона, что предполагает собой также очень высокую долю использования энергии, производимой автотрофами. При условии, что рацион микрофагов будет целиком состоять из осажденных мшанкой пеллет и при 60%-ном

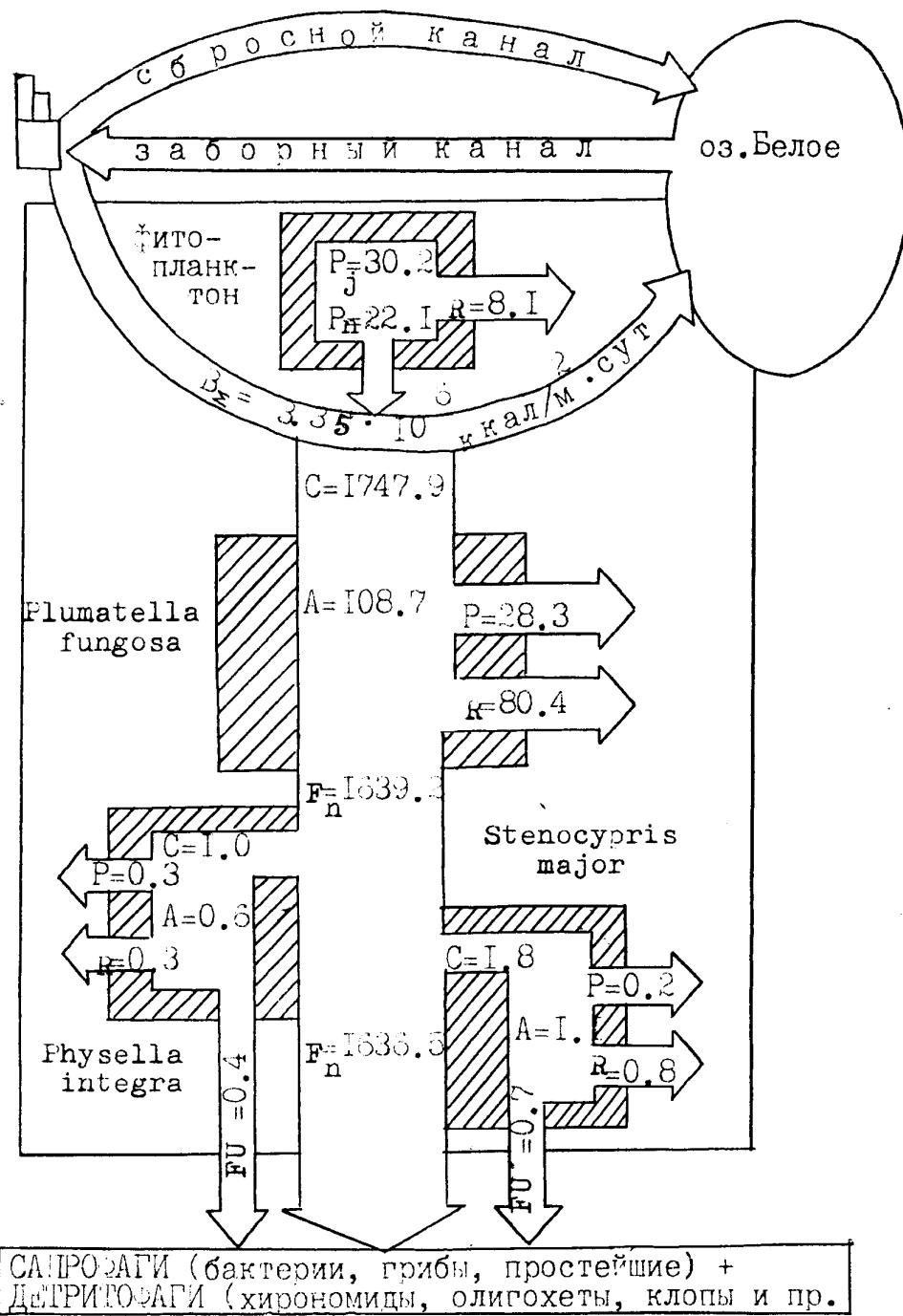


Рис.45. Диаграмма трансформации органического вещества в блоке: сине-зеленые водоросли (ккал/м³ сут)-мшанки-моллюски-остракоды (ккал/м³ сут)

З_Σ- суммарное количество энергии сестона, проходящего в канале, Р_j- валовая продукция фитопланктона, Р- чистая продукция фитопланктона, Р_n=Р_s+Р_g- суммарная продукция (Р_s- соматическая, Р_g- генеративная), Т- траты энергии на дыхание, А^g- ассимилированная энергия, С - рацион; F_n- фекальные пеллеты, F_U- неусвоенная пища

их усвоении очевидно, что они способны потреблять всего 0,1-0,2% энергии органического вещества пеллет, образованных мшанкой. Учитывая, что пищевой спектр микрофагов более широк, можно утверждать, что практически все энергоемкое вещество извеси, осажденное мшанкой из водного потока, поступает в рационы сапро- и детритофагов. Таким образом, популяция мшанки в рассмотренном блоке играет наиболее существенную роль, поставляя в донные биоценозы вещество сестона для его перевода в детритные цели.

5.4. Оценка седиментационной активности популяции мшанки в разные сезоны

Количественная оценка седиментационной активности популяции мшанки в разные сезоны года была выполнена с использованием установленной зависимости скорости дефекации зоондами взвешенного органического вещества из водоема-складителя при разных температурах. Наибольшая скорость седиментации характерна для мшанки в летне-осенний сезон при температуре около 30°, когда наиболее высока численность зоондов. Продукция фекалий (F), образованная популяцией мшанки за вегетационный сезон, составляет весной 92520, летом 140850, осенью 48276, зимой 2016 ккал/м² (таблица 22).

Как видно, мшанки наряду с другими животными являются природными биофильтрами, очищающими воду от находящихся в ней во взвешенном состоянии веществ. В частности, двусторчатый моллюск Арейссена в оз. Николаевском за сезон осаждает из фильтруемой им воды 160 т сухого вещества сестона (Stanczykowska и др., 1976, цит. по Алимову, 1981). В Штеттинском заливе дрейссена ежемесячно отлагает на дно в виде фекальных и псевдофекальных масс до

Таблица 22

Среднесезонные показатели седиментационной
активности макрофитов

Сезон	Средне-сезонная численность зоонидов	Биомасса зоонидов	Р. фекалий	Р. фекалий	Р. фекалий
	шт./м ²	кг/м ²	кг/м ²	кг/м ²	кг/м ² .сезон
весна	22	$2,7 \cdot 10^6$	0,11	400	0,23
лето	30	$2,9 \cdot 10^6$	0,12	430	0,35
осень	22	$1,4 \cdot 10^6$	0,06	203	0,12
зима	13	$0,69 \cdot 10^6$	0,04	13	0,005
					0,45
					22,4
					2016
					32520

до 51 г сырого веса органического вещества. Образование в Учинском водокранилище широкого пояса моллюсков-фильтратов увеличило более чем в 3 раза скорость осаждения взвеси в зоне обитания дрейссен, в результате чего уменьшилась сутность воды и улучшились ее питьевые качества (Львова, 1977, цит. по Алимову, 1981).

5.5. Практическое использование мшанок

5.5.1. Мшанки как обрастатели и индикаторы чистой воды

Незначительная роль, отводимая ранее мшанкам в различных водоемах, объяснима не только с позиций раннего развития биоэкологии, но и реально определялась фактическими данными по их малой численности и биомассе. Усиление антропогенного влияния на водоемы увеличило тепловой пресс, в результате чего численность и биомасса, а следовательно и роль мшанок в водоемах значительно возросли. Большая биомасса мшанок в теплых водах определяет как их положительную, так и отрицательную роль. Знание биологии и экологии мшанок в новых условиях существования является необходимой предпосылкой формирования экосистем теплых вод.

Зная исключительно быструю скорость роста колоний мшанки в оптимальных условиях, благодаря чему она достигает значительной биомассы, учитывая способность мшанки к седиментационной активности и зная различную устойчивость филактофем к органическим загрязнителям, можно использовать мшанку либо в качестве мощного биологического фильтра в водоеме, либо в качестве индикатора чистоты воды.

Данных по численности и биомассе мшанок немного. В зависимости от разных экологических условий количество бризой в водоемах

мак может быть различным.

В водоемах умеренной зоны и морях биомасса мшанок на естественных субстратах невелика. По данным Raddum, Johnsen (1983) в норвежском озере биомасса *F. sultana* с мая по сентябрь варьировала с 20 до 120 кг сухого вещества/ m^2 . Средняя биомасса морских мшанок составляет 10–60 г/ m^2 (Денисенко, 1986). Биомасса *Cellepozella zavjalovensis* в Приморье около 300 г/ m^2 (Кубанин, 1986). и др. (1984) нашли в водоеме штата Огайо (США) на глубине до 0,5 м большую колонию *Pect.magnifica* площадью 0,22 m^2 , которая весила 10,83 кг. Биомасса *P.fungosa/P.repeus* по данным Horts (1985) на участке реки Рейн (ФРГ) протяженностью 20 км в сентябре 1980 г. составила 133 т, годовая биомасса 112,000 т при средней биомассе 64 г/ m^2 сухого вещества.

Биомасса морских мшанок на искусственных субстратах аналогично филактолемам в теплых водах достигает значительных величин. *Alcyonium aff. polyoum* на причальных стенах в Амуринском заливе (Берингово море) дает биомассу в сотни г/ m^2 , на якорной цепи навигационного ограждения – килограммы на m^2 (Кубанин, 1986). На бетонных стенах водозаборной насосной станции металлургического комбината на Азовском море корковая морская мшанка *C.seurati* за 2 года создала оброст высотой до 60 см массой 20 кг/ m^2 (Партлы, 1990). В слабопроточных участках портов Риги, Николаева на судах, плавдоках, в теплой части Иваньковского водохранилища находили крупные толстые подушки колоний плютателлид диаметром до 120 и высотой до 4 см (Лебедев, 1986).

В теплых водах мшанки достигают большой биомассы. Сырая масса *P.fungosa* в пруду достигает 1,6 кг/ m^2 , сухая – 0,128 кг/ m^2 (Job, 1976). По данным Лебедевой, Криценко (1986) максимальная

биомасса *P.fungosa/P.repeus* в сентябре в водоемах Подмосковья из системы канала "Волга-Москва" составила 1,9 кг/м². В Каневском водохранилище в районе сброса Трипольской ГРЭС биомасса *P.emarginata* достигала 1 кг/м² (Харченко, Протасов, 1981). На водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС биомасса мшанки того же вида превысила 1 кг/м², численность 0,5 млн экз/м². Максимальная биомасса до 7,5 кг/м² этого вида мшанки отмечена на расстоянии 1-1,3 м от внешней поверхности каменной наброски дамбы, расположенной в устье сбросного канала ЧАЭС (Протасов, Афанасьев, 1986). В сообщества перифитона водоемов-охладителей Криворожской и Змиевской ГРЭС биомасса *P.emarginata* в зоне наибольшего подогрева составляла 0,125-1,14 кг/м² (Синицына, Нестеренко, 1990). В камерах маслодробильных установок Криворожской ГРЭС биомасса мшанки изменялась от 7 кг/м² в промежуточной и до 18 кг/м² в теплой камере с толщиной оброста 5-7 см (Афанасьев, 1990). Это самые высокие значения биомассы мшанок, превышающие все известные по литературе данные для пресноводных мшанок.

Отрицательной стороной деятельности мшанок является создание значительных помех судоходству и водоснабжению.

Обrostы, среди которых доминируют мшанки, могут снижать скорость кораблей до 50%.

На гидротехнических сооружениях чаще других встречаются *P.repeus* (Kalaczkowska, 1936, Lacourt, 1968). Большие колонии *P.emarginata* засоряли решетки на гидротехнических сооружениях в водоеме США (Pennak, 1953). Harmer (1913) сообщал, что пресноводные мшанки были большой экономической проблемой в водопроводных каналах Гамбурга, Парижа и Роттердама, препятствуя подаче воды. В Польше на реке Нилица Koporacka, Szymalkowska

(1980) проводили изучение бриофауны в целях прогноза развития обрастаний на гидротехнических сооружениях, строительство которых предполагалось на реке. В ЕССР в Чижовском водохранилище на оголовках водозаборных решеток в 1984 г. биомасса достигала нескольких кг/м², что в значительной степени уменьшило подачу воды на ТЭЦ (Хмелева, Кухин, 1986). Бриообрастания не только затрудняют эксплуатацию, но в отдельных случаях может создаться аварийное положение. По данным Шиманского (1968) мшанки и дрейссена образуют на омыаемых водой поверхностях обрастания толщиной 5 см, которые, отрываясь, загрязняют конденсаторы и водоочистные устройства.

Течение воды может быть значительно понижено в каналах, шлюзах, очистителях из-за закупоривания мшанкой. Мощность песочных фильтров снижается из-за закупоривания трубок. Krapelin (1885) сообщал о нарушениях работы водопровода *F.sultana* и пресноводным гидроидом *Cordylophora*. Нутман (1959) сообщал о том, что эктопроекты расстроили водозаборную систему Роттердама. Ganapati (1940) констатировал, что бриозой наносят вред в индийских водных хозяйствах. В Бхопале были нарушения в водозаборе из-за забивания мшанками. Мшанки растут в трубах, цементных емкостях для хранения воды. Слой 0,63 см перекрывает трубу 60,9 см на 4%, слой 15,25 см - на 15%. Наслоения бывают и толще. Из главной водопроводной системы в г. Манчестере было удалено 700 тонн мшанки по данным Harmer (1913).

Для борьбы с обрастаниями мшанок чаще всего применяют физические (механическое скребание или ультразвуковое удаление) и химические методы (Хлорирование 5 мг/л; нанесение лакокрасочных покрытий, содержащих химические элементы).

Зная экологию мшанок, в частности, способность различных видов неодинаково переносить загрязнение водоемов, возможно использование бриозой в качестве биоиндикаторов чистоты воды.

Известно, что пломателлиды и фредеришеллиды наименее приспособлены к чистоте воды, насыщенной кислородом и обитают в широких температурных пределах. Кристателлиды предпочитают холодную воду, богатую кислородом. Экологичность пломателлид и фредеришеллид предполагает и большую их толерантность к органическим загрязнителям по сравнению со стенобионтными кристателлидами.

(1955) рассматривал пломателлид более толерантными к органическим загрязнителям. В частности *Pect.magnifica* терпима только к низшим уровням загрязнителей в отличие от *P.fruticosa* (Mason и др., 1971; Richardson, 1928, цит. по Cooper, Burris, 1984).

В дельте реки Миссисипи наиболее чувствительна к высокому содержанию взвешенных веществ *Pect.magnifica*, наименее *P.fruticosa* (Cooper, Burris, 1984). Не выносят цветения воды синевидными водорослями *P.fruticosa*, *P.repeusi* *C.mucedo*. Наиболее вынослива к небольшому органическому и нефтяному загрязнению *F.sultana* (Лебедева, Кривенко, 1986). Bushnell (1974) сообщал, что *P.casmiana* чувствительна к хлороганическим инсектицидам, токсифику и диэлдрину. Обильное развитие *P.fungosa* отмечено в альфа- и бетамезосапробных зонах (Брайко, 1983). Job (1976) отмечал, что пломателлиды отсутствовали в полисапробной зоне.

В индийском озере в Бхопале *P.emarginata* терпима к загрязнению (Shrivastava, Rao, 1985). Rao, Bushnell (1974) нашли этот вид мшанки в оз. Джакирия под Калькуттой, где было много сточных вод. Находили ее также в 100 м от места стока химическо-

го завода в реке Каламазоо штат Мичиган. Ответом на загрязнение была необычайная толщина хитиноидных зоэций. Статобласти *P.casmiana*, содержащиеся в очистных прудах, погибли через 7 суток (Bushnell, 1974). При содержании флотобластов того же вида в течение 30 суток способность их к прорастанию в чистой воде уменьшилась на 50%, длительность прорастания замедлилась. Возможно, причина приспособленности некоторых видов к существованию в загрязненных условиях в том, что статобласти мшанок выдерживают уровни загрязнения в несколько раз превышающие таковые для зооидов, рыб и других водных животных.

Bushnell, Rao (1974) изучали влияние растворов тяжелых металлов в различных концентрациях (по металлу) на флотобласти и зооиды *P.casmiana*. Флотобласти содержали 20–30 суток в растворах, затем помещали их в прудовую воду, в которой ставили и контроль.

Как видно из таблицы 23, медь, ртуть и кадмий значительно ингибируют прорастание флотобластов. Мышьяк, молибден, напротив, резко стимулируют прорастание. Токсичность кальция для зооидов в 90 раз превышает таковую для флотобластов, ртути – в 25 раз, меди – в 20, арсенита натрия – в 10 раз. Продолжительность жизни зооидов при концентрации пестицида токсофена 0,0005 мг/л значительно сокращалась, а при 5 мг/л они погибли. Данные Oda (1979) также свидетельствуют о широких приспособительных возможностях статобластов *Pect.magnifica*. Такие органические загрязнители, как этиловый и метиловый эфир и спирт, флуорформ, ксиол, толуол, задерживали на определенное время прорастание статобластов этого вида. Бензин вообще не влиял на их прорастание.

Таким образом, существование мшанок в загрязненных водах

Таблица 23

Влияние растворов тяжелых металлов на прорастание флотобластов *P.casmiana* и начальный летальный уровень зооидов (по Buchnell , Rao , 1974)

Концентрация раствора, мг/л	Прорастание флотобластов в % к контролю	Начальный летальный зооид зооид, мг/л	Длительность содержания, суток
р-р сульфата меди			
1,0	90		
5,0	20	0,5	20
10,0	10		
р-р хлорида ртути			
2,0	80	0,2-0,4	20
5,0	2		
р-р сульфата кадмия			
14,0	8	0,5-1,0	28
45,0	0		
р-р арсенита нитрия			
10,0	10		
20,0	30	1,0	28
45,0	80		
р-р молибдена натрия			
10,0	125		
100,0	130		26
300,0	200		
Органохлоридный пестицид токсифен			
5,0	100	5,0	30

можно объяснить высокой адаптивной способностью стадобластов. Тест на присутствие радиотолем возможен в качестве индикации чистоты воды при условии детального изучения степени отклика зоондов различных видов мшанок на загрязнение водоемов.

3.5.2. Проблема искусственных рифов

В последние годы практикуется создание искусственных рифов с целью повышения кормопродуктивности морских участков. Уже в начале 30-х годов на берегах Средиземноморья итальянцы сооружали искусственные рифы (Bombace, 1936; Relini, Noretti, 1936; Relini, Periano и др., 1936; Riggio, Badalamenti, 1936).

По данным Relini, Peirano и др. (1966) риф объемом 16200 м³, сооруженный в 1930-35 гг. в заливе Маркони из затопленных шеланд, ворот старого дока и бетонных кубов, значительно расширял видовое разнообразие бентоса и, следовательно, увеличил вылов рыбы в этом месте.

Riggio и Badalamenti (1936) в результате обследования стандартных площадок на искусственном рифе сделали вывод, что он продуктивен не менее естественного. Количество видов-колонизаторов через 3 года достигло 100% с доминированием полихет, гастрапод и мшанок. Существующие на первых стадиях колонизации рифа губки, ракообразные и двустворчатые моллюски появились на последних.

В условиях прогрессирующего эутрофирования внутренних водоемов весьма перспективно создание мшаночных искусственных рифов с целью направленного формирования экосистем. Используя тот факт, что мшанки симметрично с многочисленными сопутствующими организмами

образуют консорцию со сложными связями, основными целями создания рифа должны стать – образование нового биотопа и привлечение различных бентосных организмов в качестве дополнительного корма для рыбы, создание мощного биологического фильтра для изъятия взвеси из толщи воды и ее очищение.

Brooks (1920) отметил, что большие колонии *Pect. magnifica* были местом размножения простейших, улиток, плоских червей и ракообразных. Представители 9 типов были найдены Buchnell, Rao (1973) в биоте мшанки *P. casmiana* в Колорадо на 1 см² субстрата. Биота *P. emarginata* в Гватемале могла иметь от 10 до 50 видов организмов, исключая простейших. В норвежском озере Кристианборгвик биоту *P. fungosa* составили гидры, плоские и круглые черви, пиявки, личинки комара, ручейников, водяные клещи (Raddum, 1970). На водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС при максимуме биомассы *P. emarginata* число видов беспозвоночных без простейших достигло 39 (Протасов, Афанасьев, 1986). Причем, наиболее многочисленны были олигохеты, максимальную численность которых (2-3 млн экз./м²) Афанасьев, Протасов и Слепнев (1987) наблюдали в месте сброса теплой воды при температуре 34°, при 24-26° - 23-25 тыс.экз./м². В Каневском водокранилище в районе сброса подогретых вод Трипольской ГРЭС число видов в биоте мшаночной консорции достигло 23-25 (Харченко, Протасов, 1981). Биоту мшанки *P. fungosa* в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС составляют простейшие, инфузории, гидры, олигохеты, нематоды, личинки хирономил, ручейников, остракоды.

Мшанка как вид – детерминант выступает в качестве эдификатора сообщества, модифицируя среду обитания биоты. Ее обитатели связаны друг с другом сложными связями, среди которых основными

являются топические, фабрические и трофические (Харченко, Протасов, 1982). Топические связи заключаются в том, что многие животные используют заросли мшанки в качестве биоты для поселения и убежища от врагов. Так, в водоеме-охладителе Трипольской ГРЭС трубочки мшанки используют для поселения *Urnatella gracilis*, дрейссена, гидра, полипы, *Craspedacusta sowerbii*, личинки хирономид, ручейников, амфибоды, олигохеты, нематоды. В водоеме-охладителе Березовской ГРЭС в зарослях поселяются и укрываются характерные для ее биоты в данном водоеме перечисленные выше животные, а также молодь рыб, личинки и взрослые креветки. (1925) сообщила, что мшанки имеют большое значение как защитный уголок и источник питания для личинок хирономид, которые являются важнейшей пищей для рыб.

Фабрические связи заключаются в том, что виды мшаночной биоты используют трубочки отмерших зооидов в качестве домиков. Личинки ручейников могут устроить себе домики из статобластов.

Трофические связи в консорции мшанки заключаются в том, что составляющие ее биоту виды – детритофаги утилизируют детрит, накопившийся в колонии в результате седиментационной активности мшанки, или питаются зооидами и статобластами мшанки. Для некоторых животных характерно улучшение своих пищевых условий вблизи лиофора. Buéhnell, Rao (1979) показали, что сидячие коловратки *Peritricha* прокреплялись в зоне 2 мм от отверстия зооида. 15–30 экз. *Vorticella* окружали лиофор и питались в микротечениях, которые создают реснички щупалец. Причем образовывали пищевые вакуоли в этой зоне в 2–3 раза чаще.

Многие виды мшаночной биоты, являясь детритофагами, питаются в то же время зооидами мшанки. Marcus (1926) сообщала, что клещ

Hydrozetes lacustris питался зоондами и статобластами *C. mucedo*. Buchnell, Rao (1979) также наблюдали, что клещи этого рода доминировали в сообществах *P. gepeus* и *P. casmiana* в Колорадо. Они питались внутренней цистидной тканью зоондов и откладывали туда яйца во избежание хищников. Зоонды мшанок поедают плоские и ресничные черви, наутиды, улитки, личинки насекомых. Личинки хирономид едят кроме того калточную массу статобластов (Marcus, 1925, 1926; Buchnell, 1966). Wiebach (1953) сообщал, что иногда мшанки поражают относящиеся к сосущим червям паразиты *Buddenbrachia plumatellidae* и *Nosema bryozoidas*, ведущие к гибели колонии.

Креветки *Macrobrachium rosenbergii* при отсутствии коммерческой пищи питались мшанкой *P. gepeus*, в массе развивающейся в пруду гавайской фермы в течение всего года при температуре 21-31° (Bailey, Hayward, 1964). Авторы предлагают использовать мшанку в коммерческих целях в качестве креветочного корма. По питанию мшанкой рыб данных нет, но этого можно ожидать, учитывая тот факт, что она является кормом для многих видов беспозвоночных.

Таким образом в связи с тем, что колонии мшанки являются мощным биологическим фильтром и создают консорциум совместно с многочисленными сопутствующими организмами со сложными взаимозависимыми связями, представляется перспективным использование мшаночных искусственных рифов в благоприятных местах для массового размножения биоты мшанки, в частности, в водоемах-охладителях ГРЭС и АДС. Искусственные рифы позволяют увеличить площадь биологического фильтра для изъятия язвеси из толщи воды и очищения водоема, создадут новый биотоп для поседения различных коммерческих бентосных организмов, поднимут численность и биомассу бентоса,

чем создадут дополнительную кормовую базу для рыб.

Р е з и м е

Оценка потока энергии, проходящего через популяцию мшанки *P. fungosa* в водоеме-охладителе, выявила изменение значимости различных составляющих в течение вегетационного сезона. Показано, что весной и летом для мшанки характерна стратегия соматического роста, которая сменяется поздним летом на генеративную и продолжается до глубокой осени с преобладанием последней в общем потоке энергии за счет накопления статобластов в обростах.

Затраты на метаболизм популяции мшанки в течение вегетационного сезона невелики и составляют от 0,03% в зимний до 24–29% ассимилированной энергии в весенне-летний сезон. Величина коэффициента чистой эффективности соматического роста (K_2) приближается к максимальным величинам, известным ^{для} пойкилотермных животных. Величина удельной продукции (C_W^*) изменяется от 0,045 до 0,31 сут.⁻¹ и находится в пределах известных максимальных значений для колоний гидры, аспидий, сифонофор, гребневиков и медуз.

Показано, что усвоемость пищи мшанок, рассчитанная по экологическому рациону, составляет лишь 6,2%, а коэффициент экологической эффективности $K_1 = 1,6\%$. В цепи седиментаторы мшанки – микрофаги остракоды и физелла последние способны потребить всего 0,1–0,2% энергии органического вещества фекальных пеллет, образованных мшанкой.

Продукция фекалий (F) преобладает над суммарной продукцией популяции мшанки. Основная роль мшанки в водоеме-охладителе заключается в осаждении органического вещества сестона для его перевода в детритные цепи. Наиболее ощутима роль мшанки как био-

иологического фильтра водоема-охладителя в летний период.

В связи с возросшей биомассой мшанок в теплых водах предложен нетрадиционный метод использования - в качестве индикаторов чистоты воды и биофильтров водоемов.

Показано, что распространение мшанок в загрязненных водоемах в значительной степени обусловлено широкой адаптивной способностью статобластов. Тест на присутствие филактолем возможен в качестве индикации чистоты воды.

Полагаем весьма перспективным использование способности мшанки образовывать специфическую биоту путем создания искусственных мшаночных рифов в благоприятных местах для массового развития биоты мшанки, в частности в водоемах-охладителях ГРЭС и АЭС. Искусственные рифы позволяют решить несколько задач:

1. Увеличить площадь биологического фильтра для изъятия взвеси из толщи воды и очищения водоема;
2. Создать новый биотоп для поселения различных хозяйствственно-ценных бентосных организмов;
3. Создать дополнительную кормовую базу для рыб.

ВЫВОДЫ

1. Установлены количественные закономерности трансформации энергии на уровне зоонда, колонии и популяции пресноводной мшанки *P.fungosa* из водоема-охладителя Березовской ГРЭС. Показано, что благодаря особенностям модулярного организма, характеризующегося автономностью модулей (зоондов), их репликацией и взаимозависимостью со всей колонией, формируется термопластичность популяции мшанки, позволяющая достичь при повышенных температурах высоких значений численности и биомассы.

2. Впервые для пресноводных мшанок показано влияние температуры на основные биологические функции – дефекацию, рост и дыхание. Выявлено, что в отличие от унитарного модулярный организм мшанки не имеет аллометрического ограничения питания и дыхания с увеличением массы, в связи с чем зависимости скорости потребления кислорода и дефекации от массы колонии описаны линейной функцией. Сопоставление величин Q_{10} для биологических процессов показало, что процесс дефекации более независим от температуры. Максимальные величины Q_{10} для указанных процессов отмечены в диапазоне $20\text{--}30^{\circ}$, который является оптимальным для жизнедеятельности мшанки в условиях водоема-охладителя.

3. Показано, что модулярность мшанки определяет значительную пластичность роста колоний, характеризующихся трехмерностью. Рост колонии состоит в репликации мономорфических модулей (зоондов) и представляет собой построение в горизонтальном направлении (на начальных этапах), вертикальном и сочетании первых двух типов. Трехмерность колонии обеспечивает ростовые зоонды – "лидеры", появление которых направлено на занятие колонией нового

пространства.

4. Установлено, что в условиях водоема-охладителя под влиянием доминирующих температурных и трофических условий колониальный рост мшанки на начальных этапах свои особенности. Показано, что максимальные значения удельной скорости роста мшанки при низкой концентрации сестона (3,3-17,5) сдвигаются в область более высокой температуры (30-33°), при высокой концентрации сестона 70 мг сухого вещества/л - более низкую область (23-27°) температурной шкалы жизнедеятельности вида в условиях водоема-охладителя.

5. Показано, что сформированные в процессе адаптационного генеза к экстремальным условиям внешней среды у пресноводных мшанок специализированные формы криптофтиозной жизни в виде статобластов имеют широкие адаптивные возможности к различным факторам среды, физиологический механизм переживания этих факторов в состоянии покоя и выполняют таким образом тройную функцию: вегетативной размножения, переживания во времени и распространения в пространстве.

Установлено, что в водоеме-охладителе мшанка размножается за счет 2-х типов статобластов - плавающих мелких и многочисленных флотобластов и прикрепленных крупных и малоисчисленных сессобластов. Несмотря на превышающую в 4 раза численность флотобластов, генеративный прирост колонии по энергии за счет флотобластов эквивалентен таковому сессобластов. Регуляция формирования и количество вегетативных генеративных продуктов в колонии мшанки связаны, с различной функциональной ролью статобластов 2-х типов: плавающие обеспечивают занятие новой территории, сидячие прорастают на прежнем месте.

6. Установлено, что поток энергии, проходящий через популяцию мшанки в водоеме-охладителе, определяется структурой популяции и долей вклада соматической и генеративной продукции. Весной и летом популяцию мшанки характеризует стратегия соматического роста, осенью – генеративного с преобладанием последнего. Величина коэффициента чистой эффективности соматического роста популяции K_2 и удельной продукции характеризуются максимальными величинами, известными для пойкилтермных животных.

7. Установлено, что в водоеме-охладителе с низкой эффективностью утилизуется мшанкой сине-зеленые водоросли. Продукция фекалий преобладает над суммарной продукцией популяции мшанки. Основная функциональная роль мшанки как биологического фильтра водоема-охладителя заключается в осаждении органического вещества сестона для его перевода в детритные цепи.

8. Полученные впервые эколого-энергетические данные для пресноводной мшанки из водоема-охладителя необходимы при прогнозировании их развития в целях борьбы с обрастаниями, для экологического мониторинга и направленного формирования экосистем теплых вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрикосов Г.Г. Мшанки, собранные Окской биологической станцией // Раб. Окск. биол. ст. - 1925а. - Вып. III. С. 2-3.
2. Абрикосов Г.Г. Материалы по фауне окрестностей г. Москвы // Тр. биол. ст. Косино. - 1925б. - Т.2.- С.81-84.
3. Абрикосов Г.Г. К познанию фауны мшанок Кавказа // Русск. гидробиол. журн. - 1927а. - Т.6, № 3/5. - С. 8-14.
4. Абрикосов Г.Г. О пресноводных мшанках СССР // ДАН СССР. - 1927б. - № 19. - С.307-312.
5. Абрикосов Г.Г. Обзор фауны пресноводных мшанок СССР // Тр. 2-го съезда зоологов, анатомов и гистологов СССР. - М., 1927в. С. 26-27.
6. Абрикосов Г.Г. О географическом распространении *Zophorus crustallinus* (Pall.) (Bryozoa, Phylactolaemata) // Тр. зоол. музея МГУ. - 1936. - Т.3. - С. 245-249.
7. Абрикосов Г.Г. Таблица для определения наиболее обычных в СССР Bryozoa - мшанок // Пресные воды и их жизнь. - М.: 1950. - С. 181-182.
8. Абрикосов Г.Г. Курс зоологии беспозвоночных. Тип мшанки. - М.: Сов. наука, 1955. - Т.1. - С. 262-267.
9. Абрикосов Г.Г. О родовых подразделениях и географическом распространении голоротовых мшанок континентальных водоемов // ДАН СССР. - 1959а. - Т.126, № 6. - С. 1378-1380.
10. Абрикосов Г.Г. К вопросу о географическом распространении покрытоголовых пресноводных мшанок // ДАН СССР. - 1959б. - Т. 126, № 5. - С. 1139-1140.
- II. Абрикосов Г.Г. Классификация и географическое распространение

- P.Fredericella (Bryozoa, Phylactolaemata) // Зоол.ж. -
1961. - Вып. 40(3). - С. 334-339.
12. Абрикосов Р.Г. Тип мшанки (Bryozoa) // Жизнь животных. -
М.: Просвещение, 1969. - Т.1. - С.535-542.
13. Алимов А.З. Функциональная экология пресноводных двуствор-
чатых моллюсков. - Л.: Наука, 1931. - 243 с.
14. Афанасьев С.А., Протасов А.А., Слепней А.Е., Малощетинковые
черви в перифитоне водоемов-охладителей // Водн. малощетин-
ковые черви. Нат. в Всес.симп. - Рига, 1987 - С. 43-47.
15. Афанасьев С.А. Пресноводные мшанки в системах водоснабжения
тепловых и атомных электростаний // Нат. VIII Всес. коллокв.
по ископ. и совр. мшанкам. - Таллин, 1990. - С.54-56.
16. Бигон И., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции
и сообщества Г.И. - И.: Мир, 1990 - С. 667.
17. Брайко В.Д. Зауна Украины. Мшанки. - Киев: Наук. думка,
1963. - Т.24, Вып. 120 с.
18. Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. - Л.: Наука, 1969. - 150 с.
19. Бинберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. - Л. 329 с.
20. Биноградов А.В. Предложения по охране мшанок (Bryozoa)
Самарской Луки // Нат. 2-й конф. мол. ученых по проблемам
охр. живой природы. - М., 1990. - С. 57-60.
21. Биноградов А.В. Некоторые условия обитания пресноводных мша-
нок Самарской Луки // Экология и охрана животных. - Лубышев,
1992а. - С. 80-86.
22. Биноградов А.В. Ридовой состав пресноводных мшанок Самарской
Луки // там же. - 1992. - С.123-134.
23. Биноградов А.В. Состав и распределение рода Fredericella на

- территории СССР // Мат. 7 Всес. коллокв. по ископ. и сопр. мшанкам. - М., 1986а. - С. 50-51.
24. Виноградов А.В. Мицанки континентальных водоемов СССР // там же. - 1986б. - С. 46-50.
25. Виноградов А.В. Пути адаптации филактолемат // Морфогенез и пути развития колониальности мшанок и кишечнополостных. М., Тр. ГИН СССР, 1987. - Т.222. - С. III-122.
26. Виноградов А.В. Мицанки континентальных водоемов СССР современные и ископаемые: Автореф. дисс... канд.биол.наук: 04.00.09. - М., 1989. - С. 26 с.
27. Виноградов А.В. Мицанки (Bryozoa, Phylactolaemata) континентальных водоемов Монголии // Вест.зоол. - 1990а. - № 3. - С. 74-75.
28. Виноградов А.В. Дополнение у фауне современных мшанок (Bryozoa, Phylactoleamata) Подмосковья // Зоол.журн. - 1990б. - Т.69, № 7. - С. 142-144.
29. Виноградов А.В. О статобластах мшанок в планктоне Среднего Поволжья // Вест. зоол. - 1990 в. - № 6. - С. 65-66.
30. Вискова Л.А. Основные закономерности астогенеза колоний постпалеозойских мшанок // Морфогенез и пути развития колониальности мшанок и кишечнополостных.-М., Тр. ГИН СССР, 1987. - Т. 222. - С. 88-III.
31. Горовец В.К. Родная растительность некоторых озер Полесской низменности // Труды комплексной экспедиции по изучению водоемов Полесья. - Минск, 1956. - С.255-280.
32. Гутельмахер Б.Л., Симонян А.А. Трофические взаимодействия в планктоне малого Севана в июле 1984 года // ДАН СССР. - 1986.- Т.237, № 2. - С. 498-501.

33. Денисенко Н.В. Количествоное распределение мшанок в Баренцевом море // Мат. 7 Всес. коллокв. по ископ. и совр. мшанкам. - М., 1986. - С. 22-24.
34. Доброжанская Ж.В. Гидрологические последствия сброса подогретых вод в озерах Белое и Лукомльское ЕССР // Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов. - Борок, 1974. - С. 46-49.
35. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. - М., 1975 - С. 465-473.
36. Жадин В.И. Фауна рек и водохранилищ // Тр. АН СССР, 1940. - Т.5, Рып. 3/4. - С.991.
37. Жадин В.И. Жизнь в реках // Жизнь пресных вод СССР. - М., Л.; Наука, 1950. - Т.3. - С. 113-244.
38. Заика В.Е. Балансовая теория роста животных. - Киев: Наук. думка, 1985. - 192 с.
39. Иванова М.Б. Продукция коловраток // Общие основы изучения водных экосистем. - Л.: Наука, 1970. - С. 141-149.
40. Карагаев А.Ю., Ляхнович В.П., Гурьянова Л.В., Митрахович Н.В., Режновец Г.Г., Самойленко В.М. Изменения в экосистеме эвтрофного озера вследствие превращения его в водоем-охладитель ТЭС// Матер.22 конф. по изуч. водоемов Прибалтики. - Вильнюс, 1987. - с.74.
41. Карагаев А.Ю. Экология макробеспозвоночных водоемов-охладителей Белоруссии. - Минск, 1980 - 179 с.
42. Катанская Р.И. Растительность водохранилищ-охладителей тепловых электростанций Советского Союза. - Л.: Наука, 1979. - 280 с.
43. Кафтаникова О.Г., Протасов А.А. Зооперицитон как дополнительный источник жирного корма в тепловодных рыбных хозяйствах // Освоение тепл. вод энерг. объектов для интенс. рыбовод.

- Мат. Респ. научн. конф. - Киев, 1981. - С.285-289.
44. Клюге Г.А. Счерк естественной истории пресноводных мшанок окрестностей г.Казани // Тр. общества естествоиспыт. при Имп. Казанском ун-те, 1896.
45. Клюге Г.А. Мшанки (Bryozoa) // Жизнь пресных вод СССР. - М.; Л.: Наука, 1949. - Т.2. - С. 200-212.
46. Кончиц В.Г. Сезонная динамика зоопланктона в сбросном канале Ерезовской ГРЭС // Тр. Бел. НИИрыб. х-ва, 1975. - Вып. 2. - С. 130-136.
47. Коротнева Е. К вопросу о развитии пресноводных мшанок // Зап. Киевского общества естествоиспыт., 1939. - Т.Х, Вып.2.
48. Кубанин А.А. Морские мшанки в сообществах обрастания дальневосточных морей СССР // Мат. 7 Всес. коллокв. по ископ. и сопр. мшанкам. - М. 1986. - С. 24-26.
49. Кулеш В.Ф. Питание и рост пресноводных креветок рода Macrobrachium на сбросной воде ТЭС: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.18. - Минск, 1985. - 25 с.
50. Ламперт Н. Жизнь пресных вод. - Спб., 1900. - С. 45-69.
51. Лаенко Т.И. Трансформация энергии брохоногими моллюсками из геотермальных источников и водоема-охладителя ГРЭС: Автореф. дисс.... канд. биол. наук: 03.00.18. - Минск, 1989. - 26 с.
52. Лебедева Г.Д., Кривенко М.С. Мшанки водоемов Подмосковья // Мат. 7 Всес. коллокв. по ископ. и сопр. мшанкам, - М., 1986.- С. 51-53.
53. Лебедев Е.И. Жизненные формы мшанок в необычных условиях // там же. - С.62-64.
54. Лепнёва С.Г. Жизнь в озерах // Жизнь пресных вод СССР. - М.; Л.: Наука, 1960. - Т. 3. - С. 244-463.

55. Лукашова Т.А., Солдатова И.Н. Эколо-физиологическая характеристика черноморской мшанки *Cryptosula pallasiana* // 7 всес. конф. по ископ. и совр. мшанкам. Москва, 1986. - С. 30-31.
56. Нарковский Д.И. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования. - Киев: изд-во АН УССР, 1955. - Ч. 3. - 275 с.
57. Методы определения продукции водных животных (под ред. Г.Г. Винберга. - Минск: Высшая школа, 1968. - 246 с.
58. Михаевич Т.В. Элементы экологии мшанки *Plumatella fungosa* из водоема-охладителя Березовской ГРЭС, БССР // Мат. 7 Всес. конф. по ископ. и совр. мшанкам. - М., 1986. - С. 53-56.
59. Михаевич Т.В. Питание мшанки *Plumatella fungosa* из системы водоема-охладителя Березовской ГРЭС в пределах температур // Мат. 22 научн. конф. по изуч. водоемов Прибалтики. - Вильнюс, 1987. - С. 127-128.
60. Михаевич Т.В. Азенка седиментацийной актыунации мшанки *Plumatella fungosa* у градиенце температур // Вестн АН БССР, 1988а. - № 1. - С. II2-II4.
61. Михаевич Т.В. Энергетический обмен мшанки как основа расчета потока энергии // Актуальные проблемы совр. лимнологии. Тез. докл. I Всес. конф. мол. уч. - Л., 1988 б. - С. 36.
62. Михаевич Т.В. Вегетативная размножение мшанки *Plumatella fungosa* в полевых и лабораторных условиях // Чат. 8 Всес. конф. по ископ. и совр. мшанкам. - Таллин, 1990 а. - С. 60-63.
63. Нагорская Л.Л., Михаевич Т.В., Ковалевская Р.С. Блок-схема участия седиментаторов и микрофагов в трансформации сине-

- зеленых водорослей водосема-охладителя // ДАН ЕССР. - 1990.-
T.34, № 2, - С. 184-187.
64. Паргалы Е.М. Мишанки *Coporeum seurati* в обрастании гидро-
технических сооружений металлургического комбината на Азов-
ском море // Мат. УШ Всес. коллокв. по ископ. и совр. мишанкам.
- Таллин, 1990. - С. 63-66.
65. Полянский Ю.И. Большой практикум по зоологии беспозвоночных.
Часть II. Мишанки. - М.: Сов.наука, 1946. - С. 7-40.
66. Протасов А.А. Динамика видового состава зоопарифитона на
экспериментальных субстратах в условиях влияния подогретых
вод ТЭС // Гидроб. журнал, 1979. - Т.15, № 4. - С.48-50.
67. Протасов А.А., Афанасьев С.А. Пресноводные мишанки в условиях
влияния сбросных подогретых вод тепловых и атомных электро-
станций // Мат. 7 Всес. коллокв. по ископ. и совр. мишанкам. -
М., 1986. - С. 56-58.
68. Рейнгард В. Очерки строения и развития пресноводных мишанок
// Тр. Харьк. общества испыт. природы. - 1881. - Т. ХУ.
69. Репяхов В.К морфология мишанок // Зап. Новорос. общества
естественноисп. - 1889. - Т.6. - С. I-69.
70. Синишина О.О., Протасов А.А. Некоторые функциональные характе-
ристики сообществ *Plumatella emarginata* (Allm) в водое-
ме-охладителе // Мат. УШ Всес. коллокв. по ископ. и совр. мишан-
кам. М., 1986. - С. 59-60.
71. Синишина О.О., Нестеренко Г.В. Структурно-функциональные осо-
бенности сообществ мишанки в условиях сброса подогретых вод //
Мат. УШ Всес. коллокв. по ископ. и совр. мишанкам. - Таллин,
1990. - С.68-70.
72. Скальская И.А. Сезонные аспекты биоценозов обрастаний // Гидро-

- биол. журн. - 1972. - Т.12, № 1. - С. 70-73.
73. Скальская И.А. Распространение мшанок в волжских в-цах // фауна и морфология водных беспозвоночных. - Бород. - 1986. - С.47-89.
74. Скальская И.А., Чильникова З.М. Пресноводные зоопланктон и перспектива его использования при мониторинге // Тез. докл. 5 съезда РПБС. - 1996 г. - С. 293-294.
75. Солдатова И.Н., Лукашова Т.А. Трансформация в-ра и энергетический баланс корковой мшанки *Cryptosula pallasiana* // Ти-тание морских беспозв. и его роль в формировании сообщств. - М., 1977. - С. 69-87.
76. Строганов Н.С. Методика определения дыхания у рыб // Руководство по методике исследований физиологии рыб. - М.: Аэл-во АН СССР, 1962. - С. 35-47.
77. Сущеня Л.И. Количественные закономерности питания ракообразных // Минск: Наука и техника, 1975. - 200 с.
78. Ушатинская Р.С. "Скрытая жизнь" и онабиоз. - Л.: Наука, 1960. - 160 с.
79. Харченко Т.А., Кротасов А.А. О консорциях в водных экосистемах // Гидробиол. журн. - 1981. - Т. ХУ, Вып. 4. - С.15-20.
80. Хейсин Е.И. Краткий определитель пресноводной фауны. - М.: Наука, 1962. - С. 147 с.
81. Хмелева Н.Н., Мухин Г.Г. Массовое развитие мшанки в водоеме-охладителе // ДАН БССР. - 1966. - Т.XXX, № 2. - С.184-187.
82. Хмелева Н.Н. Закономерности размножения ракообразных // Минск.: Наука и техника, 1968. - 200 с.
83. Махановская Н.А. к вопросу о систематике пресноводных мшанок // Тр. 12 Всес. съезда зоологов, анатомов и гистологов. -

Харьков, 1931. - С.66-67.

84. Шиманский В.А. Биологические помехи в эксплуатации систем технического водоснабжения ТЭС и методы борьбы с ними // Гидробиол. журн. - 1968. - Т.4, № 3. - С. 93-94.
85. Кропенко М.С., Чубережный А.Ч., Владыкиров И.В. и др. Животные, моллюски, членистогие. - Кишинев: Штиинца, 1984. - 204 с.
86. Annandale N. Freshwater sponges, hydrozoa and Polyzoa//Fauna of British, India, London.2.(Bryozoa).-1911.-P.161-251.
87. Allman G. A monograph of the freshwater Polyzoa etc.//Ray.Soc.-1956.-N28.-P.1-119.
88. Bailey J.H., Hayward P.J. A freshwater Bryozoan *Hyalinella vagabunda* Hastings (1929) from Hawaiian Prawn Ponds//Pacific.Sci.-1984.-Vol.38.N3.-P.199-204.
89. Bergin J.A., Tenney W.R., Woollacott R.C. Photoperiodism as a factor influencing the germination of statoblasts of the bryozoan *Lophopodella carteri* (Hyatt)//Va.J.Sci.-1964.-N15.-P.287.
90. Best M.A., Thorpe J.P. Feeding - current interactions and competition for food among the bryozoan epiphytes of *Fucus serratus*//Mar.Biol.-1986.-Vol.93.N3.-P.371-375.
91. Best M.A., Thorpe J.P. Effects of food particle concentration on feeding current velocity in six species of marine Bryozoa//Mar.Biol.-1986.-Vol.93.N2.-P.255-262.
92. Bishop J.L., Bahr L.M. Effect of colony size on feeding by *Lophopodella carteri* (Hyatt).-In R.C. Boardman, A.H. Cheetham and C.A. Oliver (eds).-Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Stroudsburg, PA, 1973.-603 p.
93. Bombace C. Introduction generale sur le theme "Recif's artificielles"//AO.Fish.Rep.-1986.-N357.-P.31-54.

94. Braem P. Untersuchungen über die Bryozoen des süssen wasser// Die Bryozoen-Fauna der Provinz Preussen. Bibl.Zool., 1890.- Heft 6.
95. Brien P. Classe der Bryozoaires// Traite zool.Anat.Cyst.Biol..- 1960.-Vol.5.N2.-P.1054-1335.
96. Brooks C.L. Notes on the statoblasts and polypide of Pectinatella magnifica// Proc.acad.Nat.Sci.Phila.-1929.-Vol.LXXXI.- P.427-441.
97. Brown C.E.D. A limnological study of certain freshwater Polyzoa with special reference to their statoblasts// Trans.Amer. Microsc.Soc.-1933.-N52.-P.271-316.
98. Buddenbrock W. Beiträge zur Entwicklung der statoblasts der Bryozoen// Zeitschr.f.Wissenschaft.zool., Bd.96.-1910.-P.1-50.
99. Bushnell J.H. Environmental relations of Michigan ectoprocts and dynamics of natural population of Plumatella repens// Ecol.Monogr.-1966.-N36.-P.95-123.
100. Bushnell J.H. Aspects of architectures ecology and zoogeography of freshwater Ectoprocta// Atti.Soc.Ital.Sci.Nat.Mus.Civ. St.Frat.Milano.-1968.-N108.-P.129-151.
101. Bushnell J.H. Bryozoans (Ectoprocta)// Hart, C.V.Fuller, S.Z.M. (eds). Pollution ecology of freshwater invertebrates.-New-York, academic Press, 1974.-P.157-194.
102. Bushnell J.H., Rao K.S. Dormant or quiescent stages and structures among the Ectoprocta: Physical and chemical factors affecting viability and germination of statoblast// Trans.Amer. Microsc.Soc.-1974.-N93.-P.524-543.
103. Bushnell J.H., Rao K.S. Freshwater Bryozoa: microarchitecture of statoblasts and some aufwuchs animal associations// Adv.Bryozool.London e.a.-1979.-V13.-P.75-91.

104. Jancine J.H., Hughes R.H. The effect of *Celleporella hyalina* (L.) (Bryozoa; Cheilostomata) // J. Mar. Biol. and Col. - 1987. - Vol. 112. / 2. - P. 109-130.
105. Cooper C. . . , Burris J.L. Bryozoans - possible Indicators of Environmental Quality in Bear creek, Mississippi // J. Environ. Qual. - 1984. - Vol. 13. N1. - P. 127-130.
106. Cori G.J. die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden See-resteile nach ihren Merkmalen und nach Ohren Lebonneise. - Jena, 1930. - teil 17. - 142p.
107. Crisp D.C., Williams C.B. Effect of extract from *Tucoides* in promoting settlement of epiphytic Polyzoa // Nature. - 1960. - Vol. 182. N4757. - P. 1206-1207.
108. Davenport C.B. Report of the Freshwater Bryozoa of the United States // Proc. U.S. Nat. Mus. - 1904. - Vol. CXVII. - P. 20-25.
109. Behdashti B., Blinn L.D. A Bryozoan from a unexplored cave at Montezuma Well, Arizona // Southwest. Nat. - 1986. - Vol. 31. N4. - P. 557-568.
110. Dudley J. . . Differential utilization of phytoplankton food resources by marine ectoproctes // Biol. Bull. Mar. Biol. Labor. - 1970. - Vol. 139. - P. 420.
111. Franzen A., Sensenbaugh T. Fine structure of the apical plate in the larva of the freshwater bryozoans *Plumatella fungosa* (Pallas) (Bryozoa, Phylactolaemata) // Zoonorphology. - 1982. - Vol. 102. N2. - P. 87-98.
112. Ganapati S.V. Studies on the chemistry and biology of the slow sand filters at water works // Proc. Nat. Inst. Sci. India. - 1940. - N6. - P. 227-300.
113. Geimer G., Hassard J.A. Les Bryozonaires du grand - duché de Luxembourg et des régions limitrophes. - Luxembourg, 1986. - 188p.

114. Gilmour D.M. Suction and function of the "food - collected and waste-rejecting organs of leptocephalotes"//Can.J.Zool.-1971.-Vol.50.-#.2142-2156.
115. Gilmour D.M. Feeding in tornaria larvae and the development of gill slits in enteropneust hemichordates//Can.J.Zool.-1982.-Vol.60. #12.-P.3010-3020.
116. Golthais J., Voss-Poucart A., Gattinet C. Composition chimique et ultrastructure de l'ectocyste et de la coque des stroblastes de *Plumatella repens* et de *P. fungosa* (Bryozoa, Phylactolaemata)//Ann.Sci.nat.Zool.et biol. anim.-1984.-Vol.6. 14.-#.197-206.
117. Garner P.F. The polyzoa of waterworks//Proc.Zool.Soc.London.-1913.-Vol.31.-#.426-457.
118. Horst F. Die Bryozoa (Coostiere) Irre Bedeutung im Okosystem des Rheins//Ain.z.Natur.Arch.-1925.-#5.-P.151-161.
119. Hyatt H.B. The invertebrates. Vol.5.-New-York, McGraw-Hill, 1959.- 310 p.
120. Hughes J.D., Hughes T.P. Metabolic implications of modularity: studies on the respiration and growth of *Electra pilosa*//Phil. Trans. Roy. Soc. London.-1986a-331B.#1150.-P.23-29.
121. Hughes J.D., Hughes T.P. Life history variation in *Selleporellae* hyaline (Bryozoa).//Proc. Roy. Soc. London.-1986b-Vol.327B, #1281.-P.127-132.
122. Macrelli M... The ecology of the freshwater Polyzoa in East Australia//Our. Royal. Micro. Soc.-1927.Vol.3. #47.-#.9-10.
123. Illies O. Limnophora europea.- Tutt.yard, 1911.-P.425-426.
124. Ingold J.W., Lundahl N.O., Eicht H.H., Utzman T.I. Ecology and population genetics of the freshwater bayesian benthophilic amphipod *Leptochela leidy*//J. Freshwater vol.-1984.-Vol.2. #5.-P.499-508.

125. Jebram D. Effects of different foods on *Conopeum seurati* (Canu) (Bryozoa, Cheilostomata) and *Roverbankia gracilis* (Bryozoa, Stenostomata)//*Doc.Lab.Natol.Fac.Sci.Lyon.II.*.-1974.-Vol. 3. N1.-P.97-106.
126. Jebram D. Laboratory diets and qualitative nutritional requirement for bryozoans//*Zool.Anz.*-1960.-Vol.205.Nb-6.-P.333-344.
127. Jebram D. Interpretations of the results of feeding experiments regarding physiology, ecology and phylogeny of the Bryozoa//*Zool.Anz.*-1962.-Vol.208.Nb-6.-P.405-416.
128. Jebram D., Rummert P.-D. Influences of different diets on growth and form of *Conopeum seurati* (Canu) (Bryozoa, Cheilostomata)//*Zool.Jahrb.Pyct.Bb.*-1978.-Vol.106.-P.502-514.
129. Job P. Intervention des populations de *Flumatella fungosa* (Pallas) (Bryozaire, Phylactolaeme) dans l'autoepuration des eaux d'un etang et d'un ruisseau//*Hydrobiologie*.-1976.-Vol.48.N3.-P.257-261.
130. Jonasson P.H. The growth of *Flumatella repens* and *F. fungosa* (Bryozoa, Octoprocta) in relation to external factors in enriched eutrophic lakes//*Oikos*.-1963.-Vol.14.-P.121-137.
131. Jullien J. Monographie des Bryozoaires d'eau douce//*Bull.Soc.Zool.*-1865.-N10.-P.91-207.
132. Kaminski I. Food composition of three Bryozoan species (Bryozoa, Phylactolaemata) in a mesotrophic lake//*Pol.Arch.Hydrobiol.*-1984.-Vol.31.N1.-P.45-53.
133. Keough J.J. Variation in growth rate and reproduction of the bryozoan *Sigula maritima*//*Biol.Bull.*-1980.-Vol.177.N2.-P.277-286.
134. Molaczewska A. Materiały do znajomości gatunków i nazwywów zasiedlających polskiego Zalewu wiślanego//*Zool.Pol.*-1936.-N2.-P.26.

135. Konopacka A., Czynalkowska J. Materiały do fauny mszywiów (Bryozoa) Płilicy na odcinu od Salejowa do Tomaszowa Mazowieckiego//Zesz.nauk.U.B.-1980.-Ser.2.N33.-P.267-280.
136. Kraepelin H. Die Fauna der Hamburger Wasserleitung//Abhandl. Naturwiss.Ver.Hamburg.-1885.-P.9.
137. Kraepelin H. Die deutschen süsswasser - Bryozoen//Abhandl. Naturwiss.Ver.Hamburg.-1887.-N10.-P.1-168.
138. Kreysik S. Zagadnienia z biologii mszywiów słodkowodnych// Przr.Techn.-1924.-N3.-P.7.
139. Lacourt A.. A monograph of the freshwater bryozoa (Phylactolaemata)//Zool.Verh.-1968.-Vol.93.-P.1-159.
140. Loeb M.J., Walker G. Origin, composition and function of secretion from pyriform organs and internal sacs of four setting cheilo-ctenostomata bryozoan larvae//Mar.Biol.-1977.-Vol.42. N1.-P.37-46.
141. Langum C.P., Schopf T.J. Is an ectoproct possible?//Nature (London).-1967.-Vol.213.-P.264-266.
142. Marcus L. Bryozoa//Biologie der tiere Deutschlands ed by P. Schultz.-Berlin, Bomtreager, 1925.-Vol.14.-P.25.
143. Marcus L. Beobachtungen und Versuche an lebenden süsswasser bryozoen//Zool.Jahrb.Abt.Syst.Okol.Geogr.Tiere.-1926.-Vol.52.-P.279-350.
144. Marcus L. Über *Sophopus crystallinus* (Fall.)//Zool.Jahrb.Abt. Anat.-1934.-N58.-P.501-606.
145. Massaro T.A. Oxygen consumption of ectoproct//Nature (London).-1967.-Vol.216.N5110.-P.59-60.
146. McKinney P.K. Historical record of erect bryozoan growth forms //Proc.Roy.Soc.London.-1946.-B228.-N125.-P.133-149.
147. Mukai H. Histological and histochemical studies on the formation of statoblasts of a freshwater bryozoan *Pect.gelatinosa*//

- J.Morphol.-1973.-N141.-P.411-426.
148. Mukai H. Germination of the statoblasts of a freshwater bryozoan *Pect. gelatinosa*//J.Exp.Zool.-1974.-N187.-P.210-215.
149. Mukai H. Effects of chemical pretreatment on the germination of statoblasts the freshwater invertebrates//Developmental Biology of Freshwater Invertebrates. Ed by F.W.Harrison and R.R.Cowden. Alan R. Liss.-1982.-P.535-576.
150. Mukai H., Kobayashi K. External observation on the formation of statoblasts in *Plumatella emarginata* (Bryozoa, Phylactolaemata)//J.Morphol.-1988.-Vol.196.N2.-P.205-216.
151. Mukai H., Oda S. Comparative studies on the statoblasts of higher phylactolaemate bryozoans//J.Morphol.-1980.-Vol.165.N2. P.131-155.
152. Mundy S.P. Stereoscan studies of phylactolaemate bryozoan statoblasts including a key to statoblasts of the British and European Phylactolaemata//J.Zool.-1980.-Vol.192.N4.-P.511-530.
153. Mundy S.P., Thorpe J.P. Biochemical genetics and taxonomy in *Plumatella coralloides* and *P.fungosa* and a key to the British and European Plumatellidae (Bryozoa, Phylactolaemata)//Freshwater Biol.-1980.-Vol.10.-P.519-526.
154. Oda S. Germination of the statoblasts in freshwater Bryozoa//Sci.Rep.Tokyo Kyoiku Daigaku.-1959.-N9(135).-P.90-131.
155. Oda S. Relation between sexual and asexual reproduction in freshwater Bryozoa//Bull.Mar.Biol.Sta.Asamushi.Tohoku Univ.-1960.-N10.-P.111-116.
156. Oda S. Photoperiodism in the germination of statoblast//Zool.Mag.Tokyo.-1966.-N75.-P.339.
157. Oda S. Photoblastism in the germination of statoblasts//Zool.Mag.Tokyo.-1972.-N81.-P.267.

158. Oda S. Germination of the statoblasts of *Pect. magnifica* a freshwater bryozoan//Zool.Eng.Tokyo.-1974.-N83.-P.340.
159. Oda S. A life of *Pect. magnifica* a freshwater bryozoan//Ibib.-1976.-N38.-P.434-443.
160. Oda S. Germination of the statoblasts of *Pect. magnifica* a freshwater bryozoan//Adv.Bryozool.-1979.-N13.-P.93-112.
161. Oda S. Effect of light on the germination of statoblasts in Freshwater bryozoa//Annot.Zool.Jap.-1980.-Vol.53.N4.-P.238-253.
162. Oda S., Lukai H. Systematic position and biology of *Pect. gelatinosa* Oka (Bryozoa: Phylactolaemata)//Zool.Sci.-1989.-Vol. 6.N2.-P.401-408.
163. Okamura B. The effects of ambient flow velocity, colony size and upstream colonies on the feeding success of Bryozoa. I. *Bugula stolonifera* Ryland, an arborescent species//J.Exp.Mar. Biol. and Ecol.-1984.-Vol.83.N2.-P.179-193.
164. Okamura B. The effects of ambient flow velocity, colony size, and upstream colonies on the feeding success of Bryozoa. II. *Conopeum reticulum* (Linnalus), an encrusting species//J.Exp. Mar.Biol. and Ecol.-1985.-Vol.89.N1.-P.69-80.
165. Okamura B. Particle size and flow velocity induce an inferred switch in bryozoan suspension - feeding behaviour//Biol.bull.-1987.-Vol.173.N1.-P.222-229.
166. Okamura B. The influence of neighbours on the feeding of a epifaunal bryozoan//J.Exp.Mar.Biol.and Ecol.-1988.-Vol.120. N2.-P.105-123.
167. Pennak R.E. Freshwater invertebrates of the United States.- Ronald Press Company, New-York, 1953.-P.769.
168. Pennak R.E. Freshwater invertebrates of the United States. 2-nd ed, Wiley-Interscience, 1978.-P.210.

169. Raddum G.G. The moss animal *P. fungosa* ecology and taxonomy//Fauna (Oslo).-1970.-N23.-P.122-131.
170. Raddum G.G. Life strategy of *P. repens* (Bryozoa)//Fauna (Oslo).-1981.-Vol.34.N4.-P.162-166.
171. Raddum G.G., Johnsen T.M. Growth and feeding of *Fredericella sultana* (Bryozoa) in the outlet of a humic acid lake//Hydrobiologia.-1983.-Vol.101.N1-2.-P.115-120.
172. Relini G., Peirano A., Tunisi L., Relini L.O. The artificial reef in the Marconi gulf (eastern Ligurian Riviera)//FAO Fish. Rept.-1986.-N357.-P.95-103.
173. Relini G., Moretti S. Artificial reef and *Posidonia* bed protection of Loano (western Ligurian Riviera)//FAO Fish. Rept.-1986.-N357.-P.104-108.
174. Report of SCOR-UNESCO working group 17. Determination of photosynthetic pigments.-Monographs on oceanographic methodology/Determination of photosynthetic pigments in seawater. UNESCO, 1966.-P.9-18.
175. Riger J., Enrico R. Structural and functional adaptations of mobile anascan ectoproct colonies//Adv.Bryozool.London.e.a.-1979.-P.297-320.
176. Riggio S., Bedalamenti F., Chemello R., Cristina M. Zoobenthic colonization of a small artificial reef in the southern Tyrrhenian: results of a three-year survey//FAO Fish. Rept.-1986.-N357.-P.109-119.
177. Ryland J.S. Respiration in Polyzoa (Ectoprocta)//Natur (Engl.).-1964.-Vol.216.N5119.-P.1040-1041.
178. Ryland J.S. Bryozoans.-London, Hutchinson, 1970.-415p.
179. Rogick M.D. Additions to North American freshwater Bryozoan//Ohio J.Sci.-1934.-N34.-P.316-317.

180. Rogick M.D. Studies on freshwater Bryozoa. VII. On the viability of dried statoblasts of *Lophopodella carteri*. var *typica*//Trans. Amer. Micros. Soc.-1938.-N57.-P.178-199.
181. Rogick M.D. Studies on freshwater Bryozoa. XI. The viability of dried statoblasts of several species//Growth.-1940.-P.315-322.
182. Rogick M.D. The resistance of freshwater Bryozoa to desiccation//Biodynamica.-1941.-N3.-P.369-378.
183. Shrivastava P., Rao K.S. Ecology of *P. emarginata* (Ectoprocta: Phylactolaemata) in the surface waters of Madhya Pradesh with a Note on its occurrence in the Protected Waterworks of Bhopal (India)//Environ. Pollut.-1985.-A-39.-N2.-P.123-130.
184. Smitt F. Kritick Forteckning ofver Scandinaviens Hafs-Bryozor//Pt.1-Ofver. Agl. Vet. Akad. Forh.-1864.-Arg.22.N2.-P.115-142.
185. Strathmann R.R. Function of lateral cilia in suspension feeding lophophorates (Brachiopoda, Phoronidae, Ectoprocta)//Mar. Biol.-1973.-Vol.23.-P.129-136.
186. Strathmann R.R. Cinefilm of particle capture by an induced local change of beat lateral cilia of a bryozoan//J. Exp. Mar. Biol. and Ecol.-1982a.-Vol.62.N3.-P.225-236.
187. Strathmann R.R. Comment on Dr. Gilmour's views on feeding by hemichordates and lophophorates//Can.J.Zool.-1982b.-Vol.60.N12.-P.3466-3468.
188. Strathmann R.R., McEdward L.R. Cyphonautes' ciliary sieve breaks a biological rule of inference//Biol. Bull.-1986.-Vol. 171.N3.-P.694-700.
189. Tazima J., Mukai H. Electron microscope studies on the statoblasts of a freshwater bryozoan *Pect. gelatinosa*. 1. Vitellogenesis in the "yolk cell" during statoblasts formation//Zool.

- Mag. Tokyo.-1975.-I.34.-P.205-216.
190. Tebo L.B. Jr. Bottom fauna of a shallow eutrophic lake, Lizard Lake, Pocahontas Country, IOWA//Am. Midl. Nat.-1955.-N54 (1).-P.89-103.
191. Terakado K., Mukai H. Ultrastructural studies on the formation of yolk granules in the statoblasts of a "freshwater bryozoan *Pect. gelatinosa*"/J. Morphol.-1978.-N156.-P.317-338.
192. Thorpe J.P., Clarke D.R.C., Best M.A. Natural variation in tentacle number in marine bryozoans and the possible effects of intraspecific and interspecific ecological competition for food.-Bryozoa: Ordovician to Recent. Proc. sixth. int. Conf. int. Bryozoal. ass., ed C. Nielsen and G.P. Garwood, Fredensborg, Olsen and Olsen,-1985.-P.315-325.
193. Thorpe J.P., Ryland J.S., Beardmore J.A. Genetic variation and biochemical systematics in the marine bryozoan *Alcynidium mytili*//Mar. Biol.-1978.-Vol.49.-P.343-350.
194. Toriumi N. Taxonomical study on freshwater bryozoa. VI. *Plumatella emarginata* Allman//Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. 4.-1952a.-N19.-P.320-334.
195. Toriumi N. Taxonomical study on freshwater bryozoa. V. On a germinate form named *Plumatella jugalis* by Allman//Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. 4.-1952b.-N19(4).-P.315-319.
196. Toriumi N. Taxonomical study on freshwater bryozoa. VI. *Plumatella emarginata* Allman//Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. 4.-1954c.-N19.-P.320-324.
197. Toriumi N. Taxonomical study on freshwater bryozoa. VII. Additions to the reconsideration on the ectocyst of *P. emarginata* Allman//Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser(4).-1954b.-N20(3)-P.287-292.
198. Toriumi N. Taxonomical study on freshwater bryozoa. XI. *Stenophanellina linae*//Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. 4.-1965a.-N22.-

-P.131-136.

199. Toriumi N. Taxonomical study on freshwater bryozoa. IX. *P. repens* (L)//Sci.Rep.Tohoku Univ.Ser.4.-1955b.-N21(1).-P.51-66.
200. Toriumi N. Taxonomical study on freshwater bryozoa. X. *P. casmiana* Oka//Sci.Rep.Tohoku Univ.Ser.4.-1955c.-N21(1).-P.67-77.
201. Toriumi N. Taxonomical study on freshwater bryozoa. XVII. General consideration: interspecific relation of described species and phylogenic consideration//Sci.Rep.Tohoku Univ.Ser.4.-1956.-N22(2).-P.57-88.
202. Toriumi N. Additional observation on *Plumatella repens* (L.) (A freshwater bryozoan). III, Variation of the flotoblasts at low temperature//Bull.Mar.Biol.Sta.Asamushi Tohoku Univ.-1970a.-N14.-P.27-32.
203. Toriumi N. Additional observation on *Plumatella repens* (L.) a freshwater bryozoan. A note on the special form of flotoblasts //Bull.Mar.Biol.Stat.Asamushi.-1970b.-N14(1).-P.21-25.
204. Toriumi N. Additional observation on *Plumatella repens* (L.). IV. Re-examination on the field materials of *P. repens* and *P. fungosa*//Mar.Biol.St.Asamushi.-1971.-N14.-P.117-126.
205. Toriumi N. Additional observation on *Plumatella repens* (L.) (a freshwater bryozoans). II. A note on the special form of flotoblasts//Bull.Mar.Biol.Sta.Asamushi.-1972a.-N14.-P.21-25.
206. Toriumi N. Additional observation on *P. repens* (a freshwater bryozoan). VIII. General consideration//Bull.Mar.Biol.Sta.Asamushi.-1972b.-N14.-P.169-174.
207. Vangel S. Daten zur Bryozoen - Fauna Ungarus//Zool.Anz.-1894.-N17.-P.153-155.
208. Wallace R.L., Starkweather P... Clearance rates of sessile rotifers: in vitro determination//Hydrobiol.-1985.-Vol.121.F2-

-8.139-144.

209. Liese K., Wollnik F., Sebran D. The protective reflex of *Bowerbankia* (Bryozoa): calibrations and use to indicate movements of the medium beneath a capillary surface wave//J. Comp. Physiol.-1980.-A137.-N4.-P.297-303.
210. Liebach P. Kommensalen, Feindl und Parasiten der Subwasser-Holostierchen//Microcosmos.-1959.-Vol.48.N6.-P.168-171.
211. Liebach P. Specific structures of sessoblasts (Bryozoa, Phylactolaemata)//Docum. Lab. Geol. Pac. Sci. Lyon.-1974.-N3(1)-P.149-154.
212. Finston J. Current-related morphology and behaviour in some Pacific coast bryozoans//Adv. Bryozool. London e.a., 1979.-P.247-268.
213. Hood R.S. Colony development in species of *Plumatella* and *Fredericella* (Ctenoplecta: Phylactolaemata)//Boardman R.F., Cheetham A.H. and Oliver A. edc. Animal colonies, Dowden, Hutchinson and Ross, Strongsburg, Pa, 1973.-P.395-432.
214. Hood R.S. Significance of morphological features in bryozoan statoblasts//Adv. in Bryozool. London.-1979.-P.59-73.
215. Hood R.S. Environmental factors in the growth and reproduction of freshwater Bryozoa//Ohio J. Sci.-1980.-P.12A.