

УДК 959(28).323

ВИДОВОЙ СОСТАВ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА И БАКТЕРИОБЕНТОСА В РЫБОВОДНЫХ ВОДОЕМАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ЗОНАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ

Пежева М.Х., Хабжиков А.Б., Гетажеева Ж.Х., Казанчева Л.А., Казанчев С.Ч.
ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова»,
Нальчик, e-mail: mpiezhieva@mail.ru

Приведены количественные оценки основных микробиологических характеристик прудовых вод: общего количества бактериопланктона (ОКБ) и его биомасс, численности бактерий ряда физиологических групп и водных грибов, интенсивности темновой ассимиляции CO_2 , скорости размножения бактериопланктона и его продукции. Показана пространственная и сезонная неоднородность бактериопланктона. Выявлены пруды под сильным антропогенным воздействием, где численность и биологическая активность бактерий увеличивалась в 10^1 – 10^6 раз. В поверхностном и придонном слоях воды обоих прудов отмечено повышение числа бактерий с 8 до 12 ч дня с последующим снижением. Первый минимум численности сапрофитов в воде второго пруда приходился на 16 ч, а первого – между 16 и 20 ч дня. Подъем числа бактерий в воде второго пруда приходился на 20 часов, а первого – на 24 ч. В 4 часа утра в воде обоих прудов наблюдалось снижение численности указанных бактерий.

Ключевые слова: бактериопланктон, бактериобентос, ассимиляция, сапрофиты, пруды, рыбоводство, реминерализация, органические вещества, гидробионты, фитопланктон, зоопланктон

SPECIES COMPOSITION BAKTERIOBENTOS AND BAKTERIOPLANKTON IN FISH STOCK, DEPENDING ON THEIR ZONE LOCATION

Pezheva M.K., Khabzhokov A.B., Getazheeva Z.K., Kazancheva L.A., Kazanchev S.C.
Kabardino-Balkar State Agrarian University. V.M Kokova, Nalchik, e-mail: mpiezhieva@mail.ru

Quantitative estimates of the basic microbiological characteristics of pond water: the total number of bacterial (EDB) and its biomass, the number of bacteria and a number of physiological groups of aquatic fungi, the intensity of the dark assimilation of CO_2 , the rate of reproduction of bacterioplankton and its products. Shows the spatial and seasonal heterogeneity of bacterioplankton. Identified ponds under strong anthropogenic influence, where the number and biological activity of the bacteria was increased from 10^1 to 10^6 times. In the surface and bottom water layers of both ponds was an increase in the number of bacteria from 8 to 12 hours. Days followed by a decrease. The first minimum number of saprophytes in the second pond water accounted for 16 h., And the first between 16 and 20 hours. Days. The rise of the number of bacteria in the water of the pond accounted for the second 20 hours, and the first – for 24 hours. At 4 am in the water of both ponds observed decline in the number of these bacteria.

Keywords: bacterioplankton, bakteriobentos, assimilation, saprophytes, ponds, fish farming, remineralization, of organic matter, aquatic organisms, phytoplankton, zooplankton

Характерной особенностью прудового рыбоводства в Кабардино-Балкарской республике является география хозяйств с чрезвычайно разнообразными эколого-фенологическими условиями. Основная площадь водоемов (около 70,6%) республики, отличающихся длительным вегетационным периодом с большим запасом кислорода и трофической цепи, сосредоточена в степной зоне республики в горной – 12 и в предгорной – 17,4%. В указанных зонах, особенно в горной части республики, прудовое рыбоводство развито слабо, а в предгорной зоне имеются благоприятные для рыбоводства эколого-фенологические условия.

По существующим представлениям деструкция органического вещества и реминерализация органических форм биогенных элементов протекает в основном при температуре воды не ниже 8,0–10°C, а при понижении температур замедляется из-за опускания трудноразлагаемых органических веществ. В связи с этим видовой со-

став и численность гидробионтов должна уменьшаться в зональном аспекте.

При изучении формирования температурного режима глубинных вод в горной и предгорной зонах обнаружен ряд процессов, ведущих к быстрой адвекции вод из верхних в глубинные, их действие вызывает быстрое поступление на глубинные участки вод с повышенным содержанием кислорода и фитопланктона и органического вещества, продуцируемого фитопланктоном в трофогенном слое. Такие процессы, идущие ежегодно весной и осенью, должны вызвать увеличение численности микроорганизмов в пониженных температурных слоях водоема. Для проверки данной гипотезы нами изучались видовой состав и распределение бактериопланктона и бактериобентоса в вегетационный период развития процессов обновления.

Целью данной работы было продолжение начатых ранее исследований дифференцированного изучения фазы продук-

ционного процесса рыбоводных прудов. В основе исследований лежит анализ видового состава бактериопланктона и бактериобентоса.

Материалы и методы исследования

Материалы были получены во время экспедиционных работ в 2003–2005 гг., с мая по 25 октября. Для этого в каждой зоне были выбраны по два водоема (пруда), типичных для исследуемых географических зон по морфометрическим показателям. Пробы воды отбирали с помощью бутылочного пробоотборника Францева, для химических – батометром Рутнера.

Физико-химические и продукционные характеристики прудов исследованы общепринятыми методами с использованием приборов: кислородомера КЛ-115 с термистором, иономера Radelkis, микроскопа Ergobag, сцинтилляционного счетчика Mark-2. Органическое вещество (ОВ) илов в виде С орг. определяли на газохроматографическом анализаторе CNH-1. Общее количество бактерий (ОКБ) подсчитывали на

мембранных фильтрах Synrog (диаметр пор 0,17 мкм) после окрашивания их эритрозином.

Бактериальную продукцию определяли по темновой ассимиляции CO₂, используя различные коэффициенты. Валовую величину аэробной и анаэробной деструкции ОВ в илах рассчитывали по поглощению ими O₂ и выделению CO₂, учитывая реассимиляцию CO₂, траты С орг на метаногенез.

Результаты исследования и их обсуждение

Источниками водоснабжения для водоемов служат горные реки. Все реки республики принадлежат бассейну реки Терек, который своим средним течением пересекает республику.

Физико-химические и продукционные исследования, проведенные нами, выявили возможные пути влияния зонально-климатических факторов на биопродукционные процессы (табл. 1).

Таблица 1

Биогидрологическая характеристика водоемов в зональном аспекте

Экологогеографические зоны	Продолжительность вегетационного периода (в днях)	Площадь водоемов, га (70–75)	Глубина, м	Температура, °С	O ₂ , мг/л	pH	Карбонаты, мгО/л	Метанпекл CH ₄ /л	Фотосинтез(ф), мгО/л (свет)
Горная	1–1,5	91–110	1,5–1,8	18,7–19,6	11,3–10,1	8,1–7,5	3,0–3,1	2,7–2,9	25–26,1
Предгорная	2–3,1	110–115	1,7–2,5	20,9–22,7	10,6–10,8	7,6–7,9	4,1–4,6	3,1–3,4	26,3–27,8
Степная	4,5–8	95–100	1,9–3,6	23,8–25,7	9,3–9,5	8,5–8,8	5,5–5,8	5,8–6,1	28,2–28,7

Как видно из данных таблиц, подобранные пруды повторяют зональность их расположения по площади, глубине, температурному режиму и по химическим показателям. Действительно, по сумме активных температур пруды предгорной и степной зон превосходят самую холодную зону (горная) в 1,5 раза. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что сумма температур в степной зоне составляет 3100–3200°С.

На территории горной зоны этот показатель колеблется в пределах 1300–1400°С и предгорной зоне – 2200–2300°С.

Таким образом, есть основание предполагать, что видовой состав бактериопланктона и бактериобентоса в разных зонах должен быть различен вследствие большого разнообразия эколого-фенологических условий (табл. 2).

Таблица 2

Микробиологическая характеристика рыбоводных прудов по усредненным данным

Экологофенологические зоны	Бактериопланктон		Грибы (Г), диспор/мл	Б, мг/л	Ассимиляция, мкг О/(л.сут)			ПБ, мг О/(л.сут)	ОМ, мкл CH ₄ /(л.сут)	
	ОКБ, x10	СБ, x10			CO ₂	ацетата	гидролизата		0,5 м	7 дней
Горная	4,67	230	1,6	0,71	5,69	0,43	0,56	0,08	0,39	0,30
Предгорная	4,81	280	3,61	0,76	5,45	0,55	0,62	0,09	1,46	3,0
Степная	5,25	820	3,82	0,81	5,85	0,72	0,7	0,11	1,68	3,55

Примечания: ОКБ – общее количество бактерий; СБ – сапрофитные бактерии; Б – сырая биомасса бактерий; ПБ – продукция бактериальной биомассы; ОМ – окисление метана.

Полученные результаты (табл. 2) отражают зависимость времени генерации бактерий от температуры воды. С мая по

октябрь среднее время генерации равнялось 48 часов с колебаниями от 10 до 150. Медленнее всего бактерии размножались

ранней весной и осенью, в несколько раз быстрее летом.

По материалам обследования в мае – сентябре 2004 г. содержание сапрофитных бактерий колебалось в пределах 230–820 в 1 мл. Некоторое увеличение числа са-

профитных бактерий произошло в степной зоне вследствие попадания сточных промышленных и бытовых вод в речной сток реки Малки. Количество сапрофитных бактерий в течение вегетационного периода представлено в табл. 3.

Таблица 3

Общая гидробиологическая характеристика рыбоводных прудов разных категорий

Экологофенологические зоны	Категории прудов	Глубина, м	T, °C	O ₂ , мг/л	CH ₄ , Мг/л	Численность (кл/диаспор/мл) микробильного планктона				Б, мг/л	Ассимиляция, мкг с/(л.сутки)			Общая активность бактериопланктона		
						ОКБ, x10	СБ, x10	Г, x10	Дрожжи		СО ₂	ацетата	гидролизата	ОМ, мкл CH ₄ (л.сут)	G, час	ПБ, мг О/(л.сут)
Горная	1	1,8	22	10,7	2,81	8,7	235	65	70	2,9	108	9,5	2,6	110	50	0,82
	2	1,5	21	10,2	2,65	9,1	245	57	65	2,3	104	9,1	2,3	95	45	0,80
Предгорная	1	2,5	23	10,1	2,95	9,7	285	71	73	3,1	115	10,5	3,1	235	60	0,90
	2	2,0	24	10,4	3,1	9,1	295	70	78	4,2	120	12,3	3,6	245	70	0,92
Степная	1	3,5	26	9,4	5,85	12,3	850	120	140	5,2	140	17,2	4,8	225	80	0,95
	2	2,5	27	9,5	6,1	11,1	910	110	115	5,4	160	19,9	5,2	285	90	0,98

Примечания: G – время удвоения ОКБ; ОКБ – общее количество бактерий; СБ – сапрофитные бактерии; Б – сырая биомасса бактерий; ПБ – продукция бактериальной биомассы; ОМ – окисление метана.

Проведенные исследования показали, что при близкой температурной вегетационной стагнации рыбоводные пруды по гидробиологическим критериям достаточно гетерогенны.

Высокий уровень ОКБ и его биомасс отмечался на всей акватории степной зоны, так как в водосборы этого района поступают переработанные стоки – эти трофические показатели достигали максимума. Здесь особенно многочисленны оказались водные грибы и дрожжи, а количество аэробных сапрофитных бактерий выше в степной зоне на 27,3 по сравнению с горной и на 33,0% с предгорной.

Поступающие в водосборные места переработанные стоки содержат, помимо лигнина и клетчатки, большое количество легкогидролизуемых веществ, которые судя по скоростям ассимиляции ¹⁴C-соединений, энергично разрушались уже в ближайшей к коллектору зоне.

Здесь же были максимальными и другие функциональные характеристики бактерий, что видно из табл. 3. В связи с этим мы изучили распределения сапрофитных бактерий

в толще воды в течение суток (суточный эксперимент). Проводилось параллельно изучение суточных изменений в распределении общей численности бактериопланктона в двух нагульных прудах колхоза им. Петровых (степная зона).

Первый пруд отличался большей глубиной и меньшей проточностью; второй – большей проточностью и меньшей глубиной. Как видно из кривых, представленных на рис. 1 и 2, в обоих прудах численность изучаемых бактерий возрастала с глубиной, а распределение их имело общие черты. Так, в поверхностном и придонном слоях воды обоих водоемов отмечено повышение числа бактерий с 8 до 12 ч дня с последующим снижением. Первый минимум численности сапрофитов в воде второго пруда приходился на 16 часов, а первого – между 16 и 20 ч. Подъем числа бактерий в воде второго пруда приходился на 20 ч, а первого – на 24 ч. В 4 ч утра в воде обоих прудов наблюдалось снижение численности указанных бактерий, а затем – новый подъем.

Сопоставление данных суточного распределения сапрофитных бактерий и зоо-

бентоса в обоих прудах показывает (смотри рис. 1 и 2), что подъем численности бактерий в поверхностном слое воды совпадал

со снижением численности зоопланктона в этом горизонте, а снижение – с подъемом численности зоопланктона.

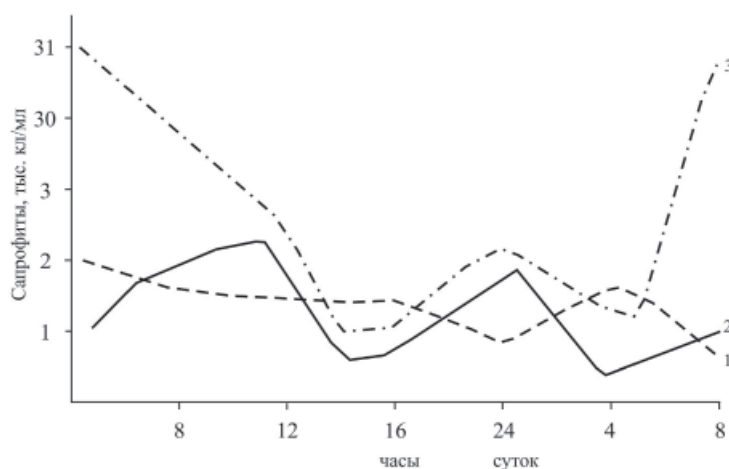


Рис. 1. Суточное распределение сапрофитных бактерий в воде первого пруда (степная зона):
1 – глубина – 20 см, 2 – глубина – 150 см, 3 – глубина – 350 см

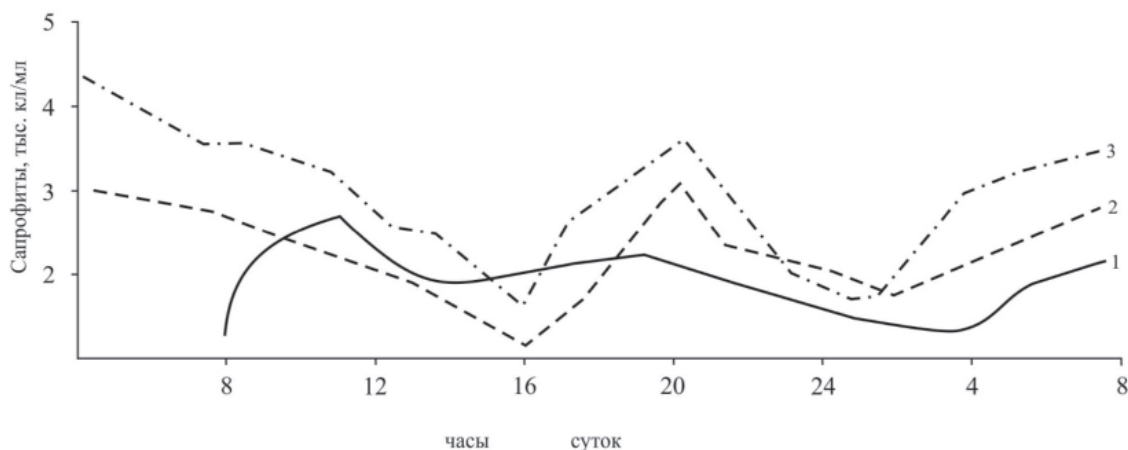


Рис. 2. Суточное распределение сапрофитных бактерий в воде второго пруда (степная зона):
1 – глубина – 20 см, 2 – глубина – 120 см, 3 – глубина – 250 см

С увеличением глубины снижение числа сапрофитных бактерий сопровождалось подъемом численности зоопланктона, а подъем числа этих бактерий – со снижением количества зоопланктона в этом слое воды, т.е. между численностью сапрофитных бактерий и зоопланктоном наблюдалась обратная связь, что свидетельствует о выедании микроорганизмов рачками-фильтрами.

Таким образом, проведенное исследование за суточным вертикальным распределением в прудовой воде тотального бактериопланктона, сапрофитных бактерий и других гидробионтов показало, что на численность микроорганизмов влияет не только прозрач-

ность воды и содержание органического вещества, но и другие гидробионты.

Наши наблюдения являются первыми исследованиями такого плана на прудах и подтверждают данные профессора С.Ч. Казанчева [1, 2] о том, что рачки-фильтраты являются существенным, а иногда основным фактором снижения численности бактерий в воде эвтрофных водоемов.

Выводы

1. Полученные материалы позволили выявить некоторые общие экологические тенденции в ходе изменений интенсивности и направляемости микробиологических процессов.

2. С ростом трофического статуса рыб-водных прудов возрастает роль бактериальных ценозов, в том числе анаэробных.

3. Усиление антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы приводит к значительным изменениям естественной структуры бактериальных сообществ, в первую очередь бентосных.

4. Повышенное содержание сапрофитных бактерий в водоемах следует рассматривать как результат усвоения ими прижизненных выделений флорой, а также активность разложения аминокислот и других соединений эпифитной микрофлорой.

Список литературы

1. Казанчев С.Ч., Кожаева Дж.К. – Биолого-экологическая характеристика пресных водоемов КБР (флора и фауна). – Нальчик, 2011. – С. 62–66
2. Казанчев С.Ч., Пежева М.Х., Халилова Ф.А. и др. – Основные факторы, влияющие на развитие микроорганизмов в рыбоводных прудах КБР // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5–5. – С. 1025–1029.
3. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
4. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. – М.: Наука, 1986. – 362 с.

5. Rogozin A.G. Osobennosti strukturnoj organizacii zooplanktonnogo soobshhestva v ozerah raznogo troficheskogo statusa // Экология. – 2001. – № 4. – С. 313–316.

References

1. Kazanchev S.Ch., Kozhaeva Dzh.K. Biologo-jekologicheskaja harakteristika presnyh vodoemov KBR (flora i fauna). Nal'chik. 2011. pp. 62–66.
2. Kazanchev S.Ch., Pezheva M.H., Halilova F.A. i dr. Osnovnye faktory, vlijajushhie na razvitie mikroorganizmov v rybovodnyh prudah KBR // Fundamental'nye issledovanija. 2014. no. 5–5. pp. 1025–1029.
3. Kuznecov S.I., Dubinina G.A. Metody izuchenija vodnyh mikroorganizmov. M. Nauka. 1989g. 288 p.
4. Rodina A.G. Metody vodnoj mikrobiologii. M.: Nauka, 1986. 362 p.
5. Rogozin A.G. Osobennosti strukturnoj organizacii zooplanktonnogo soobshhestva v ozerah raznogo troficheskogo statusa // Jekologija, 2001 no. 4. pp. 313–316.

Рецензенты:

Калабеков М.И., д.в.н., профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, КБГАУ им. В.М. Кокова, г. Нальчик;
 Карашаев М.Ф., д.б.н., профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, КБГАУ им. В.М. Кокова, г. Нальчик.
 Работа поступила в редакцию 23.09.2014.