

УДК 628.357.3(470.64)

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Пежева М.Х., Халилова Ф.А., Жантеголов Д.В., Казанчев С.Ч.

*ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет  
им. В.М. Кокова», Нальчик, e-mail: mpiezhieva@mail.ru*

Изучены распределения и динамики численности микроорганизмов в рыбоводных прудах с учетом действия природных и антропогенных факторов в течение ряда лет. Анализ факторов, влияющих на развитие микроорганизмов в рыбоводных прудах, показал, что на развитие микроорганизмов значительное влияние оказывает температура, плотность посадки, пространственно-временные неоднородности водоёмов. При заполнении прудов речная экосистема преобразуется в качественно иное состояние, что сопровождается изменением биоценозов и протекающих в них биохимических процессов. Перестраивается и бактериальное население с увеличением численности и активности отдельных физиологических групп. Существование в глубоководных прудах отдельных водных масс с большими перепадами температур определяет своеобразие микробиологических процессов в каждой из них, что мы пытались показать в своих исследованиях. Высокая численность бактериального перифитона на стеблях и листьях водных растений объясняется температурным режимом на мелководьях, а также усилением активности микробиологических процессов. Подобные исследования наиболее важны для рыбоводных прудов, имеющих большие площади мелководных и зарастающих макрофитами зон. Установлены закономерности формирования и изменения микробных популяций.

**Ключевые слова:** антропогенный фактор, эколого-фенологическая зона, вегетационный период, биоген, бактериопланктон, микрофлора, трофность, нагульный пруд, бактериобентос, метаболиты, замор рыб, детрит

## MAJOR FACTORS AFFECTING THE DEVELOPMENT OF MICROORGANISMS IN FISHPONDS OF KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

Pezheva M.H., Halilova F.A., Zhantegolov D.V., Kazanchev S.C.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Kabardino-Balkarian State Agrarian University, by V.M. Kokov», Nalchik, e-mail: mpiezhieva@mail.ru*

There the distributions and dynamics of population of microorganisms in fishponds with the effect of natural and anthropogenic factors for a number of years were studied. Analysis of factors influencing the development of microorganisms in fishponds has shown that the development of microorganisms Independence the temperature, density, spatial-temporal heterogeneity of reservoirs. When filling in the ponds river ecosystem is converted to a qualitatively different state that is accompanied by changes in biocenoses and running in them biochemical processes. Rebuilt and the bacterial population is changing and increasing in the number and activity of certain physiological groups. The existence of a deep-water ponds individual water masses with large temperature differences determines the identity of microbiological processes in each of them, that we have tried to show in our research. The high number of bacterial periphyton on the stems and leaves of water plants is explained by the thermal regime in shallow waters, as well as increased activity of microbiological processes. This research is the most important for fish ponds with large area of shallow-water and overgrown macrophyte vegetation zones. There were established regularities of the formation and changes of microbial populations.

**Keywords:** anthropogenic factor, ecologic – phenological area, vegetation period, biogen, bacterioplankton, microflora, trophicity, feeding pond, bakteriobentos, metabolites, destruction of fish, dentrite

Для разработки и внедрения мероприятий и рекомендаций, направленных на дальнейшую интенсификацию процессов рыбоводства, необходимо знание микробиологических процессов, протекающих в рыбоводных прудах.

**Главная цель** научных исследований на современном этапе – научиться прогнозировать биологические процессы в рыбохозяйственных водоёмах, управлять ими для создания условий, способствующих достижению высокой и стабильной рыбопродуктивности.

Среди многообразия факторов, влияющих на развитие в водоёмах микроорганизмов, можно выделить три главных – удобрения, плотность посадки рыбы и температура.

Силу воздействия каждого фактора ухватить в одной работе невозможно, поэтому мы решили ограничиться двумя факторами – температурой и плотностью посадки рыб в разных эколого-фенологических зонах республики.

### Материалы и методы исследования

Установление влияния указанных факторов на развитие микроорганизмов в рыбоводных прудах республики разрабатывалось на основе массовых данных, собранных нами в течение вегетационного периода с 2008 по 2010 гг. в хозяйствах со средним уровнем ведения рыбоводства, довольно полно отражающих разнообразие экологических условий различных зон республики.

Колебания температуры воздуха и направления господствующих ветров изучались в течение трех

лет. Температуру воды измеряли специальным водным термометром три раза в сутки – в 8, 13 и 19 часов. Ежедневно определяли уровень воды в прудах; при снижении уровня усиливали подачу воды. Гидрохимические показатели – содержание растворенных органических веществ и биогенов – исследовали один раз в две недели. Изучение общего числа микроорганизмов определяли по методу А.С. Разумова.

### Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что с температурой воды и содержанием в воде биогенных элементов

связаны количественный и качественный состав и биомасса бактериопланктона.

Температура, определяя интенсивность протекания биологических процессов в прудах, оказывает влияние и на численность бактериопланктона. Анализируя интенсивность развития микрофлоры в одних и тех же водоёмах в смененные годы, мы сталкивались с тем, что (плотность посадки рыбы) количество бактериопланктона зависимо от термических условий (табл. 1).

Таблица 1

Влияние температуры и плотности рыбы на численность микроорганизмов в рыбоводных прудах республики

Эколого-фенологические зоны	Номер пруда	Сумма активных температур, °С	Площадь, га (нагульные пруды)	Плотность посадки рыбы, тыс. экз./га	Количество микроорганизмов в среднем за сезон	
					В воде млн кл./мл	В грунте млрд кл./мл
Горная	1	1575	4,0	6,0	5,3	9,9
	2	1620	4,2	9,2	6,2	10,2
Предгорная	1	2665	6,5	10,1	8,5	10,8
	2	2795	7	14,9	12,0	11,7
Степная	1	4080	10	12,7	10,2	19,3
	2	4250	15	17,5	16,7	20,4

Как видно из таблицы, характерной особенностью прудового рыбоводства в КБР является размещение хозяйств в зонах с чрезвычайно разнообразными эколого-фенологическими условиями. Действительно, по сумме активных температур (более чем +15°С) самые теплые зоны (предгорная и степная) превосходят самую холодную (горная зона) в 2–2,5 раза. Средняя температура в апреле – сентябре, т.е. в период наиболее интенсивного роста микроорганизмов, колеблется от 17 в горной зоне и до 21–23 соответственно в предгорной и степной зонах.

Следует также обратить внимание на то обстоятельство, что некоторые важные фенологические характеристики существенно различаются даже в соседних эколого-фенологических зонах. Так, сумма температур в горной зоне составляет 1575–1620°С, а в предгорной зоне 2665–2795°С. На территории степной зоны этот показатель колеблется в пределах 4080–4250°С. Таким образом, есть все основания предполагать, что эффективность прудового рыбоводства в разных зонах КБР должна быть различна вследствие большого разнообразия трофности рыбоводных прудов.

Для сезонной динамики численности микроорганизмов в большинстве прудов разных эколого-фенологических зон республики характерен летний максимум, приходящийся на период наибольших температур.

Более существенное влияние на микробиологический режим воды исследованных прудов (табл. 1) оказывает плотность посадки рыб.

Увеличение плотности посадки рыбы в нагульных прудах сопровождается увеличением общей численности микроорганизмов. При увеличении плотности посадки рыбы в нагульных прудах горной зоны от 6 до тыс. экз./га численность бактериопланктона увеличилась на 17,9%. В предгорной зоне при увеличении плотности посадки рыбы от 10,1 до 14,9 тыс. экз./га среднесезонная численность бактерий в воде возросла на 41,2%. В степной – при увеличении в прудах плотности посадки рыбы от 12 до 17,5 тыс. экз./га среднесезонная численность бактериопланктона возросла на 63,7%.

Аналогичная закономерность наблюдалась и в донных отложениях прудов, хотя показатели были несколько ниже.

Оценка данных, полученных на прудах различных фенолого-экологических зон методом двухфакторного дисперсионного анализа, показала, что достоверность влияния температуры и плотности посадки рыбы на численность бактериопланктона и бактериобентоса в прудах равна 99,9%. В сумме организованных факторов сила влияния плотности посадки рыбы на численность микроорганизмов в воде равнялась 49,7%, температура – 4,1% и сочетанное влияние обоих факторов – 46,1%. Сила влияния

и плотности посадки рыбы на численность бактериобентоса равнялась 38,9, температура – 0,2 и сочетанное влияние обоих факторов – 52,8.

Из приведенных данных видно, что степень (сила) влияния рассматриваемых факторов на микроорганизмы воды и донных отложений почти одинаковая, сила влияния плотности посадки рыбы на бактериопланктон обусловлена количеством и составом легкоминерализуемых органических веществ, вымываемых и выщелачиваемых из метаболитов рыб и искусственных кормов, вносимых в водоёмы в качестве дополнительной трофи. Поскольку на дне водоёмов скапливаются трудноминерализуемые остатки кормов и метаболитов рыб, их влияние на микрофлору проявляется не так быстро, как в воде.

Помимо перечисленных главных факторов на численность микроорганизмов в рыбоводных прудах влияет прозрачность. Как выяснилось в процессе исследований, прозрачность воды зависит от ряда факторов, в том числе и обветрового направления. Для степного товарного рыбного хозяйства (ТРХ) характерны постоянные ветры с силой от 4 до 10,5 м/с, что приводит к волнобою и постоянному взмучиванию поверхностного мягкого слоя донных отложений прудов, в результате чего прозрачность воды в них не превышает 12–18 см по белому диску.

При отборе проб на двух прудах этого хозяйства нами учитывались направления господствующих ветров. В среднем за исследуемый сезон численность бактериопланктона в них равнялась 10 млн кл./мл, а бактериобентоса – соответственно 20,1 и 19,2 млрд кл./г. Мы пришли к выводу, что это происходит вследствие сильного взмучивания воды в обоих водоёмах. Распределение микроорганизмов в воде и донных отложениях степного ТРХ носило, на первый взгляд, парадоксальный характер. Так, в мае в воде обоих водоёмов численность микроорганизмов уменьшилась в направлении от вершины к водоспуску, а в июне – июле – возросла, что соответствует распределению микроорганизмов в прудах других хозяйств. В донных отложениях обследованных прудов распределение микроорганизмов было обратным тому, которое наблюдалось в воде. Оказалось, что распределение микроорганизмов по различным участкам прудов степного ТРХ зависело от направления ветров. В мае они дули в направлении от водосброса к вершине прудов, а в остальное время – наоборот. Характерно, что в зависимости от направления господствующих ветров численность микроорганизмов в воде в течение всего периода исследований с подветренной стороны была меньше, чем с наветренной, а в средней части – большей, чем с подветренной (рис. 1).

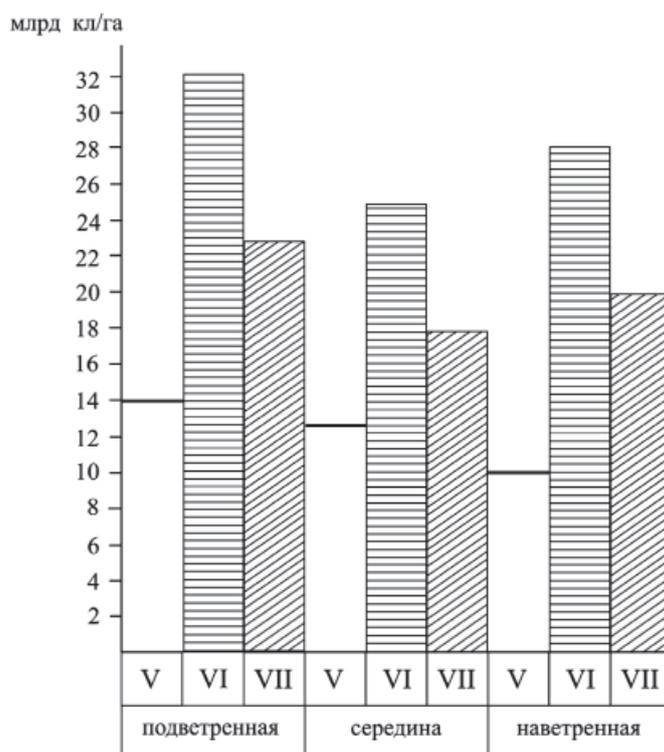


Рис. 1. Численность микроорганизмов в воде прудов степной зоны и влияние на нее ветров и волнобой

В донных отложениях (рис. 2) с подветренной стороны численность микроорганизмов была большей, чем с наветренной, где верхний заиленный слой

грунта переносится в результате волнобоя в воду и взмучивается. Это приводит к повышению в ней количества микроорганизмов.

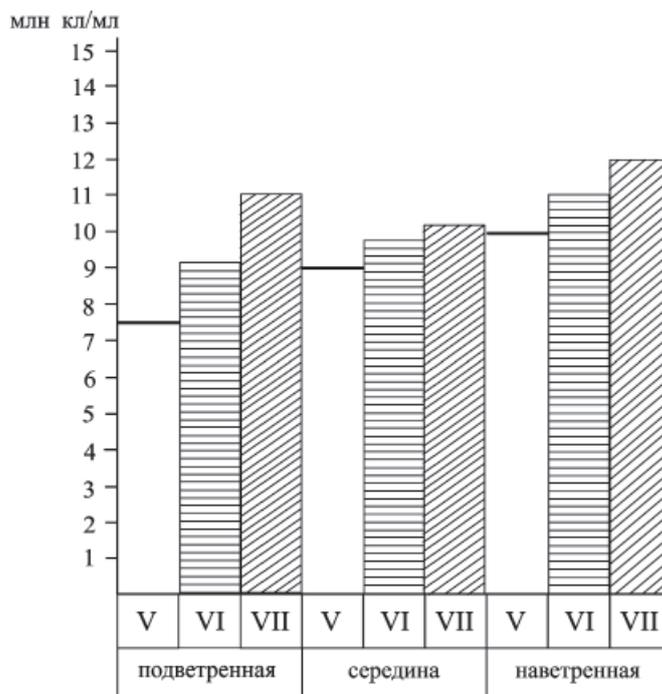


Рис. 2. Численность микроорганизмов в донных отложениях прудов степной зоны и влияние на нее ветров и волнобоя

Обследование этих же прудов через год подтвердило выявленную ранее характерную для них и зависящую от гидрологического фактора особенность распределения микроорганизмов (табл. 2).

Отмеченное влияние имеет и практическое значение. Учитывая наличие большого количества микроорганизмов в нижней

части больших прудов, как в степной зоне, в этих местах следует избегать расстановки кормовых мест (столиков), так как скопление микроорганизмов и органического материала в виде несъедобных кормов и метаболитов рыб в период высоких летних температур может приводить к возникновению локальных заморозов.

Таблица 2

Численность микроорганизмов в воде (в млн кл./мл) и донных отложениях (в млрд кл./г) в различных сторонах прудов степного ТРХ

Номер пруда	Горизонт взятия проб	Сторона			В среднем по пруду
		Подветренная	Середина	Наветренная	
1	Вода	8,98	9,68	10,75	9,81
	Грунт	18,05	18,35	15,52	17,31
2	Вода	9,01	9,91	11,05	9,99
	Грунт	18,67	18,97	15,98	17,87

Что касается микробиологических данных, то пробы, отобранные в интервале между 8 и 16 ч, давали результаты, наиболее близкие к среднесуточным показателям численности бактериопланктона на каждом

из исследованных горизонтов. Таким образом, одновременно установлено оптимальное время для отбора проб при изучении микробиологических процессов в рыбоводных прудах.

### Выводы

На водоемах с разным гидрологическим режимом и интенсивностью ведения рыбного процесса установлено, что факторами, влияющими на численность и распределение микроорганизмов в воде, являются температура и кратность посадки рыб.

Анализ термического режима почв показал, что минерализация органических веществ в донных отложениях идет неравномерно, наибольшая интенсивность микробиологических процессов имеет место на поверхности ила, где сосредоточен детрит высокой питательной ценности.

В рыбоводных прудах, как и в других водоемах, наиболее населенным, а следовательно и активным, является поверхностный слой донных отложений. Поэтому накопление в прудах больших масс илов, не способствуя усилению микробиологических процессов, будет приводить лишь к обмелению водоёмов и сокращению их полезного для рыбоводства объёма, что крайне нежелательно.

### Список литературы

1. Акимов В.А. Продукция бактерий в рыбоводных прудах // Сборник научных трудов. – ВНИИПРХ. – 1971. – вып. 6. – С. 50–59.
2. Кузнецов С.И. Что такое проблема биологической продуктивности водоёмов и как следует работать над её

решением // Зоологический журнал. – 1951. – Т. XXX. – Вып. 2. – С. 121–130.

3. Липин А.Н. Микрофлора стоячих водоёмов и связь её с гидрофауной / А.Н. Липин, Н.Н. Липина // Труды ВНИИПРХ. – 1950. – Т.V. – С. 9–20.

4. Горленко В.М., Дубинина Г.А., Кузнецов С.И. Экология водных микроорганизмов. – М.: Наука, 1977.

5. Кондратьева Е.Н. Хемолитотрофы и метилотрофы. – М.: Изд-во МГУ, 1983.

### References

1. Akimov V.A. Produkcija bakterij v rybovodnyh prudah. // Sbornik nauchnyh trudov.- VNIIPRH. 1971. vyp.6. pp. 50–59.

2. Kuznecov S.I. Chto takoe problema biologicheskoy produktivnosti vodojmov i kak sleduet rabotat' nad ejo resheniem // Zoologicheskij zhurnal. 1951. T. XXX. vyp.2. pp. 121–130.

3. Lipin A.N. Mikroflora stojachih vodojmov i svjaz' ejo s gidrofaunoj / A.N. Lipin, N.N. Lipina // Trudy VNIIPRH. 1950. T.V. pp. 9–20.

4. Gorlenko V.M., Dubinina G.A., Kuznecov S.I. Jekologija vodnyh mikroorganizmov. M.: Nauka, 1977.

5. Kondrat'eva E.N. Hemolitotrofy i metilotrofy. M.: Izd-vo MGU, 1983.

### Рецензенты:

Хасаева Ф.М., д.б.н., профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, КБГАУ им. В.М. Кокова, г. Нальчик;

Калабеков М.И., д.в.н., профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, КБГАУ им. В.М. Кокова, г. Нальчик.

Работа поступила в редакцию 26.03.2014.