

УДК 579.64

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЫБОВОДНЫХ ПРУДАХ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Пежева М.Х., Казанчева Л.А., Жантеголов Д.В., Казанчев С.С.

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

Изучена деятельность микроорганизмов иловых отложений в рыбоводных прудах Кабардино-Балкарской республики. Определены скорость размножения и продукция микроорганизмов в зависимости от морфологии водоёма. Исследованы особенности вертикального распределения микроорганизмов в период весенне-летнего усиления процессов обновления прудовых вод. Показано, что медленное заполнение рыбоводных прудов водой создает условия для значительного увеличения численности микроорганизмов, подвергающихся деструкции органические вещества и минерализующих белок и органические соединения азота и фосфора в иловых отложениях. Изучено содержание разных форм азота в поверхностных слоях ила. Анализ показал, что в водную вытяжку из ила переходят лишь аммиачные соли, азот оснований. Установлено, что белковый азот находится в иловых отложениях в виде моноаминокислот, имеющих большое значение для жизнедеятельности микроорганизмов.

Ключевые слова: иловые отложения, биогенные элементы, донные отложения, прудовые экосистемы, рыбоводные пруды, спиртобензольная вытяжка, гемицеллюлоза, клетчатка, мальтоза, глюкоза, сахароза, эфтрофные пруды, дистрофные пруды, лигнино-гумусный комплекс, органические вещества

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SLUDGE DEPOSITS IN FISHPONDS OF KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

Pezheva M.K., Kazancheva L.A., Zhantegolov D.V., Kazanchev S.C.

FGBOU VPO «Kabardino-Balkaria State Agrarian University name V.M. Kokova»,
Nalchik, e-mail: murat-ul@yandex.ru

Studied the activity of microorganisms silt deposits in fishponds Kabardino-Balkarian Republic. Determined the rate of reproduction and production of microorganisms depending on the morphology of the water body. The features of the vertical distribution of microorganisms in the period of spring-summer renovation of renewal of pond water. Shown that slow filling fish ponds water creates conditions for a significant increase in the number of microorganisms that put destruction of the organic matter and mineralize protein and organic nitrogen of nitrogen compounds and phosphorus compounds in the silt sediments. Studied the content of different forms of nitrogen in the surface layers of silt. Analysis of indicators that the aqueous extract of sludge transferred only ammonium salts, nitrogen base. Found that protein nitrogen is in the silt sediments in the form of monoaminoxidase of great importance for microbial life.

Keywords: silt sediments, nutrients, sediments, pond ecosystems, fish ponds, alcohol-benzol extractor hood, hemicellulose, cellulose, maltose, glucose, sucrose, efortofny ponds, distrofic ponds, Lignin-humus complex, organic substances

Одну из неотъемлемых частей водоемов прудового типа составляют их иловые отложения. В зависимости от морфологии водоема, богатства биогенными элементами, условий стока и географического положения иловые отложения могут иметь весьма различную мощность, и зачастую их толщина определяет продуктивность различных участков водоема. Это явление связано с тем, что физико-химические условия окружающей среды распределены неравномерно. Поскольку они являются экологическим фактором, то они обуславливают неравномерное распределение микроорганизмов. Последние, в свою очередь, изменяют градицию вертикального распределения отдельных элементов в результате своей жизнедеятельности. Микробиологические процессы илообразования, естественно, располагаются по вертикали в закономерные ряды, которые можно рассматривать как последовательно сменяющиеся фазы

образования ила. Формирование его идет в тончайших слоях измеряемых нередко в долях миллиметра. Эти тончайшие слои, свидетельствующие о смене микробиологических процессов, особенно резко выделяются в поверхностных слоях ила, как бы образуя микрозоны – горизонты ила, характеризующие комплекс биологических и физико-химических факторов, находящихся в более или менее длительном и определенном сочетании, поддерживаемом в состоянии подвижного равновесия.

Таким образом, необходимо кратко охарактеризовать химические и физические свойства иловых отложений.

Целью данной работы было получение первых микробиологических характеристик донных отложений в водоемах Кабардино-Балкарской Республики, которые могли бы стать фоновым материалом для организации мониторинга по прудовой экосистеме.

В доступной нам литературе каких-либо данных по микробиологии иловых отложений в рыбоводных прудах Кабардино-Балкарской республики найти не удалось. Некоторые фрагменты общей численности, продукционных процессов и времени генерации бактерий представлены в наших работах [1, 5].

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служили почвенные колонки, отобранные в 2008–2010 гг. на залитых водой прудах: V эколого-фенологическая рыбоводная зона колхоза им. Петровых Прохладненского района и IV – рыбоводная зона колхоза Ленинцы Майского района. Всего обследованы 8 рыбоводных прудов, в которых применялись азотно-фосфорные минеральные удобрения, известкование и кормление рыбой.

Пруды залегают на средних крупнопылеватых или песчаных суглинках разной степени заиленности.

Пробы отбирали весной, летом и осенью у водоспуска в середине пруда и у водовыпуска с глубиной 0–25 см трубчатым дночерпателем, соблюдая правила стерильности. В каждом участке пруда отбирали 10–12 колонок, из которых составляли среднюю для горизонта пробу. В ней определяли состав органического и минеральных веществ.

Химический анализ иловых отложений проводили стандартными методами [2, 3, 4], учитывая сле-

дующие показатели: воска, битума, водорастворимых веществ и сахаров; гемицеллюлозы и уроновых кислот; клетчатки и лигнино-гумусовых комплексов.

Результаты исследования и их обсуждение

Прудовые иловые отложения, накапливаясь на дне водоёма, продолжают в дальнейшем в известной мере участвовать в круговороте вещества в водоёме. Минерализуясь, они, с одной стороны, составляют постоянный источник пополнения водной массы биогенными и зольными элементами, а с другой – служат местом деятельности микроорганизмов – минерализаторов. Таким образом, химический состав иловых отложений во многом определяет экологические условия места обитания донной микрофлоры. Наиболее важна с этой точки зрения характеристика органического вещества ила.

Для жизнедеятельности микроорганизмов имеет значение качество и количество органического вещества. В табл. 1 приводится для ряда прудов различного типа содержание в илах отдельных компонентов в пересчете на органическое вещество.

Таблица 1

Состав органического вещества поверхностных иловых прудовых отложений

Вещество	В % от суммы органических веществ			
	Минимум	Максимум	Среднее для прудов	
			V зона	IV зона
Воск и битумы	1,82	23,3	8,4	6,3
Гемицеллюлоза	4,1	22,9	14,9	10,2
Клетчатка	3,74	12,23	7,8	7,1
Лигнино-гумусовый комплекс	34,1	80,1	59,8	53,1
Углерод общий	32,5	60,4	27,9	25,6
Экстрактивные вещества, не восстанавливающие Фелингову жидкость (по разности)	6,9	24,6	6,1	23,3
Общий азот	2,1	6,2	4,61	4,4

Из табл. 1 видно, что, несмотря на большие колебания в содержании отдельных компонентов органического вещества в различных илах, в среднем даже для весьма различных прудов состав самого органического вещества весьма сходен (см. последние две графы табл. 1). Заметные отклонения наблюдаются в прудах, расположенных в V эколого-фенологической зоне (Прохладненский район).

Послойный анализ состава органического вещества в иловых отложениях дает возможность судить о скорости его распада, генезисе отложений и мощности слоя, где биологические процессы идут интенсивно. Приводим ряд данных его состава

в связи с глубиной заложения иловых отложений (табл. 2).

Данные табл. 2 показывают, что с течением времени илы уплотняются, и влажность их становится меньше. Зольность их теоретически должна была бы возрастать с глубиной в связи с тем, что органическое вещество ила разлагается до газообразных продуктов. Однако в IV эколого-фенологической рыбоводной зоне на глубине 25 см зольность меньше, чем на поверхности. Это указывает на то, что условия образования ила были иными, чем в настоящее время и по зольности ила нельзя судить о степени минерализации его органического вещества.

Таблица 2

Анализ илов различных глубин в IV–V эколого-фенологических рыбоводных зонах

Эколого-фенологические рыбоводные зоны	Глубина от поверхности ила, слой	В % на сухую навеску							В % на органическое вещество					
		Влажность, %	Зольность	Спиртобензольная вытяжка	Гемицеллюлоза	Клетчатка	Лигнино-гумусовый комплекс	Азот общий	Спиртобензольная вытяжка	Сахара и гемицеллюлоза	Клетчатка	Лигниногумусовый комплекс	Азот общий	Углерод общий
IV	0–5	97,6	54,2	6,1	8,7	5,7	22,1	2,7	12,16	18,8	12,2	47,1	5,9	44,1
	5–10	96,3	58,4	4,2	6,1	4,1	20,4	2,4	9,10	14,2	9,4	47,8	5,7	45,0
	10–15	90,3	63,1	2,7	4,8	3,9	20,1	2,4	5,87	12,6	8,5	53,5	6,5	45,9
	15–25	90,7	44,8	4,6	9,8	2,9	28,7	3,1	7,2	16,7	3,8	47,9	5,4	45,5
V	0–5	97,7	55,7	6,4	8,9	5,9	31,5	2,8	12,9	19,1	12,4	62,1	6,1	55,8
	5–10	95,9	59,1	4,8	6,8	4,3	31,7	3,3	9,6	14,8	9,8	62,0	6,4	46,4
	10–15	94,5	65,2	2,9	5,1	4,1	35,2	2,8	6,4	12,9	8,9	66,8	6,7	45,9
	15–25	90,9	45,1	4,7	10,2	3,1	35,6	2,9	7,8	17,1	12,7	68,8	5,8	46,4

Количество веществ, переходящих в спиртобензольную вытяжку, обычно достигает максимума лишь в самом поверхностном слое ила, а с глубиной уменьшается. При переходе от поверхностного слоя ила к 6 см резко снижается количество гемицеллюлозы и клетчатки; однако запас этих веществ остается достаточно большим, чтобы микробиологические разложения этих продуктов могли иметь место, но уже на глубине 25 см они становятся практически недоступными для микроорганизмов. В качестве причины задержки дальнейшего распада органического вещества могло быть или накопление продуктов обмена микроорганизмов, которые задерживают их дальнейшую жизнедеятельность [2] или просто недостаток органических веществ, которые были бы способны к дальнейшему распаду. Таким образом, можно предположить, что усвоя-

емые микроорганизмами углеводы и легкоусвояемые белковые вещества содержатся в илу, только до глубины 25 см. Очевидно, глубже этого горизонта весь запас углеводов и легкоусвояемых белковых веществ уже подвергается сбраживанию и это задерживает дальнейший распад ила. Общее количество сахаров составило от 10 до 250 мг на 1 кг сухого органического вещества. В наибольших количествах встречались мальтоза, глюкоза и сахароза. Пентозы были обнаружены только в виде следов. При извлечении холодным эфиром, а не водой, в экстракт переходило значительно большее количество сахаров. Это указывает, что сахара находятся в оформленных частичках иловых отложений.

Следует отметить, что наибольшее количество сахаров находилось в самом поверхностном слое и сходило на нет на глубине 25–30 см.

Таблица 3

Форма азота в прудовых отложениях, % от общего азота

Эколого-фенологические рыбоводные зоны	Тип водоемов (трофность)	Аммиачный		Амидный	Диаминокислотный	Фракция моноаминокислот	Негидролизуемый
		Всего	Летучий				
IV	Эфтрофный	15,2	4,8	14,8	15,6	47,6	17,6
	Мезотрофный	2,6	0,01	12,8	14,7	42,6	15,1
	Дистрофный	0,62	–	12,1	13,5	40,3	18,2
V	Эфтрофный	16,1	5,5	17,8	18,2	60,3	18,3
	Мезотрофный	4,3	0,01	15,2	17,4	53,2	18,7
	Дистрофный	0,78	–	14,1	15,7	51,2	19,5

Азот – это один из основных органических веществ, необходимых для развития микроорганизмов. В связи с этим представляют

большой интерес данные о содержании различных форм азота в поверхностных слоях ила. Анализы показали, что в водную вытяжку

из ила переходят лишь аммиачные соли, азот основания, а пептоны в такой вытяжке отсутствуют. Содержание летучего аммиака наиболее высоко в эфтрофных прудах, и он полностью отсутствует в дистрофных, его количество уменьшается по мере возрастания в иле отношения углерода к азоту. Остальной азот входит в белковые соединения и в лигнино-гумусный комплекс. После гидролиза крепкой соляной кислотой белковые соединения распадаются до более простых составных компонентов, соотношение которых для прудовых вод различной степени трофи представлено в табл. 3.

В основной массе белковый азот находится в виде моноаминокислот. Количество негидролизованного азота гуминовых наименьшее в типичном эфтрофном водоеме IV и V – рыбоводных зон, в тех же рыбоводных зонах возрастает по мере дистрофности водоема. В основу разделения было положено содержание легко гидролизованного азота и общего углерода, так как для жизнедеятельности микроорганизмов основное значение имеет содержание именно этих компонентов.

Выводы

1. Чтобы определить роль микроорганизмов в круговороте отдельных веществ, нужно не только установить распространение или отсутствие данного вида в биотопе, но оценить, насколько благоприятны условия внешней среды для их развития.

2. Для оценки действительного участия микроорганизмов в круговороте нужно сопоставить их деятельность с изменением данного вещества в водоёме в годовом цикле.

3. Вопросы о скорости протекания отдельных этапов круговорота веществ могут решаться не только обычными химическими методами, но также путем применения радиоактивных или стабильных изотопов.

Список литературы

1. Кожаева, Дж.К. Флуктуация лимнофилов в донных отложениях ихтических водоемов / Дж.К. Кожаева, С.Ч. Казанчев, А.А. Мирзоева и др. // Вестник Красноярского ГАУ. – 2012. – № 4. – С. 116–120.
2. Кузнецов, С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. – Л.: Наука, 1970. – 440 с.
3. Кузнецов, С.И. Методы изучения водных микроорганизмов / С.И. Кузнецов, Г.А. Дубинина. – М.: Наука, 1989. – 286 с.
4. Родина, А.Г. Методы водной микробиологии. – М.: Наука, 1986. – 362 с.
5. Улимбашев, М.Б. Биологическая оценка исходной популяции карповых рыб на начальном этапе формирования бикультурного рыбоводства / М.Б. Улимбашев, С.Ч. Казанчев, Ф.А. Халилова, Д.В. Жантеголов, Е.А. Казанчева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5 (часть 6). – С. 1221–1224.

References

1. Kozhaeva, Dzh.K. Fluktuacija limnofilov v donnyh otlozhenijah ihticheskikh vodoemov / Dzh.K. Kozhaeva, S.Ch. Kazanchev, A.A. Mirzoeva i dr. // Vestnik Krasnojarskogo GAU. 2012. no. 4. pp. 116–120.
2. Kuznecov, S.I. Mikroflora ozer i ee geohimicheskaja dejatel'nost' / S.I. Kuznecov. L.: Nauka, 1970. 440 p.
3. Kuznecov, S.I. Metody izuchenija vodnyh mikroorganizmov / S.I. Kuznecov, G.A. Dubinina. M.: Nauka, 1989. 286 p.
4. Rodina, A.G. Metody vodnoj mikrobiologii / A.G. Rodina. M.: Nauka, 1986. 362 p.
5. Ulimbashev, M.B. Biologicheskaja ocenka ishodnoj populjicii karpovyh ryb na nachal'nom jetape formirovanija bikul'turnogo rybovodstva / M.B. Ulimbashev, S.Ch. Kazanchev, F.A. Halilova, D.V. Zhantegolov, E.A. Kazancheva // Fundamental'nye issledovanija. 2014. no. 5 (chast' 6). pp. 1221–1224.

Рецензенты:

Пилов А.Х., д.б.н., профессор кафедры ветеринарной медицины, 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 05.08.2014.