

УДК 574.66:579.68

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ

И. Ю. Киреева

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина*

## ECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF SOME MICROORGANISM GROUPS IN THE FISH FARM PONDS

I. Y. Kireeva

*National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Важной задачей водной микробиологии является изучение структуры и функционирования сообществ (биоценозов) водных микроорганизмов; установление закономерных соотношений численностей видов в этих сообществах. Соотношение численности и биомасс разных видов бактерий подчиняется определенным правилам, а видовая структура сообщества меняется в процессе его развития (сукцессии) и под действием различных факторов, связанных с хозяйственной деятельностью человека. При исследовании водных экосистем открывается возможность количественного анализа круговорота вещества в них и изменений потока энергии при переходе с одного пищевого уровня на другой. Такой продукционно-энергетический подход на популяционном и биоценологическом уровнях позволяет сравнивать различия в ходе круговоротов веществ в водоемах с разным уровнем антропогенной нагрузки. Основные этапы круговорота вещества и потока энергии хорошо известны для пресноводных экосистем, как и роль бактериальных ферментов в процессах самоочищения водоемов. В рыбохозяйственных водоемах (прудах) бактериальная активность зависит от количества органического вещества, которое связано с технологией выращивания рыбы и достигает особенно больших величин при искусственном кормлении рыбы, когда в водоемах скапливается большое количество несъеденных кормов и ухудшается экологическая обстановка. Поэтому показателем начальной стадии минерализации органических соединений могут служить количественные данные по различным физиологическим группам микроорганизмов, зависящие от типа водоема и уровня антропогенной нагрузки на него.

Объект исследования – выростные пруды в Астраханской области с интенсивной (кормление) и органической (без кормления) технологией выращивания рыбы в поликультуре при уплотненных посадках. Контроль – вода источника водоснабжения (водоподводящий канал). Цель исследования – анализ динамики численности бактерий, участвующих в круговороте азота и бактерий, разлагающих белки, жиры и углеводы в рыбохозяйственных водоемах с разным уровнем антропогенной нагрузки.

Для количественного учета бактерий использовали питательные среды: 1% пептонная вода (аммонификаторы), среда Виноградского (нитрификаторы первой фазы), среда Гильта (денитрификаторы), казеиновый агар (протоолитические), крахмальный агар (амилолитические), среда Селибера с бром-тимол-блау (липолитические).

Анализ полученных результатов показал, что группа аммонифицирующих бактерий преобладала среди микроорганизмов, осуществляющих круговорот азота (табл. 1). При этом минимальная численность аммонификаторов наблюдалась в водоподводящем канале – 12,3 тыс. кл./мл в начале вегетационного периода. В прудах их количество выражалось близкими величинами 18,3 (без кормления) и 32,2 тыс. кл./мл (интенсивное кормление). По мере прогревания воды и наращивания интенсивности рыбоводного процесса число аммонификаторов достигло максимума в конце вегетационного сезона, превысив исходные показатели в 10–15 раз.

Таблица. Численность бактерий, участвующих в круговороте азота  
в воде обследованных водоемов

Месяц	Аммонификаторы, тыс. кл./мл			Денитрификаторы, тыс. кл./мл			Нитрификаторы, кл./мл		
	контр.	орг. техн.	интен. техн.	контр.	орг. техн.	интен. техн.	контр.	орг. техн.	интен. техн.
Июнь	12,3	18,3	32,2	1,8	3,0	3,0	50,0	298,0	305,0
Июль	14,6	37,0	240,0	5,2	4,5	18,0	1,0	52,0	5,0
Август	17,0	77,0	420,0	26,0	35,0	86,0	–	22,0	2,0
Сентябрь	22,9	156,0	520,0	11,2	16,0	33,0	–	10,0	2,0
Среднее за сезон	16,7	72,0	303,0	13,4	25,1	35,0	13,0	100,0	78,0

Динамика численности денитрифицирующих бактерий характеризовалась одновершинной кривой, пик которой наблюдался в начале августа и совпадал с наибольшей биохимической активностью этой группы бактерий во всех изучаемых водоемах. Контрольный водоем отличался минимальным числом денитрификаторов: в среднем за сезон их количество не превысило 11,1 тыс. кл./мл, что в 1,8 раза меньше, чем в пруду без кормления рыбы и в 3,0 раза меньше, чем в пруду с кормлением. Анализ количества нитрифицирующих бактерий (первой фазы) выявил их

максимальную численность только в начале сезона (июнь), что в среднем составило 300 кл./мл. Необходимо указать, что именно в этот период во всех водоемах были самые благоприятные кислородные условия, а как известно процесс нитрификации происходит только в кислородной зоне. К сентябрю количество нитрификаторов первой фазы снизилось на три порядка. Минимальная численность (1 кл./мл) отмечалась в контроле, в отдельные даты они вовсе отсутствовали. Среднесезонные показатели нитрификаторов в пруду с интенсивным кормлением рыбы не превысили 78 кл./мл, а без кормления – 100 кл./мл. К концу вегетационного периода численность нитрифицирующих бактерий закономерно снижалась, так как они являются показателями конечных стадий разложения органического азотсодержащего вещества. Кроме того, нами изучены количественные показатели групп микроорганизмов, разлагающих белки, углеводы и жиры.

Среди анализируемых групп бактерий доминировали амилитические, в сезонной динамике которых четко прослеживались два пика: летний и осенний. Июньский пик пришелся на начало кормления рыбы, когда в прудах резко возросло количество углеводов, поступающих из комбикормов. Сентябрьский подъем численности совпал с накоплением в обследованных водоемах остатков несъеденных кормов, органического материала и отмирающего фитопланктона. Наибольшее количество бактерий, разлагающих углеводы, обнаружено в пруду с интенсивной технологией выращивания рыбы (260 тыс. кл./мл при минимуме 44,0 тыс. кл./мл). В пруду без кормления амилитических бактерий было в среднем в 2,2 раза больше, чем в контроле. При этом динамика численности этой группы микроорганизмов в контроле характеризовалась одновершинной кривой с пиком в июле (26 тыс. кл./мл), когда отмечались максимальные температуры воды (+28°C). Преобладание амилитических бактерий в воде обследованных водоемов можно объяснить большим содержанием углеводов в корме. Динамика количества протеолитических бактерий характеризовались наличием одного июльского пика. Кормовая нагрузка на водоем сопровождалась ростом числа микроорганизмов, разлагающих белки. В пруду без кормления рыбы их среднесезонный показатель составил 24,5 тыс. кл./мл, что в 3,2 раза меньше, чем в пруду с интенсивным кормлением. Диапазон колебаний количества протеолитических микроорганизмов в опытных прудах составил 13–36 и 20–125 тыс. кл./мл соответственно. В контроле обнаружено не более 12 тыс. кл./мл протеолитических бактерий, а их средний за сезон показатель не превысил 5,6 тыс. кл./мл, что меньше в 6 раз, чем в пруду с прикормом и в 14 раз, чем в пруду с интенсивным кормлением.

Самой малочисленной была группа липолитических бактерий, в динамике которой наблюдался один пик, совпавший с периодом наибольшего прогревания воды. В контроле количество бактерий этой группы не превысило 2,3 тыс. кл./мл и в среднем за сезон составило 1,6 тыс. кл./мл. В пруду с кормлением численность липолитических микроорганизмов была максимальной (12 тыс. кл./мл), в среднем за сезон наблюдалось 7,6 тыс. кл./мл, что в 3 раза больше, чем в пруду без кормления. Наибольшая численность липолитических бактерий во всех изучаемых водоемах приходилась на середину лета – период максимальных температур воды. Общим для обследованных прудов являлось снижение численности бактерий, разлагающих белки, углеводы и жиры к концу периода вегетации.

Таким образом, усиление антропогенной нагрузки на водоем в виде интенсивного кормления рыбы приводит к увеличению численности групп аммонифицирующих, денитрифицирующих и амилитических бактерий при одновременном снижении численности нитрификаторов первой фазы, что свидетельствует об ухудшении микробиологического режима, усилении гнилостных процессов и создании в таких водоемах условий для значительных потерь азота.