

АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ КОРОВУШКИН

доктор биологических наук, профессор кафедры частной зоотехнии и кормления животных факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева
university@rgatu.ru

ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА ПОМИНЧУК

аспирант кафедры частной зоотехнии и кормления животных факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева
university@rgatu.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ АКТИВНОГО ИЛА В ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КРУПНЫХ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

При формировании оптимальных условий для развития биоценоза активного ила в очистных сооружениях крупных свиноводческих комплексов необходимо акцентировать внимание на беспанцирных коловратках *Rotaria rotatoria* и *Philodina roseola*. Они осуществляют полное окисление загрязняющих веществ в застоявшихся иловых массах, что обеспечивает эффективность промышленного процесса аэробной биологической очистки, предотвращает нитчатое и гелевое вспухание активного ила.

Ключевые слова: биоценоз, пневматическая аэрация, активный ил, аэробная биологическая очистка, сточные воды, нитчатое и гелевое вспухание

В настоящее время метод очистки сточных вод активным илом является наиболее универсальным и широко применяемым при обработке стоков промышленных предприятий, однако, на наш взгляд, он недостаточно эффективно используется в сельскохозяйственной практике. Преимуществом биологической очистки с применением активного ила в очистных сооружениях являются относительно небольшие затраты, простота в использовании и экологичность данного метода. Сложность выбора состава биоценоза активного ила при очистке промышленных стоков предприятий связана с чрезвычайным разнообразием примесей, количество и состав которых постоянно изменяются вследствие появления новых производств и изменения технологии существующих.

В свиноводческих комплексах, как и в целом на сельскохозяйственных предприятиях, нет столь стремительной смены экотоксикантов, что облегчает работу с активным илом, так как его видовой состав может оставаться долгое время неизменным. Таким образом, целью работы было модифицировать методики аэробной биологической очистки сточных вод активным илом для применения их на свиноводческих комплексах.

С биологической точки зрения активный ил представляет собой в основном скопление бактерий в виде зооглеи, простейших и других, более высокоорганизованных представителей фауны (коловратки, черви, личинки насекомых, водные клещи). Кроме того, в нем присутствуют актиномикеты, водные грибы и дрожжи [2], [5].

© Коровушкин А. А., Поминчук Ю. А., 2011

Наиболее многочисленной группой являются бактерии. В определенных условиях возможно интенсивное развитие грибов. Знание групп бактерий, ведущих биохимическую очистку производственных сточных вод, дает возможность учитывать требования, предъявляемые микробами к условиям обитания в аэротенке, и позволяет создавать в последнем наиболее благоприятный режим очистки [4].

На сооружениях биологической очистки свиноводческого комплекса микроводоросли (диатомовые, зеленые, синезеленые, эвгленовые) активно работают во вторичных отстойниках. Там присутствует свет, что дает возможность развиваться автотрофным водорослям, принимающим активное участие в очистке сточных вод, поскольку они постоянно присутствуют и достигают массового развития в обрастаниях стенок отстойников [2].

Процесс биохимического разрушения органических загрязнений в аэротенках очистных сооружений свиноводческого комплекса происходит под воздействием биоконцентрации активного ила. Основную роль при этом играют бактерии, обладающие способностью образовывать колонии. Микробиологические исследования составов биоценозов, структуры и процессов формирования флоккул активного ила в аэротенках свиноводческого комплекса показали, что развитие и характер зооглеи зависят от качества поступающей сточной жидкости и параметров процесса очистки [1], [3].

Биологическая очистка воды происходит в аэротенках, через которые проходит сточная

вода, содержащая органические загрязнения и активный ил. Для определения количественного состава активного ила применяли учет частоты встречаемости организмов-индикаторов, используя метод микроскопии в лаборатории нанотехнологий в растениеводстве и животноводстве РГАТУ им. П. А. Костычева (2008 год). Тщательно перемешивали пробу, отбирали некалиброванные капли в объеме 0,1 см³. При учете использовали покровное стекло 24 × 24 мм. Просматривали 2–3 капли, в каждой по 10 полей зрения. Учет производили при увеличении 5 × 10.

Суспензию ила в сточной воде на протяжении всего времени нахождения в аэротенке подвергали аэрации воздухом. Интенсивная аэрация суспензии активного ила кислородом приводила к восстановлению его способности сорбировать органические примеси. Микрофлора и фауна биоценозов активного ила, обрабатывающих одинаковую сточную воду, в зависимости от уровня подачи кислорода и условий внешней среды идентична в качественном отношении, но отличается по соотношению организмов различных родов и видов (табл. 1).

При увеличении аэрации в аэротенках на открытом воздухе количество *Amoebin* возрастает с 9 до 13 %, коловраток – с 15 до 24 %, снижается количество свободноплавающих инфузорий (с 34 до 21 %) и инфузорий *Epistylis* (с 22 до 12 %). В аэротенках очистных сооружений, находящихся в помещении, наблюдается следующая тенденция: увеличивается количество *Amoebin* с 8 до 11 %, коловраток – с 19 до 25 %, количество свободноплавающих инфузорий снижается с 29 до 23 %, *Epistylis* – с 20 до 13 %. Аэрация позволила улучшить условия существования в данном биокомплексе и повысить эффективность молекулярного дыхания его аэробных представителей.

Снижение количества *Epistylis* на 10 % при изменяющихся и на 6 % при постоянных условиях среды, а также свободноплавающих инфузорий на 13 % при изменяющихся и на 7 % при постоянных условиях среды свидетельствует о снижении степени органического загрязнения в стоках, что вызвано усилением процессов окисления в результате увеличения аэрации.

Таким образом, при формировании оптимальных условий для развития активного ила в очистных сооружениях крупных свиноводческих комплексов необходимо акцентировать внимание на беспанцирных коловратках *Rotatoria rotatoria* и *Philodina roseola*, снижение количества которых является показателем недостатка кислорода и увеличения токсичных веществ в иловой смеси. При достаточном для их развития уровне кислорода, который обеспечивается использованием дополнительной аэрации, коловратки осуществляют полное окисление загрязняющих веществ в застаившихся иловых массах. Это обеспечивает эффективность промышленного процесса аэробной биологической очистки, предотвращает нитчатое и гелевое вспухание активного ила.

Итоговую оценку работы очистных сооружений проводили по таким показателям, как биологическое потребление кислорода (БПК), химическое потребление кислорода (ХПК), pH, t, °C и ряд других. При различных условиях внешней среды эти показатели могут меняться, так как отображают степень развития различных обитателей биоценоза активного ила, обеспечивающих качество биологической очистки. Ранее нами было рассмотрено соотношение гидробионтов в аэротенках открытого типа, находящихся в различных условиях внешней среды (аэротенки на открытом воздухе и в помещении комплекса очистных сооружений). Среднегодовые показатели биологически очищенной сточной воды в зави-

Таблица 1

Соотношение представителей биоценоза активного ила аэротенков в зависимости от уровня подачи кислорода и условий внешней среды

Показатели кислорода в аэротенках	Представители						Нематоды (<i>Nematoda</i>)
	Голые амебы (<i>Amoebin</i>)	Тихоходки (<i>Tardigrada</i>)	Инфузории			Коловратки (<i>Rotatoria rotatoria</i> , <i>Philodina roseola</i>)	
			Свободно- плавающие	<i>Epistylis</i>	<i>Vorticella</i>		
Средний показатель при изменяющихся условиях внешней среды (аэротенки на открытом воздухе), %							
Используемые предприятием	9	3	34	22	5	15	12
При дополни- тельной аэрации	13	5	21	12	8	24	17
Средний показатель при постоянных условиях внешней среды (аэротенки, находящиеся в закрытом помещении комплекса очистных сооружений), %							
Используемые предприятием	8	2	29	20	8	19	14
При дополни- тельной аэрации	11	3	23	13	9	25	16

симости от условий внешней среды меняются незначительно (табл. 2).

Таблица 2

Среднегодовые показатели биологически очищенной сточной воды в зависимости от условий среды

Средний показатель	t, °C	pH	Взвешенные вещества, мг/л	БПК, мг/л	ХПК, мг/л	Фосфор фосфатов Р, мг/л	Азот аммонийный N, мг/л	Азот нитритов N, мг/л	Азот нитратов N, мг/л	Растворенный кислород, мг/л
При изменяющихся условиях внешней среды	15	7,7	11,6	13	74,1	4,01	2,08	0,71	23,82	9,1
При постоянных условиях внешней среды	17,5	7,1	9,6	8,1	53,9	3,59	1,98	0,52	21,2	9,6

Наблюдается увеличение среднегодовой температуры воды с 15,0 до 17,5 °C, количества растворенного кислорода с 9,1 до 9,6 мг/л, снижение уровня pH с 7,7 до 7,1, что связано с относительным постоянством условий внешней среды и, следовательно, большей адаптивной способностью обитателей биоценоза активного ила.

Аэрация при формировании активного ила обеспечивает улучшение биоценоза. Однако на-

иболее перспективным, на наш взгляд, оказалось использование аэрации аэротенков, находящихся в относительно постоянных условиях внешней среды в помещении комплекса очистных сооружений. Такой метод делает возможным промышленный процесс аэробной биологической очистки в режиме продленной аэрации без накопления избыточной биомассы активного ила, о чем свидетельствует снижение разброса процентного соотношения представителей активного ила. Это обеспечивает увеличение трофических цепей в биоценозе активного ила, в ходе которого наблюдалось последовательное развитие популяций организмов с разными типами питания. Создаются оптимальные условия селективного развития и избирательного лизиса микроорганизмов.

В результате дополнительной аэрации прирост биомассы активного ила в экзогенный период цикла очистки компенсируется ее уменьшением в эндогенный период в результате самоокисления части биомассы. Этому способствует жизнедеятельность бактериофагов, паразитирующих бактерий и микроорганизмов-хищников. Значительно снижается выход избыточного активного ила. Обеспечивается возможность ведения процесса очистки без вывода избыточного ила.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банина Н. Н. Оценка технологического процесса очистки воды по состоянию активного ила // Фауна аэротенков. Л.: Наука, 1984. С. 24–31.
2. Беляева М. А., Гюнтер Л. И. Биоценозы активных илов высоконагружаемых аэротенков и аэротенков с длительным периодом аэрации // Доклады Московского общества испытателей природы. 1967–1968. М., 1971. С. 88–90.
3. Жмур Н. С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Луч, 1997. 168 с.
4. Калужный С. В., Данилович Д. А., Кожевникова А. Н. Анаэробная биологическая очистка сточных вод // Итоги науки и техники. Сер. «Биотехнология». 1991. Т. 29.
5. Липеровская Е. С., Исаева Л. А., Логунова О. Е. Индикаторные организмы активного ила на сооружениях биологической очистки // Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. М.: Наука, 1980. С. 149–154.