



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4388075/31-13

(22) 03.03.88

(71) Институт коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского

(72) П. И. Гвоздяк, Н. Б. Загорная, Т. П. Чеховская и В. У. Никоненко

(53) 663.15(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 722853, кл. C 02 F 3/34, 1978.

Авторское свидетельство СССР № 1244942, кл. C 02 F 3/34, 1984.

(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ГЕКСАМЕТИЛЕНДИАМИНА

(57) Способ очистки сточных вод от гексаметилендиамина. Изобретение относится к биотехнологии, в частности к способам очистки сточных вод от

2

гексаметилендиамина. Целью изобретения является повышение качества очистки от этого соединения и предотвращения вторичного загрязнения биомассой бактерий *Arthrobacter species* 125. Поставленная цель достигается путем применения накопительной культуры коловраток *Notommata ansata*, утилизирующих биомассу бактерий *Arthrobacter species* в присутствии следов гексаметилендиамина, при этом из 10 г биомассы *Arthrobacter sp.* получают 1 г биомассы коловраток. Одновременно происходит повышение степени очистки воды по ХПК на 86%, азоту на 90%. Способ позволяет получить воду, пригодную для оборотного водоснабжения. 2 табл. 2 ил.

Изобретение относится к области биотехнологии, в частности к способам биохимической очистки сточных вод от гексаметилендиамина, и может быть применено для очистки сточных вод производства "Анид" (нафлон-66).

Целью изобретения является повышение качества очистки сточных вод от гексаметилендиамина (ГМД).

Изобретение заключается в том, что предварительно получают накопительную культуру коловраток *Notommata ansata* путем пропускания бактериальной суспензии *Arthrobacter sp.* 125 (10^{10} клеток/мл) или сточных вод после микробиологической очистки, содержащих 10 г/л по сырому весу *Arthrobacter sp.* 125, 40 мг/л азота аммонийного, 60 мг/л фосфора, 20 мг/л 9-90

ГМД, через колонку с активным илом при $D = 0,033 \text{ ч}^{-1}$ и аэрации 20 л/л/ч. Затем через резервуар с загрузкой из стекловолокна и культурой *Notommata ansata* в количестве 1 г/л в течение 30 ч при $D = 0,033 \text{ ч}^{-1}$ пропускаются сточные воды, очищенные от ГМД бактериями *Arthrobacter sp.* 125 и содержащие 10 г/л биомассы этих бактерий, при аэрации. После освобождения от бактерий вода направляется в водоем санитарно-бытового назначения, где используется на корм для рыб.

В основу способа положена выявленная авторами способность коловраток *Notommata ansata* использовать в качестве пищевого продукта бактерию *Arthrobacter sp.* 125 в присутствии следов ГМД. Впервые показано, что при обра-

(19) **SU** (11) **1549220** **A1**



ботке активных илов различного происхождения культурой *Arthrobacter* sp. 125 в присутствии следов ГМД происходит вытеснение коловраткой *Notommata ansata* других видов простейших из биоценозов активных илов (фиг. 1, табл. 1). Установлено, что только коловратка *Notommata ansata* может выжить и доминировать при добавлении в активный ил бактерий *Arthrobacter* sp. 125 и наличии следов ГМД. Следовательно, коловратки *Notommata ansata* и бактерии *Arthrobacter* sp. 125 связаны друг с другом пищевыми отношениями. Коловратки утилизируют биомассу бактерий, при этом из 10 г биомассы *Arthrobacter* sp. 125 получают 1 г биомассы *Notommata ansata*. Одновременно происходит повышение степени очистки воды по ХПК. Очищенная вода может быть использована для оборотного водоснабжения, а биомасса коловраток является ценным кормом для мальков рыб.

Notommata ansata имеет удлиненное, веретенообразное тело, подразделенное на голову, шею, туловище и ногу. Кутикула тела нежная. Коловращательный аппарат сдвинут на брюшную сторону. Ресничные усики длинные. Подбородок хорошо выражен. На конце туловища со спинной стороны имеется хвостовой вырост. Нога короткая, членистая с двумя пальцами, которыми коловратка охватывает волокно (в данном случае диаметр волокна 13 мкм). Мастакс виргантного типа. Пальцы согнуты на брюшную сторону, посередине своей длины с перехватом. Бугорок последнего членика ноги маленький. Хвостовой вырост с боков расширенный. Укусы неодинаковые: левый с одним мощным булавовидным, тесно к нему прилегающим тонким зубом и тремя рудиментарными зубами: правый укусы с одним менее мощным зубом и тремя рудиментарными. Глазное пятно большое, красное. Общая длина 300-800, длина пальцев 75, мастакса 75 мкм.

Устойчивы к дефициту кислорода, к органическим загрязнениям, к большим колебаниям температуры. Оптимум температуры 25-28°C. Оптимальное pH 5,8-7,0. Выносят сильно пониженную кислотность среды до pH 4,2.

Живет в бактериально очищенной от ГМД воде с остаточной концентрацией ГМД до 20 мг/л.

Нижний предел концентрации бактериальных клеток *Arthrobacter* sp. 125 для жизни коловратки около 500 тыс. кл/мл.

Notommata ansata - хищник, постоянный обитатель активных илов очистных сооружений, санитар открытых водоемов, сведений о ее патогенности в литературе не обнаружено. Не токсифобна. ГМД в теле не накапливается, о чем свидетельствуют специальные опыты по химическому определению ГМД в биомассе коловраток, очищающих сточные воды в используемой установке.

Способ иллюстрируется следующими примерами.

Пример 1. Первая стадия. Для очистки от ГМД используют сточные воды производства "Анид" (наилон-66). К реальной сточной воде, содержащей 4 г/л ГМД, 0,5 г/л адипиновой кислоты, следы ионов Cu и I уксусной кислоты, имеющей pH 10,5, прибавляют 2 мл H_3PO_4 на 1 л воды и подают ее в аппарат объемом 20 л с насадкой из стекловолокна. Насадка предварительно бактеризуется культурой *Arthrobacter* sp. 125. Время пребывания воды в аппарате 14 ч. Очищенная вода содержит 10 г/л (по сырому весу) микробных клеток и имеет следующий состав: азот аммонийный - 40 мг/л, фосфор - 60 мг/л. ГМД - 20 мг/л, ХПК - 700 мг O_2 /л, а pH 8,2.

Вторая стадия. а) Получение накопительной культуры коловратки *Notommata ansata* из активного ила № 1 очистных сооружений картонно-бумажного комбината, г. Обухов.

Активный ил № 1 (100 г по сырому весу) помещают в проточный аппарат объемом 1 л при 20°C, pH 7,6, расход воздуха - 1 л/л сточной воды в 1 ч. Через аппарат пропускают очищенную на первой стадии воду. Время пребывания воды в установке 14 ч.

Отбор проб активного ила и количество простейших и коловраток определяют по общепринятым методикам.

На фиг. 1 показано изменение количественного состава простейших и коловраток активного ила в процессе работы установки. На оси абсцисс обозначено время (сутки), а на оси ординат количество организмов (процент от общего числа организмов). Исходный активный ил содержит: сапрофитные (кривая 1), голозойные жгутиковые (кривая 2), свободноплавающие инфузории

(кривая 3), брюхоресничные инфузории (кривая 4), кругоресничные инфузории (кривая 5), коловратки (кривая 6). Видовой состав организмов активного ила в процессе работы установки существенно изменяется. Количество сапрофитных жгутиковых, голозойных жгутиковых, свободноплавающих инфузорий, брюхоресничных инфузорий и кругоресничных инфузорий постоянно уменьшается и к 25 сут их в установке не обнаруживается. В течение всего периода работы установки наблюдается постоянное увеличение количества коловраток *Notommata ansata* и через 25 сут этот вид доминируется.

б) Накопление коловраток *Notommata ansata* из активного ила № 2, полученного из Бортнической станции аэрации (г. Киев). Видовой состав активного ила № 2 был аналогичен составу активного ила № 1. Однако количественное соотношение видов отличается. Активный ил № 2 помешают в проточный аппарат (объем 1 л) и проводят исследования аналогично описанным выше в пункте "а".

В этом варианте преимущественное развитие также получают коловратки. Через 25 сут работы установки в активном иле № 2 доминирует вид *Notommata ansata* (табл. 1).

Таким образом, при кормлении одним видом пищи (в данном случае кормом служили бактерии *Arthrobacter* sp. 125) в присутствии следов ГМД все виды простейших как в активном иле № 1, так и в активном иле № 2 вытесняются коловраткой *Notommata ansata*. Аналогичные эксперименты, проведенные по очистке сточных вод от ГМД с *Bacillus subtilis* 21/3, не позволяют добиться очистки от микроорганизмов-деструкторов. Эти исследования подтверждают данные о том, что только коловратки *Notommata ansata* могут использовать как пищевой продукт *Arthrobacter* sp. 125 в присутствии следов ГМД.

Пример 2. 1) Получение культуры *Notommata ansata* на синтетической среде. 25 мл бактериальной суспензии (10^{10} клеток в 1 мл воды) суточной культуры *Arthrobacter* sp. 125, выращенной на МПА, вносят в колбу (объем 500 мл) с 200 мл питательной среды, содержащей, г/л: K_2HPO_4 - 0,3; $MgSO_4$ - 0,1, ГМД - 2. Выращивают при

30°C при встряхивании на качалке (150 об/мин) в течение 48 ч. Культуральную жидкость центрифугируют при 6000 g. Из осажженной биомассы на синтетической среде (K_2HPO_4 - 0,3 г/л, $MgSO_4$ - 0,1 г/л, ГМД - 20 мг/л) готовят суспензию, содержащую 10 г клеток в 1 л, которую пропускают через колонку емкостью 1 л, содержащую 100 г активного ила № 1 при $D = 0,033 \text{ ч}^{-1}$. Воздух подают из расчета 20 л/л сточной воды в час.

Через 2-3 недели работы установки в активном иле преобладают коловратки *Notommata ansata*, количество которых достигает 1 г/л (по сырому весу).

2) Накопление культуры *Notommata ansata* на реальной сточной воде.

Активный ил № 1 (100 г по сырому весу) помещают в колонку емкостью 1 л, куда подают при $D = 0,033 \text{ ч}^{-1}$ и расходе воздуха 20 л/л сточной воды в 1 ч, полученную после микробиологической очистки сточную воду, содержащую *Arthrobacter* sp. 125 10 г/л (по сырому весу), азот аммонийный - 40 мг/л, фосфор - 60 мг/л, 20 мг/л ГМД и имеющую ХПК 700 мг O_2 /л. Через 25 сут работы установки в активном иле преобладают коловратки *Notommata ansata*, количество которых достигает 1 г/л (по сырому весу).

3) Очистка воды от *Arthrobacter* sp. 125 коловраткой *Notommata ansata*.

Способ реализуется на установке, схема которой приведена на фиг. 2. Сточные воды производства "Анид" поступают в биореактор 1 при $D = 0,033 \text{ ч}^{-1}$, где очищаются от ГМД. Очищенная вода, содержащая 10 г/л биомассы *Arthrobacter* sp. 125, поступает в резервуар 2, в котором находится загрузка 3 и коловратка *Notommata ansata*.

Темп прироста биомассы коловратки в сутки равен в среднем 17-25% от исходной ее биомассы. Время пребывания жидкости в резервуаре 30 ч.

Незакрепленные (свободноплавающие) коловратки отводятся потоком очищенной жидкости через трубу 4, например, в водоем санитарно-бытового назначения 5, где используется на корм для рыб или через фильтр 6 насосом 7 подается в систему замкнутого водоснабжения. Избавление носителей от избытка биомассы коловратки проводили путем регенерации их. Для этого один раз

в месяц прекращали подачу воды в установку на 30 мин и подавали в резервуар 2 воздух с большой скоростью — 200 г/л воды в 1 ч. Затем освобождали резервуар 2 от жидкости. Выживаемость коловратки в предлагаемой системе равна в среднем 5–7 дней. Регуляция подачи воды осуществляется с помощью кранов 8 и 9. Аэрация осуществляется в биореакторе 1 и резервуаре 2 аэраторами 10 и 11. Результаты очистки даны в табл. 2.

Для фильтра используют плотный мельничный шелковый газ высоких номеров (№№ 17/64–25/77) (5).

Очищенная жидкость практически не содержит *Arthrobacter* sp. 125, показатель ХПК снижается с 700 до 100 мг О₂/л, азот аммонийный уменьшается с

40 до 4 мг/л, таким образом степень очистки сточных вод повышается по ХПК на 86%, азоту на 90%, биомасса *Arthrobacter* sp. 125 утилизируется на 98%. Способ вместе с тем позволяет получить воду, пригодную для оборотного водоснабжения.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ очистки сточных вод от гексаметилендиамина, предусматривающий введение в сточную воду штамма бактерий *Arthrobacter species* 125, иммобилизованного на носителе, и аэрацию, отличающийся тем, что, с целью повышения качества очистки, производят последующую обработку воды культурой коловраток *Notommata ansata*.

Т а б л и ц а 1

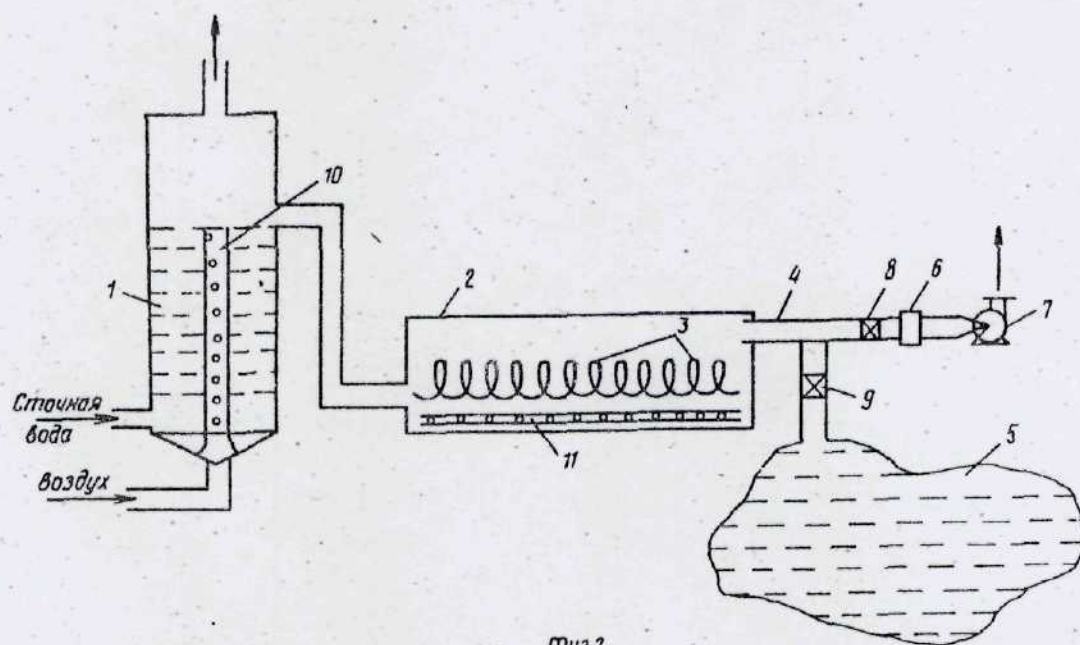
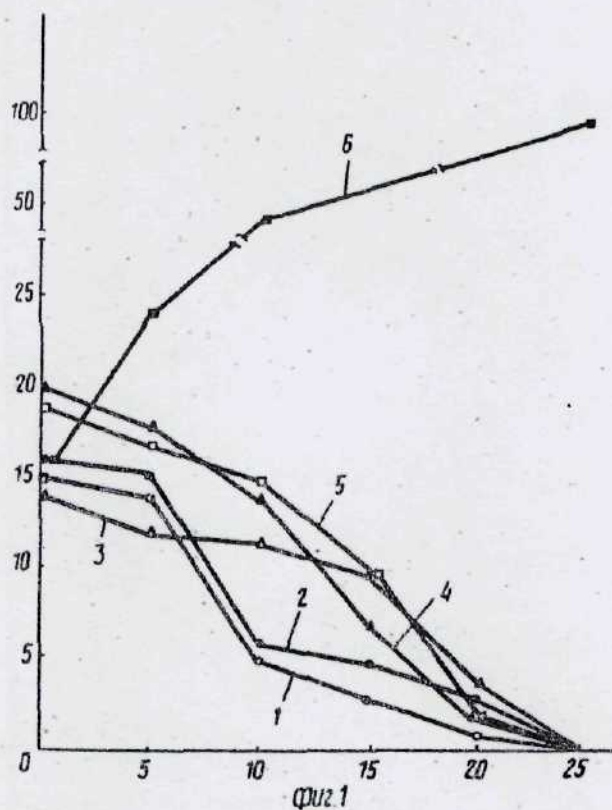
Количество организмов от общего числа в процессе получения накопительной культуры *Notommata ansata*, %

Виды организмов	Исходный активный ил	Время, сут				
		5	10	15	20	25
Сапрофитные жгутиковые	15	15	4	2	2	0
Голозойные жгутиковые	17	16	6	4	3	0
Свободноплавающие инфузории	15	16	15	7	4	0
Брюхоресничные инфузории	21	19	14	8	2	0
Круглоресничные инфузории	17	18	17	14	4	0
Коловратки	15	16	44	65	85	100

Т а б л и ц а 2

Показатели	Исходная сточная вода	Вода после очистки	
		известным способом	предлагаемым способом
ГМД, г/л	4	Следы	0
<i>Arthrobacter species</i> , г/л	0	10	0,2
ХПК, мг О ₂ /л	1700	700	100
Азот аммонийный, мг/л	0	40	4
Фосфор, мг/л	300	60	10
<i>Notommata ansata</i> , г/л	0	0	1(0)*

* Концентрация *Notommata ansata* до фильтра составляла 1 г/л, после фильтра равнялась 0.



Составитель И. Болотина

Редактор М. Букреева

Техред Л. Олейник

Корректор Н. Ревская

Заказ 486/ДСП

Тираж 319

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101

