

УДК 628.3

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ (EM•1®)
ДЛЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ЕГИПТЕ**

Хемдан И.М.Мабру¹, Елена Анатольевна Пивень², Галина Евгеньевна Ларина³

*Аграрный факультет, Университет Эль-Минья
РО Vox 61519 Эль-Минья Египет*

¹ – канд. с. х. наук

*Российский университет дружбы народов
117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6*

² – канд. мед. наук, доц. каф. общественного здоровья, здравоохранения и гигиены; e-mail: pivenel@mail.ru

*Государственный университет по землеустройству
105064, Москва, ул. Казакова, д. 15*

³ – д.б.н., проф. каф. почвоведения, экологии и природопользования ГУЗ; e-mail: gala.larina@mail.ru

Для улучшения качества поливов сельхозугодий с помощью сточных вод дренажной системы использовали микробиологический препарат эффективные микроорганизмы - EM•1®. Исследования проводили в образцах сточных вод дренажной системы Мохит (Mohiet), расположенной в провинциях Асьют и Эль-Минья. Оценивали органолептические, физико-химические и бактериологические свойства сточных вод. Результаты применения технологии EMAS в аридных условиях среднего Египта показали, что качество воды заметно улучшилось (свыше 50% в течение трех недель), показатели достигли разрешенных нормативов по запаху воды, цветности, рН, общей жесткости (карбонатной), общей щелочности, суммарного содержания взвешенных частиц и общей минерализации воды. Установлено, что применение EM•1® еженедельно в течение одного месяца недостаточно для удаления из воды избыточного количества аммиака и достижения нормативного уровня биологического потребления кислорода (БПК₀₅), числа колиформных бактерий.

Ключевые слова: эффективные микроорганизмы (EM•1®), дренажные сточные воды, органолептические, химические и бактериологические свойства воды, технология EMAS.

В Египте действует разветвленная сеть искусственных дренажных каналов, предназначенных для приёма дренажно-сбросных вод с сельскохозяйственных полей.

Министерство общественных работ и водных ресурсов Египта разработало обширную программу мониторинга для повторного использования дренажных сточных вод. Более 4000 млн. м³ дренажных вод, поступающих с сельскохозяйственных полей верхней части дельты Нила, могут повторно использоваться, являясь дополнительным источником поливной воды в нижней её части, позволяющим сократить дефицит природной воды [1–3].

В настоящее время 0,7 млрд. м³ очищенных сточных вод используется для орошения сельскохозяйственных культур; из них 0,26 млрд. м³ проходят вторичную обработку и 0,44 млрд. м³ только первичную обработку. Таким образом, использование обработанных сточных вод приобретает огромное потенциальное значение для Египта.

В провинциях Асьют и Эль-Минья проложена искусственная дренажная система Мохит (Mohiet)

длиной 135 км, в которую на протяжении последних 70 км поступает большое количество сточных вод от сельского хозяйства, промышленности и населенных пунктов. Дренажная система Мохит является наиболее загрязненным искусственным каналом в Египте. Из него ежедневно сбрасывается в р. Нил до 10000 м³ сильнозагрязненных дренажных вод [4].

Существует мнение, что коренные проблемы сельского хозяйства в условиях интенсивного использования значительных количеств минеральных удобрений и ядохимикатов не могут быть решены физическими и химическими методами. Поэтому активно разрабатывается вопрос использования биологических факторов для детоксикации загрязнений. В частности, исследования эффективных микроорганизмов позволили создать инновационную EMAS-технология очистки (EMAS – Effective microorganisms activated solution). Эффективные микроорганизмы (EMTM - Effective MicroorganismsTM) – общее название группы микроорганизмов, обладающих регенерирующей функцией. Консорциум объединяет десятки различных видов аэробных и анаэробных

микроорганизмов, которые сосуществуют в симбиозе и способны осуществлять процесс санации и регенерации [5, 6].

В современных передовых технологиях EMAS служат для восстановления окружающей среды, в том числе для обработки твердых бытовых отходов и сточных вод, а также для снижения концентрации любых видов загрязнителей. В Японии исследования EMAS ведутся более 25 лет. Применение EMAS распространено в Азии и к настоящему времени все больше входит в употребление в западных странах, несмотря на строгие ограничения на его использование [1, 4, 7]. EMAS экологически безопасно и это подтверждено результатами научных исследований и прикладных проектов в разных странах мира [4–7].

Целью нашего исследования стало изучение влияния EMAS на органолептические, физико-химические и биологические свойства сточных вод дренажной системы в условиях сельскохозяйственных земель среднего Египта.

Методика. Исследование свойств сточных вод дренажной системы Мохит проводилось в провинции Эль-Минья в концевой части дренажа длиной 70 км. Динамику изменения параметров дренажных вод проводили в разных точках наблюдения с учетом удаленности от контрольной точки дренажной системы (МД-0 – контроль, без применения EM•1®): МД-1 удалена от МД-0 на 17,5 км; МД-2 удалена от МД-0 на 35 км; МД-3 удалена от МД-0 на 52,5 км; МД-4 удалена от МД-0 на 70 км.

В точках наблюдения весной 2014 г. были отобраны образцы сточных вод. В образцы сточных вод один раз в неделю добавлялись EMAS после их активизации. Активация включала добавление 7 л безхлорной воды и 1,5 кг коричневого сахара к 3 л неактивного микробиологического препарата эффективных микроорганизмов – EM•1® за неделю до его применения: Уровень разбавления после активации составил 1:1000. В течение месяца каждые 7 суток после применения EM•1® проводили отбор проб воды на анализ.

Для контроля эффективности работы технологии EMAS исследовали в динамике свойства образцов сточной дренажной воды до и после применения EM•1® с использованием методик [1, 3, 4, 8–13]: цвет определяли колориметрическим методом при помощи стандартной шкалы, балл; запах – по шкале в баллах; температуру – с помощью водного термометра, оС; показатель pH – с помощью лабораторного потенциометра (pH-метра); электропроводность – с помощью портативного влагозащищенного кондуктометра HI 8633N), мкСм/см; концентрацию аммиака – инструментально с помощью спектрофотометра Spectronic-2000), мг/л; биологическое потребление кислорода БПК₀₅, мг/л; содержание взвешен-

ных частиц, мг/л; общую минерализацию, мг/л; общую жесткость, мг CaCO₃ /л [14]; общую щелочность, мг CO₃²⁻/л [15]; число колиформных бактерий (ЧКБ), млн. КОЕ/100 мл [16].

Результаты и обсуждение. Одним из важных направлений применения EMAS является очистка сточных вод. Их использование приводит к исчезновению неприятного запаха, снижению химического потребления кислорода (ХПК), повышению биологического потребления кислорода (БПК₀₅) и подавлению большинства патогенных микроорганизмов. После обработки EMAS качество воды считается соответствующим экологическим нормам [6]. Поэтому возможности использования загрязненной (отработанной) воды, обработанной по технологии EMAS, значительно расширяются. Например, в Японии и в регионе Голд Кост в Австралии такую воду используют для орошения лесных культур [3, 5, 7].

Входящие в состав EM•1® молочнокислые бактерии продуцируют различные органические кислоты, ферменты, антиоксиданты и хелатные соединения металлов. В результате создается антиоксидантная среда, и усиливается взаимодействие твердой и жидкой фаз, что составляет основу очистки загрязненной воды [17]. Важным преимуществом использования EM•1® является уменьшение объема осадка. Теоретически полезные организмы, присутствующие в EMAS, должны разлагать органические вещества, преобразовывая их в углекислый газ (CO₂), метан (CH₄) и воду, или использовать их для роста и размножения. Поэтому применение технологии EMAS на анаэробном этапе в очистных сооружениях позволяет уменьшать содержание промежуточных продуктов и сокращать накопление остаточного ила.

Запах. В провинции Эль-Минья на загрязненных участках запах сточных вод дренажа составляет большую проблему для населенных пунктов, расположенных вблизи дренажного канала. В результате применения биологической очистки первоначальный отчетливый неприятный запах образцов сточных вод дренажа исчез через 3–4 недели после применения EM•1® (табл. 1). Аналогичные исследования по применению EMAS технологии при обработке мусора и сточных вод во Вьетнаме показали, что распыление раствора EMAS в мусоре помогает избавиться от зловонного запаха, а также токсичных газов [7].

Цветность. Цвет воды в контрольной точке МД-0 был черным, не типичным для естественной цветности природных вод, что связано с высоким загрязнением сельскохозяйственными стоками. Результаты показали, что первоначальный темный цвет образцов постепенно изменялся в точках наблюдения (МД-1, МД-2, МД-3 и МД-4)

1. Влияние EMAS-обработки на изменение органолептических свойств дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет), баллы по [11]

Точка наблюдения*	Недели после применения препарата EM•1®				
	0	1	2	3	4
Запах					
МД-0	4	4	4	3	3
МД-1	4	2	1	0	0
МД-2	4	2	1	0	0
МД-3	4	3	2	0	0
МД-4	4	3	2	0	0
Цвет					
МД-0	4	4	4	4	4
МД-1	4	3	1	1	0
МД-2	4	3	2	2	0
МД-3	4	4	3	2	0
МД-4	4	4	3	2	0

Примечание: *расшифровка точек наблюдения в тексте статьи

до светло-коричневого или кремового и далее до светло-желтого на 4-й неделе после применения EM•1® (табл. 1). Наши результаты не противоречат данным, приведенным в работах вьетнамских исследователей [7], которые доказали эффективность применения EMAS в качестве средства обесцвечивания сточных вод, поступающих в речную систему.

Уровень pH и температура. В результате применения EM•1® величина pH сточных вод сместилась от 8,1 до 6,1 (рис. 1), что характеризует нормализацию качества воды по этому показателю. На рис. 2, показано, что применение EMAS привело к заметному увеличению температуры (до 5 °С) сточных вод на третьей и четвертой неделе наблюдений по сравнению с необработанным образцом (МД-0). По-видимому, к увеличению температуры воды приводит выделение большого количества тепла в результате экзотермических реакций разложения органического вещества микроорганизмами, входящими в состав EMAS [18].

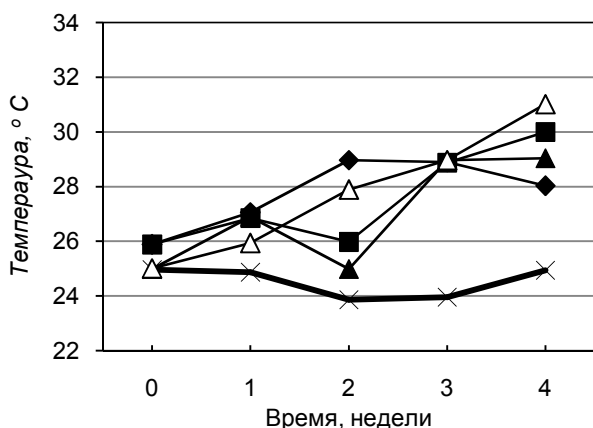


Рис. 2. Влияние EMAS-обработки на температуру дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

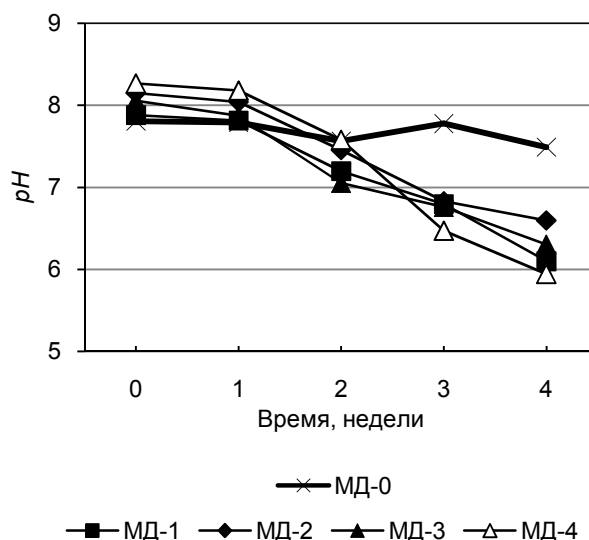


Рис. 1. Влияние EMAS-обработки на pH дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет).

Электропроводность. Измеренные величины электропроводности образцов дренажных сточных вод колебались от 122 до 129 мкСм/см для участков МД-1, МД-2 и МД-4, а для МД-3 зафиксированы максимальные величины электропроводности 216 мкСм/см (рис. 3). Это объясняется высокой минерализацией сточных дренажных вод. Резкое снижение значений электропроводности – выше 53% объясняется влиянием микроорганизмов препарата EM•1®, т.е. присутствием активных деструкторов. Современные данные исследователей из Массачусетского университета, показали, что в сточных водах обитают анаэробные бактерии *Geobacter* (<http://www.geobacter.org/>), способные строить отличающиеся высокой электропроводностью биологические структуры, что позволяет им очищать воду, загрязненную токсичными химикатами, тяжелыми металлами и нефтью [6].

Общая жесткость и щелочность. Величины общей жесткости (в пересчете на суммарное со-

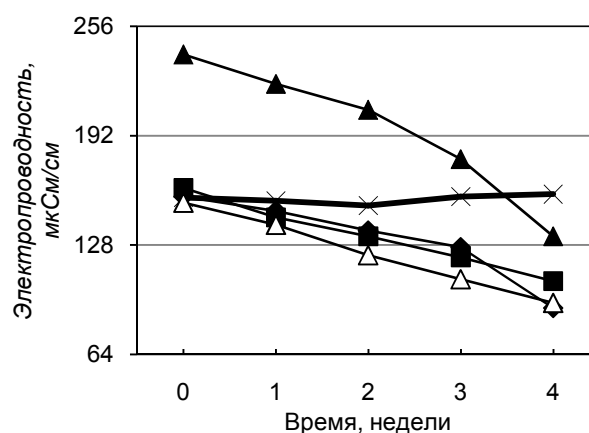


Рис. 3. Влияние EMAS-обработки на электропроводность дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

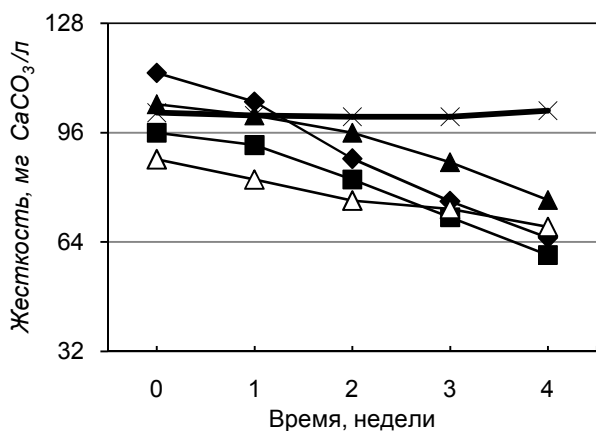


Рис. 4. Влияние EMAS-обработки на общую жесткость дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

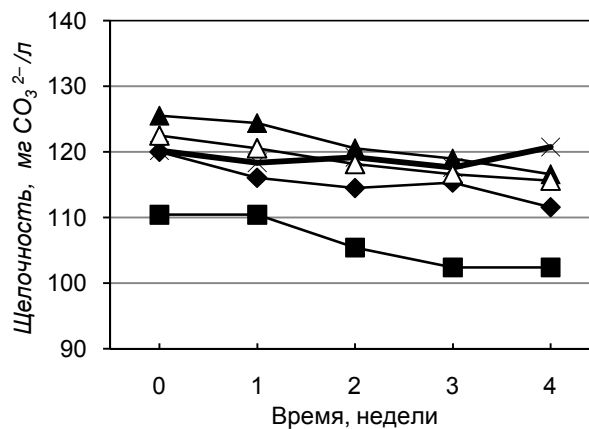


Рис. 5. Влияние EMAS-обработки на общую щелочность дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

держанию карбонатов и гидрокарбонатов кальция) во всех исследованных образцах колебались от 104 до 72 мг CaCO₃/л, самый высокий уровень был установлен для участка МД-2 и самый низкий – для МД-4 (рис. 4). Применение EM•1® изменило жесткость сточных вод – наблюдалось снижение величины этого показателя: в точке МД-1 40%, МД-2 50%, МД-3 34% и МД-4 25% по сравнению с контролем МД-0. Для показателя общей щелочности в разных точках наблюдения выраженная динамика не установлена (рис. 5). Однако в целом уровень щелочности снизился в среднем на 6% за наблюдаемый период. Показанные результаты не всегда согласуются с теми, которые приводятся в официальных отчетах по Египту [4].

Взвешенные вещества в воде. По нашим данным применение EM•1® является эффективным приемом, обеспечивающим снижение содержания взвешенных частиц в воде сельскохозяйственных земель среднего Египта. Зафиксировано, максимальное содержание взвешенных частиц для участка МД-3 (до 1300 мг/л) по сравнению с МД-1, МД-2 и МД-4 (рис. 6). Приведенные результаты

согласуются с данными других исследователей [7], которые продемонстрировали высокий эффект от применения EM•1® для обработки сточных вод, поступающих из медицинских учреждений, при заметном снижении в них содержания взвешенных веществ и других вредных компонентов.

Общая минерализация воды. Величина показателя минерализации, т.е. содержания водорастворимых солей составили в точках наблюдения: МД-1 (57%), МД-2 (51%), МД-3 (60%) и МД-4 (52%) по сравнению с контролем. Таким образом, влияние препарата EM•1® на показатели общей минерализации сточной воды проявлялось в снижении величины этого показателя (рис. 7). Наблюдаемое снижение может быть обусловлено деятельностью микробиологического препарата в пробах воды. Концентрация водорастворимых солей в исследованных образцах сточных вод дренажной системы Мохит была выше на участке МД-3 по сравнению с участком МД-2 и намного выше, чем выявлено в обоих образцах участков МД-1 и МД-4. В целом суммарное содержание взвешенных веществ (рис. 6) и общая минерали-

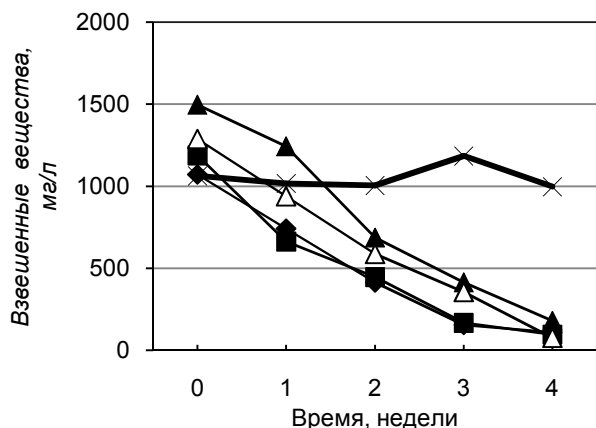


Рис. 6. Влияние EMAS-обработки на содержание взвешенных веществ в дренажных сточных водах в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

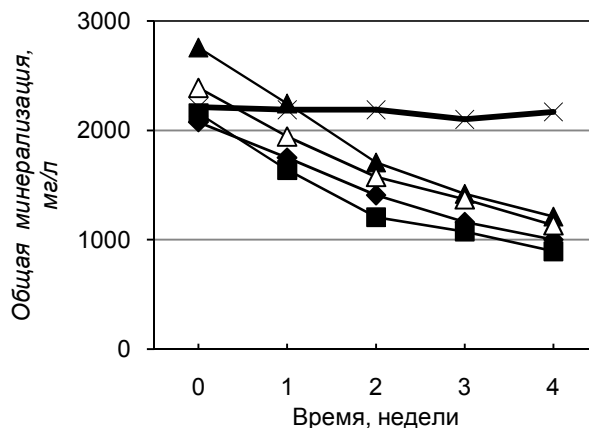


Рис. 7. Влияние EMAS-обработки на общую минерализацию дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

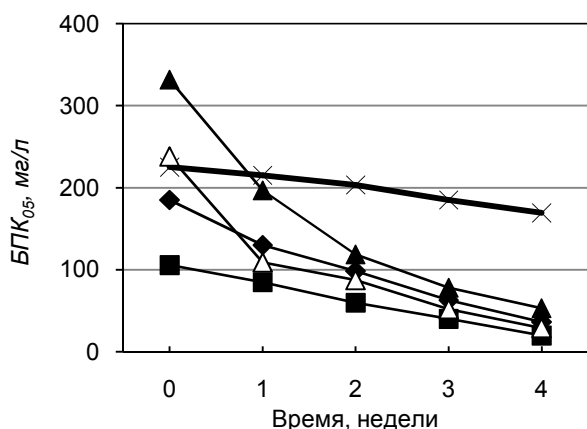


Рис. 8. Влияние EMAS-обработки на биологическое потребление кислорода в дренажных сточных водах в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

зация воды (рис. 7) не превысили допустимые нормативы [1]. Полученные данные коррелируют с официальными отчетами Министерства по охране окружающей среды Египта [4].

Биологическое потребление кислорода. Во всех исследованных образцах концентрация BPK₀₅ значительно превышала допустимые величины (рис. 8). Наибольшие значения BPK₀₅ отмечались в точке МД-3 (328 мг/л), самые низкие показатели получены для МД-1, но и они превышали на порядок допустимые нормативы для оросительной воды (ПДК = 10 мг/л). Такие высокие уровни BPK₀₅ указывают на наличие в образцах воды дренажной системы Мохит большого количества органических загрязнителей. Применение технологии EMAS оказалось эффективным средством для обработки сточных вод дренажа в условиях Египта. Снижение величины показателя в течение 1-й недели наблюдений составило МД-1 – 19%, МД-2 – 30%, МД-3 – 40% и МД-4 – 32% по сравнению с контролем. Этот эффект усилился на 2-й и 3-й неделе. К четвертой неделе после применения EM•1® уровень BPK₀₅ заметно снизился: МД-1 (79%), МД-2 (78%), МД-3 (84%) и МД-4 (80%) по сравнению с контролем. Но, следует отметить, что обработка сточных вод суспензией EM•1® в течение 4 недель не позволяет уменьшить содержание органических веществ до уровня санитарно-гигиенического норматива. Наши результаты совпадают с данными других авторов [5, 17, 18], изучавшими очистку стоков по технологии EMAS в аэробных условиях, когда уровень BPK₀₅ в течение месяца снижался от 374,5 до 55,9 мг/л (или в среднем на 85%), а на контроле – от 374,5 до 248,6 мг/л (в среднем на 34%).

Концентрация аммиака. В начале проведения экспериментов концентрация аммиака во всех исследованных образцах колебалась от 10 до 13 мг/л. Самый высокий уровень был зафик-

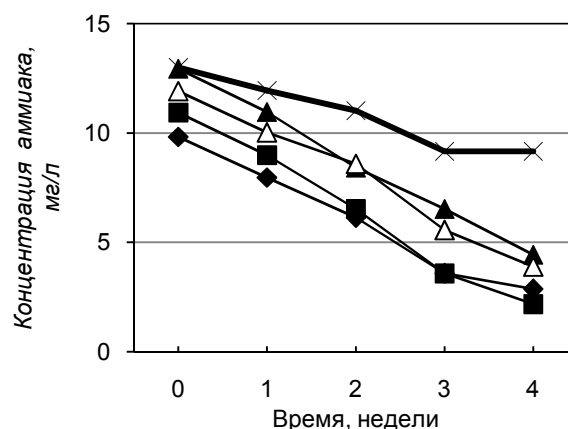


Рис. 9. Влияние EMAS-обработки на содержание аммиака в дренажных сточных водах в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

сирован на участке МД-3, а самый низкий – на участке МД-2 (рис. 9). Риск увеличения уровня аммиака в дренажных водах был показан в работах многих исследователей. Следует отметить, что полученные в нашем исследовании данные были значительно выше, чем в официальных отчетах по Египту [4], и концентрация аммиака превышала в 20 раз допустимые нормативы (ПДК = 0,5 мг/л). Обработка образцов сточных воды препаратом EM•1® привела к существенному снижению концентрации аммиака. Установлено, что во всех образцах концентрация аммиака снизилась на 20% от своего первоначального уровня после первой недели и до 70% – после 3-й недели. Однако полученные данные также демонстрируют, что концентрация аммиака не достигла уровня санитарно-гигиенического норматива и после 4 недель наблюдения составила: МД-1 – 24%, МД-2 – 29%, МД-3 – 34% и МД-4 – 32% по сравнению с контролем, т.е. применение EM•1® еженедельно в течение одного месяца недостаточно для удаления из воды избыточного количества аммиака.

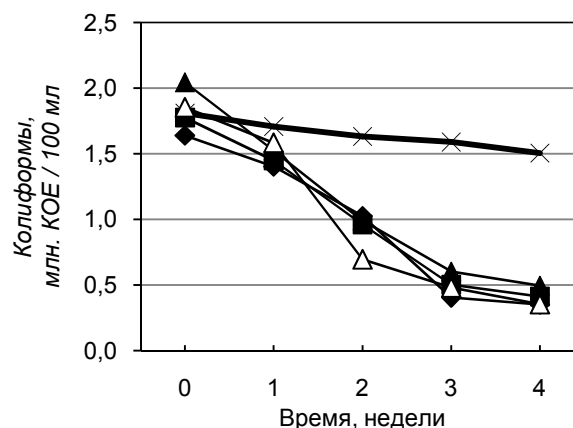


Рис. 10. Влияние EMAS-обработки на общее число колиформных бактерий в дренажных сточных водах в провинции Асьют (Египет). Условные обозначения – см. рис. 1.

2. Статистические показатели изменения качества дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет) при использовании технологии EMAS

Показатель	Недели					
	0	1	2	3	4	
рН, единиц	\bar{x}	7,94	7,86	7,50	7,04	6,42
	s	0,16	0,16	0,21	0,46	0,25
	V, %	2,05	2,07	2,80	6,58	3,87
Температура, °C	\bar{x}	25,2	26,4	26,4	28,0	28,6
	s	0,40	0,80	1,85	2,00	2,06
	V, %	1,59	3,03	7,03	7,14	7,20
Электропроводность, мкСм/см	\bar{x}	149	139	129	118	101
	s	46,2	37,3	30,7	22,4	22,3
	V, %	30,9	26,8	23,7	18,8	22,0
Общая жесткость, мг CaCO ₃ /л	\bar{x}	89,6	85,6	78,4	74,0	69,2
	s	11,5	11,5	11,9	13,4	18,0
	V, %	12,8	13,4	15,2	18,1	26,0
Общая щёлочность, мг CO ₃ ²⁻ /л	\bar{x}	119	118	117	116	116
	s	5,1	4,8	6,3	7,5	7,7
	V, %	4,3	4,0	5,4	6,5	6,6
Содержание взвешенных частиц, мг/л	\bar{x}	1160	990	700	590	385
	s	80,0	201	235	351	362
	V, %	6,9	20,3	33,5	59,5	94,0
Общая минерализация, мг/л	\bar{x}	2330	1990	1640	1470	1360
	s	209	248	343	333	458
	V, %	9,0	12,5	20,9	22,6	33,7
БПК ₀₅ , мг/л	\bar{x}	199,0	151,0	116,0	82,0	65,0
	s	76,8	52,2	48,0	52,7	55,5
	V, %	38,6	34,6	41,3	64,3	85,5
Содержание аммиака, мг/л	\bar{x}	12,30	10,00	8,40	5,60	4,60
	s	1,66	1,64	1,77	1,66	2,01
	V, %	13,5	16,4	21,1	29,5	43,7
ЧКБ, млн. КОЕ/100 мл	\bar{x}	1,83	1,58	1,08	0,76	0,67
	s	0,15	0,12	0,32	0,48	0,47
	V, %	8,0	7,3	30,0	63,1	69,6

Примечание: \bar{x} – среднее значение по точкам наблюдения, s – стандартное отклонение, V, % – коэффициент варьирования.

Микробиологические показатели воды (число колиформных бактерий). При оценке бактериологического загрязнения воды большое значение придается определению общего числа колиформных бактерий. Колиформные бактерии в воду попадают, как правило, с фекальными стоками и способны выживать в ней в течение нескольких недель, хотя при этом в подавляющем большинстве случаев не размножаются. Наличие колиформных бактерий отмечается также и в других видах сточных вод, таких как городские и промышленные сточные воды или животноводческие стоки, поступающие в дренажную систему. Эффективность удаления патогенных микроорганизмов при использовании EMAS была также доказана рядом научных работ [2, 5, 13, 17].

По нашим данным максимальное значение было зафиксировано для МД-3, а самое низкое –

для МД-4 и варьировало от 1,56 до 2,05 млн. КОЕ/100 мл (рис. 10). Полученные значения существенно превышали допустимые санитарно-гигиенические нормативы. Применение EM•1® в течение 1-й недели наблюдений привело к сокращению числа колиформных бактерий: МД-1 – 20%, МД-2 – 15%, МД-3 – 25% и МД-4 – 10% по сравнению с контролем. В целом обработка дренажных сточных вод в течение одного месяца по технологии EMAS улучшала микробиологические свойства обработанной воды. Наблюдалось уменьшение числа колиформных бактерий более чем на 80% по сравнению с контрольным вариантом. При этом полезные микроорганизмы в дренажной сточной воде не подавлялись микроорганизмами препарата EM•1®.

Анализ динамики свойств дренажных сточных вод в провинции Асьют (Египет) позволяет разделить показатели качества на три группы по степени «улучшения» после применения препарата EM•1® (табл. 2):

– 1 группа – полностью нормализуются (величина коэффициента варьирования менее 10%) – рН (7,35±0,56), общая карбонатная жесткость (79,36±7,44 мг CaCO₃/л), общая щёлочность (117,40±1,41 мг CO₃²⁻/л);

– 2 группа – пограничное состояние (коэффициент варьирования 10–30%) – электропроводность (127,6±16,6 мкСм/см), общая минерализация (1758±357 мг/л);

– 3 группа – превышение санитарно-гигиенических нормативов (коэффициент варьирования выше 30%) – содержание взвешенных частиц (765,0±277,8 мг/л), биологическое потребление кислорода (122,6±48,3 мг/л), содержание аммиака (8,18±2,82 мг/л), число колиформных бактерий (1,18±0,45 млн. КОЕ/100 мл).

Выводы. Сточные воды дренажной системы Мохит в провинции Асьют (Египет) длиной 135 км сильно загрязнены сбрасываемыми промышленными, городскими и сельскохозяйственными стоками на протяжении последних 70 км до впадения в реку Нил. Для улучшения качества таких вод и с целью их повторного использования применяют технологию EMAS, которая оказалась полезной в решении экологических проблем, связанных с возрастанием объемов сточных вод, и возможностью их очистки с использованием «EM»™ - Effective Microorganisms™ или эффективных микроорганизмов.

В результате применения препарата EM•1® наблюдалось улучшение органолептических, физико-химических и бактериологических свойств дренажных сточных вод. Существенно изменился ряд показателей, достигнув уровня допустимых нормативов: запах воды, цветность, рН, общая жесткость (карбонатная), общая щёлоч-

ность, суммарное содержание взвешенных частиц и общая минерализация воды. Наблюдалось заметное улучшение и других показателей качества воды. Однако отметим, что применение EM•1® еженедельно в течение одного месяца недостаточно для удаления из воды избыточного количества аммиака и достижения нормативного уровня биологического потребления кислорода, числа колиформных бактерий.

Микроорганизмы препарата EM•1® способны выносить термический стресс (в нашем исследовании установлен уровень температуры воды $26,92 \pm 1,22$ °C), адаптироваться и эффективно улучшать свойства загрязненных сточных вод на сельскохозяйственных землях среднего Египта.

Таким образом, применение микробиологического препарата EM•1® является простым, безопасным, удобным и эффективным решением проблем, связанных с использованием загрязненных сточных вод и сохранением окружающей среды в условиях Египта.

Литература:

1. Okunlola I.A., Amadi A.N., Idris-Nda A., Agbasi K., Kolawole L.L. Assessment of water quality of Gurara water transfer from Gurara dam to Lower Usuma dam for Abuja water supply, FCT, Nigeria // American Journal of Water Resources. – 2014. – Vol. 2, No. 4. – PP. 74–80.
2. Bucklin K.E., Mcfeters G.A., Amirtharajah A. Penetration of coliform through municipal drinking water filters. – Water Res. – 1991 – V. 25. – P. 1013.
3. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18-th edition. – Washington: American Public Health Association, 1992. – 26 p.
4. Re-use of drainage water in the Nile Delta: monitoring, modeling and analysis. – Cairo, Egypt: Drainage Research Institute. – Re-use Report No. 50. 1995.
5. Zuraini Z., Sanjay G., Noresah M.S. Effective microorganisms (EM) technology for water quality restoration and potential for sustainable water resources and management / International Environmental Modelling and Software Society (IEMSS). – 2010. – <http://www.iemss.org/iemss2010/proceedings.html>

6. EM trading. Effective microorganisms (EM) from sustainable community development, effective microorganism. – 2000. – <http://www.emtrading.com.html>
7. Hens L., Nierynck E., Van Y.T., Quyen N.H. Land cover changes in the extended Ha Long city area, North-Eastern Vietnam during the period 1988-1998 // Environment, Development and Sustainability. – 2000. – No. 2(3–4). – P. 235–252.
8. П 72-2000. Рекомендации по проведению визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах. – СПб.: ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева», 2000.
9. ГОСТ 31952-2012. Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения. – М: Стандартинформ, 2013. – 26 с.
10. МР 2.1.10.0031-11. Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем. – М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 47 с.
11. ГОСТ Р ИСО 3972-2005. Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности. – М: Стандартинформ, 2006. – 11 с.
12. Богомолова Н.М., Ларина Г.Е. Анализ качества воды в реках Калужской области // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2015. – № 9 (128). – С. 73–78.
13. Bitton, G.; Koopman, B., Jung, K. An assay for the enumeration of total coliforms and Escherichia coli in water and wastewater // Water Environment Research. – 1996. – V. 67. – P. 906–909.
14. ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости. – М: Стандартинформ, 2013. – 11 с.
15. ГОСТ 31957-2012. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. – М: Стандартинформ, 2013. – 25 с.
16. ГОСТ Р 53415-2009. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа. – М: Стандартинформ, 2011. – 24 с.
17. El Karamany H.M., El Shatoury S.A., Ahmed D.S., Saleh I.S. Potential of effective microorganisms (EM) for conventional activated sludge upgrade // International Water Technology Journal. – 2013. – Vol. 3., Iss. 2. – P. 87.
18. Downs T.J., Mazari-Hiriart M., Dominguez-Mora R., Suffet I.H. Sustainability of least cost policies for meeting Mexico City's future water demand // Water Resource Research. – 2000. – 36(8) – P. 2321–2339.

Hemdan I.M. Mabru, Piven E.A., Larina G.E.

THE USE OF EFFECTIVE MICROORGANISMS (EM-1) FOR REUSE DRAINAGE OF SEWAGE WATER IN EGYPT

To improve the quality of irrigation wastewater drainage system microbial drug effective microorganisms EM • 1® were used. Investigations were carried out in samples of wastewater drainage system Mohit (Mohiet), located in the provinces of Assiut and Minia. Organoleptic, physical-chemical and bacteriological properties wastewater were assessed. The results of the application of EMAS technology in arid conditions, the average Egypt showed that the water quality has improved significantly (more than 50% within three weeks), the indicators have reached the allowed standards by the smell of water, color, pH, total hardness (carbonate), total alkalinity, total suspended solids content and total mineralization of water. It was found that the use of EM • 1® weekly (for one month) is not sufficient to reduce the excess ammonia and biological oxygen demand (BOD), total coliform bacteria in drainage water.

Keywords: effective microorganisms (EM•1®), drainage waste water, sensory, physical-chemical and bacteriological properties of water, the EMAS technology.