

Главное отличие технологии состоит в использовании высокоэффективных водоотводящих устройств, работающих по принципу «механического процеживания» и уникального флокулянта «Селектиф-К», действие которого обеспечивает результативное обезвоживание и высушивание. Под влиянием флокулянта в обработанном осадке происходит уменьшение количества связанной воды, что и приводит к повышенной водоотдаче осадка на иловых площадках. Отвод воды осуществляется донными дренажными каналами и специальными - механизированными водоотводными колодцами.

Список литературы

1. Яковлев С. В., Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод. М. : АСВ, 2002. 704 с.
2. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов / Э. С. Разумовский и др. М. : Стройиздат, 1986. 173 с.
3. Новак В. А. и др. Очистка хозяйственно-бытовых стоков малых поселений – проблемы и решения // Вода. 2002. № 10. С. 17–24.
4. Абуова Г. Б., Дьяков О. А., Гут С. М. Практическое исследование современных реагентов в Астраханской области // Перспективы развития строительного комплекса. Астрахань : АГАСУ, 2016. С. 65–71.

УДК 628.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ МОЛЛЮСКОВ В АРИДНОЙ ЗОНЕ РОССИИ

А. Ф. Сокольский, В. И. Башмакова, Д. О. Худяков

*Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет*

Гидробионты (моллюски-фильтраторы) играют большую роль во многих процессах, происходящих в водоемах: активно влияют на гидрохимический режим; являются механическим фильтром, задерживающим взвеси и участвующим в их переработке.

Ключевые слова: гидробионты, моллюски-фильтраторы, водоемы, фильтр, переработка.

Hydrobionts (mollusk-filterers) play an important role in many processes occurring in water bodies: they actively influence the hydrochemical regime; are a mechanical filter, suspended in suspended matter and involved in their processing.

Key words: hydrobionts, mollusks-filterers, reservoirs, filter, processing.

Для изучения возможности использования моллюсков в качестве биоиндикаторов состояния водной среды, и удельной концентрации их каротиноидов в качестве тест-функции в биологическом мониторинге поверхностных вод, была выявлена зависимость между удельной концентрацией каротиноидов в тканях моллюсков и качеством среды обитания. Ре-

зультаты были получены в ходе серии модельных экспериментов, целью которых была оценка фильтрационной активности моллюсков в воде с определенным содержанием серы.

Анализ полученных данных показал, что при увеличении загрязнения водоемов у обитающих в них моллюсков возрастает $C_{уд}$ общих каротиноидов в тканях. При этом, увеличение было зарегистрировано независимо от сезона. У моллюсков, обитающих в загрязненной воде (рук. Бузан, ниже терминала, район погрузки серы), зарегистрировано достоверное увеличение удельной концентрации каротиноидов по сравнению с содержанием этих пигментов у животных из водоемов, вода которого относится к условно чистым водам.

В опытах по определению фильтрационной способности моллюсков *Unio pictorum* в аквариумах с использованием эталонного (стандартного) токсиканта - серы определяли концентрацию каротиноидов в тканях моллюсков. Так же определяли содержание серы в их жабрах (рис. 1). После окончания опыта провели химический анализ используемой воды на содержание серы. По результатам эксперимента было установлено, что в сильно загрязненной воде (100 ПДК) способность моллюсков к очищению падает, а степень фильтрационной активности *Unio pictorum* в воде с малыми концентрациями (1ПДК) достигает очень высокого результата (табл. 1).

Таблица 1

Удельная концентрация каротиноидов в тканях моллюсков, мг/кг

Район сбора	Сезон	Годы наблюдений		
		2015	2016	2017
СВ	Апрель	0,280±0,02	0,159±0,08	0,146±0,02
	Июль	0,251±0,08	0,164±0,14	0,225±0,05
	Октябрь	0,302±0,02	0,144±0,05	0,223±0,16
Река Царев (контроль)	Апрель	0,102±0,04	0,112±0,02	0,138±0,15
	Июль	0,122±0,03	0,125±0,02	0,128±0,05
	Октябрь	0,153±0,1	0,131±0,15	0,122±0,04
Река Волга (общее загрязнение)	Апрель	0,181±0,08	0,192±0,05	0,182±0,03
	Июль	0,200±0,01	0,198±0,1	0,190±0,03
	Октябрь	0,193±0,14	0,188±0,08	0,202±0,08
Рукав Бузан (выше терминала)	Апрель	0,241±0,03	0,250±0,05	0,262±0,04
	Июль	0,252±0,02	0,248±0,07	0,260±0,02
	Октябрь	0,265±0,02	0,260±0,05	0,260±0,03
Рукав Бузан (ниже терминала)	Апрель	0,292±0,09	0,300±0,02	0,298±0,14
	Июль	0,305±0,03	0,311±0,02	0,320±0,04
	Октябрь	0,330±0,05	0,333±0,02	0,325±0,02

По результатам усредненных данных этого опыта построена зависимость изменения концентрации поглощающих в видимой области спектра каротиноидов в теле *Unio pictorum* от времени экспозиции.

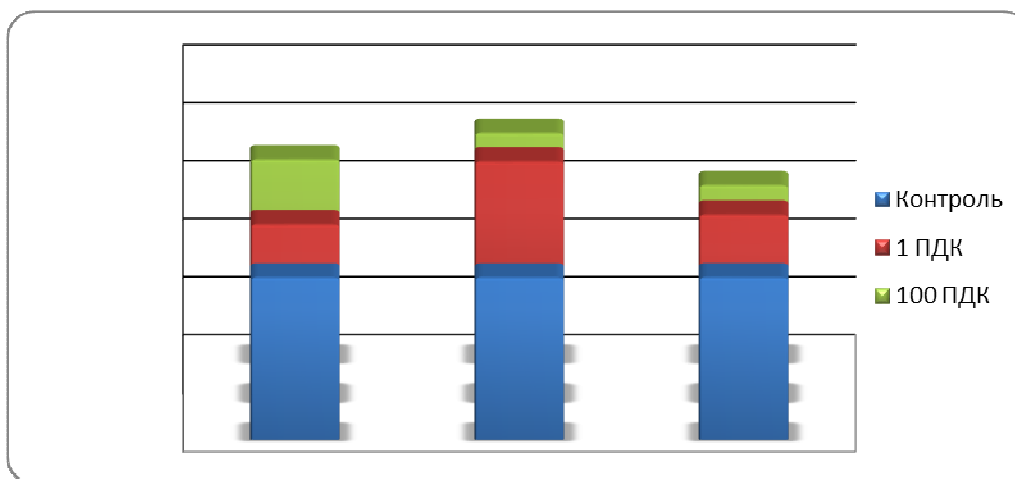


Рис. 1. Динамика содержания серы в жабрах моллюсков

Анализ результатов свидетельствует, что происходит резкое увеличение концентрации каротиноидов в первые сутки, после 1-ой недели экспозиции до 2-й резкого колебания не отмечено, но есть постепенное увеличение концентрации, которое начинает снижаться лишь в реабилитационный период.

Полученные данные свидетельствуют об актуальности использования моллюсков в качестве биоиндикаторов, содержание каротиноидов в тканях - как тест-функции при проведении работ по биологическому мониторингу водной среды.

Химический и биохимический анализ тканей моллюсков, изъятых из водоема, дает возможность установить гидрохимическую обстановку в данном участке водоема за ближайшие 2 недели, так как моллюски - малоподвижные донные животные. Профильтровывая значительные количества воды, они накапливают в своем организме разнообразные химические вещества, имеющиеся в среде их обитания. Проходит 1–2 недели, прежде чем эти вещества будут разрушены в организме животного или выведены из него.

Результаты проведенных опытов указывают на перспективность создания искусственных биоценозов, включающих моллюсков-фильтраторов и макрофиты – рогоз, камыш, тростник, обладающих повышенной толерантностью, для очищения сильно загрязненных вод.

В настоящее время в связи со сбросом большого объема сточных вод на ЗПО происходит подъем уровня грунтовых вод и обводнение территории.

Значительно снизить объем сбросных вод, поступающих на ЗПО позволит внедрение системы фильтрационной доочистки. После доочистки воду можно сбрасывать в реки или использовать ее в аквакультуре.

Проведенные мониторинговые исследования свидетельствуют об отсутствии токсичности сточных вод, что позволяет делать выводы о возможности повторного использования очищенных сточных вод (приложе-

ние Б). Однако имеющиеся гидрохимические данные о превышении ПДК для рыбохозяйственных водоемов (ПДК р.х.) по некоторым показателям не позволят применять сточные воды без дальнейшей доочистки для целей аквакультуры.

В ходе модельных экспериментов была исследована возможность доочистки сточных вод с использованием трехступенчатой фиточисточной системы.

Визуальные наблюдения свидетельствуют о том, что все три макрофита (камыш, рогоз и тростник) хорошо адаптируются к очищенным сточным водам, рост и развитие происходит так же, как и в естественных местах обитания. Трехступенчатая фиточисточная очистка сточных вод в моделях биопрудов показала достаточно высокую эффективность апробируемого способа.

Сточную воду пропускали последовательно через систему аквариумов, засаженных растениями. После третьей ступени очистки качество сточной воды существенно изменилось. На поверхности растений формируются селективные микробиоценозы, способствующие активной деструкции нефтепродуктов. Осуществляя минеральное питание, макрофиты ассимилируют биогенные вещества в биомассе, а в прикорневой зоне создаются условия, повышающие активность биохимических реакций, благодаря чему фильтрующая способность моллюсков повышается. БПК₅ понижается на 81–82 %, ХПК – на 35–51 %. Также было установлено, что улучшение прозрачности за счет снижения взвешенных частиц в 18 раз, исчезновение запаха и увеличение цветности происходит предположительно за счет образования гуминовых кислот. При поступлении стоков через заросли растений происходит подщелачивание водной среды – рН увеличивается с 7,7 до 8,2–8,4. Эффективность очистки в опытах, проведенных в осенний период, была ниже за счет меньшей жизнедеятельности растений.

Первый цикл очистки сопоставляли с контролем, исследуемую воду выдерживали в аквариуме без растений. За 6 суток опыта были отмечены незначительные изменения, что говорит о слабом процессе естественного самоочищения.

Во всех опытах отмечали увеличение хлоридов на последней ступени очистки, что, вероятно, связано с разложением сложных хлорсоединений под действием биоценозов, сложившихся в модельных водоемах.

Следует отметить, что лучшие показатели доочистки были получены после третьего цикла фиточистоты. Полностью разлагаются азотистые соединения (азот аммонийный не обнаружен). Значительно понижается уровень сульфатов, после 2-го цикла очистки приближается к ПДК рыбохозяйственного назначения, а после 3-го цикла содержание сульфатов составило 80,2 мг/дм³, что значительно ниже ПДК р.х.

Уже после 1 цикла начинает увеличиваться концентрация кислорода, за счет аэрации слоев воды при помощи воздухоностных тканей макрофитов.

Для более полного анализа пригодности использования очищенных фиточистками способом вод в аквакультуре был проведен биотест на аквариумных рыбах – гуппи (*Lebistes reticulatus*).

В результате проведенных исследований установлено, что в сточной воде рыбы были жизнеспособны только двое суток. После очистки и доочистки сточных вод в аквариумах с макрофитами и моллюсками гуппи сохраняли обычную жизнеспособность в течение всего опыта, погибших особей нет.

Проведенные опыты свидетельствуют, что макрофиты, наряду с моллюсками, играют большую роль во многих процессах, происходящих в водоемах активно влияя на гидрохимический режим: смещают карбонатное равновесие в сторону образования труднорастворимых солей и выпадения их в осадок: являются механическим фильтром, задерживающим взвеси, проявляя при этом определенную активность в их переработке; поглощают и накапливают биогены, многие органические и токсичные вещества, которые обезвреживают в процессе метаболизма. Наиболее важными функциями макрофитов являются аккумуляция и поглощение.

Опытным путем установлено, что моллюски принимают участие в очищении водоемов от нефти. Установлено, что при концентрации нефти 4,62 мг/дм³, она полностью исчезает в присутствии моллюсков в течение 18 дней. Химический анализ доочищенных фиточистками способом сточных вод позволяет сделать выводы о высокой степени очистки.

Список литературы

1. Общая характеристика исследованных участков некоторых рек Ленинградской, Калининградской и Московской областей: Методы биологического анализа пресных вод / А. Ф. Алимов [и др.]. Л., 1976. С. 5–15.
2. Рекомендации по интенсификации очистки сточных вод: Сб. докл. Науч.-технич. Совета ОАО «Газпром» / Г. С. Аكوпова [и др.]. СПб., 1999. С. 27–38.
3. Андрианов В. А. Организация экологического мониторинга на водотоках низовья Волги // Вода: экология и технология. ЭКВАТЭК-96. Третий международ. конгресс : материал Международ. науч. конференции. М., 1998. С. 497.
4. Анцупова Л. В. Каротиноиды беспозвоночных Черного моря. Биохимические характеристики беспозвоночных Северо-Западного шельфа Черного моря : монография. Киев : Наук. думка, 1979. С. 102–109.
5. Абуова Г. Б. Совершенствование технологии водоподготовки в населенных пунктах аридной зоны России // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре : материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции / СГА-СУ. Самара, 2013. С. 233–236.