

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИТОМЕЛИОРАТИВНОГО СПОСОБА ОЧИСТКИ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Жанар МЫРЗАБАЕВА¹,
Маржан СЫЗДЫКОВА²,
Акмарал ИСАЕВА^{3*}

¹Казахский Женский Педагогический университет, педагогический факультет, докторант 3 курса, Алматы, Казахстан

²Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова, кафедра экологии, докторант 1 курса, Шымкент, Казахстан

³Шымкентский университет, НИИ экологии и биологии, Шымкент, Казахстан

*Автор корреспонденции: Акмарал Исаева akmaral.issayeva@bk.ru

Резюме. Экономическое развитие государства, к сожалению, неразрывно связано с увеличением водопотребления и, как следствие с загрязнением водных ресурсов. Биологические способы очистки загрязненных сточных вод являются как экономически выгодными, так и экологически безопасными. Теплый период года на юге Казахстана продолжителен, в связи с чем использование растений-фитомелиорантов аборигенной и интродуцированной флоры представляется эффективным. Целью исследования было изучение роли растений-фитомелиорантов в очистке коммунально-бытовых сточных вод г.Шымкент. Установлено, что использование трехэтапной очистки коммунальных сточных вод различными группами растений позволило снизить загрязненность водной среды органическими и минеральными веществами до значений ПДК. Рекомендуется использование таких растений как: на первом этапе очистки- роголистник погруженный (*C. demersum* L.), рдест малый (*P. trichoides* Cha. et Schlecht.), рдест гребенчатый (*P. pectinatus* L.) и рдест плавающий (*P. natans* L.); на 2 этапе очистки – сердечник густоцветковый (*C. densiflora* N. Gontsch.) и поручейник сизаровидный (*S. sizaroides* DC.); на 3 этапе очистки – вероника поручейная (*V. beccabunga* L.), вероника ключевая (*V. anagallis - aquatica* L.) и азолла каролинская (*A. caroliniana* Willd).

Ключевые слова: фитомелиоративная очистка, гидромакрофиты, коммунально-бытовые сточные воды, ингредиенты

Введение

Интенсивные темпы развития экономического развития оказали негативное воздействие на экологическое состояние водных ресурсов региона. В числе основных источников загрязнения поверхностных вод можно отметить сточные потоки с агроландшафтов, производственные и поверхностные стоки с территории промышленных предприятий и коммунально-бытовые сточные воды населенных пунктов.

Освоение агроландшафтов значительно повысило уровень антропогенного воздействия на речные бассейны области. По общему объему годового водопотребления Туркестанская область (ТО) (3096 млн.м³) среди областей республики делила первое место с Кызылординской областью (8230 млн.м³). Из 3096 млн. м³ 97% приходилось на долю сельского хозяйства, 1% жилищно-коммунальных предприятий и 2% рыбных хозяйств. Ежегодный объем водозабора равнялся 2793 млн. м³, притом, что полезный объем водохранилищ не превышало 784 млн.м³. Следовательно, коэффициент водного стресса составлял 0,66. Кроме того, ТО расходовала 790 тыс. м³ в сутки подземные воды, что составляло 18% от утвержденных запасов. В перспективном планировании водопользования были допущены серьезные просчеты по урегулированию процесса

водоозврата, что привело к резкому уменьшению показателей водности многих малых рек области, а поверхностные стоки с агроландшафтных зон стали причиной загрязнения поверхностных вод различными химическими соединениями. Территории промышленных зон и крупных населенных пунктов являются основными источниками загрязнения водоемов ионами тяжелых металлов, нефтепродуктами и другими минеральными веществами, которые поступают в водную среду в виде залповых выбросов вместе с поверхностными стоками, образуемых в течение таяния снега и ливневых дождей [1, 2]. В таких случаях наибольшую нагрузку испытывают водоемы, расположенные в промышленных зонах. В росте загрязненности поверхностных водных источников большую роль играет объем коммунально-бытовых сточных вод. В течение последних 40-50 лет коммунальные сточные воды сбрасывались как в систему специальных очистных сооружений, так и в естественные водоемы.

Существуют различные способы очистки сточных вод, среди которых предпочтение отдается биологическим методам как экологически безопасным и экономически рентабельным. Ввиду продолжительного теплого периода на юге Казахстана, использование растений-фитомелиорантов аборигенной и интродуцированной флоры представляется эффективным. Были выявлены составы гидрофитоценозов различных экологических биотопов [3]. с установлением доминирующих видов растений, устойчивых к определенным токсикантам; изучены фитомелиоративные качества ряда видов гидромакрофитов. Однако роль консорциума гидромакрофитов в очистке коммунально-бытовых вод была изучена недостаточно. В этой связи, целью исследования было изучение роли растений-фитомелиорантов в очистке коммунально-бытовых сточных вод г.Шымкент.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования были гидромакрофиты-мелиоранты аборигенной флоры и коммунально-бытовые сточные воды г.Шымкент, имеющих следующий состав, мг/дм³: аммиак -6,72; нитриты- 1,61; нитраты -11,10; фосфаты- 6,70; хлориды -55,40; нефтепродукты -0,23; медь -4,50; цинк -4,50; свинец -1,51; кадмий -0,005.

Для определения видового состава растений была использована соответствующая литература [4,5]. Отбор проб и гидрохимические анализы вод проводились по условиям ГОСТ-ов 18826-73, 4388-72, 18293-72, 18309-72, 4245-72, 3351-74, 4979-49, 4151-72 и 18293-73. Содержание в водной среде ионов Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} определяли на комплексе СТА – 1, по методу инверсионной вольтамперметрии и атомно-адсорбционному методу на спектрофотометре ААС 1. Ионы хлоридов, сульфатов, нитратов и нитритов фотоколориметрическим методом на фотометре КФК -3-01-30МЗ и ионометрическим методом на иономере И-500.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась вычислением среднего арифметического значения и величины стандартного отклонения при $0,95 > P > 0,80$. Все определения проводились в 3-х и 5-ти кратной повторности. Данные обрабатывались с помощью персонального компьютера IBM “Pentium” на базе пакетов прикладных программ “Excel”.

Результаты исследования и их анализ

На основании установленного факта доминирования определенных видов растений в различной по степени загрязненности водной среде, эффективно использующих трофический потенциал биотопа, предполагалось, что фиторекультивацию комплексно загрязненных сточных вод можно осуществить в системе ступенчато расположенных биопрудов, где на каждом этапе очистки будут использованы такие виды растений, которые эффективно используют определенные химические соединения.

В качестве фиторекультивантов использовались доминирующие виды растений различных экологических биотопов:

1- виды чистого и умеренно загрязненного минеральными веществами биотопа - азолла каролинская (*A. caroliniana* Willd.), вероника ключевая (*V. anagallis-aquatica* L.) и вероника поручейная (*V. beccabunga* L.);

2- виды умеренно загрязненного минеральными и органическими веществами биотопа – поручейник сизаровидный (*S. sizaroides* DC.), сердечник густоцветковый (*C. densiflora* N. Gontsch.);

3- виды сильно загрязненного минеральными и органическими веществами биотопа – рдест гребенчатый (*P. pectinatus* L.), рдест малый (*P. trichoides* Cha. et Schlecht.), рдест плавающий (*P. natans* L.) и роголистник погруженный (*C. demersum* L.).

Результаты опытов показали, что доминантные виды растений первого и второго биотопов в среде коммунальных сточных вод с исходной концентрацией загрязняющих веществ не выживают. Все изученные виды растений на третьи сутки эксперимента показали признаки угнетения и на пятые сутки погибли.

Химический анализ воды показал, что снижение концентрации загрязняющих веществ не превышает $2,8 \pm 0,15$ - $15,7 \pm 0,84\%$. Поэтому было принято решение использовать рекультивационные свойства растений разных биотопов в последовательной цепочке поэтапной очистки сточных вод. Для этого, в первые 10 суток, в опытном варианте выращивали растения третьего биотопа, как наиболее адаптированные к условиям вод, загрязненных органическими веществами. По истечении 10 суток, растения меняли на виды второго биотопа-доминантов умеренно загрязненной водной среды. На конечном этапе эксперимента, в предварительно очищенной в предыдущих этапах водной среде в течение 10 суток, выращивали растения первого биотопа. Как показали результаты опытов, доминантные виды третьего биотопа продолжили свою вегетацию до конца эксперимента.

Химические анализы вод после 10 суток экспозиции показали, что содержание основных загрязняющих веществ снизилось на $45,9 \pm 2,6$ – $75,9 \pm 4,8\%$. При этом выявлено, что растения в большом количестве поглощают нитратные, аммонийные формы азота и хлориды. Результаты ежедневных химических анализов воды опытного варианта выявили, что активный процесс поглощения загрязняющих веществ растениями происходит в первые сутки эксперимента. При этом, до $45,5 \pm 2,8$ – $57,9 \pm 4,2\%$ поглощенного объема нитратов, аммиака и фосфатов происходили в первые трое суток опыта. В последующих сутках этот процесс носит более равномерный характер. В целом, к концу эксперимента концентрации нитратов, нитритов, аммиака, фосфатов и хлоридов в водной среде снизились в $2,4 \pm 0,13$ – $3,1 \pm 0,25$ раза, что существенно отразилось на темпах биохимических процессов. Показатель БПК₅ водной среды за 10 суток эксперимента уменьшился на $56,7 \pm 3,5\%$. За этот же период снижение концентрации ионов свинца, кадмия и нефтепродуктов в воде составило $25,2 \pm 1,6$, $19,4 \pm 0,54$ и $32,3 \pm 1,9\%$ соответственно.

Заключение

На основании результатов исследований был сделан вывод, что использование трехэтапной очистки коммунальных сточных вод различными группами растений за 30 суток эксперимента позволило снизить загрязненность водной среды органическими и минеральными веществами до значений ПДК. При этом картина утилизации загрязняющих веществ по этапам фитоочистки оказалась нижеследующей:

1 этап очистки – использование сообщества растений роголистника погруженного (*C. demersum* L.), редста малого (*P. trichoides* Cha. et Schlecht.), редста гребенчатого (*P. pectinatus* L.) и редста плавающего (*P. natans* L.) за 10 суток очищает водную среду от органических соединений на $70,5 \pm 4,9\%$ и минеральных - на $35 \pm 1,6\%$;

2 этап очистки – использование сообщества растений сердечника густоцветкового (*C. densiflora* N. Gontsch.) и поручейника сизаровидного (*S. sizaroideum* DC.) за 10 суток очищает водную среду от органических соединений на $25,5 \pm 1,9\%$ и минеральных - на $55 \pm 3,6\%$;

3 этап очистки – использование сообщества растений вероники поручейной (*V. beccabunga* L), вероники ключевой (*V. anagallis - aquatica* L.) и азоллы каролинской (*A. caroliniana* Willd за 10 суток очищает водную среду от органических соединений на $2,5 \pm 0,13\%$ и минеральных - на $6,4 \pm 0,2\%$.

Литература

1. MOISEENKO, T I. Evolution of biogeochemical cycles under anthropogenic loads: limits impacts. *Geochem. Int.* 2017, 55, pp.841–60
2. ISSAYEVA A., YESHIBAYEV A., DUBENOK S., MARKEVITCH R. Comparative Analysis of South Kazakhstan and the Republic of Belarus Water Resources. *JSM Environ Sci Ecol.*-2018.- 6(2), p. 1063. ISSN: 2333-7141
<https://www.jscimedcentral.com/EnvironmentalScience/environmentalscience-6-1063.pdf>
3. ISSAYEVA A.U., YESHIBAYEV A.A., BAYTASHEVA G.U., MYRZABAYEVA ZH.K. Hydromacrophytes of South Kazakhstan small rivers. *Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology*, www.jecet.org JECET; June 2019-August 2019; Sec. A; Vol.8. No.3, pp. 211-221. E-ISSN: 2278–179X. DOI: 10.24214/jecet.A.8.3.21121.
4. Иллюстрированный определитель растений Казахстана, в 2 т, Алма-Ата, Гылым, 1969
5. Флора Казахстана, в 9т, Алма-Ата, Издательство Академии наук КазССР, 1961-1966 г.