

ВЛИЯНИЕ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА И КАТИОНАКТИВНОГО ПАВ НА РАЗВИТИЕ ХЛОРЕЛЛЫ В ВОДЕ

Досліджено вплив поверхнево-активної речовини (катаміну) на токсичність Cr^{6+} для *Chlorella vulgaris* Beijer. як біотесту. Доведено, що присутність КПАР посилює токсичну дію хрому на нагромадження хлорофілу *a* як показника біомаси водорості, а також істотно пригнічує інтенсивність фотосинтезу. Динаміку змін біологічних показників визначали методом диференціальної флуорометрії в нативних клітинах водорості. Поведінку хрому в розчині вивчали фотометричним та хемілюмінесцентним методами.

Изучению взаимодействия клеток микроводорослей и тяжелых металлов (ТМ) уделяют много внимания, во-первых, как микроэлементам и важному фактору минерального питания растений. Во-вторых, не менее существенное значение имеют вопросы токсичности ТМ (например, меди, свинца, цинка, хрома и др.) для фотосинтезирующих гидробионтов, поскольку их соединения относятся к важным компонентам природных вод [1-6].

Исходя из сказанного выше, исследовано влияние поверхностно-активного вещества (ПАВ) катамина (алкилдиметилбензиламмоний хлорида) производства SIGMA (США) на развитие хлореллы и поведение хрома (VI). ПАВ катамин широко используется в ряде технологических процессов и в значительном количестве вместе со сточными водами попадает в водоемы [7].

При проведении опытов было обнаружено различное поведение как хрома (VI), так и водорослей в зависимости от условий эксперимента, которые отличались таким образом: аквариум 1 – чистая среда + водоросли; аквариум 3 – водоросли + соль хрома; аквариум 4 – водоросли + ПАВ; аквариум 5 – водоросли + соль хрома + ПАВ. Во всех случаях

концентрация хрома уменьшалась с различной скоростью, причем хром переходил из шестивалентного состояния в трехвалентное. Поведение водорослей также отличалось в различных условиях. В аквариуме, где находился хром в чистой среде, металл восстановился до трехвалентного состояния менее чем за 2 недели. В аквариуме с водорослями восстановление прошло значительно медленнее – больше месяца. Там, где находились водоросли и ПАВ, полного восстановления хрома вообще не произошло, а за месяц эксперимента восстановилось около половины введенного хрома (VI) (табл. 1).

Таблица 1

Динамика изменения концентрации хрома (VI) в среде водоросли по мере развития хлореллы, мг/л

Дата	Cr(VI)+среда	Cr(VI), вод-ли	КПАВ, 3 ПДК	Cr(VI) + КПАВ, 3 ПДК
15.04.99	1,5	1,4	0,0	1,5
16.04.99	1,5	1,5	0,0	1,5
20.04.99	0,7	1,4	0,0	1,4
27.04.99	0,0	0,96	0,0	3,3
07.05.99	0,0	0,44	0,0	0,9
14.05.99	0,0	0,15	0,0	0,8
20.05.99	0,0	0,022	0,0	0,8
24.05.99	0,0	0,0	3,0	0,7
28.05.99	0,0	0,0	0,5	0,7
04.06.99	0,0	0,0	0,58	-

Такое различие в поведении металла можно объяснить следующим образом. В первом аквариуме восстановление хрома (VI) происходит за счет восстановителей, входящих в состав культурной среды. Во втором аквариуме, где находятся водоросли, процесс восстановления металла идет медленнее, так как часть веществ, входящих в состав среды, идет на поддержание жизнедеятельности водорослей, а оставшаяся часть – на восстановление хрома. В аквариуме с ПАВ хром (VI) восстанавливается не весь, так как большие молекулы ПАВ, очевидно, адсорбируют металл на поверхности, что блокирует процесс восстановления.

Исходя из вышесказанного, можно объяснить и различное поведение хлореллы в различных условиях опыта. Известно, что именно шестивалентный хром является сильным токсикантом. Поэтому в аквариуме, где водоросли находились совместно с Cr (VI) и его концентрация была достаточно велика, ингибирование клеток хлореллы проходило наиболее интенсивно. В последующие недели, когда прошло

восстановление хрома до трехвалентного состояния, степень ингибирования уменьшилась. В случае, когда хром вводился совместно с ПАВ, как уже отмечалось, на последнем этапе примерно половина имеющегося хрома осталась в виде Cr (VI), который является сильным токсикантом. Совместное воздействие ПАВ и хрома практически привело к лизису клеток водорослей и обесцвечиванию суспензии вследствие нарушения биосинтеза хлорофиллов (табл. 2). Поэтому и показатель ΔF , отражающий потенциальную фотосинтетическую активность клеток хлореллы, в этих условиях ниже, чем в случае отдельного воздействия токсикантов (табл. 3).

Таблица 2

Динамика развития хлореллы в зависимости от условий среды, мкг/л хлорофилла *a*

Дата	Контроль	Cr(VI)	КПАВ, 3 ПДК	Cr(VI)+ КПАВ, 3 ПДК
15.04.99	93,5 ± 4,1	81,3 ± 3,2	75,1 ± 2,3	96,3 ± 3,6
16.04.99	85,4 ± 3,3	91,7 ± 3,8	64,8 ± 1,9	58,6 ± 2,3
20.04.99	146,0 ± 7,1	95,5 ± 3,4	58,7 ± 2,1	34,7 ± 1,1
27.04.99	231,1 ± 10,4	146,9 ± 6,2	51,4 ± 1,4	23,9 ± 0,9
07.05.99	284,1 ± 11,2	196,4 ± 4,1	49,9 ± 1,3	18,8 ± 1,3
14.05.99	299,9 ± 12,0	234,7 ± 4,4	38,7 ± 1,2	7,5 ± 0,8
20.05.99	351,3 ± 14,2	276,0 ± 6,1	41,6 ± 1,4	1,9 ± 0,4
27.05.99	391,3 ± 14,6	353,0 ± 12,3	34,4 ± 0,9	0,7 ± 0,02
04.06.99	421,5 ± 12,2	402,1 ± 11,4	31,9 ± 0,8	0,3 ± 0,03

Таблица 3

Динамика изменения степени жизнеспособности и потенциальной фотосинтетической активности клеток хлореллы в эксперименте (по показателю ΔF)

Дата	Контроль	Cr(VI)	КПАВ + 3 ПДК, 0,036 мг/л	Cr(VI) + 3 ПДК катамина
15.04.99	0,29	0,19	0,11	0,09
16.04.99	0,27	0,26	0,09	0,07
20.04.99	0,24	0,29	0,04	0,03
27.04.99	0,28	0,24	0,03	0,01
07.05.99	0,35	0,29	0,10	0,05
14.05.99	0,32	0,30	0,08	0,04
20.05.99	0,27	0,33	0,06	0,01
24.05.99	0,29	0,28	0,03	0,02
28.05.99	0,24	0,30	0,02	0,01
04.06.99	0,28	0,29	0,06	0,0

Полученные данные дают основание полагать, что в природных условиях токсичность хрома может усиливаться за счет присутствия в воде других химических соединений и, в первую очередь катионактивных ПАВ, нарушающих функционирование биологических мембран клеток.

* *

*Исследовано влияние поверхностно-активного вещества (катамина) на токсичность Cr^{6+} для *Chlorella vulgaris* Beijer. как биотеста. Доказано, что присутствие КПАВ усиливает токсичное действие хрома на накопление хлорофила а как показателя биомассы водоросли, а также существенно подавляет интенсивность фотосинтеза. Динамику изменения биологических показателей определяли методом дифференциальной флуорометрии в нативных клетках водорослей. Поведение хрома в растворе изучали фотометрическим и хемилюминесцентным методами.*

* *

1. Артюхова В.И., Дмитриева А.Г., Филенко О.Ф., Чжао Ицзюнь Последствия действия бихромата калия на культуру *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. (Chlorophyta) при изменении токсической нагрузки // Альгология.— 1996а.— Т. 6.— № 2.— С. 142-149
2. Артюхова В.И., Дмитриева А.Г., Филенко О.Ф., Чжао Ицзюнь Влияние бихромата на динамику роста культуры и размеры клеток *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. в различные сезоны года // Альгология.— 1996б.— Т. 6.— № 1.— С. 26-34.
3. Гапочка Л.Д. Популяционные аспекты устойчивости цианобактерий и микроводорослей к токсическому фактору. Автореф. дисс. ... докт. биол. Наук.— М., 1999.— 64 с.
4. Дмитриева А.Г., Даллакян Г.А., Лысенко Н.Л. Анализ функциональных показателей популяции водорослей в условиях накопления меди // Альгология.— 1992.— Т. 2.— № 2.— С. 30-36
5. Паршикова Т.В. Влияние поверхностно-активных веществ на рост, размножение и функциональную активность водорослей. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук.— М.: МГУ, 1990.— 19 с.
6. Поверхностно-активные вещества. Справочник / Под ред. А.А.Абрамсона и Г.М. Гаевого. — Л.: Химия, 1979.— 376 с.
7. Таранова А. Біологічне руйнування катіонних поверхнево-активних речовин // Вісник АН УРСР.— 1987.— № 8.— С. 40-50.