

для выявления соматических мутаций – рецессивных (розовых) и генетически неопределенных (бесцветных) мутационных событий (РМС и БМС соответственно) в волосках тычиночных нитей (ВТН) традесканции, так и для учета нарушений процесса микроспорогенеза в тетрадах микроспор с образованием микроядер (МЯ).

Соцветия растений опускали в исследуемые образцы воды комнатной температуры (20–24⁰С) на 18 часов (12/6 – дневной/ночной цикл в часах).

Для применения теста Трад-ВТН соцветия сначала оставляли на 7-дневный восстановительный период, а затем в течение 21 дня вели учет РМС и БМС (на 1000 волосков) по общепринятой методике [1]. Для каждого варианта было проанализировано 18–28 тыс. волосков.

Для применения теста Трад-МЯ фиксацию цветочных бутонов проводили сразу после обработки в ацеталкоголе (3:1). Затем готовили временные ацетокарминовые препараты и анализировали тетрады микроспор (на 100 тетрад) по общепринятой методике [2]. Для каждого варианта было просмотрено по 3000 тетрад.

Полученные данные статистически обрабатывали с использованием t-критерия Стьюдента. С применением компьютерной программы Statgraph Plus 2.1 проводили корреляционный анализ между частотами мутационных изменений в ВТН и МЯ и химическим составом исследуемых вод.

Результаты и их обсуждение. При сравнении образцов воды из скважин с образцами из искусственных рыбных бассейнов, заполненных водами из одноименных скважин, не было выявлено достоверных различий по частоте РМС. При сравнении же этих вод с контролем (см. таблицу 1) было выявлено достоверное повышение частоты РМС ($p < 0,01$). Наибольшее повышение было индуцировано водами из Акнашен-С и Акнашен-РБ (превышение контрольного уровня в 2,5–2,7 раза).

Более выраженные различия наблюдались при анализе БМС. Частота БМС в тест-объекте была повышена при обработке водой как из самих скважин, так и из рыбных бассейнов. При сравнении образцов воды из рыбных бассейнов с образцами из скважин отмечалось повышение частоты БМС для вод из Апага-РБ (в 2,9 раза). Для вод из Акнашена наблюдался обратный эффект – частота БМС для вод из скважины была в 1,2 раза больше, чем для Акнашен-РБ. При сравнении последних с контролем наблюдалось превышение частоты БМС в 16 и 13 раз ($p < 0,01$) соответственно. Для вод из Апага-С и Апага-РБ превышение контроля было в 4,6 и 13,5 раза ($p < 0,01$) соответственно (табл. 1).

Помимо мутационных событий в тычиночных волосках традесканции были зарегистрированы и разные типы морфологических изменений. Во всех вариантах чаще встречались разветвленные волоски, особенно при воздействии вод из Акнашен-С. Наблюдались также изменения числа тычинок: вместо 6 тычинок формировались 3, 4 и 5. Реже встречались карликовые (невыжившие) тычиночные волоски, которые содержат от 2 до 10 клеток, наибольшее количество которых было отмечено при анализе воды из Джрарат-РБ.

Исследование генеративной сферы показало, что при мейотическом делении частота тетрад с МЯ достигала 8–10%, а МЯ в тетрадах – 11,2–13,6%

(табл.1). Большая частота МЯ наблюдалась при воздействии вод из Акнашен-С и Акнашен-РБ и превосходила контрольный уровень в 2 раза. Почти схожая картина получается и для вод из Джрарат-С и Джрарат-РБ.

Таблица 1

Частота мутаций в соматических и спорогенных клетках традесканции (клон 02) при воздействии исследуемых вод

Образцы воды	Частота генных мутаций в соматических клетках		Частота тетрад в спорогенных клетках	
	РМС/1000±m	БМС/10000±m	частота тетрад с МЯ±m, %	частота МЯ в тетрадах±m, %
Джрарат-С	1,36±0,22**	11,1±0,69***	8,6±0,51***	12,7±0,60***
Джрарат-РБ	1,34±0,22**	11,92±0,67***	8,6±0,51***	13,0±0,61***
Апага-С	1,16±0,20**	6,56±0,47***	8,0±0,49***	11,2±0,57***
Апага-РБ	1,07±0,20*	19,3±0,86***	9,03±0,52***	11,6±0,58***
Акнашен-С	1,47±0,2**	23,3±1,11***	10,0±0,54***	13,6±0,62***
Акнашен-РБ	1,38±0,27**	18,7±1,0***	9,6±0,53***	13,1±0,61***
контроль	0,54±0,13	1,42±0,23	5,36±0,41	6,53±0,45

* – p<0,05; ** – p<0,01; *** – p<0,001.

Число формирующихся МЯ в одной клетке обычно колеблется от 1 до 5. При воздействии исследуемых вод в тест-объекте в большом количестве встречались одиночные МЯ, частота которых составляла 64,2–79,9%. Частота клеток с увеличенным числом формирующихся МЯ (от 2 до 5) снизилась от 25,2 до 0,4%.

Известно, что артезианские воды являются растворами сложного состава с разнообразной минерализацией и различным содержанием элементов, присутствующих в виде ионов, недиссоциированных молекул и коллоидов. Среди них только некоторые содержатся в значительных количествах. К числу таких элементов относятся натрий, калий, кальций, магний и хлор в виде простых ионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^-), а также углерод, сера, азот, кислород и водород в виде сложных ионов (SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^-). Они составляют более 90% всех растворенных в воде солей, определяющих минерализацию и химический тип воды [3].

В исследованных водах обнаружено различное содержание вышеотмеченных ионов. Так, в водах из Джрарат-С и Джрарат-РБ есть Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- и HCO_3^- , а в водах из Апага-С и Апага-РБ в большом количестве образуются ионы HCO_3^- , Cl^- , в Акнашен-С и Акнашен-РБ высокая концентрация Na^+ + K^+ и SO_4^{2-} (табл. 2). Незначительное увеличение концентрации отмеченных ионов в водах искусственных рыбных бассейнов является результатом добавки биокормов, состоящих из органических веществ (растительные белки и жиры, аминокислоты, витамины, соли, зола и пр.).

В наших исследованиях максимальный уровень РМС в тест-объектах (превышение контроля в 2,5 раза) был выявлен при обработке водами из Акнашен-С и Акнашен-РБ, где в большом количестве присутствуют ионы

Na^+K^+ (47,9 мг/л). Та же закономерность наблюдалась и при образовании МЯ. Частичное понижение РМС и МЯ наблюдалось для образцов воды из Джрарат-С, Джрарат-РБ, Апага-С и Апага-РБ, где количество ионов Na^+K^+ превышало контрольный уровень в 2 раза.

Таблица 2

Основные химические компоненты исследуемых вод

Образцы воды	Химические компоненты, мг/л					
	Na^+K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}
Джрарат-С	42,1	66,0	42,35	80,85	231,8	78,0
Джрарат-РБ	43,50	58,0	39,93	85,10	244,0	80,0
Апага-С	42,1	44,0	26,62	55,32	207,4	75,0
Апага-РБ	41,9	44,0	29,0	56,74	207,4	80,0
Акнашен-С	47,9	28,0	29,04	36,9	75,0	183,0
Акнашен-РБ	47,9	28,0	29,04	36,9	75,0	183,0
контроль	20,01	20,04	3,65	14,2	97,6	8,0

Ранее нами было показано, что при уменьшении содержания ионов Na^+ в водах скважин Араратской равнины у клона 02 традесканции снижается частота образования РМС [4]. Увеличение концентрации ионов Na^+K^+ вызывает повышение частоты как РМС в соматических клетках, так и МЯ в спорогенных клетках [5].

Корреляционный анализ показал зависимость частот РМС, БМС и МЯ от химического состава исследованных вод. Обнаружена достоверная положительная корреляция между частотой РМС и концентрацией ионов Na^+K^+ ($r=0,95$), Mg^{2+} ($r=0,86$) и SO_4^{2-} ($r=0,79$); между частотой БМС и концентрацией ионов Na^+K^+ ($r=0,79$) и SO_4^{2-} ($r=0,85$); между частотой МЯ и концентрацией ионов Na^+K^+ ($r=0,97$), Mg^{2+} ($r=0,88$) и SO_4^{2-} ($r=0,78$).

Таким образом, исходя из полученных данных, было выявлено, что воды из рыбных бассейнов практически не отличаются от вод скважин химическим составом и генотоксичностью. При сравнении же с контролем было отмечено достоверное повышение частот как РМС и БМС, так и МЯ во всех исследуемых водах.

ЕГУ, лаборатория общей биологии,
подгруппа цитогенетики

Поступила 15.10.2008

ЛИТЕРАТУРА

1. Ma T.H., Cabrera G.L., Cebulka-Wasilewska A., Chen R., Loarca F., Vandenberg A.L., Salamone M.F. Mutat. Res., 1994, v. 310, p. 211–220.
2. Ma T.H., Cabrera G.L., Chen R., Cill B.C., Sanchhu S.S., Vandenberg A.L., Salamone M.F. Mutat. Res., 1994, v. 310, p. 221–230.
3. Михайлов Л.Е. Гидрогеология. Л.: Гидрометеоздат, 1985, с. 263.
4. Pogosian V.C., Aghajanyan E.A., Atoyants A.L. Mutat. Res., 2002, v. 518, p. 151–153.
5. Погосян В.С., Агаджанян Э.А., Атоянц А.Л., Варжапетян А.С., Арутюнян Р.М. Вестник МАНЭБ, 2006, т. 11, № 8, с. 72–74.

Է. Ա. ԱՂԱԶԱՆՅԱՆ, Ա. Լ. ԱԹՈՅԱՆՅ, Ա. Ս. ՎԱՐԺԱՊԵՏՅԱՆ,
Վ. Ս. ՊՈԳՈՍՅԱՆ, Ռ. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ԱՐՄԱՎԻՐԻ ՍԱՐՁԻ (ՀԱՅԱՍՏԱՆ) ՈՐՈՇ ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԵՐԻ
ԵՎ ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ՁԿՆԱՅԻՆ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ՋՐԵՐԻ
ԳԵՆՈՏՈՔՍԻԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո մ

Ուսումնասիրվել է Արմավիրի մարզի երեք հորատանցքերի և նրանցով լցված երեք արհեստական ձկնային ավազանների ջրերի մուտագեն և կլաստոգեն ազդեցությունը տրադեսկանցիայի 02 կլոնի առէջաթելերի մազիկների և միկրոկորիզների տեստ-համակարգերի կիրառմամբ: Փորձարկված ջրերի 6 նմուշներից ավելի գենոտոքսիկ են Ակնաշեն հորատանցքի և նրանով լցված ձկնային ջրավազանի ջրերը:

E. A. AGADJANYAN, A. L. ATOYANTS, A. S. VARJAPETYAN,
V. S. POGOSYAN, R. M. ARUTYUNYAN

GENOTOXICITY OF SOME BORE HOLES' WATERS AND ARTIFICIAL
FISH RESERVOIRS IN ARMAVIR MARZ (ARMENIA)

Summary

The mutagenic and clastogenic action of the waters of three bore holes and of the three artificial fish reservoirs in Armavir marz was investigated by Tradescantia (clone 02) somatic mutation hairs (Trad-SH) and micronucleus (Trad-MN) test-systems. It was revealed, that from 6 samples more genotoxic were the water samples taken from Aknashen bore-hole and Aknashen fish reservoir.