

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЦИТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

© 2017 В. В. Авдеев, А. А. Головин

*Российский новый университет  
Воронежский институт высоких технологий*

*Рассматриваются возможности оценки степени загрязнения окружающей среды. Изучение комбинированного действия мутагенов на процессы появления мутаций у микроорганизмов, растений и дрозофилы показало, что его эффект в разных случаях может иметь разный характер.*

*Ключевые слова: цитологический мониторинг, растительный объект, человек.*

Если оценивать растения с точки зрения возможностей экстраполяции полученных при их изучении данных на человека, то они имеют меньшее значение, чем животные объекты. Тем не менее, экстраполяция с растений на человека, а также на животные организмы в определенной мере возможна, так как ДНК-носитель наследственной информации имеет единую структурную организацию у всех организмов (от вируса до человека), а спонтанный и индуцированный мутагенез характеризуется универсальностью.

Филогенетически разные виды большей частью различаются лишь по интенсивности мутационных процессов, определяемой дозовыми нагрузками, которые зависят от особенностей метаболических превращений веществ в организмах разных биологических видов. Именно метаболические процессы, будучи видоспецифичными, в значительной мере определяют интенсивность мутационного процесса.

Процессы загрязнения сред вследствие химических соединений и источников ионизирующих и разных излучений, идущие в наши дни, изменяют обстановку в биосфере Земли. Экологические последствия загрязнений являются широко известными, они оказывают влияние на здоровье людей, соответствующие сообщества в природе, объекты сельского хозяйства. Ученые доказали, что в биосферу происходит ввод агентов, которые могут прокладывать свой путь в зародышевые и соматические клетки и осуществлять поражение в них молекул ДНК. Подобные соединения получили название мутагенов среды.

Эра загрязнения среды искусственными мутагенами началась около 500 тыс. лет назад, когда первобытные люди научились добывать огонь. В настоящее время в окру-

жающую среду поступает большое количество искусственных химических соединений, число которых сейчас превышает 4 млн., каждый год к этому списку добавляется до 300 тыс. новых соединений, из них 63 тыс. соединений находятся в постоянном использовании у людей, не считая пестицидов, пищевых добавок, лекарственных препаратов.

Химическая промышленность синтезирует множество разнообразных химических мутагенов, среди которых главными являются галогенизированные углеводы и алкилирующие соединения. В подавляющем числе случаев они одновременно являются канцерогенами.

В категориях широко известных соединений следует отметить «энергетические соединения», например, окислы азота, углевода, соединения серы; пестициды; формальдегиды; органические и неорганические соединения свинца, ртути и др.; различные алкилирующие агенты.

Список веществ, которые могут приводить к отрицательным эффектам в сочетании с ионизированными излучениями, можно было бы пополнить соединениями мышьяка, хрома, никеля, минеральной пылью. Источниками ионизированных излучений могут быть как источники, находящиеся на Земле (например, радиоактивные вещества в биосфере), так и источники, находящиеся во внеземном пространстве (например, космическое излучение).

Мутагенные агенты, взаимодействуя с нуклеиновыми кислотами, могут модифицировать или разрушать основания, вызывать разрывы полинуклеотидных цепей и образование сшивок между ними, интеркалировать в макромолекулы и изменять их конформацию.

Рассмотрим некоторые из мутагенов, воздействующие на генетический аппарат клетки. Рентгеновские лучи могут вызывать генные мутации и хромосомные перестрой-

---

Авдеев Владимир Владимирович – РочНОУ, студент  
e-mail: rozhkalina@yandex.ru.

Головин Александр Александрович – ВИБТ АНОО  
ВО, аспирант isakovamargo@yandex.ru.

ки. Соотношение изменений возникающих в клетках зависит от многих факторов, таких как, тип клеток, область хромосомы и доза облучения.

Подобно рентгеновским лучам, ультрафиолетовые лучи вызывают хромосомные перестройки и поломки, точковые мутации, небольшие нехватки. Характерная особенность биологического действия УФ-светом – это образование сшивок ДНК с белком.

Алкилирующие агенты действуют посредником переноса алкильных групп на биологически важные макромолекулы. Алкилирующие агенты подобно рентгеновским лучам способны вызывать генетические эффекты крупные и мелкие делеции, доминантные летали, видимые мутации, инверсии, дубликации и транслокации. Также способны индуцировать кроссинговер в соматических и мужских половых клетках.

Гидроксиаланин и его производные вызывают разрывы хромосом в животных и растительных клетках. Неясно, возникают ли они в результате прямого действия на ДНК, в результате образования радикалов или каким-то более косвенным путем?

Гидразин – слабый мутаген, но некоторые его производные, являются индукторами разрыв хромосом.

Азотистая кислота дезаминирует гуанин до ксантина, аденин до гипоксантина и цитозин до урацила. Помимо замены оснований – индуцирует делеции, способствует поперечному сшиванию двух цепей ДНК, а также сшиванию гистонов и нуклеиновых кислот.

Перекиси индуцируют мутации и разрывы хромосом за счет химических реакций, подобных тем, которые возникают под действием рентгеновских лучей.

Неорганические соли способствуют возникновению хромосомных перестроек под влиянием других агентов или сами индуцируют их.

Алколоиды получили применение в качестве медикаментов. Их мутагенный эффект связан с образованием производных пиррола, которые оказывают алкилирующее действие.

Кофеин и его производные, в случае синергизма с другими мутагенами, действуют, подавляя активность ферментов, участвующих в репарации, и, возможно, также и других процессах, таких, как поддержание точности репликации ДНК и воссоединение фрагментов хромосом после их разрыва.

Изучение комбинированного действия мутагенов на процессы появления мутаций у микроорганизмов, растений и у дрозофилы

показало, что его эффект в разных случаях может иметь разный характер. Сейчас можно наметить следующие типы взаимодействия мутагенов:

1) аддитивность, когда эффект равен сумме отдельных влияний каждого из мутагенов;

2) сверхаддитивность или синергизм, когда общий эффект выше аддитивного;

3) немодифицирующий, когда влияние первого фактора не изменяется под действием второго фактора;

4) защитный, когда действие второго фактора уменьшает выход мутаций от первого фактора.

Большинство мутагенов вызывают первичные изменения генетической функции нуклеиновых кислот. Мутации возникают и устанавливаются в процессе дальнейших событий, во время репликации, репарации, и рекомбинации поврежденных хромосом.

Ряд мутагенов вызывает только хроматидные мутации. Действуя на ДНК в фазе  $G_1$ ,  $S$ ,  $G_2$ , профазе митоза, они вызывают мутации хроматидного типа. Таким образом, для образования структурных мутаций хромосом под действием таких мутагенов необходимо, чтобы поврежденная ДНК прошла процесс редупликации хромосом, после которого появляются хроматидные мутации. Все эти мутагены обозначаются как  $S$ -зависимые. К ним относятся: алкилирующие соединения, азотистый иприт, УФ-свет, метил металсульфонат и др.

$S$ -независимые мутагены вызывают структурные мутации во всех фазах клеточного цикла. Действуя в фазе  $G_1$  – структурные мутации хромосомного типа; в фазе  $G_2$ ,  $S$ , и профазе митоза образуют хроматидные мутации. Их действие не зависит от фазы репродукции ДНК.

К  $S$ -независимым мутагенам относятся: ионизирующее излучение, рентгеновские лучи, гамма, бета, излучения, альфа частицы, а также антибиотики, этокси кофеин и др.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриева С. А. Кариология флоры как основа цитогенетического мониторинга: На примере Березинского биосферного заповедника / С. А. Дмитриева, В. И. Парфенов. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – 213 с.
2. Дубинин Н. П. Новое в современной генетике. / Н. П. Дубинин. – М.: Наука, 1994. – 222 с.
3. Метод учета хромосомных абераций как биологический индикатор влияния фак-

- торов внешней среды на человека; под ред. Н. П. Бочкова. – М.: Медицина, 1974. – 138 с.
4. Акифьев А. П. Мутагенез и генетический гомеостаз у высших организмов / А. П. Акифьев, Г. А. Худoley // Вестник РАМН. – 1993. – № 1. – С. 3-9.
5. Гершензон С. М. Мутации / С. М. Гершензон. – Киев: Наук. думка, 1991. – 111 с.
6. Королев В. Г. Тест-системы для гено-токсикологического анализа / В. Г. Королев // Экологическая культура. Безопасность жизни. АПЕЛЛ: Сб. тез. докл. науч.-практич. конф. – Гатчина, 1994. – С. 146-147.
7. Шевченко В. А. Генетические последствия действия ионизирующих излучений. / В. А. Шевченко, М. Д. Померанцева. – М.: Наука, 1985. – 279 с.
8. Ауэрбах Ш. Проблемы мутагенеза. / Ш. Ауэрбах. – М.: Мир, 1978. – 463 с.
9. Чопоров О. Н. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании / О. Н. Чопоров, А. Н. Чупеев, С. Ю. Брегеда // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т. 4 – № 9. – С. 92-94.
10. Чопоров О. Н. Методика преобразования качественных характеристик в численные оценки при обработке результатов медико-социального исследования / О. Н. Чопоров, А. И. Агарков, Л. А. Куташова, Е. Ю. Коновалова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2012. – № 9. – С. 96-98.
11. Калаев В. Н. Регрессионный анализ в биологических исследованиях / В. Н. Калаев, Е. А. Калаева, А. П. Преображенский, О. В. Хорсева // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2007. – Т. 6. – № 3. – С. 755-759.
12. Вострикова Т. В. Оценка степени загрязнения окружающей среды по морфологическим показателям однолетних цветочно-декоративных растений (на примере петунии гибридной) / Т. В. Вострикова, В. Н. Калаев, А. П. Преображенский, И. Я. Львович // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2008. – Т. 4. – № 10. – С. 9-13.
13. Калаев В. Н. Оценка генотоксичности окружающей среды в городах республики Молдова по результатам микроядерного теста в буккальном эпителии детей / В. Н. Калаев, А. К. Буторина, М. В. Левински, А. П. Преображенский // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2008. – Т. 7. – № 1. – С. 196-200.
14. Бережная Е. В. Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух / Е. В. Бережная // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 1. – С. 2.
15. Артюхов В. Г. Параметры кислородсвязывающей функции гемоглобина человека, модифицированного оксидом углерода и УФ-светом / В. Г. Артюхов, Е. А. Калаева, О. В. Путинцева, А. П. Преображенский // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – Т. – 48. – № 2. – С. 177-184.
16. Калаев В. Н. Применение кластерного анализа в биологических исследованиях / В. Н. Калаев, Е. А. Калаева, В. Г. Артюхов, А. П. Преображенский // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2007. – Т. 6. – № 4. – С. 1008-1014.
17. Преображенский Ю. П. Применение имитационно-семантического моделирования и полумарковских процессов принятия решений в клинической практике / Ю. П. Преображенский, Н. С. Преображенская // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2010. – № 6. – С. 83-89.
18. Паневин Р. Ю. Реализация транслятора имитационно-семантического моделирования / Р. Ю. Паневин, Ю. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 5. – С. 57-60.
19. Преображенский Ю. П. Формирование решающих правил интеллектуальной поддержки решений врача при исследовании многокритериальных клинических объектов / Ю. П. Преображенский, М. М. Шаталов // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2008. – № 3. – С. 077-079.

## THE USE OF PLANT OBJECTS FOR CYTOLOGICAL MONITORING

© 2017 V. V. Avdeev, A. A. Golovin

Russian new university

Voronezh Institute of High Technologies

*The possibility of evaluating the degree of environmental pollution is discussed. The study of combined action of mutagens on the appearance of mutations in microorganisms, plants and in Drosophila have shown that its effect in different cases can have different character.*

*Key words: cytological monitoring of plant object.*