

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ И КЛАСТОГЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ, ПОДВЕРГНУТЫХ ВЛИЯНИЮ СРЕДОВЫХ КСЕНОБИОТИКОВ

Аннотация. Изучено влияние гамма-лучей на флюктуирующую билатеральную асимметрию листьев и хромосомную нестабильность в клетках корней *T. durum*, *H. Vulgare*. Установлено, что существует корреляционная связь между индукцией аберраций хромосом и флюктуирующей асимметрией. Тесты хромосомной нестабильности и флюктуирующей билатеральной изменчивости листьев могут использоваться как взаимодополняющие и взаимозаменяющие при биомониторинге окружающей среды.

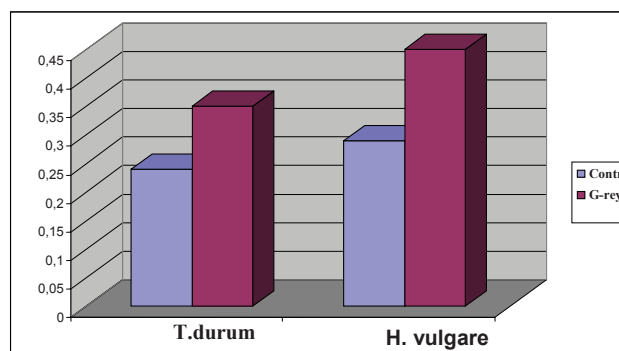
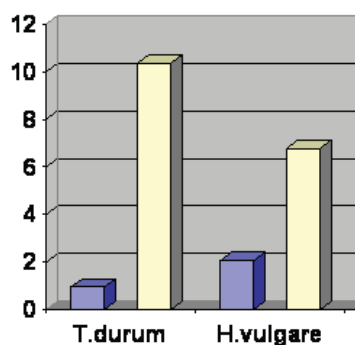
Ключевые слова: хромосома, флюктуирующая асимметрия, билатеральная изменчивость

Возрастающее загрязнение и другие нарушения окружающей среды привели к возникновению ряда проблем, в том числе связанных с глобальными изменениями климата, сокращением биоразнообразия природных видов, потерей стародавних сортов растений и пород животных и др. [1]. Протекание этих процессов на фоне глобального экономического кризиса в 2009 году предопределяет необходимость улучшения планирования качества окружающей среды для оптимизации управления природой и природными ресурсами в целях обеспечения устойчивого развития. В основе решения этой задачи лежат проблемы, связанные с контролем качества окружающей среды и регулярным мониторингом ее состояния. В настоящее время наиболее широко используемым способом определения качества окружающей среды является качественная и количественная оценка наличия в среде ксенобиотиков химической и физической природы, а также биозагрязнителей. Эти данные используются для планирования и управления качеством окружающей среды посредством применения принципов предельной допустимости наличия в среде конкретных ксенобиотиков и биозагрязнителей – ПДК (предельно допустимые концентрации) и ПДД (предельно допустимые дозы). Однако современное экологическое состояние среды таково, что в подавляющем большинстве случаев в среде одновременно присутствуют значительное количество привнесенных в нее факторов. В подобной ситуации различные ксенобиотики и биозагрязнители, включая те, которые присутствуют в среде в рамках ПДК и ПДД и считаются безопасными, могут взаимодействовать между собой с проявлениями эффектов синергизма, антогонизма, метаболической активации [2]. Вследствии этого наиболее достоверную информацию о качестве окружающей среды могут представить данные, полученные с помощью биоиндикаторов [3]. Требования, предъявляемые для проведения биомониторинга, таковы, что они должны учитывать как изменения в биологических системах на макроуровневых морфологических показателях, так и те нарушения, которые могут возникать в биологических системах на клеточном и молекулярном уровнях. Наряду с этим современные биоиндикаторные методы должны быть наиболее доступными с экономической и технологической точек зрения. Решение этой задачи предусматривает поиск новых комплексных подходов к биоиндикационной оценке качества окружающей среды. В ранее проведенных исследованиях было показано, что анализ флюктуирующей билатеральной ассиметрии и характеристики уровней мутационной изменчивости в комплексе могут служить биоиндикационными характеристиками качества окружающей среды [4]. Однако в этих исследованиях в качестве

модельных средовых факторов были использованы химические ксенобиотики и другие представители флоры. В настоящей работе приводятся результаты исследований, в которых оценивался биоиндикационный потенциал комплекса указанных методов для физических факторов на других представителях однодольных и двудольных растений.

В настоящей работе представлены результаты исследований, проведенных с использованием в качестве тест-объектов следующих видов растений: *Triticum durum* L., *Hordeum vulgare* L. Облучение семян производили на установке РХУНД-20000 в дозе 60 грей. В качестве контрольных служили семена тех же видов растений, не подвергнутые какому-либо воздействию. Семена проращивали в лабораторных условиях в термостате, в темноте при температуре 25°C. Проростки семян фиксировались для анализа уровня aberrаций хромосом в ана-телофазных клетках меристемы корешков общепринятыми методами [5]. Проросшие семена растений доращивались в качестве почвенных культур в лабораторных условиях на фотостате при температуре 20-22°C. Морфометрическая характеристика флютуирующей асимметрии проводилась путем оценки правой и левой половин полностью сформированных листьев в их наиболее широкой части [3]. В экспериментах по оценке мутационных характеристик в каждом варианте изучалось не менее 1000 клеток. Результаты анализа уровней хромосомной нестабильности и флютуирующей асимметрии обработаны с использованием общепринятых методов статистического анализа [6].

Результаты исследования влияния гамма-облучения на структурные перестройки хромосом представлены на рис. 1. Из указанного рисунка видно, что воздействие гамма-облучения на семена приводит к увеличению уровня aberrаций хромосом в клетках апикальной меристемы. Наибольшая чувствительность к действию гамма-лучей отмечена для *T. durum*, где количество клеток со структурными нарушениями хромосом возросло более, чем в 5 раз. Однако, и на других объектах, вовлеченных в эксперименты, генотоксический эффект ионизирующего облучения высок, и наблюдаемая разница является статистически достоверной с вероятностью, превышающей 99,99 %.



Влияние гамма-лучей

Рис. 1. на уровень aberrаций хромосом в клетках *T. durum*, *H. Vulgare*. (контроль – опыт)

Рис.2. на флютуирующую билатеральную асимметрию листьев *T.durum* и *H. vulgare*.

Таким образом, исследования, проведенные с использованием представителей однодольных и двудольных растений, показали их одинаковую реакцию на воздействие ионизирующих излучений, которые в настоящей работе были использованы в качестве модели загрязнения среды физическими факторами. Мутагенное действие гамма-лу-

чей является известным фактом, и эффект этого фактора широко изучен на различных объектах [7]. Аберрации хромосом и ионизирующие излучения были выбраны в качестве тестов для проверки наличия или отсутствия корреляционных связей между этим показателем и оценкой уровня случайной флюктуирующей асимметрии как показателя нарушения средовыми факторами модификационной изменчивости, которая хотя и не наследуется, тем не менее оказывает отрицательное влияние на организмы в процессе онтогенеза. Следствием этого отрицательного воздействия могут быть различные морфологические нарушения, возникающие у растений, животных и человека [8]). Исходя из этого, было постулировано, что оценка эффекта средовых факторов на окружающую среду должна учитывать оценку процессов, протекающих и оцениваемых по изменению морфологических показателей на макро-и микроуровнях [9]. Контролирование этого процесса также предусматривает использование обоих подходов при управлении рисками, связанными с загрязнением окружающей среды [10]. Одномоментный учет индуцированных средовыми факторами морфологических изменений на уровне клетки и целого организма является важным в характеристике комплексного воздействия ксенобиотиков и оценке этого риска. Исходя из этого в настоящей работе представлены также данные по оценке влияния гамма-облучения на морфологию листовой пластинки. Наличие корреляционных связей между индукциями изменений на этих уровнях может свидетельствовать о возможности использования одного из указанных тестов и более широкой экстраполяции полученных результатов. В связи с этим были проведены эксперименты, в которых изучалась морфологическая изменчивость листьев растений, подвергнутых воздействию. Результаты этих экспериментов представлены на рисунке 2.

Как показывают данные, представленные на рисунке 2, дозы гамма-лучей, вызвавшие возрастание такой патологии, как внутриклеточная хромосомная нестабильность, способствуют также манифестации токсических свойств на другом уровне – уровне макроморфологических характеристик, таких как, асимметричное развитие листовой пластинки. Однако обращает на себя внимание различная чувствительность выбранных тестов к действию гамма-облучения. В частности, если одни и те же дозы ионизирующих излучений приводят к росту внутриклеточной хромосомной нестабильности в 3 – 5 раз (Рис.1), то в случае воздействия на процессы формирования листьев это увеличение составляет около 1,5 раза. Однако рост обоих показателей является статистически достоверным. Это свидетельствует о том, что оба теста могут быть использованы при проведении биомониторинга.

Таким образом, приведенные данные показывают, что морфологическая изменчивость как на клеточном уровне, так и на уровне отдельных органов растений может быть использована как биоиндикационная характеристика.

Выводы:

1. В исследованиях, проведенных с использованием однодольных и двудольных растений, установлены положительные корреляционные связи при оценке воздействия гамма-лучей на хромосомную нестабильность и билатеральную асимметрию листьев.
2. Различия в чувствительности сравниваемых тестов связана с ограниченностью потенциала изменчивости такого показателя, как морфологическая асимметрия листьев.
3. Тесты хромосомной нестабильности и флюктуирующей билатеральной изменчивости листьев могут использоваться как взаимодополняющие и взаимозаменяющие при биомониторинге окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dervish K., Steiner A. Fighting climate change. Human Development Report, 2007/2008. - New York: Oxford University Press, 2007. - P. 5–7.

2. Alakbarov U., Golden K., Hashimova U. et al. Environmental Management for Sustainable Human Development. WU – MVSU, Mississippi, 2005. - 105 p.
3. Мамедова А.О. Растительные биоиндикаторы и оценка качества окружающей среды. Баку, Из-во Бакинского государственного университета, 2008. - 175 с.
4. Мамедова А.О. Биоиндикация качества окружающей среды на основе мутационной и модификационной изменчивости растений/Журнал Цитология и генетика. - Т. 43, № 2. - 2009. - 61-65с.
5. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. //М.: «Колос», 1980, 304с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия // М.: Высшая школа, 1990, 349 с.
7. Дубинин Н.П. Экологическая и космическая генетика / М.: Наука, 2001, 437 с.
8. Инге-Вечтомов С.Г. Наследственная и ненаследственная изменчивость как функция генетического материала. / Эволюционная генетика. - Л.: Издательство ЛГУ, 1982, с. 22 – 34.
9. Alekperov (Alakbarov) U.K. Compositional antimutagens as inhibitors of the generational and regulational damages induced by multiple genotoxicants. Bulletin of the Genetics Society of Canada, 1994, v. 25, suppl. 1, p. 51 – 52.
10. Alekperov (Alakbarov) U.K. Plant antimutagens and their mixtures in inhibition of genotoxic effects of xenobiotics and ageing process. European Journal of Cancer Prevention, v. 11, 1, p. 8 – 11.

A. Mamedova

MORPHOMETRIC AND KLASTOGENIC CHARACTERISTICS OF THE PLANTS AFTER INFLUENCE OF THE ENVIRONMENTAL XENOBIOTICS

Abstract: Influence of the gamma-rays on bilateral asymmetry of the leaflets and chromosome instability of root's cells of the *T. durum*, *H. vulgare*. have been studied. The correlation between the fluctuating asymmetry of leaflets and chromosome aberrations of root's cells have been determined. The chromosome instability and fluctuating asymmetry of the cells is the test for environmental quality assessment, environmental quality planning and management. The chromosome instability and leaf's fluctuating asymmetry can be employed mutually or separate for biomonitoring of the environmental quality.

Key words: chromosome instability, fluctuating asymmetry, bilateral variability