лесных фитоценозов в области играет важную роль в изменении климата, специфичности условий, способствует распространению таких видов родов *Cicindela*, *Carabus*, *Bembidion*, *Agonum*, *Harpalus*, *Amara*. Степные виды рода *Harpalus* трансформировались в лесостепной зоне, перенесли распашку земель и нашли условия существования в антропогенном прессинге.

Сравнение фауны жуужелиц в ландшафтном аспекте свидетельствует о постепенной смене видового состава по профилю от плакора к понижениям рельефа в оврагах и долинах рек. Структуру комплексов жуужелиц определяет прежде всего режим влажности. В плакорных условиях преобладают лугово-полевые виды. Лесные виды на плакорные поля проникают в периоды интенсивного расселения.

1. Константинов, В.М. Практикум по прикладной и региональной экологии / В.М.Константинов, А.О.Шубин, А.Ю.Околелов. – Мичуринск:МГПИ, 2004.- 123с.
2. Мильков, Ф.Н. Природные зоны СССР.- Изд. 2-е доп. и перераб.- М.: Мысль, 1977. – 293 с.
3. Романкина, М.Ю. Пространственное распределение и сезонная динамика активности жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в березовых лесах и сосновых лесонасаждениях в лесостепных условиях Центрального Черноземья // Вестник Московского государственного университета леса Лесной Вестник. –М., 2009 - №1. – С.183-190.
4. Романкина, М.Ю. Структура населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроценозов в центре Европейской части России (на примере Тамбовской области) // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. Тамбов. 2010. – Т.15. вып.5. – С.1563-1569.
5. Романкина М.Ю. Эколого-фаунистическая характеристика населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в центре Русской равнины (Тамбовская область) // Проблемы современной биологии: Материалы III Международной научно-практической конференции (19.01.2012). М., 2012. С. 142-150.
6. Романкина М.Ю. Карабидофауна (Coleoptera, Carabidae) в центре Русской равнины // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. № 6 (2). С. 3212-3215.
7. Околелов А.Ю., Романкина М.Ю., Сухарев Е.А. // Этапы антропогенной трансформации природно - территориальных комплексов северной и типичной подзон лесостепной зоны Восточно – Европейской равнины (на примере территории Тамбовской области). Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18. № 6 (2). С. 3208-3211.
8. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология: учебник для студентов педагогических вузов. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.:
9. Юмашев, Н.П., Трунов, И.А. Почвы Тамбовской области. – Мичуринск. – Научкоград РФ: МГАУ . - 2006.- 216с.
10. Barber H.S. Traps for cave in habiting Insecta. Journal // Elish. Mitchell. Science Soc. 1931. 46. P. 259-266.

Хомиченко А.А.

Влияние мощности γ -радиации на частоту генетических нарушений у *Tradescantia* (клон 02) при пролонгированном облучении

*Уральское отделение РАН
(Россия, Екатеринбург)*

doi: 10.18411/lj-11-2019-264

idsp: ljjournal-11-2019-264

Аннотация

Изучалась частота генетических нарушений в ВТН *Tradescantia* (клон 02), индуцируемых ионизирующим облучением при разной мощности облучения, 0.45 и 1.15 сГр/ч. Общей тенденцией в обоих вариантах эксперимента является повышение частоты генетических нарушений с ростом доз облучения, при этом с ростом мощности облучения нелинейный характер Зависимости “доза-эффект” становится менее выраженным.

Ключевые слова: низкоинтенсивное облучение, γ -облучение, проникающая радиация, малые дозы, *Tradescantia* (клон 02), розовые мутации, генетические нарушения

Abstract

We studied the frequency of genetic disorders in VTN *Tradescantia* (clone 02) induced by ionizing radiation at different radiation powers, 0.45 and 1.15 cGy / h. A general tendency in both variants of the experiment is an increase in the frequency of genetic disorders with increasing radiation doses, and with an increase in the irradiation power, the nonlinear nature of the dose-effect dependences becomes less pronounced.

Key words: low-intensity radiation, γ -radiation, penetrating radiation, low doses, *Tradescantia* (clone 02), pink mutations, genetic disorders

Введение. Развитие ядерной энергетики и современных медицинских технологий ведет к росту числа людей, подвергающихся действию γ -радиации, что делает проблему малых доз все более актуальной. Одним из ее аспектов является характер режима ионизирующего облучения. Иными словами, та или иная доза облучения может быть получена как в течение нескольких секунд, так и в течение нескольких часов или дней. Не вызывает сомнения, что условия облучения должны сказываться на особенностях генетических ответов на γ -излучение. При действии низкоинтенсивного γ -излучения живая клетка способна еще в ходе облучения восстановить часть радиоиндуцированных генетических повреждений, а также индуцировать механизмы, обеспечивающие повышение репаративного потенциала генетического аппарата. Время реализации этих процессов может занимать до нескольких часов. При остром облучении, как минимум, часть первичных радиоиндуцированных событий успевает за это время пройти стадию становления, что неизбежно должно сказаться на общей картине радиобиологического эффекта. Целью нашей работы было сравнение генетических ответов *Tradescantia* (клон 02) на γ -облучение разной интенсивности.

Материалы и методы

В работе использовалась тест-система «розовые соматические мутации (PCM) в волосках тычиночных нитей (ВТН)» *Tradescantia* (клон 02) (Ichikawa, 1971; Sparrow et al., 1972; Underbrink et al., 1993). Исходным материалом служили срезы растений с соцветиями, имеющими 2-3 междоузлия. Все соцветия были получены в осенний период. Растения содержались в условиях круглосуточного освещения, и освещались от ламп дневного света LD-40 (Россия). Перед облучением срезы с соцветиями помещали в дистиллированную воду. Через 17 часов растения облучали от источника с ^{226}Ra . С 6-го по 21-й день после облучения подсчитывалось количество ВТН и количество нарушений в волосках тычиночных нитей. Частоту цитогенетических нарушений подсчитывали как отношение мутантных событий к количеству волосков тычиночных нитей. Растения облучались при постоянной мощности излучения, 0.45 и 1.15 cГр/ч. Дозы облучения увеличивались за счет увеличения времени экспозиции.

Распределение ранних повреждений генетических структур γ -облучением является стохастическим процессом и соответствует нормальному распределению. Последовательно индуцируемые облучением процессы, способные влиять на становление повреждений генетических структур, могут вести к существенному изменению частоты радиоиндуцированных мутаций. Ионизирующая радиация, с ростом величины доз γ -радиации, независимо от режима облучения, может последовательно индуцировать череду биологических эффектов, некоторые из которых могут сказываться на чувствительности живого организма к ионизирующему излучению. То есть, характер зависимости выхода генетических нарушений от величины доз определяется восстановительным потенциалом клетки, что может

проявляться в нарушении линейной зависимости величины радиобиологических эффектов от величины доз.

На рис. 1 и 2 представлены результаты эксперимента по облучению соцветий *Tradescantia* (клон 02) от источника ^{226}Ra . При пролонгированном облучении в малых дозах мы неизбежно должны столкнуться с проявлением их интерференции, когда на цитогенетических эффектах γ -радиации, в большей или меньшей мере, сказывается сразу несколько процессов, влияющих на становление мутаций. Индукция каждого из них может занимать определенное время. Так, в частности, считается, что от первичного воздействия γ -излучения до реализации радиоиндуцированного адаптивного ответа требуется от 4 до 6 часов. При меньшей мощности облучения клетка, ее генетические системы имеют больше времени для реализации индуцируемых облучением эффектов в более “коротком” дозовом диапазоне (Mannuss A., et al. 2012, Спитковский и др., 2000).

Чем выше мощность облучения, тем в большей мере должно наблюдаться наложение различных, последовательно индуцируемых процессов, и, соответственно, тем в большей мере будет сглаживаться нелинейность полученной зависимости, что достаточно наглядно демонстрирует проведенный эксперимент. Среднее значения величин уровня генетических нарушений для каждого варианта эксперимента относительно ближайшего варианта заметно выше при облучении с интенсивностью 0,45 сГр/ч, среднее значение этой величины составляет 0,106% против 0,080% для эксперимента с облучением интенсивностью 0,115 сГр/ч.

Рис. 1. Динамика частоты розовых соматических мутаций в клетках волосков тычиночных нитей *Tradescantia* (клон 02) при облучении в малых дозах, мощность облучения 0.45 сГр/час. Ось абсцисс – доза, сГр; ось ординат – частота розовых соматических мутаций (%).

Рис. 2. Динамика частоты розовых соматических мутаций в клетках волосков тычиночных нитей *Tradescantia* (клон 02) при облучении в малых дозах, мощность облучения 1.15 сГр/час. Ось абсцисс – доза, сГр; ось ординат – частота розовых соматических мутаций (%).

В каждом опыте имелись варианты, в которых частота нарушений достоверно снижалась относительно вариантов с облучением в меньших и больших дозах. Таким образом, полученные нами зависимости не могут считаться прямо пропорциональными. При более интенсивном облучении уменьшается число вариантов, величина цитогенетических эффектов которых статистически отличается как от соответствующих значений ближайших к ним вариантов, так и от ближайших максимумов и минимумов на дозовой кривой. Это говорит об определенном сглаживании дозовой кривой для эксперимента с облучением в большей мощности. Как и для опыта с меньшей мощностью облучения, для данной зависимости в целом характерен рост частоты генетических нарушений с ростом величины доз. Эти результаты, в целом, согласуются с существующими представлениями о закономерностях формирования радиобиологических эффектов (Кузин А.М., 1970).

Этот эффект также выявляется сопоставлением результатов регрессионного анализа. Он показал, что зависимость “доза-эффект”, полученная при γ -облучении мощностью в 1.15 сГр/ч (рис. 2) дает следующие значения R^2 для линейной функции - 0.770, R^2 - 0.741 для экспоненциальной функции и 0.777 для полинома. Зависимость “доза-эффект” при мощности облучения 0.45 сГр/ч описывается линейным уравнением с R^2 0.462, R^2 0.475 для экспоненциальной функции и R^2 0.605 для уравнения второго порядка (рис. 1).

Сравнение этих данных свидетельствует, что зависимость, полученная при более интенсивном облучении, более успешно описывается как линейная функция. Анализ также показывает, что при меньшей мощности облучения (0.45 сГр/ч) значение R^2 возрастает от линейной функции к полиномиальной. Таким образом, зависимость, полученная при большей мощности облучения, более успешно описывается как линейная зависимость относительно зависимости для вариантов с низкоинтенсивным облучением.

В обоих вариантах эксперимента наблюдается рост частоты генетических нарушений по сравнению с контролем. Также мы можем сделать вывод, что с ростом мощности облучения нелинейный характер дозовой кривой становится менее выраженным.

1. Ichikawa S. Somatic mutation at low levels of chronic gamma-ray exposures in Tradescantia stamen hairs // Japan. J. Genetics, 1971. – Vol. 46 – № 6. – P. 371–381.
2. Sparrow A.H., Underbrink A.G., Ross H.H. Mutations induced in Tradescantia by small doses of X rays and neutrons: analysis of dose-response curves // Science, 1972. – Vol. 176. – P. 916–918.
3. Underbrink A.G., Schairer L.A., Sparrow A.H. Chemical mutagens: principles and methods for their detection / Hollaender A (ed) // Plenum Press, New York, 1993. – Vol. 3. – P. 71–207.
4. Mannuss A., Trapp O., Puchta H. Gene regulation in response to DNA damage // Biochimica et Biophysica Acta Biochimica, 2012. - Vol. - 1819. P.154–165.
5. Спитковский Д.М., Кузьмина И.В., Вейко Н.Н. и др. О возможной связи мутационного процесса, индуцированного малыми дозами ионизирующей радиации, и позиционной динамикой хромосом в ядрах клеток эукариот // Радиация биол. Радиоэкол., 2000. – Т. 40 – Вып 5. – С. 554–566.
6. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии. – М., 1970. – 222 с.

Шишкина Е.В., Кашнова Е.В.

Вредители и болезни культур овощного севооборота в колочной степи Алтайского Приобья

*Западно – Сибирская овощная опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦО
(Россия, Барнаул)*

doi: 10.18411/lj-11-2019-265

idsp: ljjournal-11-2019-265

Аннотация

Представлены результаты двухлетнего анализа фитосанитарного состояния культур овощного севооборота в колочной степи Алтайского Приобья.