

ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО И ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ КЛЕТОК ДРОЖЖЕЙ

Н. В. СИМОНЯН, И. Л. ДЖАНПОЛАДЯН, Э. Г. СТЕПАНЯН, Г. М. АВАКЯН

Ереванский физический институт ГКАЭ СССР

Показано, что облучение диплоидных клеток дрожжей *Saccharomyces ellipsoides* Мегри 139-В и *Saccharomyces cerevisiae* «дикого» типа низкointенсивным гелий-неоновым лазерным излучением приводит к снижению повреждающего действия рентгеновского излучения. На гаплоидных клетках дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* «дикого» типа радиозащитное действие лазерного излучения не обнаруживается.

Յույն է պրոբան որ *Saccharomyces ellipsoides* Մեգրի 139-Յ և *Saccharomyces cerevisiae* «վայրի» տիպի բնարանային գրգռիչ բեռերի լույսաթուրան ցերեզ-նեոնային լազերով լուծարման է անադնայան ԼապտիսիՎերր վանոյ սորգորման հզորմանը: *Saccharomyces cerevisiae* «վայրի» տիպի Լապտիչ բեռերով համ լուծարման ԼապտիսիՎերր անդրոպուսայան: ադադնայան չի ցույցարկում:

The irradiation of diploid yeast cells *Saccharomyces ellipsoides* Megri 139-B and *Saccharomyces cerevisiae* of "wild" type with low-intensity helium-neon laser radiation was shown to lead to a decrease in the damaging effect of X-rays. The radioprotective effect of laser irradiation was not revealed on haploid yeast cells *Saccharomyces cerevisiae* of "wild" type.

Дрожжи *Saccharomyces*—лазерное излучение—рентгеновское излучение.

Ранее нами было показано, что облучение клеток бактерий *E. coli* K-12 разных репарационных генотипов низкointенсивными гелий-неоновыми лазерными лучами приводит к снижению повреждающего действия ионизирующих излучений [1, 2]. Репродуктивная способность клеток при последовательном рентгеновском и лазерном облучении выше таковой клеток, подвергнутых только рентгеновскому облучению. В этих же работах было выдвинуто предположение о том, что излучение гелий-неонового лазера может активировать репарационные системы клеток и поэтому при совместном действии его с ионизирующим излучением летальное действие последнего снижается. В пользу этого предположения свидетельствует, с одной стороны, характер изменения значений параметров кривых выживания—увеличение значений экстраполяционного числа (n), с другой—зависимость эффективности комбинированного облучения от генетических особенностей клеток, поскольку использованные нами штаммы бактерий *E. coli* K-12 являются изогенными мутантами разных репарационных генотипов.

В работе представлены результаты исследования влияния последовательного рентгеновского и лазерного облучения на клетки гаплоидных и диплоидных дрожжей, относящихся к более высокоорганизованной (по сравнению с прокариотами) таксономической группе организмов и являющихся удобным объектом для проверки представлений

о связи противолучевого действия лазерного излучения с внутриклеточными механизмами репарации.

Материал и методы. В работе использовали диплоидные клетки дрожжей *Saccharomyces ellipsoides* Мегри 139-В и гаплоидные и диплоидные клетки дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* «дикого» типа. Перед облучением клетки выращивали на твердой полнородной питательной среде УЭР (дрожжевой экстракт—10 г/л, глюкоза—20 г/л, пептон—10 г/л, агар-агар—20 г/л) в течение 3 суток при 30°. Облучение клеток проводили гелий-неоновым лазером ЛГ-73 непрерывного действия ($\lambda = 633$ нм, мощность излучения 4,8 мВт) и рентгеновской установкой РУП-200-20-5 (напряжение на трубке 200 кВ, сила тока 14 мА, мощность дозы 37 Гр/мин) при комнатной температуре и мощностью на поверхности «голодного» агара или же на ливсановых ядерных фильтрах (диаметр пор 0,53 мкм, пористость 8–10%). Способ облучения клеток не влиял на их чувствительность к рентгеновскому облучению. При последовательном облучении клеток указанными видами излучений временной интервал между ними не превышал 120 с. Выживаемость клеток определяли подсчетом макрокониий, вырастающих через 6 суток в описанных выше условиях. Результаты экспериментов обрабатывали на вычислительном комплексе Некра-1256 с использованием метода наименьших квадратов и t-критерия Стьюдента. Стандартная ошибка определения средних значений выживаемости клеток при усреднении результатов разных опытов, как правило, не превышала 5%.

Результаты и обсуждение. На рис. 1 приведены кривые выживания диплоидных клеток дрожжей *Saccharomyces ellipsoides* Мегри 139-В, подвергнутых рентгеновскому и комбинированному рентгеновскому и лазерному облучениям. Для последующего лазерного облучения клеток использовалась нелегальная экспозиция, равная 1 мин. Из

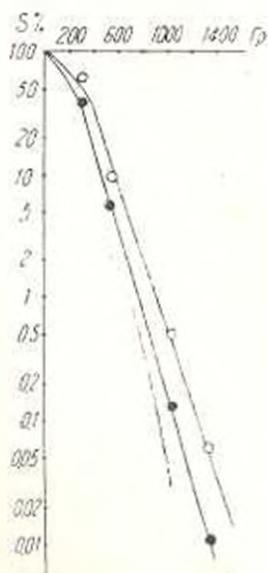


Рис. 1. Кривые выживания диплоидных клеток дрожжей *S. ellipsoides* Мегри 139-В при комбинированном облучении рентгеновским и лазерным излучениями. По оси абсцисс — доза рентгеновского облучения, Гр; по оси ординат — выживаемость, %. Темные символы — Х-лучи; светлые символы — Х-лучи + лазерное облучение в течение 1 мин.

рисунка видно, что дополнительное лазерное воздействие понижает выживаемость клеток. Так, например, при уровне выживаемости после рентгеновского облучения 0,01% последующая лазерная обработка приводит к 5-кратному увеличению репродуктивной способности клеток.

Результаты аналогичных опытов, проведенных на диплоидных и гаплоидных клетках дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, приведены в таблице и на рис. 2.

У диплоидных клеток *Saccharomyces cerevisiae* «дикого» типа, как и у диплоидных клеток *Saccharomyces ellipsoideus* Мегри 139-В, последующее лазерное воздействие снижает повреждающее действие рентгеновских лучей. Однако эффективность модифицирующего действия его на клетки этих дрожжей выше, чем на клетки *S. ellipsoide-*

Влияние последовательного рентгеновского и лазерного (1 мин) облучений на выживаемость диплоидных клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* «дикого» типа

Выживаемость, %		Выживаемость, %	
X-лучи	X-лучи + лазерное облучение	X-лучи	X-лучи + лазерное облучение
0.015	0.11	0.015	0.08
0.015	0.11	0.018	0.08
0.011	0.10	0.012	0.12
0.012	6.12	0.013	0.12

us Мегри 139-В: при исходной выживаемости после рентгеновского облучения, равной 0,01%, последующая лазерная обработка приводит примерно к 10-кратному увеличению выживаемости клеток.

У гаплоидных клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* «дикого» типа, как видно из рис. 2, радиозащитное действие лазерного облучения не регистрируется.

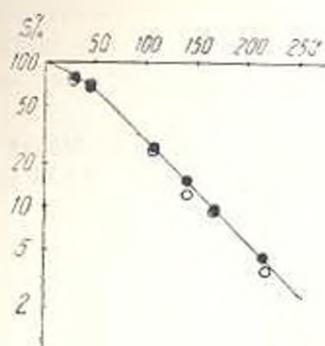


Рис. 2. Кривые выживания гаплоидных клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* «дикого» типа при комбинированном облучении рентгеновским и лазерным излучениями. По оси абсцисс — доза рентгеновского облучения. Гр; по оси ординат — выживаемость, %. Темные символы — X-лучи; светлые символы — X-лучи + лазерное облучение в течение 1 мин.

При изучении эффекта восстановления у дрожжей было обнаружено, что он свойствен только клеткам, имеющим два и более набора хромосом; гаплоидные клетки, обладающие одним набором хромосом, к восстановлению неспособны [3, 4]. В пользу представления о диплоид-специфичной репарации, ликвидирующей у диплоидных клеток большую часть первичных повреждений, свидетельствуют следующие факты: повышенная радиорезистентность диплоидных клеток дрожжей

по сравнению с гаплоидными клетками: искусственно полученные диплоидные клетки, не способные к восстановлению, вдвое более радиочувствительны, чем гаплоидные, поскольку у диплоидных клеток благодаря удвоенному числу хромосом имеется как бы вдвое больше «мишеней» и при одинаковой дозе облучения летальные повреждения возникают вдвое чаще; у гаплоидных клеток, дефектных по репарации, радиочувствительность практически не изменяется по сравнению с клетками «дикого» типа, а у диплоидных сильно возрастает.

Таким образом, наличие радиозащитного эффекта гелий-неонового лазерного излучения у диплоидных клеток, способных к репарации лучевых повреждений, и отсутствие таковых у гаплоидных, не способных к репарации, свидетельствуют в пользу представления о связи радиозащитного действия низкоинтенсивного лазерного излучения с активацией репарационных систем клеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виссариан К. Ш., Симонян Н. В., Авакян Ц. М., Арутюнян А. Г. Радиобиология, 25, 4, 557—560, 1985.
2. Виссариан К. Ш., Симонян Н. В., Авакян Ц. М. Биолог. ж. Армения, 19, 3, 200—203, 1986.
3. Корогодик В. И., Лю Аб-Шенг. Цитология, 1, 4, 379—386, 1959.
4. Корогодик В. И., Билуши В., Маркова Л. И., Шехтман Я. Л. Радиобиология, 3, 1, 39—44, 1963.

Поступило 17.V 1988 г

Биол. ж. Армения, № 1, (42), 1989

УДК 578.058:547.963.4

ВЗАМОДЕЙСТВИЕ КОМПЛЕКСОВ МЕДЬ (II)—АЛЬБУМИН С ТИОЦИАНАТОМ НАТРИЯ

Р. А. АСАТУРЯН

Ереванский физический институт ГКАЭ СССР

Методом ЭПР изучалось взаимодействие ранее идентифицированных нами двух типов комплексов медь (II)—альбумин с тиоцианатом натрия при pH 5,5 (тип 1) с гидрофильным и при pH 9,5 (тип 2)—гидрофобным окружениями. С ростом концентрации SCN^- для комплексов типа 1 наблюдалось большее уменьшение интенсивности и уширение сигналов ЭПР, чем для комплексов типа 2. Регулируется процесс переноса электрона в SCN^- на металл в комплексе для комплексов типа 1 в виде: $Cu(II)-BCA+SCN^- \rightarrow Cu(I)-BCA+SCN^{\cdot}$. Образовавшиеся реакционно-способные радикалы SCN^{\cdot} должны рекомбинировать.

(1989. 1. 42. 14-15) (1989. 1. 42. 14-15) (1989. 1. 42. 14-15)

Сокращения: BCA—бичий сывороточный альбумин.