

3. Соколов В. Ю., Богач П. Г., Зимма В. Л., Чан Минь Дон. В кн: Биофизика и биохимия мышечного сокращения. 77—81. М., 1976.
4. Hotta K., Terai F. Arch. Biochem. and Biophys., 114, 288—298, 1966.
5. Levy H. M., May Wai Won. Biochim. et Biophys. Acta, 658, 318—326, 1981.
6. Shaub M. C., Perry S. V. Biochem. J., 107, 263—269, 1967.
7. Strzeleska-Colaszewska H., Piwowar U., Plińska B. Europ. J. Cell. Biol., 24, 116—123, 1981.
8. Szódr A., Katapos J., Csabina S., Konya L. Kiserleter Orvostudomány, 34, 303—307, 1982.
9. Weber K., Osborn M. Ibid., 244, 4106—4412.

Институт кардиологии МЗ Армянской ССР,
лаборатория молекулярной кардиологии

Поступило 15.XI 1985 г.

УДК 577 391:576.8.

КОМБИНИРОВАННОЕ ДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО И ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ВЫЖИВЛЯЕМОСТЬ КЛЕТОК РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО $pol A1^{-}$ МУТАНТА БАКТЕРИЙ *ESCHERICHIA COLI* K-12

К. Ш. ВОСКАНЯН, Н. В. СИМОНЯН, Ц. М. АВАКЯН

Изучено комбинированное действие лазерного и рентгеновского, а также лазерного и α -излучений на клетки радиочувствительного $pol A1^{-}$ -мутанта бактерий *E. coli* K-12. Показано, что лазерное воздействие до и после рентгеновского, а также α -облучения приводит к повышению репродуктивной способности клеток. Последующее лазерное облучение вызывает большую модификацию выживаемости клеток, чем предварительное.

Ճնտազտված է լազերային ճառագայթման և րենտգենյան ճառագայթների, ինչպես նաև լազերային ճառագայթման և α -մասնիկների հոմոլոգիզացիայի ազդեցությունը *Escherichia coli* K-12 բակտերիաների $pol A1^{-}$ -ուղիորդայուն մուտանտի վրա: Ցույց է տրված, որ լազերային ճառագայթումը անողնային, ինչպես և α -ճառագայթումից առաջ և հետո բերում է բջիջների կենսունակության զգալի աճի, իսկիզացետղ ճառագայթմանը հետոզ լազերային ճառագայթումը հանդիսանում է բջիջների կենսունակության ավելի մեծ մոդիֆիկացիայի: Ժան նախնական ճառագայթումը:

The combined effect of laser radiation and X-rays, as well as of that of laser radiation and α -particles on *Escherichia coli* K-12 cells of radiosensitive $pol A1^{-}$ -mutant has been studied. The cells survival is shown to increase under the action of laser radiation applied before and after both X-rays and α -irradiation. Post-irradiation with laser results in a larger modification of the cells survival than pre-irradiation.

Ключевые слова: бактерии *E. coli*, лазерное и ионизирующие излучения.

Показано, что лазерное воздействие на клетки бактерий *Escherichia coli* K-12 снижает повреждающее действие ионизирующих излучений [2, 3]. Как известно, закономерности структурно-функциональной организации генетического аппарата в наибольшей степени изучены у прокариот, и прежде всего у бактерий *E. coli*. Получены суперрезистентные мутанты этих бактерий, характеризующиеся лучшей координацией работы деструктивных и ресинтезирующих ферментов [1], а

также различные изогенные репарационные мутанты, повышенная радиочувствительность которых обусловлена нарушением определенных этапов репарации ДНК [3, 4]. Все это позволяет проводить детальные исследования по влиянию генотипа клеток на эффективность модифицирующего действия лазерного излучения.

В настоящей работе приводятся результаты изучения влияния комбинированного лазерного и рентгеновского, а также лазерного и α -излучений на клетки *rol* A1⁻ мутанта бактерий, *E. coli* K-12, дефектного по быстрой репарации.

Материал и методика. Исследовались клетки радиочувствительного мутанта P3478 (*rol* A1⁻ бактерии *E. coli* K-12 из коллекции ЛИНФ Академии наук СССР. Ген *rol* A1⁻ является структурным геном ДНК-полимеразы I, которой принадлежит ведущая роль в экцизионной репарации).

Перед облучением клетки выращивали на твердой полноценной питательной среде JEPD (дрожжевой экстракт—10, NaCl—10, пептон—10, агар-агар—20 г/л) в течение 24 ч при 37°. Облучение клеток лазерным излучением (гелий-неоновый лазер ЛГ-52-3 непрерывного действия, $\lambda = 633$ нм, мощность излучения 2 мВт), α -частицами (плоский ²³⁰Pu-источник с мощностью дозы 21 Гр/мин, среднее значение ЛПД α -частиц 110 кэВ/мкм) и рентгеновскими лучами (установка РУМ-17, напряжение на трубке 200 кВ, сила тока 11 мА, мощность дозы 35 Гр/мин) проводили при комнатной температуре в монослое на поверхности «голодного» агара. При последовательном облучении клеток ионизирующими и лазерными лучами временной интервал не превышал 120 с. Разведения клеточной суспензии для облучения и контроля готовили с таким расчетом, чтобы в каждой чашке выросло от 100 до 300 колоний. Выживаемость клеток определяли подсчетом макроколоний, вырастающих через 2 суток при 37°. Каждый опыт повторялся 5—10 раз. Стандартная ошибка определения средних значений выживаемости клеток при усреднении результатов разных опытов, как правило, не превышала 5%.

Результаты и обсуждение. На рис. 1 показана зависимость выживаемости клеток бактерий *E. coli* K-12 от продолжительности лазерного облучения. Видно, что кривая доза—эффект клеток *rol* A1⁻ мутанта,

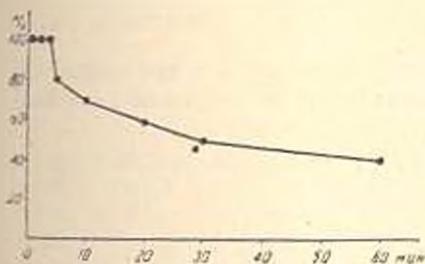


Рис. 1.

Рис. 1. Зависимость выживаемости клеток бактерий от времени лазерного облучения. По оси абсцисс—время облучения, мин; по оси ординат—выживаемость, %.

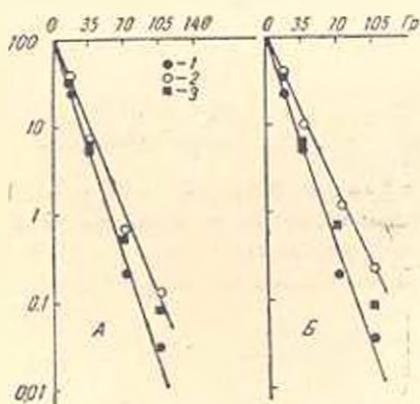


Рис. 2.

Рис. 2. Кривые выживания клеток бактерий при комбинированном облучении рентгеновским и лазерным излучениями. По оси абсцисс—доза облучения, Гр; по оси ординат—выживаемость, %. А—лазерное излучение; Б—X-лучи+лазерное излучение. 1—X-лучи; 2—3—лазерное облучение в течение 30 и 15 с соответственно.

так же как и других штаммов бактерий *E. coli* К-12 [3], имеет по меньшей мере два качественно различающихся участка: это участки малых и больших доз. На участке малых доз летальный эффект не обнаруживается. На участке больших доз с увеличением дозы выживаемость клеток снижается. При комбинированном ионизирующем и лазерном облучениях нами были использованы дозы лазерного излучения, располагающиеся на участке малых доз кривой выживания.

На рис. 2 приведены кривые выживания клеток бактерий *E. coli* К-12, подвергшихся лазерному воздействию в разных экспозициях до и после рентгеновского облучения. Значения параметров n и D_0 кривых выживания приведены в таблице. Результаты свидетельствуют о том, что воздействие лазерным излучением до и после облучения рентгеновскими лучами повышает выживаемость клеток. Эффективность модифицирующего действия лазерного излучения зависит от последовательности облучений и времени воздействия.

На рис. 3 приведены кривые выживания клеток бактерий *E. coli* К-12, подвергшихся лазерному воздействию в разных экспозициях до и после облучения их α -частицами. Значения параметров n и D_0 этих

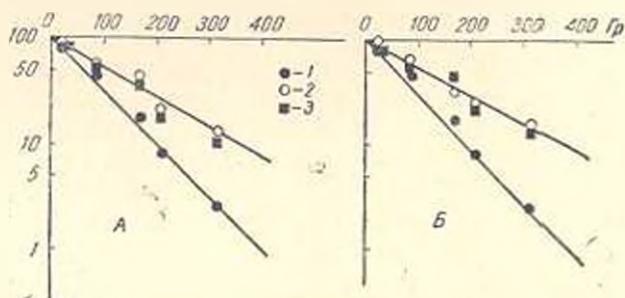


Рис. 3 Кривые выживания клеток бактерий при комбинированном облучении лазерным и α -излучениями. По оси абсцисс—доза облучения, Гр, по оси ординат—выживаемость, %. А—лазерное излучение + α -частицы; Б— α -частицы + лазерное излучение. 1— α -частицы; 2—3—лазерное облучение в течение 30 и 15 с соответственно.

кривых также даны в таблице. Видно, что излучение гелий-неонового лазера снижает повреждающее действие не только редкоионизирующих

Таблица. Значения n и D_0 кривых выживания клеток бактерий при комбинированном облучении их ионизирующими и лазерным излучениями (время лазерного облучения—30 с)

Параметры кривых выживания	Вид облучения					
	X-лучи	Лазерное излучение + X-лучи	X-лучи + лазерное излучение	α -частицы	Лазерное излучение + α -частицы	α -частицы + лазерное излучение
n	1	1	1	1	1	1
D_0 , Гр	15	18	20	30	147	168

рентгеновских лучей, но и плотниононизирующих α -частиц. Данные, приведенные на рис. 2 и 3 и в таблице, позволяют сделать вывод о следующих общих закономерностях модифицирующего действия лазерного излучения на выживаемость клеток радиочувствительного $rol\ A1^-$ -мутанта бактерий *E. coli* K-12 до и после воздействия ионизирующими излучениями разных энергий: последующее лазерное облучение приводит к большей модификации выживаемости клеток, чем предварительное; 30-секундная экспозиция лазерного воздействия более эффективна, чем 15-секундная. Повышение выживаемости клеток радиочувствительного $rol\ A1^-$ -мутанта бактерий *E. coli* K-12 при комбинированном лазерном и ионизирующим облучениях свидетельствует о том, что блокирование системы быстрой репарации (при наличии в клетке функционирующих систем сверхбыстрой и медленной репараций) не исключает модифицирующего действия лазерного излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бреслер С. Е., Вербенко В. И., Калинин В. Л. Генетика, 16, 10, 1753—1763, 1980.
2. Восканян К. Ш., Симосян Н. В., Авакян Ц. М., Арутюнян А. Г. Радиобиология, 25, 4, 557—559, 1985.
3. Восканян К. Ш., Симосян Н. В., Авакян Ц. М., Арутюнян А. Г. Радиобиология, 26, 3, 557, 1986.
4. Youngs D. A., Bernstein I. A. J. Bacteriol., 113, 2, 901—906, 1973.

Ереванский физический институт ГКИАЭ СССР.

Научно-исследовательский институт физики конденсированных сред

Ереванского государственного университета

Получено 15.XI 1985 г.

УДК 577.3.08

ИЗМЕРЕНИЕ ВЯЗКОУПРУГИХ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОВ БЕЛКОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В. Н. МОРОЗОВ, С. Г. ГЕВОРКЯН

Описан метод измерения динамического модуля Юнга E и логарифмического декремента затухания θ кристаллов белков и аморфных пленок в интервале температур $-170 \pm 25^\circ\text{C}$. Обнаружены две области температур, в которых происходит существенное изменение модуля: $-20 \pm -30^\circ\text{C}$, где происходит небольшое скачкообразное увеличение модуля сильногидратированных образцов (с содержанием воды $0,2 \pm 0,3$ от сухого веса белка), связанное с замерзанием относительно свободной воды, и $-40 \pm -100^\circ\text{C}$, где происходит большое увеличение модуля, связанное с иммобилизацией поверхностных слоев белка и прочно связанной воды.

Նկարագրված է սպիտակուցների բյուրեղների և ամորֆ թաղանթների Յունգի դինամիկական մոդուլի E և մարման լոգարիթմական զեկրեմենտի (θ) չափման եղանակը լայն ջերմաստիճանային տիրույթում ($-170 \pm 25^\circ\text{C}$)։ Հայտնաբերված են ջերմաստիճանային երկու տիրույթներ, որտեղ սեղի է ունենում մոդուլի էական փոփոխություն։ $-20 \pm -30^\circ\text{C}$ տիրույթում սեղի է ունենում մոդուլի ոչ մեծ բոխրանի անձ, $-40 \pm -100^\circ\text{C}$ տիրույթում սեղի է ունենում մոդուլի մեծ անձ կապված սպիտակուցի մոլեկուլում մակերևութային շերտերի շարժունակության կորրուպի ճեւա։