
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

И.И. Даниленко, В.И. Мирутенко, Г.В. Сопиль, Е.П. Стенник

ВЛИЯНИЕ МАЛОЙ ДОЗЫ РАДИАЦИИ И СВЧ–ИЗЛУЧЕНИЯ В ЧИСТОМ И СМЕШАННОМ ВИДЕ НА ИНДУКЦИЮ АУКСОТРОФНЫХ МУТАНТОВ МИКРООРГАНИЗМОВ В ОТДАЛЕННЫХ ПОКОЛЕНИЯХ

*Институт эпидемиологии и инфекционных болезней
им. Л.В. Громашевского АМН Украины,
Национальный университет им. Т.Г.Шевченко,
Спуск. Протасов Яр, 4, г. Киев, 03038, Украина*

Электромагнитные поля (ЭМП) естественного и антропогенного происхождения существенно влияют на живые системы различного уровня организации – от прокариотов (микроорганизмы) до эукариотов (высшие организмы) [1–4]. В этой проблеме несомненный интерес представляют биоэффекты от низкоэнергетических ЭМП, поскольку здесь реализуется информационный аспект их действия [4, 5]. Цель настоящей работы – изучение действия низких доз γ –радиации и СВЧ–излучения отдельно и в комбинации на различные группы микроорганизмов. Выбор объекта обусловлен тем, что эти группы живых систем пластичны, изменчивы, у них большая скорость репликации и размножения, многие из них патогенны для человека и животных. Это важно для теоретической и прикладной инфекционной патологии [6].

Материалы и методы

Штаммы микроорганизмов для проведения исследований были получены из музея живых культур Института эпидемиологии и инфекционных болезней им. Л.В. Громашевского АМН Украины: *Echerichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* 209, *Streptococcus pyogenes* ser I, *Corynebacterium diphtheriae*. Для проведения исследований использовали минимальные и полноценные питательные среды, описанные в работах [7–9]. Облучение γ –радиацией проводили на установке УК-250000 Института физики НАНУ. γ –кванты излучались ^{60}Co с мощностью дозы 076 рад/мкс. Установка была откалибрована и микроорганизмы получили дозу 1 Гр в течение 60 мин. Для облучения электромагнитным полем сверхвысоких частот использовали генератор ГЗ-30Б, Р-МВТ, с λ -0,8 см в течение 60 мин. При комбинированном облучении использовали те же дозы. После облучения клетки микроорганизмов высевали на полноценную среду, предварительно проводя расчеты и разведения так, чтобы на чашки Петри выросло не более 90–100 колоний. Через сутки методом реплик [10] определяли количество мутантов. Затем клетки из выросших колоний ресуспендировали в стерильном фосфатном буфере рН = 7,0 до нагрузки 10^8 , разводили и снова высевали на чашке Петри. Проводили 14–15 пассажей, после чего наблюдался отдаленный эффект – повышение количества ауксотрофных мутантов. Такие исследования выполнены для всех микроорганизмов, использованных в опытах. Контролем служили клетки, необработанные γ –излучением.

Результаты и обсуждение

Обнаружено существенное влияние малой дозы радиации в чистом варианте и в сочетании с СВЧ–излучением миллиметрового диапазона на индукцию ауксотрофных мутантов в отдаленных поколениях в клетках *Echerichia coli* (рис.1), *Salmonella typhimurium* (рис.2), *Staphylococcus aureus* 209 (рис.3), *Streptococcus pyogenes* (рис.4) и *Corynebacterium diphtheriae* PV-8 (рис.5). Наибольший эффект наблюдается начиная с 11–13 пассирования. Он четко выражен при действии γ –фактора на

Влияние малой дозы радиации и в комбинации с электромагнитными полями на индукцию мутаций (ауксотрофов) в отдаленных поколениях

Виды микроорганизмов и условия эксперимента	Время проведения анализов после облучения (в сутках)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Количество пассажей	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸
Echerichia coli	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	14	16	18	21
Echerichia coli + электромагнитное поле	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	16	20	22	24
Salmonella typhimurium	3	4	3	4	4	3	3	2	2	2	6	7	20	22	24
Salmonella typhimurium + электромагнитное поле	4	3	4	5	5	3	4	2	4	5	6	9	26	30	36
Staphilococcus aureus	1	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	4	4	6	8
Staphilococcus aureus + электромагнитное поле	2	2	1	2	3	2	2	2	3	2	2	3	7	12	16
Streptococcus pyogenes	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	7	8
Streptococcus pyogenes + электромагнитное поле	1	2	3	2	4	3	2	4	3	2	1	2	3	15	19
Corynebacterium diphteriae PV-8	2	2	3	2	3	2	2	4	2	2	2	2	17	18	19
Corynebacterium diphteriae PV-8 + электромагнитное поле	3	2	3	2	3	4	3	2	2	2	2	3	25	24	26
Контроль № 1															
Echerichia coli	0	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	3	1	2	3
Salmonella typhimurium	0	2	3	4	5	1	2	3	3	2	3	3	2	4	2
Staphilococcus aureus	2	1	2	4	1	2	1	2	4	1	1	2	2	2	4
Streptococcus pyogenes	4	2	1	2	1	3	4	2	2	1	1	0	0	2	3
Corynebacterium diphteriae PV	0	2	1	0	2	2	2	1	2	2	0	3	3	3	2
Контроль № 2. Только электромагнитное поле Echerichia coli	0	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	4	6
Salmonella typhimurium	0	2	3	3	4	3	4	3	2	2	3	4	4	4	8
Staphilococcus aureus	0	0	2	2	2	3	2	2	2	2	3	4	3	4	8
Streptococcus pyogenes	0	0	1	2	1	2	0	2	2	2	2	3	4	3	6
Corynebacterium diphteriae PV	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	3	2	3	3	8

Примечание: Выживаемость всех видов микроорганизмов составляла во всех вариантах исследования 98–100%.

Salmonella, *Echerichia coli* и *Corynebacterium* (превышение над контролем в конце опыта – в 3–5 раз). В то же время при действии СВЧ-излучения эффект практически не наблюдается (есть тенденция стимуляции); при совместном действии γ - и СВЧ-излучения обнаружен сверхаддитивный эффект – его значение выше среднеарифметического от раздельного действия γ - и СВЧ-облучения, в особенности для стафилококка и стрептококка.

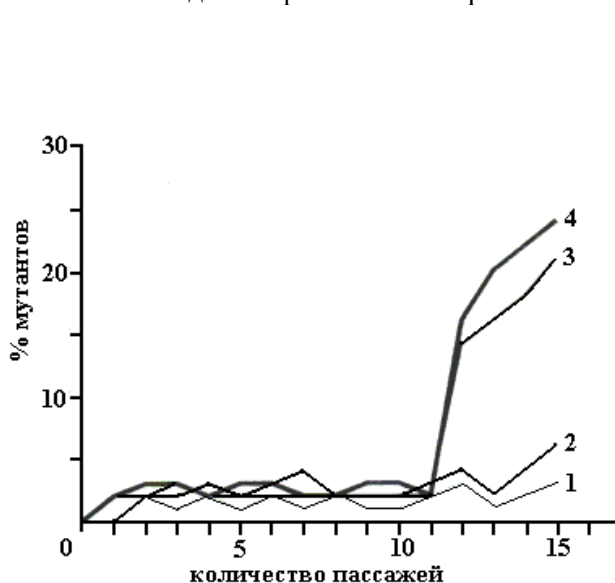


Рис. 1. Число мутантов (%) *Echerichia coli*, индуцированных γ - и СВЧ-излучениями. 1 – контроль; 2 – СВЧ; 3 – γ ; 4 – γ +СВЧ

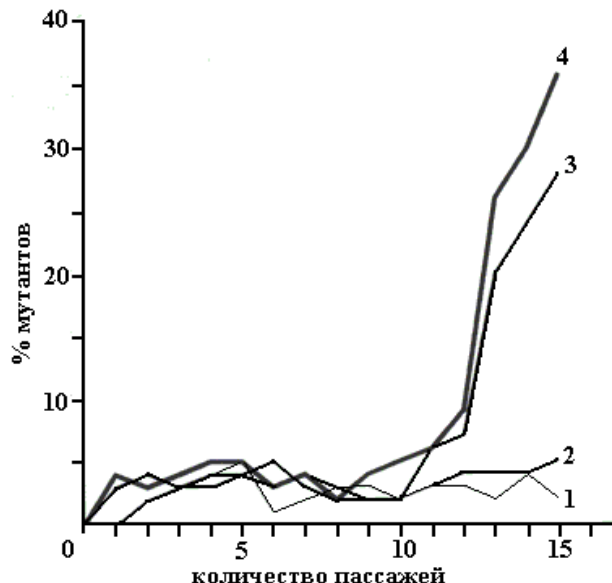


Рис. 2. Число мутантов (%) *Salmonella typhimurium*, индуцированных γ - и СВЧ-излучениями. 1 – контроль; 2 – СВЧ; 3 – γ ; 4 – γ +СВЧ

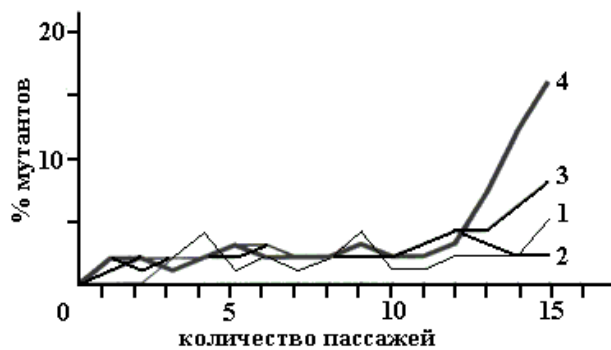


Рис. 3. Число мутантов (%) *Staphylococcus aureus* 209, индуцированных γ - и СВЧ-излучениями. 1 – контроль; 2 – СВЧ; 3 – γ ; 4 – γ +СВЧ



Рис. 4. Число мутантов (%) *Streptococcus pyogenes*, индуцированных γ - и СВЧ-излучениями. 1 – контроль; 2 – СВЧ; 3 – γ ; 4 – γ +СВЧ

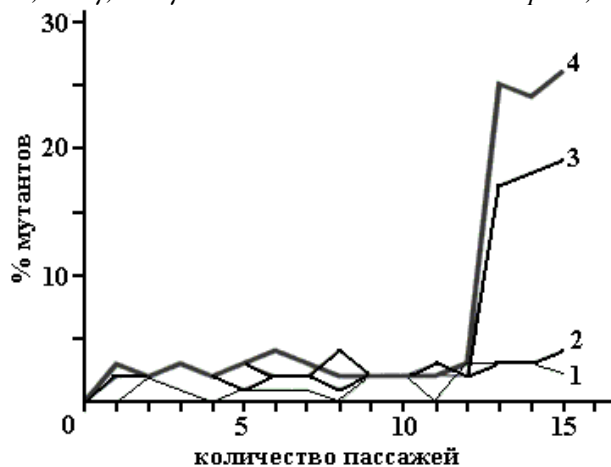


Рис. 5. Число мутантов (%) *Corynebacterium diphtheriae* PV-8, индуцированных γ - и СВЧ-излучениями. 1 – контроль; 2 – СВЧ; 3 – γ ; 4 – γ +СВЧ

Следовательно, некоторые виды микроорганизмов сверхчувствительны к использованным факторам, которые, по-видимому, оказывают сильное мутагенное действие.

В настоящее время отсутствует единая точка зрения на механизм действия малых доз радиации на организм [11]. В литературе вообще дискутируется вопрос, какие дозы радиации считать малыми [12].

В радиобиологии малые дозы – это дозы от нескольких Гр до 10 Гр [13]. Физический критерий введен Келлером: это доза, при которой критическая мишень (ядро) получает не более одного радиационного деления [13]. Для микроорганизмов, на наш взгляд, это может быть доза не более одного радиационного деления на клетку. Усиление действия радиации в малых дозах СВЧ–излучением может быть обусловлено синергидным эффектом. В процессе эволюции микроорганизмы выработали совершенные механизмы ответных реакций на изменение факторов внешней среды, что включает в себя согласованное взаимодействие частей целостного организма и гармоничное взаимодействие между частями биосферы как целого [5]. Известны механизмы кодирования информации, связанные со специальными клетками – рецепторами (фото-, механо-, хемо- и термореперторы), которые настроены на специфическое восприятие форм энергии для обеспечения контактного взаимодействия между организмами [14]. В самой структуре объекта должна находиться избыточная энергия, способная разрядиться под действием внешнего пускового фактора, в данном случае γ –радиации и низкоэнергетического ЭМП, в раздельном и смешанном виде. Допускается, что энергия внешнего воздействия может быть меньше, чем энергия, затраченная на ответную реакцию организма [15]. Существование усилительных систем в живых организмах связано с фундаментальным свойством живой материи, которое впервые было выражено Э.Бауэром в понятии ”устойчивого неравновесия” [16] и получило дальнейшее развитие в термодинамике открытых систем [17].

В принципе возможны и другие объяснения полученных экспериментальных данных, но в данном сообщении наша трактовка представляется более приемлемой.

Выводы

Впервые показано увеличение выхода ауksотрофных мутантов после однократного гамма–облучения в слабой дозе после 14 и 15 пассажей в клетках кишечной палочки сальмонелл, стафилококков, стрептококков и коринебактерий. Совместное действие гамма–облучения и электромагнитного поля приводит к увеличению вывода мутантов в 14 и 15 поколениях микроорганизмов. Самостоятельное действие электромагнитного поля приводит к увеличению выхода ауksотрофов, но не существенно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Золотникова Г.П., Ракитский В.Н.* Влияние сочетанных радиационно-пестицидных нагрузок на здоровье населения // Гигиена и санитария. 2000. № 1. С. 22–25.
2. *Омалинская А.М.* Влияние естественных и искусственных электромагнитных полей на биосистемы. 1984.
3. *Калеидо Г.С., Сланина С.В., Гитрсина И.П., Корейков И.П., Байков Ю.И.* Малые дозы ионизирующего излучения как радиомодифицирующий эффект // Гигиена и санитария. 2001. № 3. С. 14–16.
4. *Кузин А.М.* Стимулирующее действие ионизирующего излучения на биологические процессы. М., 1977.
5. *Девятков Н.Д.* Миллиметровые волны и их роль в процессе жизнедеятельности. М., 1991.
6. *Фролов А.Ф.* Концепция ликвидации инфекционных болезней на современном этапе. Сучасні інфекції, 2002. № 3. С. 4–12.
7. *Даниленко И.И., Мирутенко В.И., Сопиль А.В. и др.* Действие N–метил- N– нитро- N–нитрозогуанидина на клетки *Salmonella typhimurium* в электромагнитном поле сверхвысоких частот // Электронная обработка материалов. 1987. № 6. С. 54–57.
8. *Даниленко И.И., Мирутенко В.И.* Действие постоянного магнитного поля и СВЧ–электромагнитного поля на мутагенез // Мол. генетика и биофизика. 1976. № 1. С.117–123.
9. Методические рекомендации по использованию микроорганизмов для изучения биологического действия электромагнитных излучений, различного диапазона длин волн. Киев, 1984 (сост. *Даниленко И.И., Мирутенко В.И., Попович Г.Г.*).
10. *Даниленко И.И.* Роль липидов при действии мутагенов на микроорганизмы. Докт. дис. Киев, 1985. С.433.

11. Сорокман Т.В., Пижак В.П., Набухотний Т.К. Педіатричні аспекти чорнобильської катастрофи. Чернівці вид. Прут. 1998.
12. Кирым-Маркус И.Б. Новые сведения о действии малых доз радиации на людей // Мед. радиология и радиационная безопасность. 1997. № 2. С. 34–36.
13. Дозовые зависимости нестохастических эффектов. Основные зависимости и величины, используемые в МКРЗ. Пер. с англ., М., 1987. С.41–84.
14. Розен В. Б. Циторецепторы и чувствительность клетки к гормонам // Мед. рад. журнал. 1977. Т.1. С. 1–12.
15. Коган А.Б., Наумов Н.П., Решабек Б.К., Чоарли О.Г. Биологическая кибернетика. М., 1977.
16. Бауэр Э.С. Теоретическая биология. Л., 1935.
17. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М., 1973.

Поступила 01.08.02

Summary

The authors are the first to show the increase of the auxotrophic mutants yield following a single low dose γ -irradiation exposure in the 14th-15th generations of *Escherichia coli* and different *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Salmonella* and *Corynebacterium* strains. The combined effect of low γ -irradiation dose and electromagnetic field increases additionally the mutant yield in the same bacterial generations. In the case of electromagnetic effect having been not accompanied by irradiation there is no significant mutant level increase in the offspring of treated bacteria.

Вал. А. Коварский*, Б.С. Филипп**

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ КОРМОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Институт физиологии и санокреатологии АН Молдовы,
ул. Академией, 1, г. Кишинев MD-2028, Республика Молдова*

***Институт прикладной физики АН Молдовы,
ул. Академией, 5, г. Кишинев MD-2028, Республика Молдова*

Обменная энергия является фундаментальной характеристикой эффективности кормов для растущих животных организмов. Существует большое количество традиционных способов увеличения обменной энергии кормов за счет уменьшения потерь энергий при вскармливании заданному типу животных. К таким традиционным способам относятся, например, температурная и химическая обработки кормов. Традиционные способы обработки кормов, наряду с положительным эффектом, вносят и некоторые отрицательные элементы (добавочное разрушение некоторых биологически активных полезных веществ), что ограничивает возможность их применения. С другой стороны, продолжается поиск новых способов повышения обменной энергии за счет использования достижений в области естественных наук. Особый интерес представляет использование электромагнитного излучения. Действие инфракрасного и ультрафиолетового излучения широко вошло в практику обработки пищевых продуктов. Диапазон видимых длин волн менее изучен. Распространено мнение, что видимый свет оказывает отрицательное влияние на пищевые продукты, так как разрушает некоторые витамины.