

ԵՐԵՎԱՆԻ ԲՐԵՎԵՐ ԶՐԶՐԿՈՐ ԲՆԱՍԻՏՈՒՄ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ- 259(52)-77

ՏՎ 49 02592

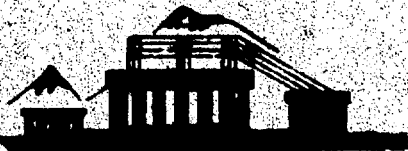
Մ.Ա.ԱՎԱԿՅԱՆ, Ա.Տ.ԿԱՐԱԴԵՅԱՆ,  
Ա.Ճ.ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ

ДЕЙСТВИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
НА КОРЕШКИ *Nicotiana tabacum* L.  
В АТМОСФЕРЕ КИСЛОРОДА

ԱՐՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ

1977



ԵՐԵՎԱՆ

Preprint E0W-259(52)-77

TS. M. AVAKIAN, A. S. KARAGUEZIAN,  
A. KH. DANIELIAN

THE ACTION OF SYNCHROTRON RADIATION  
ON NICOTIANA TABACUM-ROOTS IN OXYGEN  
ATMOSPHERE

Yerevan Physical Institute, USSR State  
Atomic Energy Commission, Yerevan State  
University

The question of mutual action of synchrotron radiation (SR) and living objects and the influence of powerful radiations on the peculiarities of their functioning is a major problem in all fields where SR is applied, as well as in medicobiological aspects of space flights. The present report summarizes new experimental findings concerning the action of magnetic-inhibiting radiation on *Nicotiana tabacum* - roots in oxygen and helium atmosphere. Comparative studies have been carried out on "oxygen effect" of SR and X-ray radiation by traditional radiobiological equipment. The experiments have been performed on the II synchrotron channel of Yerevan Physical Institute Electron Accelerator. The circular current of the accelerator equalled 1 mA at a maximal energy of electrons in the ring 4.5 GeV. Monochromatized SR coming out from the beryllium window of the current conductor entered a special maylar chamber which was filled with oxygen and helium. 4-day old roots of tobacco seeds were radiated in the chamber. The radiation dose in X-ray, as well as in SR equalled 500 rad/min. X-ray radiation was carried out with the use of a RUP-200/20 equipment at a regimen of  $J=15$  mA,  $E=18$  kV. In applying 500, 1000 and 2500 rad in oxygen atmosphere a marked maximum of chromosome aberration frequency was noted at 2500 rad. Comparative investigations have shown that in radiating the roots by X-ray in oxygen atmosphere, the percentage of chromosome aberrations constitutes 4.5 at 2500 rad, while in SR it equals 24. The "oxygen effect" has been demonstrated, and the protective effect in helium atmosphere. The question of dosimetry is discussed, and basing on modern views a working hypothesis is presented which explains the marked damaging effect of SR action in oxygen atmosphere.

Yerevan Physics Institute  
Yerevan 1977

УДК. 576.8.095.14

Н.М.АВЛКЯН, А.С.КАРАГЕЗЯН,  
А.Х.ДАНИЕЛЯН

ДЕЙСТВИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
НА КОРЕШКИ *Nicotiana tabacum*  $\alpha$   
В АТМОСФЕРЕ КИСЛОРОДА

Проведены эксперименты на 2-м синхротронном канале Ереванского кольцевого ускорителя ЕрФИ. Кольцевой ток ускорителя равнялся 1 ма при максимальной энергии электронов в кольце 4,5 Гэв. Немонохроматизированное СИ, выходящее из бериллиевого окошка пучкопровода попадало в специальную камеру из майлара, которая заполнялась кислородом или гелием. В камере облучались 4-х дневные проростки семян табака. Доза облучения, как при рентгеновском, так и при СИ равнялась 500 рад/мин. Рентгеновское облучение проводилось на установке РУП-200/20 при режиме  $J = 15$  ма,  $E = 183$  кв. При облучении дозами 500, 1000 и 2500 рад в атмосфере кислорода отмечался резкий максимум частоты хромосомных aberrаций при дозе 2500 рад. Сравнительные исследования показали, что при облучении проростков рентгеновскими лучами в атмосфере кислорода, процент выхода хромосомных aberrаций составляет при 2500 рад 4,5%, тогда как при действии СИ-24%. Показан "эффект кислорода" и защитный эффект в атмосфере гелия. В работе обсуждается вопрос дозиметрии, а также на основании современных представлений предлагается рабочая гипотеза, объясняющая большой эффект поражения при действии СИ в атмосфере кислорода.

Ереванский физический институт  
Ереван 1977

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Препринт ЕФИ- 259(52)-77

Ц.М.АВАКЯН, А.С.КАРАГЕЗЯН,  
А.Х.ДАНИЕЛЯН

ДЕЙСТВИЕ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
НА КОРЕШКИ *Nicotiana tabacum*  $\alpha$   
В АТМОСФЕРЕ КИСЛОРОДА

Ереван 1977

© **Ереванский физический институт, 1977**

Настоящее сообщение касается новых экспериментальных данных по действию магнитно-тормозного излучения на корешки *Nicotiana tabacum* в атмосфере молекулярного кислорода и гелия.

Электронные кольцевые ускорители и накопители являются источником интенсивных пучков синхротронного излучения (СИ). Уникальность СИ по сравнению с обычными рентгеновскими излучениями заключается в его широком диапазоне длин волн, излучаемых электронами в течение циклов работы ускорителя (от радиоволн до жесткого рентгеновского излучения), высокой степени поляризации (100%), больших мгновенных интенсивностей потока фотонов в узком энергетическом интервале:

$$\frac{\Delta E}{E} \sim 10^{-4} \text{ и в незначительной расходимости пучка}$$

$10^{-4}$  радиан.

Рентгеновская область длин волн СИ находит применение в самых различных областях [1]. Широко используется в рентгенодифракционных методах [2-4].

Однако одной из главных проблем, решение которой станет актуальным во всех областях применения СИ, а также медико-биологическая проблема при космических полетах — это вопрос взаимодействия СИ с живыми объектами и влияние мощных излучений на особенности

их функционирования [5-6].

В работе [5-6] были приведены экспериментальные радиационные эффекты в облученной ДНК и в семенах *Nicotiana tabacum*  $\alpha$ .

Целью настоящей работы явилось проведение сравнительного изучения "кислородного эффекта" СИ и рентгеновых лучей от традиционных рентгеновских установок на корешки *Nicotiana tabacum*  $\alpha$ .

#### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В работе [7] приведены параметры синхротронного пучка Ереванского электронного ускорителя в рентгеновских длинах волн. Согласно данным этой работы при энергии ускоренных электронов 4,5 Гэв максимум длины волны лежит в пределах 0,7 Å. Наши эксперименты проводились "белым" немонахроматизированным спектром СИ, выходящим из бериллиевого окошка толщиной 0,02 см. от пучкопровода 2 синхротронного канала Ереванского кольцевого ускорителя ЕрФИ. Ширина коллимированного пучка составляла 4,3 см, высота 2,0 см. Кольцевой ток ускорителя равнялся  $\sim 1,0$  ма, при максимальной энергии электронов в кольце 4,5 Гэв.

Важным моментом при облучении являлось измерение интегральной дозы СИ, связанной со спектральным распределением интенсивности пучка и нестабильностью кольцевого тока ускорителя. Была применена методика дозиметрирования поглощенной образцом энергии белого спектра СИ, не зависящая от флуктуации тока при работе синхротрона. Использовали цилиндрическую кювету с ферросульфатным раствором и майларовыми окошками толщиной 17 мк, которая имела внутренний диаметр 0,85 см и длину 5 см. До облучения образца под пучком одновременно находились описываемая камера с раствором и ионизационная камера, связанная с электрометром

типа ПУ72-10 и дозиметром-свидетелем РМ -1. Проводили предварительную калибровку показаний поглощенной дозы, определяемой с помощью спектрофотометра СФ-16 на длине волны 304 мμ, от величины накопленного заряда ионизационной камеры. Эта кривая всегда представляет прямую линию, угол наклона которой зависит от толщины поглощающего материала, находящегося перед кюветой с ферросульфатным раствором. Измерения показали, что мощность дозы СИ при кольцевом токе 1,0 ма и максимальной энергии электронов 4, 5 Гэв равнялась 300 рад/мин. Данные химической дозиметрии были также сопоставлены с показаниями дозиметрического прибора ДРГ-2-01 с чувствительным датчиком с 8 кэв, параллельно работающим с прибором накопителей зарядов.

Для сравнительного изучения СИ и рентгеновских лучей использовали стандартную установку РУП-200/20 при режиме  $I = 15$  ма и напряжении на вольфрамовом аноде  $E = 183$  кв. Мощность дозы при этом измеряли также ферросульфатным методом и рентгенометром свидетелем РМ-1, равным 500 рад/мин.

Объектом исследования были взяты 4-х дневные меристематические клетки проростков семян *Nicotiana tabacum*  $\alpha$  удовлетворяющего следующим требованиям: во-первых, величина корешка позволяет в узком сечении пучка СИ проводить облучение большого числа материала с достаточной достоверностью взаимодействия, во - вторых, табак является удобным цитологическим объектом. В эксперименте были использованы семена табака Самсун-36 урожая 1975 года, полученные из Арм. НИИС табака и махорки. Корешки семян облучали пучком СИ, выводимого из вакуумного пучкопровода, коллимированного шелью размером  $10 \cdot 10$  мм<sup>2</sup> в центре пучкопровода. Этот размер был выбран, исходя из распределения интенсивности СИ по диаметру пучкопровода. Все варианты, как при облучении СИ, так и рентгеновском излучении, были произведены в специальной газо-



вой камере, закрепленной на координатном столике, стенки которой были сделаны из майлара. До облучения семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге в термостате при  $25^{\circ}\text{C}$  в течение 4-х дней. После облучения корешки фиксировали в смеси спирта с ледяной уксусной кислотой (3:1). Из 2-2,5 мм кончиков корешков, окрашенных ацетокармином, готовили давленные препараты. Критерием поражения служили хромосомные aberrации. Анализ aberrаций проводили в ана- и телофазах. На каждую экспериментальную точку приходилось около 300 изученных клеток; каждый опыт имел 3 повторности. Для исследования действия разных газов при облучении СИ и X-лучами были взяты следующие варианты: 1. контроль, 2. облучение X-лучами, 3. облучение СИ, 4. кислород, 5. гелий, 6.  $\text{X} + \text{O}_2$ , 7.  $\text{СИ} + \text{O}_2$ , 8.  $\text{СИ} + \text{He}$ , 9.  $\text{X} + \text{He}$ . Во всех вариантах с облучением, как СИ, так и X-лучами, были взяты дозы 500, 1000, 2500 рад.

На рисунке показана зависимость выхода хромосомных aberrаций от дозы в газах в воздухе. Получены однотипные кривые при воздействии различными дозами, однако при действии СИ получено больше aberrантных клеток, чем при действии X-лучей. Приведены также экспериментальные данные при облучении СИ и X-лучами в атмосфере гелия и кислорода при облучении дозой 500, 1000, 2500 рад; в атмосфере кислорода отмечали резкий максимум частоты aberrаций при дозе 2500 рад.

Сравнительные исследования показывают, что если корешки облучать X-лучами в атмосфере кислорода, то процент выхода хромосомных aberrаций составит при 2500 рад 4,5%, тогда как при действии СИ около 23-24%.

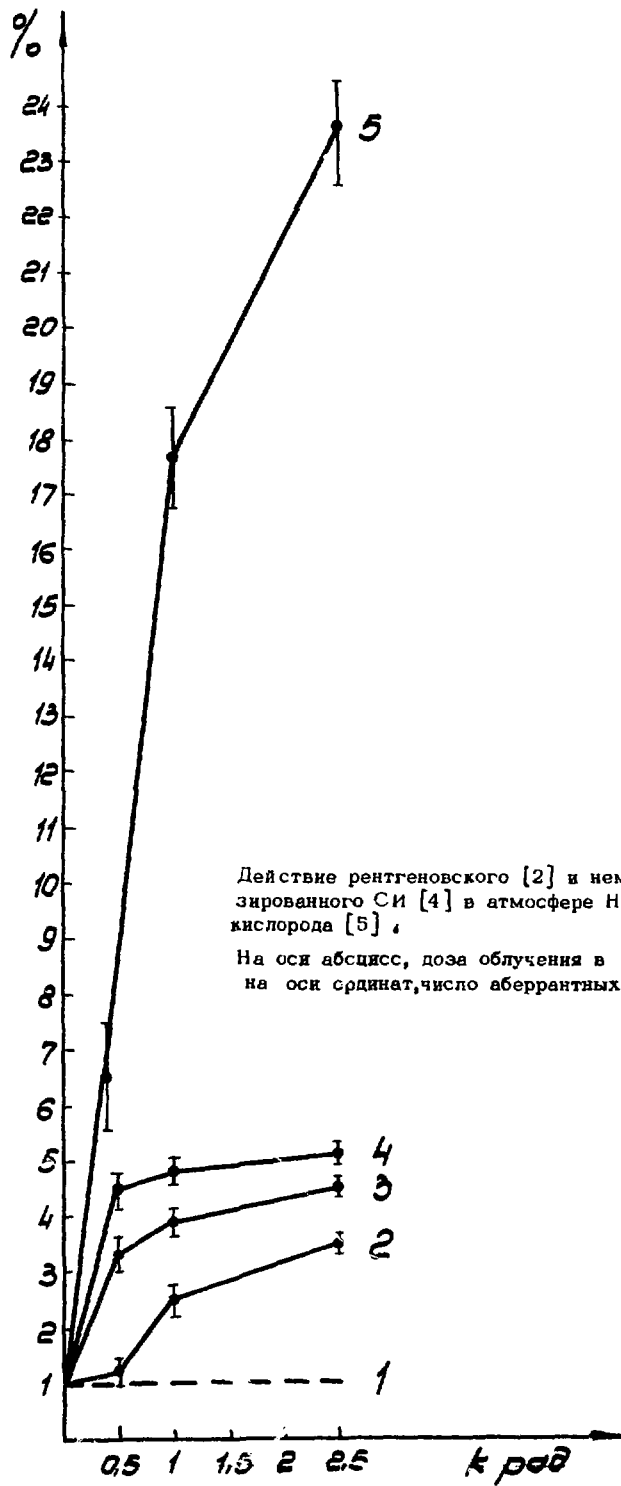
Полученные результаты говорят о более сильном действии СИ по сравнению с рентгеновским облучением при одинаковых дозах. Показан также "эффект кислорода" при действии СИ. Наблюдался эффект защиты в атмо-

сфере гелия.

Представленные данные не являются окончательными для выяснения механизма биологического действия СИ, однако сильно повреждающее действие, по-видимому, объясняется поляризацией СИ (9), где авторами наблюдалась анизотропия радикалов при поляризованном действии света. Известно [8], что спектральная плотность СИ в рентгеновской части спектра ( $2 \times 100$  кэВ) на шесть порядков выше тормозного спектра и на три порядка выше характеристического излучения обычных рентгеновских трубок. Поэтому следует ожидать, что при СИ эффект повреждения будет больше. Спектральный состав СИ сложный, и при одновременном действии нескольких спектров можно ожидать нелинейный эффект [5]. Наконец, в работе [10] приводятся экспериментальные данные, где эффект сильного повреждения объясняется наличием в немонахроматизированном СИ длинноволновой компоненты, что значительно сильнее поглощается биологическими объектами, чем, например, при действии  $\lambda = 1,5 \text{ \AA}$ .

Все вышесказанное является рабочей гипотезой, которую предстоит доказать экспериментально в дальнейших работах.

Авторы выражают глубокую благодарность И.П.Карабекову и М.А.Мартirosяну за помощь в работе.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Синхротронное излучение в исследовании твердых тел. Сб. статей под редакцией А.А.Соколова. М. 1970.
2. Ts. M. Avakian, A. S. Karaguezian, Rom-Italia, VII Congress on Photobiologie 1976.
3. Т.Д.Мокульская, А.М.Мокульский, А.А.Никитин. Доклады АН СССР, 218, 824, 1974.
4. А.А.Вазина, В.С.Герасимов, Л.А.Железная, А.М.Матюшин, Б.Я.Сонькин, Л.К.Скребницкая, В.М.Шелесов, Г.М.Франк, Ц.М.Авакян, А.И.Алиханян. Биофизика, XX, 801, 1975.
5. Ц.М.Авакян, А.С.Карагезян, А.Д.Даниелян, Г.Г.Батикян. Действие СИ на семена *Nicotiana tabacum* Радиобиология, 17, 3, 1977.
6. Р.А.Асатурян. Действие СИ на ДНК "студия Биофизика" (в печати)
7. А.И.Алиханян, Ц.М.Авакян, Ц.А.Безирганян, И.П.Карабеков. Приборы, техника эксперимента 3,39,1974.
8. Г.Н.Кулинский, А.Н.Скринский. Использование СИ, состояние и перспективы. Препринт ИЯФ 77-12, Новосибирск ИЯФ, 1977.
9. О.Я.Гринберг, А.А.Дубинский, Я.С.Лебедев. Спектры ЭПР. Частично ориентированных радикальных пар, образующихся при фотолизе замороженных растворов тетрафенилгидразина и линейно-поляризованным светом. ДАН, 193,4,848,1970.
10. А.А.Вазина. Применение СИ для рентгенструктурного исследования биополимеров. Итоги науки и техники (молекулярная биология), 8, II, Москва 1976.

Рукопись поступила 16-го сентября 1977

Редактор Л.И.Мукаян  
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 1103

ВФ-06813

Тираж 299

---

Подписано к печати 30/IX-77г. Формат издания 30x40

0,5 уч.изд.л. Ц. 4 к.

---

Издано Отделом научно-технической информации  
Ереванского физического института, Ереван-36, пер.Мар-  
каряна 2.

индекс 3624