

ДЕЙСТВИЕ СВЕРХСЛАБЫХ ПОЛЕЙ НЕЙТРОНОВ НА СТРУКТУРУ ДНК В РАСТВОРАХ ПЛЕНКАХ И БАКТЕРИЯХ E. COLI

Г.П. Жижина, С.В. Васильева, М.К. Бородин, И.А. Гагина¹, Е.И. Саунин¹

Институт биохимической физики РАН, 119334 Россия, Москва, ул. Косыгина, 4

¹Институт физической химии РАН, Москва. E-mail: zhizhina@sky.chph.ras.ru

Посвящается памяти талантливого физика, инициатора данного направления А.Г. Липсона

Биологические системы непрерывно подвергаются действию ультраслабых полей термализованных нейтронов (УПТН) на поверхности Земли за счет нейтронов, образующихся при действии космических лучей на атмосферу, а также во время полетов в стратосфере и космическом пространстве. В наших исследованиях были использованы УПТН, представляющие собой разреженный нейтронный газ с низкой плотностью $n \leq 10^{-1}$ см⁻³, соответствующей потоку $\Phi n \leq 102$ н/с·см² и средней энергии $E_n > 1-10$ кТ. Обнаружено заметное влияние УПТН на структурную трансформацию макромолекул ДНК при 220 С в пленках и растворах. Эти образцы ДНК изучали методами инфракрасной спектроскопии (ИКС) и гель-электрофореза. Показано, что УПТН облучение с флюенсом $\Phi n \sim 107$ н/см² и поглощенной дозой порядка 10 мкГр индуцировало заметные структурные изменения в пленках, в виде обратимого перехода ДНК «А-форма → разупорядоченное состояние», а в растворах ДНК - образование сшивок и двойных разрывов (ДР) макромолекул.

При облучении водных растворов ДНК медленными нейтронами, передающими свою энергию протонам воды, вдоль трека наблюдается высокая плотность Н⁺, замещающих молекулы воды гидратной оболочки ДНК. Повышение рН раствора вызывает разрывы Н-связей в молекулах ДНК, нарушение стекинга оснований, изменения конформации спирали, приводящие к изменению интенсивности колебаний (полос ИКС) соответствующих связей оснований, дезоксирибозы и сахаро-фосфатных групп. При агрегации (сшивках) молекул ДНК, интенсивность колебаний, напротив, снижается, и уменьшается подвижность ДНК при гель-электрофорезе. В облученных растворах и пленках ДНК наблюдается пост-эффект в течение 1-2 суток, т.е. восстановление Н-связей между основаниями и превращение сшивок в ДР ДНК.

Изучение цито- и гено-токсической активности УПТН проведено на бактериальных штаммах E.coli дикого типа и мутантного IN602 *hcsA*, дефектного по репарации двойных разрывов ДНК, при облучении в дозах 2-4 мкГр при 19-200С. Показана зависимость эффекта выживаемости бактерий от дозы и мощности дозы УПТН и повышение выживаемости (гормезис) мутантного штамма. Дозовая зависимость выживания бактерий в интервале $0 \leq D \leq 3.0$ мкГр достигала максимума при $D \approx 2.5$ мкГр (1,45 отн.ед), а затем снижалась. При дозах УПТН 8-10 мкГр наблюдалась равная выживаемость бактерий E.coli дикого и мутантного штаммов. Причиной обнаруженного гормезиса может быть локальное расплетание участков ДНК, а при повышении дозы - образование сшивок ДНК.

Как полагал А.Г. Липсон, механизм взаимодействия УПТН с неравновесными конденсированными средами (включая растворы ДНК и живые системы) может быть обусловлен резонансным безызлучательным захватом тепловых нейтронов и образованием составных ядер, которые затем безызлучательно распадаются, генерируя структурные дефекты.

DNA STRUCTURAL TRANSFORMATIONS IN SOLUTIONS, FILMS AND BACTERIAL CELLS EXPOSED TO WEAK THERMALIZED NEUTRON FIELD

Zhizhina G.P1, Vasilieva S.V1, Borodin M.K1., Gagina I.A2., Saunin E.I.2

Institute of Biochemical Physics of RAS. 2-Institute of Physic Chemistry of RAS, Moscow

Литература

1. Г.П. Жижина, А.Г. Липсон, И. А. Гагина, С.В. Васильева, М.К. Бородин, Е.И. Саунин, академик А.Ю. Цивадзе // ДАН, 2010, т.431, №1, с. 1
2. Липсон А.Г., Жижина Г.П., Бурлакова Е.Б. и др.// Биофизика, 2007, т.52, №5, с. 830.