

УДК 612.014.424.5

ВЛИЯНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ КВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК

М.Б.Голант, Д.Г.Мудрик, О.П.Круглякова, В.Е.Извольская

Известно, что на воздействие миллиметровых волн живые организмы отвечают многочисленными изменениями. Выявление изменений в состоянии живых организмов является очень сложной проблемой, т.к. полное биологическое обследование чрезвычайно сложно, если вообще практически возможно. В результате какие-то важные последствия произведенного воздействия могут оказаться невыявленными.

В работе [1] было предложено решить эту проблему рассматривая некоторую интегральную функцию организма (функцию, на которой сказывались бы любые изменения его состояния). Для клеток такой функцией является длительность цикла деления.

Было показано [1], что различия в длительности цикла деления у разных клеток определяются отличиями в их информационных структурах, отражающимися в несовпадении частот, генерируемых клетками когерентных колебаний [2, 3]. В этом случае кривая роста дрожжевой клеточной культуры (*Saccharomices Carlsbergensis*) имеет вид экспоненциальной зависимости [1] (рис.1а). Если облучить культуру внешним монохроматическим КВЧ сигналом (в течение 1 часа), можно синхронизировать частоты генерируемых клетками колебаний за счет соответствующей перестройки информационных структур клеток. В этом случае различие в длительности циклов деления отдельных клеток практически устранялось, что проявлялось в появлении "ступенек" на кривой роста [1] (рис.1б). Как видно из рис.1б после каждого цикла деления количество клеток удваивается синхронно, так что зависимость числа клеток от времени отражается ступенчатой кривой. Как показано в работе [4] в результате КВЧ воздействия в культуре дрожжей *Saccharomices Carlsbergensis* возникает самоорганизация, проявляющаяся в автосинхронизации циклов почкования клеток.

На основе этого подхода были, в частности, экспериментально изучены основные закономерности влияния частоты, монохроматичности, мощности и длительности воздействия внешнего КВЧ сигнала на биологическое состояние живых клеток [1].

Во всех этих случаях клетки можно рассматривать как активные электрические диполи, на которые действуют внешним КВЧ сигналом. Отношение линейных размеров клеток d (1–10 мкм) к длине электромагнитных

волн КВЧ диапазона (1–10 мм) имеет порядок 10^{-3} . Для многих радиофизических задач можно считать это отношение бесконечно малым. Однако, как известно из теории пространственной дисперсии [5], при таком отношении размера объекта к длине волны может наблюдаться эффект вращения плоскости поляризации электромагнитных волн. Это можно выразить несколько более общим образом. Дипольный момент индуцируемый в клетке, определяется значением напряженности поля E не в одной точке, а в области с размерами, сопоставимыми с протяженностью клеток. То же заключение относится, очевидно, и к связи между E и вектором индукции D . Нелокальность связи между D и E обуславливает целый ряд явлений, получивших название эффектов пространственной дисперсии [5]. Вращение плоскости поляризации представляет собой простейший из этих эффектов, отчетливо проявляющийся уже при $d/\lambda \approx 10^{-3}$.

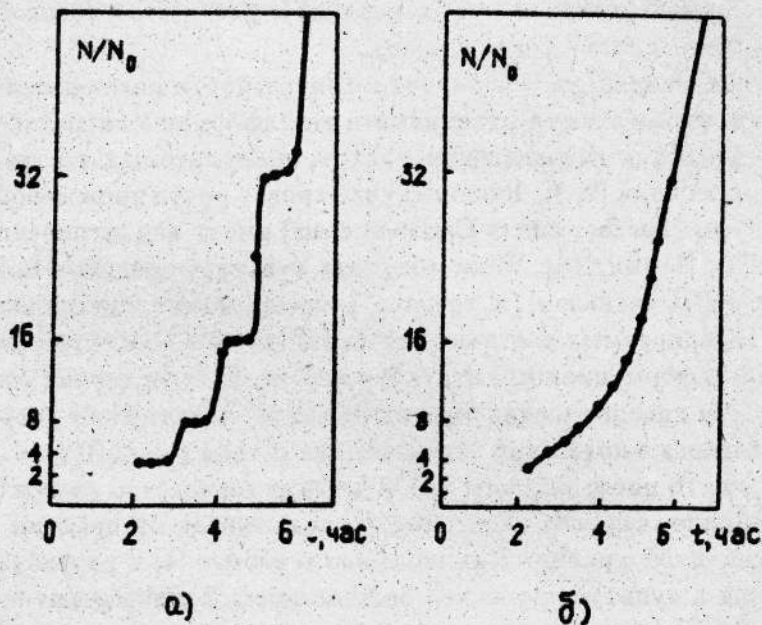


Рис. 1: а) Обычная кривая роста дрожжевой клеточной культуры. N/N_0 — отношение числа клеток N в культуре к исходному числу N_0 . t — время развития культуры, час.
б) Кривая роста клеточной культуры после облучения когерентными волнами в КВЧ диапазоне.

С этой точки зрения большой интерес вызывает изучение воздействия КВЧ излучений с левой и правой круговой поляризацией клетки. В на-

стоящей работе представляются экспериментальные данные по исследованию влияния КВЧ излучений с левой и правой круговой поляризацией на культуру дрожжевых клеток (*Saccharomyces Carlsbergensis*). Для этой цели были специально изготовлены круговые поляризаторы в КВЧ диапазоне. Воздействие проводилось на фиксированной частоте $f = 42,19$ ГГц, мощностью, $p = 0,12$ мВт/см², время облучения - один час. Методика работы с дрожжевыми клетками и техника эксперимента были взяты из работы [2].

Как показали многочисленные эксперименты, реакции клеток на КВЧ воздействие с левой и правой круговой поляризацией существенно отличаются друг от друга. Синхронизация циклов деления наступала при КВЧ воздействии с левой круговой поляризацией (рис.2а) и практически не наблюдалась при КВЧ воздействии с правой круговой поляризацией (рис.2б).

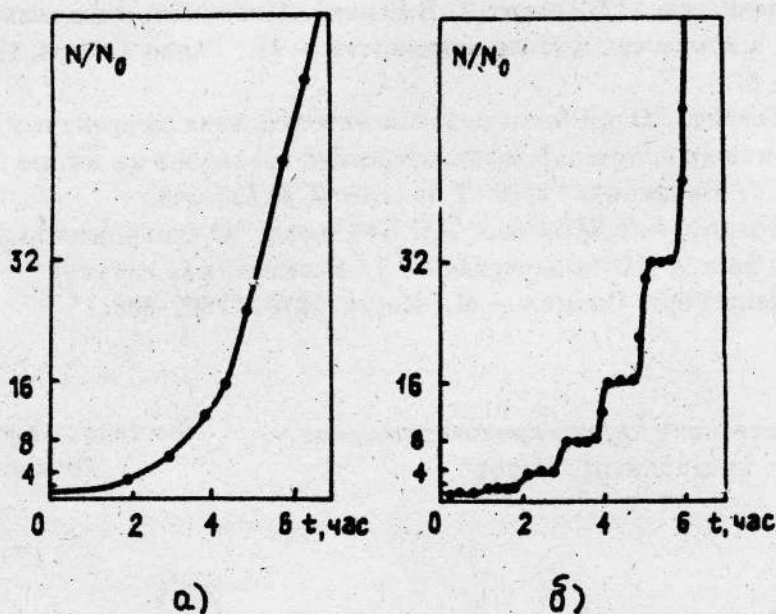


Рис. 2: а) Кривая роста клеточной культуры после КВЧ облучения волнами с левой круговой поляризацией.
б) Кривая роста клеточной культуры после КВЧ облучения волнами с правой круговой поляризацией.

Если принять во внимание, что синхронизация циклов деления клеток возникает за счет синхронизации генерируемых или КВЧ колебаний при

воздействии внешнего когерентного КВЧ излучения, то отсюда следует, что в клетках возбуждаются КВЧ колебания преимущественно с левой круговой поляризацией. С другой стороны, можно рассматривать приведенные результаты как свидетельство того, что первичным приемником КВЧ излучений в клеточной культуре являются объекты, имеющие клеточные размеры. Поскольку для проявления пространственной дисперсии на молекулярном уровне отношение $d_{\text{моп.}}/\lambda \approx 10^{-6}$ слишком мало.

Авторы благодарят за помощь в изготовлении поляризаторов Храпко А.М. и Маслихина В.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Т.П.Вожанова, А.К.Брюхова, М.Б.Голант и др. О возможности использования КВЧ когерентных излучений для выявления различий в состоянии живых клеток. Сб. "Медико-биологические аспекты миллиметрового излучения". - М.: ИРЭ АН СССР, 1987. С.90-97.
2. Н.Д.Девятков, М.Б.Голант, О.В.Бецкий. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. - М.: Радио и связь, 1991. С.29-31.
3. М.Б.Голант. "О проблеме резонансного действия когерентных электромагнитных излучений миллиметрового диапазона на живые организмы." // Биофизика. 1989. Т.34. Вып.2. С.339-348.
4. М.Б.Голант, А.П.Кузнецов, Т.П.Божанова. "О синхронизации культуры клеток КВЧ-облучением". // Биофизика (в печати).
5. Г.С.Ландсберг. Оптика. - М.: Наука, 1976. С.607-608.

Государственное научно-производственное
предприятие "Исток"

Поступила в редакцию
28 июля 1993 г.

THE EFFECT OF ENF-RADIATION POLARIZATION OF YEAST CELLS

M.B.Golant, L.G.Mudrik, O.P.Kruglyakova, V.E.Izvol'skaya