

Э К О Л О Г И Я

УДК 537.811:579

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ДИСТИЛЛИРОВАННУЮ ВОДУ И МИКРООРГАНИЗМЫ¹

Н. С. Васильев², М. Г. Барышев³, О. В. Евдокимова⁴, Н. Н. Куликова⁵

THE EFFECT OF A LOW-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE
DISTILLED WATER AND MICROORGANISMS

Vasiljev N. S., Baryshev M. G., Evdokimova O. V., Kulikova N. N.

The article describes experimental results obtained during processing of the distilled water by electromagnetic field.

Открытие действия низкочастотных электромагнитных полей на различные живые организмы и биологические жидкости заставило пересмотреть физико-химические и структурные свойства растворов макромолекул и непосредственно воды. Известно, что в водных растворах возникают так называемые коллективные эффекты [1, 2]. Возможно, биологическое действие низкочастотных электромагнитных полей представляет собой одно из проявлений подобных эффектов. Однако изучение новых качеств, которые приобретают системы, состоящие из большого числа взаимодействующих молекул, сопряжено с рядом трудностей. Главная из них обусловлена большим количеством молекул. В настоящее время существует ряд теорий, предполагающих существование упорядоченных структур в воде — кластеров, от конфигурации и

уровня организации которых напрямую зависят физико-химические свойства воды, например, процесс переноса различных ионов [3, 4]. Очевидно, что величина биологического действия низкочастотных электромагнитных полей должна быть связана с концентрацией определенного типа кластеров в воде, либо с концентрацией молекул воды, находящихся в определенном микросостоянии. Таким образом, цель данной работы заключалась в проверке данного предположения.

1. Методы и объекты исследования

В качестве объекта исследования выступала дистиллированная вода, которая заранее стерилизовалась при температуре 100°С. Затем в три стерильные колбы помещалось

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ (04-01-08101), РФФИ р2003юг (04-01-96822), Фонда содействия малых форм предприятий в научно-технической сфере (2531/4923), ЮНЦ РАН (00-05-13, 00-05-25), ФЦНТП (РИ-112/001/301).

²Васильев Николай Сергеевич, аспирант кафедры радиофизики и радиоэкологии Кубанского государственного университета.

³Барышев Михаил Геннадьевич, д-р биол. наук, профессор кафедры радиофизики и радиоэкологии Кубанского государственного университета, заведующий лабораторией проблем природных и новых материалов.

⁴Евдокимова Ольга Владимировна, канд. физ.-мат. наук, заведующая кафедрой художественного проектирования костюма Кубанского государственного университета.

⁵Куликова Наталья Николаевна, аспирант кафедры радиофизики и радиоэкологии Кубанского государственного университета.

определенное количество дистиллированной воды: в две из них — 100 мл, в третью — 200 мл. После этого проводилось воздействие низкочастотным электромагнитным полем с частотой 3 Гц в течение 2 мин. Полем обрабатывались только две колбы: одна со 100 мл дистиллированной воды, другая с 200 мл, третья колба служила контрольной. Далее 200 мл обработанной воды разводились в стерильных условиях дистиллированной необработанной водой в определенных соотношениях. Затем в разведенную дистиллированную воду вносились питательные соли, источник углерода (глюкоза) и высевались колонии *Saccharomyces cerevisiae*. Полученные водные растворы помещались в аппарат для культивирования микроорганизмов роторного типа на 72 ч при температуре 32° С.

Из каждого раствора с культурой готовили препарат с разведениями, помещали в счетную камеру Горяева и под микроскопом производили подсчет клеток кишечной палочки (дрожжей). Расчет количества клеток проводился по следующей формуле:

$$M = 1000anb/h,$$

где M — количество клеток в 1 мл; a — количество клеток в камере микроскопа; n — разведение препарата; b — установленный коэффициент для данной камеры ($b = 400$); h — глубина камеры (мм).

2. Результаты исследования

Эксперименты выявили зависимость между количеством колоний микроорганизмов и величиной разведения обработанной дистиллированной воды. Как можно видеть из табл. 1, количество микроорганизмов изменяется в зависимости от объема обработанной воды. Минимальное количество колоний соответствует разведению 99,9/0,1. По характеру зависимости количества микроорганизмов от разведения можно провести аналогию с действием биологически активных веществ в сверхмалых дозах. Наблюдается подобное скачкообразное изменение величины биологического действия (в данном случае подавление размножения пекарских дрожжей) от концентрации определенных веществ (обработанной электромагнитным полем дистиллированной воды).

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в результате воздействия электромагнитным полем в воде образуется определенное количество кластеров, либо определенное количество молекул воды переходит в некоторое микросостояние, которое энергетически более выгодно для осуществления биологического действия. Данный вывод можно обобщить на действие электромагнитных полей всего низкочастотного диапазона: в зависимости от частоты электромагнитного поля образуется определенное количество кластеров.

Уменьшение количества микроорганизмов в обработанной воде можно объяснить изменением размера границы раздела: мембрана (клетки пекарских дрожжей) — раствор (питательных веществ в дистиллированной воде). Данное изменение обусловлено перестройкой структуры воды, а также коллективными эффектами, вызванными низкочастотным электромагнитным полем. В результате изменения размера границы раздела меняется и избирательность мембраны клетки микроорганизма [1, 5]. Поэтому питательные вещества в меньших количествах попадают внутрь клетки, что ведет к замедлению, а в ряде случаев к полному прекращению развития и размножения микроорганизмов.

Структурную перестройку воды, изменение ее физико-химических свойств, образование и разрушение кластеров можно зафиксировать, наблюдая за изменением энтропии системы: вода — насыщенный пар, точнее за изменением теплоты испарения воды. Известно, что теплота парообразования описывается формулой

$$q = T(s_1 - s_2),$$

где s_1 , s_2 — удельные энтропии пара и жидкости; T — температура.

Для нахождения теплоты испарения использовался лабораторный комплекс ЛКТ-7. Предварительно готовились пробы стерильной дистиллированной воды объемом по 100 мл, которые обрабатывались электромагнитным полем частотой 1, 3, 5 Гц. После этого из обработанной пробы отбирали 21 мл и помещали в установку, с помощью которой определялась теплота испарения. Диапазон температур нагревания обработанной жидкости находился далеко от критической температуры (100° С). Затем в оставшуюся обработанную дистиллированную воду высевались мик-

Т а б л и ц а 1

Изменение количества колоний Sacch. seg. от концентрации обработанной дистиллированной воды

Разведение (необработанная вода (мл)/ обработанная вода (мл))	Количество микроорганизмов
Контроль (100 мл)	42000000
50/50	26000000
75/25	32000000
90/10	22000000
95/5	22000000
99/1	36000000
99,5/0,5	18000000
99,9/0,1	12000000
100 мл обработанной воды	16000000

Т а б л и ц а 2

Зависимость величины теплоты испарения дистиллированной воды и количества колоний микроорганизмов от частоты электромагнитного поля

Частота, Гц	Теплота испарения, Дж/кг	Количество микроорганизмов
1	3019531	16000000
3	2931537	26000000
5	2846775	34000000

роорганизмы (см. выше). Полученные данные представлены в табл. 2.

При анализе экспериментальных данных была обнаружена явная корреляция изменения теплоты испарения обработанной воды и количества колоний пекарских дрожжей в зависимости от частоты (табл. 2).

Так как эксперимент проводили при температурах, далеких от критической, т. е. плотность паров была невелика, то для определения энтропии насыщающего пара можно воспользоваться следующей формулой:

$$s = N(C_v \ln T + R \ln[V/N] + \text{const})/N_{\text{Ав}},$$

где N — число частиц; $N_{\text{Ав}}$ — число Авогадро; C_v — теплоемкость при постоянном объеме; V — объем пара.

Обычно предполагается, что переход из жидкого состояния в газообразное совершается квазистатически при постоянной температуре и при постоянном давлении. Энтропия жидкости зависит от числа молекул и от потенциала взаимодействия между частицами. Следовательно, различия в энтропиях паров и дистиллированной воды при различных ча-

стотах электромагнитного поля можно объяснить достаточно легким переходом молекул из жидкой фазы в газообразную. Возможно, это связано с наличием молекул так называемой «свободной воды», потенциал взаимодействия которых много меньше, чем у других молекул.

Следует отметить, что при исследовании размножения пекарских дрожжей в обработанной электромагнитным полем дистиллированной воде в ряде случаев было обнаружено изменение морфологии клеток, а именно, их вытягивание. Подобное изменение наблюдается обычно при нехватке питательных веществ или кислорода в тех средах, где происходит размножение микроорганизмов. Если же учесть, что при экспериментальных исследованиях в обработанную воду добавлялись необходимые количества питательных веществ и строго выдерживались внешние условия (в том числе и аэрация) в благоприятных для микроорганизмов пределах, можно сделать вывод, что под действием электромагнитного поля произошло уменьшение концентрации кислорода в воде, либо стал за-

трудным транспорт питательных веществ в клетку.

Литература

1. *Антонченко В. Я.* Физика воды. Киев: Наукова думка, 1986. 37 с.
2. *Яшкичев В. И.* Вода, движение молекул, структура, межфазные процессы и отклик на внешнее воздействие. М.: Агар, 1996. 51 с.
3. *Казначеев В. П., Михайлова А. П.* Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука, 1985. 43 с.
4. *Энди У. Р.* Частотные и энергетические окна при воздействии слабых электромагнитных полей на живую ткань // ТИИЭР. 1980. Т. 68. № 1. С. 140.
5. *Роберт К. А.* Воздействие на биологические эффекты слабым СНЧ ЭМП. М.: Наука, 1990. 23 с.

Статья поступила 30 мая 2005 г.

Кубанский государственный университет

© Васильев Н. С., Барышев М. Г., Евдокимова О. В., Куликова Н. Н., 2005