

УДК 577.31

ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ НА КУЛЬТУРЫ БАКТЕРИЙ E. COLI

© 2003 г. Н.П.Лехтлаан-Тыниссон, Е.Б.Шапошникова, В.Е.Холмогоров

НИИ физики С-Петербургского государственного университета

К настоящему времени получено достаточное количество экспериментальных данных, подтверждающих действие слабых и сверхслабых полей и излучений на биосистемы и водные растворы биомакромолекул [1-6]. Результаты исследования водных растворов свидетельствуют о существенном влиянии не только внешних воздействий, но и растворённых веществ на физические свойства жидкой воды [7]. Было показано, что индуцированное сверхслабым магнитным полем низкой частоты структурно-динамические перестройки в жидкой воде проявляются в изменении её физико-химических свойств, которые сохраняются после воздействия длительное время [8-9]. Эта “память” воды о произведённом воздействии исчезает при 100°C и вода приобретает первоначальные свойства. По-видимому, в жидкой воде при 25°C индуцируются метастабильные микроструктуры (кластеры). Нами было обнаружено необычное свойство жидкой воды с метастабильными состояниями – осуществлять дистанционное воздействие на образцы жидкой воды, не подвергавшиеся какой-либо предварительной обработке [10]. По нашему мнению, этот эффект обусловлен излучением квантов $h\nu$, появляющихся при распаде индуцированных магнитным полем метастабильных состояний воды, т.е. при фазовых переходах микроструктура-хаос в жидкой воде.

В данной работе нами изучено действие сверхслабого ($5 \cdot 10^{-6}$ Тл) магнитного поля низкой частоты (4Гц) на суспензии бактерий E.coli в физиологическом растворе при 25°C.

МЕТОДИКА

В экспериментах использовались бактерии E. coli (штамм М-17). Они предварительно были посеяны на жидкую питательную среду (мясопептонный бульон, рН 7,5) с последующей инкубацией в термостате при 37°C в течение 24 час. Из этой суточной культуры были приготовлены стандартные разведения в 10^{10} раз путём последовательного добавления 0,1 мл культуры в пять стерильных пробирок, содержащих по 9,9 мл физиологического раствора. Из пятой пробирки (разведение в 10^{10} раз) для опытов брали по 0,1 мл суспензии бактерий и вносили на 4 часа в соленоид с низкочастотным (4 Гц) слабым ($5 \cdot 10^{-6}$ Тл) магнитным полем. Для измерений из контроля (К) и из исследуемых образцов (О) через 5, 30, 60, 120 и 180 мин брали отдельными стерильными мерными пипетками пробы по 0,1 мл и наносили каждую в 3 чашки Петри, содержащих плотную питательную среду, с последующим равномерным распределением по поверхности стерильным шпателем и инкубированием в термостате при 37°C в течение 24 часов.. Для посева использовали стандартную плотную питательную среду (рН 7,3), в состав которой входили: панкреатический гидролизат рыбьей муки (17, 9 г), NaCl (5, 9 г), агар с микроэлементами

(11, 2 г). Готовили среду из расчёта 35 г на 1 л дистиллированной воды, перемешивая при кипячении с последующим фильтрованием и стерилизацией в течение 30 мин. Результаты опытов определяли путём подсчёта колоний бактерий в чашках Петри после их инкубации при 37°C в течение 24 часов. Подсчёт колоний производили с помощью прибора СКМ-1 СПУ (Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, полученные нами при изучении действия сверхслабого магнитного поля низкой частоты на суспензии бактерий E.coli в физиологическом растворе, представлены на рис.1 а. По оси ординат представлены значения отношения $N_o : N_k$, т.е. отношения количества колоний бактерий в культурах, обработанных магнитным полем, к количеству колоний в контрольных образцах в фиксированное время (5, 30, 60 и 180 мин). По оси абсцисс – время. Из рисунка видно, что действие сверхслабого магнитного поля низкой частоты на суспензии бактерий E.coli в физиологическом растворе приводит к достоверному уменьшению их колоний в чашках Петри. Причиной их уменьшения может быть изменение физиологических условий для бактерий в сус-

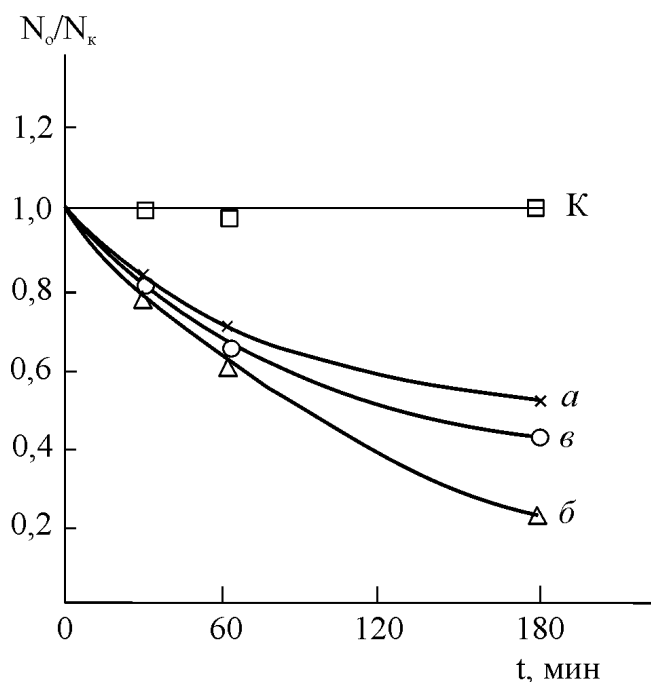


Рис. 1.

пензии. Вода после действия на неё сверхслабого магнитного поля низкой частоты обнаруживает метастабильные структурно-динамические перестройки, проявляющиеся в температурно-зависимом немонотонном смещении ИК полосы комбинированного колебания $\nu_2 + \nu_{OH}$ в температурном интервале 10-40°C [10]. Причиной изменения колониеобразующей способности бактерий *E.coli* является вода физиологического раствора, изменившая свои физические свойства после действия магнитного поля. Мы считаем, что в суспензиях бактерий после их выдерживания в магнитном поле происходит блокирование бактерий образовавшимися метастабильными водными структурами (кластерами) с выраженными гидрофобными свойствами [11,12], нарушающими естественное питание бактерий. К такому же эффекту может приводить уменьшение в суспензиях концентрации растворённого молекулярного кислорода, т.к. известно, что вода при самоорганизации проявляет способность к вытеснению из объёма растворённых в ней веществ.

Для установления роли физиологического раствора (воды) в обработанных магнитным полем суспензии бактерий, были выполнены дополнительные исследования колониеобразующей способности бактерий *E.coli*, помещённых в физиологический раствор, предварительно обработанный в течение 4 часов в том же магнитном поле, использованном нами для обработки суспензий бактерий. С этой целью из пробирки, содержащей культуру бактерий *E.coli* с разведением в 10^8 раз (четвёртая пробирка) брали 0,02 мл культуры, помещали в 2 мл физиологического ра-

створа, обработанного магнитным полем, тщательно перемешивали и затем после её выдерживания в течение 5, 30, 60 и 180 мин засеивали в чашки Петри по описанной выше методике на плотную питательную среду и подсчитывали колонии бактерий через 24 часа после их инкубации при 37°C. Результаты измерения колониеобразующей способности бактерий в зависимости от времени контакта добавки суспензии к физиологическому раствору, обработанному магнитным полем, представлены на рис. 1 б.

В следующей серии опытов 0,01 мл физиологического раствора, обработанного магнитным полем по описанной выше методике, добавляли в 1,0 мл суспензии бактерий, взятой из четвёртой пробирки (разведение в 10^8 раз). После тщательного перемешивания, выдерживания в течение 5, 30, 60, 120 и 180 мин при 25°C культуру бактерий по 0,1 мл засеивали на 3 чашки Петри с плотной питательной средой и подсчитывали колонии через 24 часа после их инкубации в чашках Петри при 37°C. Результаты подсчёта колоний бактерий в зависимости от времени контакта небольшого количества физиологического раствора, обработанного магнитным полем, с культурой бактерий *E. coli* представлены на рис. 1 в.

Как указывалось выше, ранее нами было обнаружено необычное явление дистанционно (бесконтактно) передавать контрольным образцам воды свойства воды (физиологического раствора) с индуцированными переменным низкочастотным магнитным полем метастабильными микроструктурами.

Это явление мы использовали для воздействия на культуру бактерий *E.coli*. С этой целью физиологический раствор был обработан в солениде магнитным полем (4Гц, 10^{-6} Тл) в течение 4 часов. Затем к нему на расстоянии 5 мм был поставлен образец суспензии бактерий *E.coli* с разведением в 10^{10} раз и по описанной выше методике произведён подсчёт колоний бактерий после 5, 30, 60 и 180 мин после их совместного нахождения друг с другом. Результаты этих опытов по измерению колоний бактерий в зависимости от времени дистанционного воздействия физиологического раствора, обработанного магнитным полем, представлены на рис.2.

Результаты, представленные на рис.1, свидетельствуют о достоверном ингибировании колониеобразующей способности бактерий *E.coli* после нахождения их суспензий (физиологического раствора) в переменном магнитном поле (4Гц, 10^{-6} Тл). Обнаруженное нами дистанционное воздействие физиологического раствора с индуцированными магнитным полем метастабильными микроструктурами воды на суспензии бактерий, не подвергавшиеся непосредственному действию переменного магнитного поля (рис. 2) представляет несомненный интерес и требует

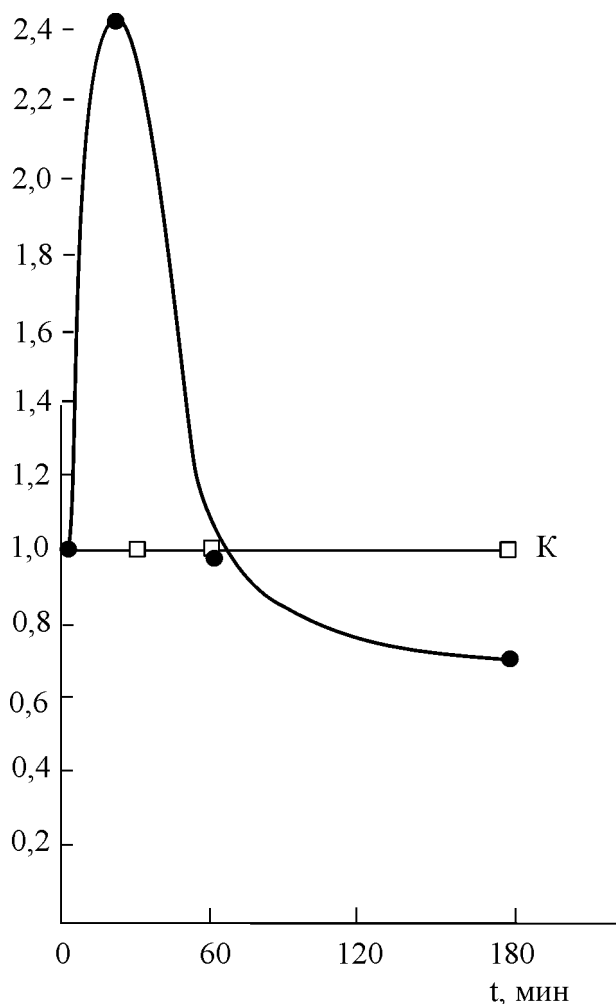


Рис. 2.

дальнейшего исследования. Следует также отметить, что в короткие сроки (30 мин и, возможно, меньшие временные интервалы) дистанционного воздействия обработанного магнитным полем физиологического раствора на суспензии бактерий E.coli происходит активация колониобразующей способности бактерий, сменяющаяся описанным выше её ингибированием. По-видимому, такое поведение при внешних воздействиях свойственно биосистемам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Interaction between electromagnetic fields and cells / /Chaibrera A. Nicolini C. and Schwan H. -Eds 1985 Plenum N-Y.
2. Казначеев В.П., Михайлова А.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. 1985. Новосибирск. Наука.
3. Ачкасова Ю.Н. Избирательная чувствительность бактерий к инфранизкочастотному магнитному полю // Электромагнитные поля в биосфере. Т.2. 1984. М, Наука. С. 72-73.
4. Fesenko E. E. Gluvstein A.Ya. Changes in the state of water induced by radiofrequency electromagnetic fields // FEBS Letters. 1995, V.367. P.53-55.
5. Фесенко Е.Е., Новиков В.В., Кувичкин В.В., Яблокова Е.В. Действие обработанных слабыми магнитными полями водно-солевых растворов на собственную флуоресценцию БСА. 2000. Биофизика. Т.45. С.232-239.
6. Monteagudo J.L., Ramfraz E, Delgado J. M. R. Magnetic inhibition of bacterial growth. 1984. Proc. XXI. Gen Assemble U.R.S.I. Florence.
7. Кочнев И.Н., Халоимов А.И., Винниченко М.Б., Смирнова Л.В. Изменения состояния воды и их биологическая индикация. // Сб. трудов II-го Всесоюзного совещания по космической антропологии. 1989. Л. Изд. АН СССР. С. 73-778.
8. Новиков В.В., Кувичкин В.В., Фесенко Е.Е. Влияние слабых комбинированных постоянного и переменного низкочастотного магнитных полей на собственную флуоресценцию ряда белков в водных растворах. 1999. Биофизика. Т. 44. С. 224-230.
9. Черников Ф.Р. Роль электронных фазовых переходов воды в биологических системах. 1991. Биофизика, Т. 36, С. 741-746.
10. Холмогоров В.Е., Халоимов А.И., Лехтлаан-Тьиниссон Н.П. Индуцированная слабым низкочастотным полем кооперативная динамика в жидкой воде и её проявления в ИК спектре. // Сб. трудов III-го Международного Конгресса "Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине". 2003.СПб. С. 13-14.
11. Зенин С.В. Исследование структуры воды методом протонного магнитного резонанса. 1993. Докл. РАН. Т332: 3. С. 328.
12. Зенин С.В., Тяглов Б. В. Гидрофобная модель структуры ассоциатов воды. 1994 Ж.физ.химии. Т. 68, С.636.