

# ОТЧЕТ

## об испытаниях энергетической активности питьевых минеральных природных вод «Dana» и «Svetla».

### Резюме.

С использованием разработанного на каф. биоорганической химии Биологического факультета МГУ хемилюминесцентного метода исследования энергетических свойств гидрокарбонатных вод анализировали свойства природных минеральных вод “Dana” и “Svetla”. Последняя представляет собой воду “Dana”, которая активирована фуллеренами по авторской методике производителя. Используемый тест заключается в измерении параметров волны сверх-слабого излучения (амплитуда волны и светосумма за фиксированный промежуток времени), развивающейся в воде в ответ на добавление к ее пробе реагента, содержащего соль двухвалентного железа и люминол. Параметры волны излучения, регистрируемого чувствительным счетчиком фотонов, зависят от характеристик спонтанно протекающих в воде свободно-радикальных реакций с участием активных форм кислорода (АФК). В свою очередь, интенсивность этих реакций зависит и от солевого состава воды, ее pH, и от структурно-динамических особенностей водных систем. Поскольку процессы с участием АФК являются энерго-генерирующими, и их интенсивность характеризует степень неравновесности водных систем, можно полагать, что интенсивность индуцированного излучения характеризует «энергетическую активность» (далее – «активность») воды. Всего 19.03 по 02.04.2013 было поставлено 4 эксперимента, в каждом из которых одновременно измеряли активность вод “Dana” и “Svetla”, при их выдерживания в стеклянной посуде в контакте с воздухом в течение нескольких дней.

Несмотря на определенные различия в поведении каждой из вод в разных экспериментах, основными результатами были следующие. Сразу после переливания вод из только что открытых пластиковых бутылей в стеклянную посуду активность воды “Dana” была намного выше, чем воды “Svetla”, однако при последующем выдерживании воды при доступе воздуха активность воды “Dana” в первые часы снижалась, тогда как активность воды “Svetla” быстро нарастала. Через 1 сутки активность воды “Svetla” превышала активность воды “Dana” от нескольких до нескольких десятков раз. В одном из опытов активность вод “Dana” и “Svetla” через несколько суток выдерживания их при контакте с воздухом сравнивалась, тогда как в двух других между ними сохранялась существенная разница. Одним из факторов, сильно влияющих на активность гидрокарбонатной воды, является ее pH – с увеличением pH активность воды возрастает. В данном случае pH вод “Dana” и “Svetla”, несмотря на значительные различия в их активности, достоверно не отличались.

Таким образом, активация гидрокарбонатной минеральной воды “Dana” фуллеренами по авторской методике производителя (метод получения воды “Svetla”) приводит к значительному повышению ее активности, не влияя при этом явным образом на химический состав воды.

### Введение.

Целью настоящего исследования было сравнение энергетической активности двух минеральных гидрокарбонатных вод -- “Dana” и “Svetla” сразу после их отбора из пластиковых бутылей, в которых они поставляются и после их переливания в стеклянную посуду и выдерживания при контакте с воздухом в течение нескольких дней. Вода “Dana” (Mirna, Slovenia) представляет собой природную кальций-магний гидрокарбонатную воду (~400 мг/л гидрокарбоната) с пониженным содержанием натрия. Вода “Svetla” – это вода “Dana”, активированная фуллеренами по авторской методике производителя непосредственно в месте ее добычи. Активность вод оценивали по измерению амплитуды волны сверх-слабого излучения, развивающегося в воде при внесении в нее реагента, содержащего соль Fe(II) и люминол. Реагент способствует развитию в воде каскада свободно-радикальных реакций с участием активных форм кислорода (АФК). Поскольку интенсивность волны излучения зависит от исходного уровня этих энерго-генерирующих реакций, амплитуда волны излучения в определенной степени характеризует исходную «энергетическую активность» (далее – активность) воды.

Полученные результаты свидетельствуют о чрезвычайно высоких различиях в активности вод “Dana” и “Svetla”, как сразу после открывания бутылей, так и при изменении активности каждой из вод при их выдерживании в стеклянной посуде при контакте с воздухом. Анализ полученных данных показал также, что на активности вод и на характер изменения активности могли влиять дополнительные факторы (освещение, погодные условия).

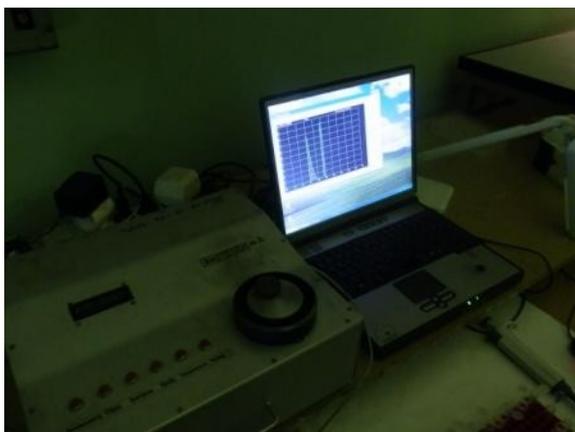
## Методы

Воду из пластиковых бутылей, в которых она была получена от производителя, разливали по 40 мл в чистые стеклянные бюксы, которые помещали в освещенный люминесцентными лампами ламинарный шкаф или устанавливали на поверхность стола в лабораторной комнате, окна которой были обращены на юг, на расстоянии 1,5-2 м от окон. Для защиты от пыли бюксы накрывали сверху белой фильтровальной бумагой.

Для оценки «энергетической активности» воды из каждого бюкса брали пробы по 1 мл, которые помещали в пробирки «Эппендорф». В пробу вносили 10 мкл реагента, содержащего  $\text{FeSO}_4$  и люминол. Конечные концентрации  $\text{FeSO}_4$  и люминола в тестируемой пробе составляли 10 мкМ и 10 мкМ, соответственно. В отдельных случаях использовали реагент, разведенный в 10 или 100 раз. Внесение в воду реагента способствует развитию в ней каскада свободно-радикальных реакций с участием активных форм кислорода (АФК), которое сопровождается возникновением волны усиленного люминолом излучения. Интенсивность излучения зависит от исходного уровня этих энерго-генерирующих реакций, а их уровень, в свою очередь, зависит как от солевого состава воды, ее pH, так и от структурно-динамических особенностей водных систем.

Волны излучения из образцов воды регистрировали работающим в режиме счета одиночных фотонов люминометром «Биотокс 7А» (АНО «Инженерный центр-экология», Россия). «Биотокс 7А» оснащен фотоумножителем 9750QB/1 (EMI Electronics) с диаметром фотокатода 5 см (темновой ток  $\sim 25$  имп./сек). Область спектральной чувствительности ФЭУ составляет 380-710 нм, а максимальная чувствительность лежит в области 450 нм. ФЭУ в счетчике расположен горизонтально и регистрирует излучение с боковой поверхности пробирки с водой, помещенной в камеру для образца. Излучение регистрировали не менее 60 сек с временным разрешением в 1 сек (имп./сек). Каждое измерение, как правило, проводили в трех параллелях. Рассчитывали средние значения амплитуд волн излучения и суммы импульсов за 50 сек. Фотография счетчика одиночных фотонов «Биотокс 7А» и пример типичной волны излучения, развивающейся в воде в ответ на внесение в нее реагента, приведены на рисунке 1.

Поскольку в большинстве опытов каждую воду разливали по 5 бюксам, а на измерение активности воды для каждой временной точки из каждого бюкса брали по 3 пробы, значение амплитуды волны излучения для каждой экспериментальной точки соответствовало среднему значению из 15 измерений. Достоверность различий между активностью вод (амплитудами волн излучения) выдержанных на различных дисках оценивали по t-тесту Стьюдента с использованием программы Microsoft Excel.



А

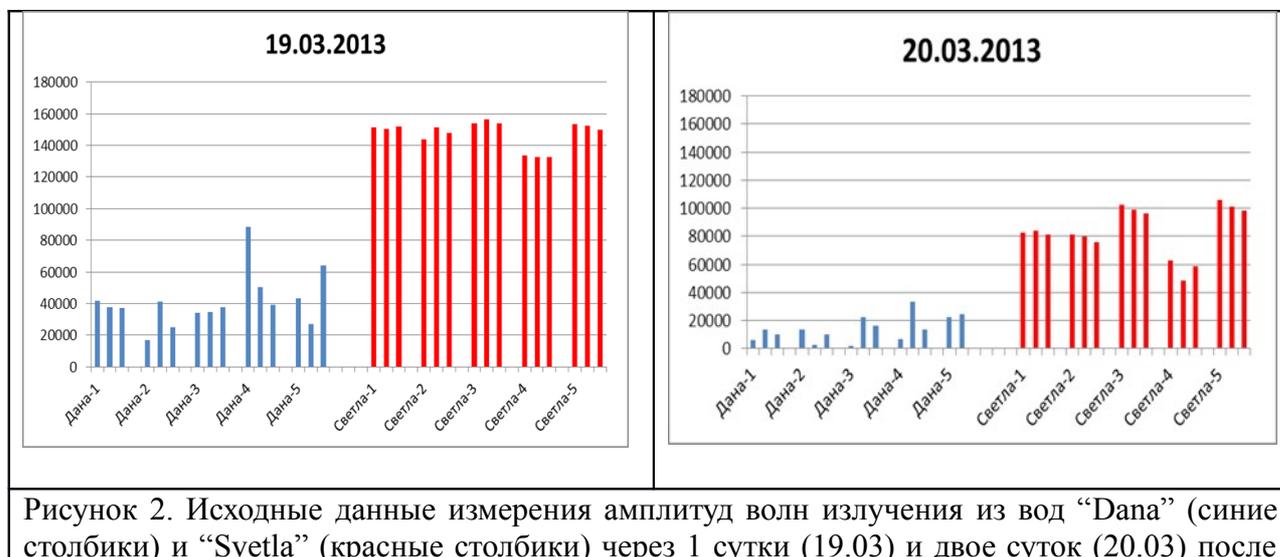
Б

Рисунок 1. А. Счетчик одиночных фотонов Биотокс 7А, который использовали для измерения активности воды. Б. Типичная волна люминесценции, развивающаяся в воде при внесении в 1 мл раствора 10 мкл «Реагента» в момент, указанный коричневой стрелкой. Ось ординат – интенсивность излучения в имп./сек.

### Результаты и обсуждение.

Эксперимент 18-22.03.2013. Каждая вода разлита по 5 бюксам 18.03.13 и оставлена в контакте с воздухом. Бюксы покрыты сверху фильтровальной бумагой и установлены в ламинарном шкафу при постоянном освещении люминесцентными лампами. Измерения начаты 19.03 – через 24 часа после переноса воды в бюксы. Для измерений ежедневно брали из каждого бюкса по 2-3 пробы воды, вносили в пробу реагент (Fe(II) + люминол) и регистрировали амплитуду волны развивающегося излучения. На рис. 2 приведены исходные данные, полученные 19.03 и 20.03.2013. На рисунке 3 представлены обобщенные данные за весь период измерений.

Представленные результаты свидетельствуют, что после 24-часового выдерживания вод “Dana” и “Svetla” в контакте с воздухом активность воды “Svetla” в несколько раз превышает активность воды “Dana”. При последующем выдерживании вод в ламинарном шкафу активности обеих вод снижаются, но различия в активности между двумя водами сохраняются. Следует также отметить, что разброс данных при индукции вспышек излучения в воде “Dana” намного превышает разброс данных, полученных при измерении активности воды “Svetla”.



розлива воды из пластиковых бутылей в бюксы. Волны излучения инициировали внесением в воду реагента до конечных концентраций Fe(II) и Люминола по 0,1 мкМ. Воду в бюксах выдерживали в ламинарном шкафу при постоянном освещении люминесцентными лампами.

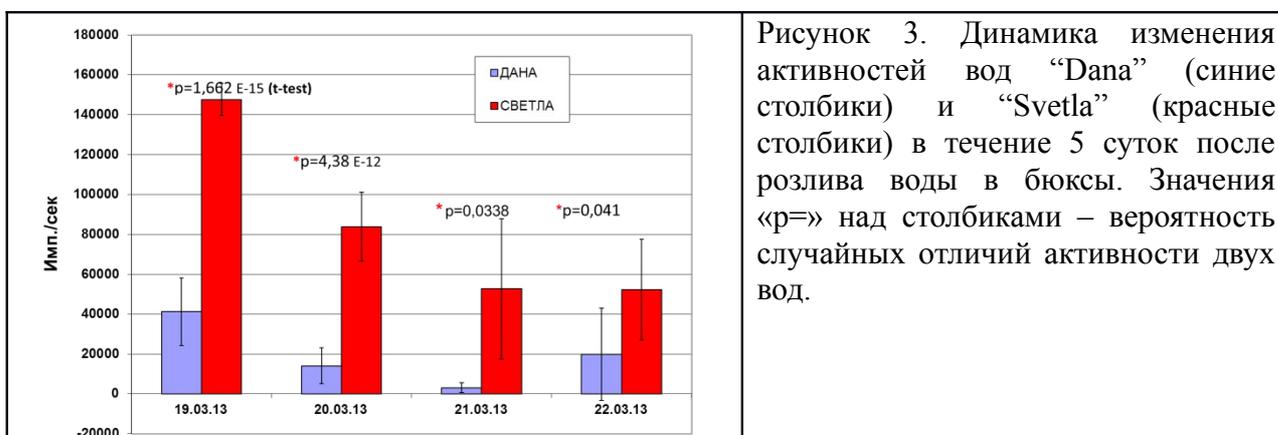


Рисунок 3. Динамика изменения активностей вод “Dana” (синие столбики) и “Svetla” (красные столбики) в течение 5 суток после розлива воды в бюксы. Значения «p=» над столбиками – вероятность случайных отличий активности двух вод.

В те же сроки аналогичный эксперимент был поставлен с водами, взятыми из бутылок тех же партий, но бюксы с этими водами выдерживали на лабораторном столе, где на них попадало естественное освещение из окон, обращенных на юг. На рис. 4 приведены исходные данные, полученные 19.03 и 20.03.2013 при измерении активности вод, взятых из этих бюксов. На рисунке 5 представлены обобщённые данные за весь период измерений.

И в этом случае после 24-часового выдерживания вод “Dana” и “Svetla” в контакте с воздухом активность воды “Svetla” в несколько раз превышает активность воды “Dana”. Однако в отличие от вод, которые в тот же период времени выдерживали в ламинарном шкафу, в данном эксперименте активность обеих вод при продолжении их выдерживания в бюксах возрастала, и на 6-е сутки после розлива вод по бюксам активности вод “Dana” и “Svetla” сравнялись.

Эксперимент 25.03 -- 28.03.2013. В этом эксперименте бюксы с водой выдерживали на лабораторном столе, а первое измерение активности провели сразу после открывания пластиковых бутылей с водами. Обобщенные данные за период измерений представлены на рис. 6.

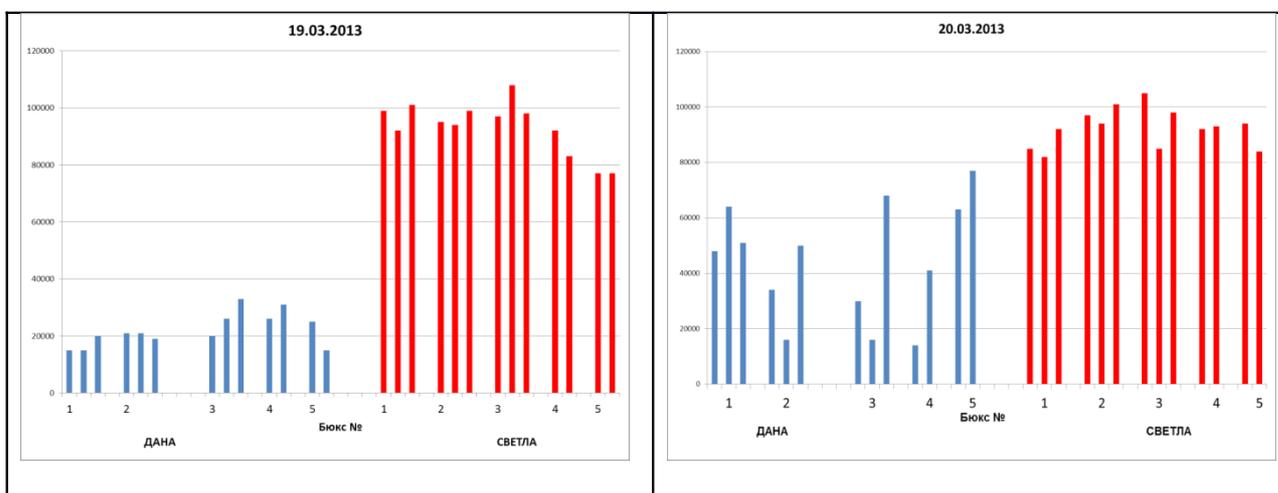


Рисунок 4. Обозначения как в подписи к Рис. 2, но воду в бюксах выдерживали на лабораторном столе в комнате с окнами, обращенными на юг. Бюксы стояли на расстоянии

1,5 м от окон.

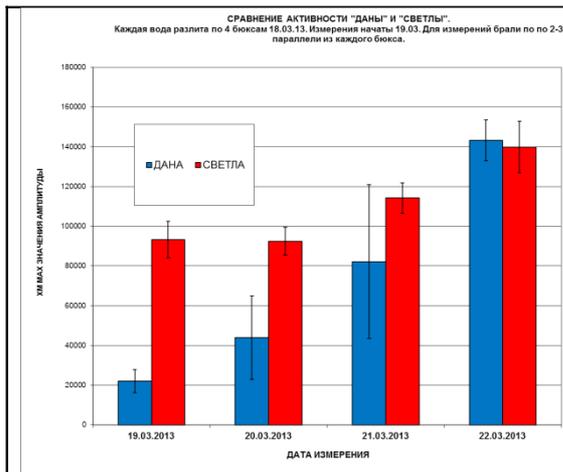


Рисунок 5. Динамика изменения активностей вод "Dana" (синие столбики) и "Svetla" (красные столбики) в течение 5 суток после розлива воды в бюксы. Воду в бюксы разлили 18.03, первое измерение было сделано через 1 сутки, 19.03.2013. Воду в бюксах выдерживали на лабораторном столе в комнате с окнами, обращенными на юг. Бюксы стояли на расстоянии 1,5 м от окон.

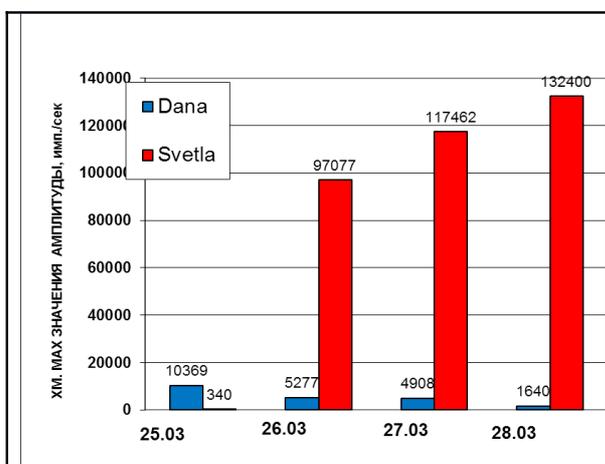


Рисунок 6. Динамика изменения активностей вод "Dana" (синие столбики) и "Svetla" (красные столбики) в течение 5 суток после розлива воды в бюксы. Воду в бюксах выдерживали на лабораторном столе в комнате с окнами, обращенными на юг. Бюксы стояли на расстоянии 1,5 м от окон. Первое измерение было сделано 25.03.2013 сразу после того, как воду разлили по бюксам.

Как видно из представленных данных, активность воды "Dana", взятой из только что открытой бутылки, в несколько раз выше активности «свежей» воды "Svetla". Однако после 24-часового выдерживания бюксов с водами на воздухе активность воды "Dana" снижается вдвое, тогда как активность воды "Dana" возрастает в несколько десятков раз. Интересно, что обобщённая картина динамики изменения активности этих вод представляет собой нечто среднее между динамикой изменения свойств этих вод в двух предыдущих опытах: активность воды "Dana" снижается (См. рис. 3), а активность воды "Svetla" растёт (см. рис. 5). Пока остается неясным, с чем связано разное поведение одной и той же воды в разных экспериментах, условия проведения которых максимально близки. Однако при этом контролю не подлежат факторы, связанные с погодными условиями, геомагнитной обстановкой, которые могут оказывать значительное влияние на поведение столь активных вод, как "Dana" и "Svetla". Для выяснения закономерностей изменения свойств этих вод требуется проведение значительно большего количества экспериментов с регистрацией таких параметров, как температура, облачность, геомагнитная активность, давление и прочие факторы, которые в принципе могут влиять на энергетическую активность этих сильно неравновесных вод.

Различное поведение двух вод в разных опытах не влияет однако на принципиальные отличия в их активностях, измеренных как сразу после открытия бутылок с водой, так и в динамике по меньшей мере в течение двух суток после того, как воды стали контактировать с воздухом. Интересно отметить, что, несмотря на многократные отличия

в активности вод “Dana” и “Svetla”, значения pH, измеренные в них и после 1 и после 2-3 сток пребывания в контакте с воздухом, достоверно не отличаются. Мы впервые сталкиваемся с полным отсутствием корреляции между pH и интенсивностью индуцированной хемилюминесценции гидрокарбонатных вод. Согласно нашему опыту, активность воды, оцениваемая по амплитуде волны излучения, индуцированной внесением в воду реагента тем выше, чем выше значение pH в диапазоне от pH 7,5 до pH 9,2. В данном случае необычное поведение продемонстрировали как вода “Dana”, так и вода “Svetla”.

#### **Выводы:**

- 1. Обнаружены ярко выраженные различия в хемилюминесцентных свойствах («энергетической активности») воды минеральной воды “Dana” и воды “Svetla”, представляющей собой активированную фуллеренами по авторской методике производителя воду “Dana”. Эти различия наблюдаются и в воде из только что открытых бутылей, и после нескольких суток пребывания воды в стеклянной посуде при контакте с атмосферным воздухом.**
- 2. При многократных отличиях в амплитудах волн хемилюминесценции двух вод их pH достоверно не отличаются, т.е. различия в энергетической активности этих вод не связаны напрямую с изменением их pH в результате газообмена с воздухом. Можно предположить, что различия в активности вод обусловлены, в первую очередь, различиями в их структурно-динамических особенностях.**

Профессор каф. биоорганической химии  
Биологического ф-та МГУ, д.б.н.

В.Л. Воейков