

УДК 546.212

Вергун Л.Ю. к.ф.-м.н, снс.,
Теліман К.О., асп.,
Войтович І.С., студ.,
Мягченко Ю.О., к. ф.-м. н., доц.

Вплив електрохімічної активації води на її в'язкість

Київський національний університет імені
Тараса Шевченка, 01601, м. Київ, вул.
Володимирська 64/13,
e-mail: myagchy@ukr.net

Vergun L.Yu., PhD., Sen. Sci. Res.,
Teliman K.O., PhD stud.,
Voytovich I.S., stud.,
Myagchenko Yu.O., PhD., Ass.Prof.

Influence electrochemical activation of water on its viscosity

Taras Shevchenko National University of Kyiv,
01601, Kyiv, Volodymyrska st. 64/13,
e-mail: myagchy@ukr.net

Для детектування впливу електричного поля на властивості води обрано процес електрохімічної активації води за допомогою електролізера власної оригінальної конструкції. В'язкість води обрано як сенсор впливу електричного чи магнітного поля. Виготовлений нами віскозиметр дозволяє також вимірювати зміни малокутового лазерного розсіяння у воді. В результаті встановлено зростання в'язкості католіта на $8,7 \pm 0,07\%$

Ключові слова: електролізер, в'язкість, католіт

In this work we investigated the changes of viscosity of such component blood as water that is in the non-equilibrium state. For this purpose we made the electrolyzer of original construction, that allows prepare a catholyte and anolyte with the different values of pH and Redox, and also with unchanging pH, but different Redox. In our experiments we used water with Redox, that is approached to Redox of biological liquids in the organism of man.

The viscosity of the water was selected as sensor of the influence of electric or magnetic field on the water. Viscometer developed by us allows to measure also changes of laser small angle scattering in water. For the poorly mineralized water with $pH = 6,65$ and $Redox = 289$ mV after her activating got $pH = 8,86$ and $Redox = 52$ mV. The increasing viscosity of catholyte at $8,7 \pm 0,07\%$ was detected. The got results demonstrate perspective of application of methods of research of changes of viscosity of components of blood as a result of action of external factors.

Key Words: electrolyze, viscosity, catholyte

Статтю представив д.ф.-м.н., проф. Макарець М. В.

Вступ

Однією із найбільш чутливих до електричних та магнітних полів систем організму людини є система крові [1]: реологічні властивості крові [2,3], гіпокоагуляція еритроцитів, швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) [4,5] змінюються як під впливом електромагнітних полів так і після вживання води, активованої фізичними полями. Найбільш ефективно діє на організм вода та її розчини, що знаходяться у нерівноважному стані. Змінне магнітне поле впливає на організм більше ефективно, ніж постійне [6].

Обговорення результатів

В даній роботі ми дослідили зміни в'язкості такої складової крові як вода, що перебуває у нерівноважному стані. Для цього ми виготували електролізер оригінальної конструкції, який дозволяє приготувати католіт та аноліт із різними значеннями рН та окисно-відновлювальним потенціалом (ОВП), а також із незмінним рН, але різними ОВП. Електроди виготовлено із пластин титану розміром 55 мм на 25 мм, відстань між якими 35 мм. Посудини із

водою, у які занурено електроди, розділені діафрагмою. Величину ОВП вимірювали за допомогою приладу Ezodo 6041, діапазон вимірювань якого становить ± 1000 мВ, роздільна здатність 1 мВ. Рівень рН визначали приладом Ezodo PH5011, діапазон вимірювань якого від 0 до 14,00, роздільна здатність 0,1. Для наших експериментів ми готували воду із ОВП, що наближається до ОВП біологічних рідин в організмі людини. Кров людини, материнське молоко, навколоплідна рідина мають ОВП “-70” мВ. На жаль, водопровідна, пляшкова й навіть фільтрована вода мають плюсовий потенціал (+200 мВ...+400 мВ), а отже, не відповідають потребам людського організму. Показник ОВП води є настільки важливим, що в провідних країнах світу протягом десятків років ведуться дослідження щодо можливостей досягнення його мінусового значення. Одним із найцінніших постачальників антиоксидантів є природна (джерельна) вода. Вона може мати мінусовий окисно-відновний потенціал (ОВП), тобто, містити багато негативно заряджених молекул, які готові віддати свій вільний електрон і захистити цілісність клітин. Всесвітньо відома вода “Нафтуса” із Трускавця, взята безпосередньо із бювету має ОВП “-220 мВ”, а після доби зберігання у пластиковій пляшці має +200 мВ. Якщо людина п’є достатню кількість якісної води, в її організмі працюють механізми саморегуляції, постійно відбуваються відновні процеси. Тому одним із найважливіших параметрів рідини для людини з точки зору сучасної медицини є її «заряд» - окисно-відновлюваний потенціал.

Вимірювання в’язкості ми проводили за допомогою віскозиметра власної розробки. Метою наших досліджень було виявлення відносних змін в’язкості рідин після дії на зразок зовнішніх електричних чи магнітних полів. При цьому повинні бути враховані ті обставини, що по-перше, об’єм досліджуваної рідини повинен мати певні обмеження, щоб задовольнити вимогам досягнення необхідних величин напруженості магнітного поля, що діє зовні на зразок, по-друге, бажано, щоб задовольнялась можливість вимірювань зміни розсіювання світла у зразку внаслідок дії магнітного поля на нього.

Задовольнити обидві ці вимоги ми вирішили шляхом застосування методу Стокса для вимірювання зміни в’язкості, а для реалізації другої вимоги ми обрали таку конструкцію соленоїда, яка складається із двох коаксіально розміщених котушок соленоїда довжина кожної з яких становить 4 см, а проміжок між ними - 1 см. Кюветою для зразка слугувала стандартна пробірка із внутрішнім діаметром 1 см. Зміну в’язкості рідини ми визначали за зміною часу прольоту кульки у проміжку між котушками соленоїду. Щоб виключити вплив магнітного поля на матеріал кульок ми обрали кульки із скла. Вимірювання часу падіння кульки ми здійснювали за допомогою електронної схеми, яка складалась із стабілізованого генератора імпульсів, лічильника імпульсів та оптоелектронної схеми старт-стоп, яка забезпечувала проходження імпульсів від генератора до лічильника. Відтворюваність результатів тестування пристрою становила порядку 0,1%. Пристрій тестували шляхом вимірювання залежності в’язкості водних розчинів цукру від концентрації, та залежності в’язкості води від температури. Результати іспитів показали дуже добре узгодження із табличними даними.

Особливу увагу ми приділили контролю температури під час проведення вимірювань для виключення впливу цього фактору на результати експериментів. Як датчик температури зразку ми використовували попередньо калібровану терморпару, приєднану через інтерфейс до комп’ютера. Алгоритм обробки даних забезпечував точність вимірювань температури порядку 0,01^oC.

Механізм впливу магнітного поля на організм людини ще не до кінця з’ясований. Вважають, що основна реакція відбувається на рівні біологічних мембран. Саме зміна їх проникності та транспорту іонів К та Na тягне за собою зміни у швидкості біохімічних реакцій. Зрозуміло, що реакція на магнітне поле існує на усіх ієрархічних рівнях організму. Але найбільш глибинна реакція знаходиться на молекулярному рівні. Оскільки молекула гемоглобіна містить атом заліза, що має великий магнітний момент, відповідно й молекула гемоглобіна має власний

магнітний момент. Магнітна сприйнятливості еритроцита становить $\chi = -4\pi \cdot 0.736 \cdot 10^{-6}$. Конструкція соленоїду дозволяє діяти на зразок як постійним магнітним полем величиною 500 Е, що набагато більше магнітного поля Землі (0,5 Е), так і змінним магнітним полем (амплітудою 80 Е) із постійною складовою. Амплітуда змінного магнітного поля та рівень постійної складової можуть регулюватися незалежно. Останнім часом у наукових публікаціях зустрічаються повідомлення про існування у воді та слабких розчинах деяких динамічних структур із розмірами >200 нм. Дослідження проводили за допомогою скануючих зондових мікроскопів. Виявлено, що розміри цих утворень змінюються під впливом магнітних полів. Крім того для дослідження молекулярної структури води залучали квантово-силовий (або як ще його називають тунельний) мікроскоп. Суть цього експерименту полягала у тому, щоби зареєструвати енергію зіткнень зв'язаних агрегатів води із спеціальним датчиком-щупом, який за допомогою спеціального пристрою переміщується під водою. За величиною виділеної енергії за допомогою комп'ютера визначали розмір та структуру частинок, з якими зіткнувся датчик-щуп (Рис.1). Виявлено, що при нормальних температурних умовах біля стінок посудини, у якій знаходиться вода, утворюються лінійні молекулярні ланцюжки молекул води, які розміщуються перпендикулярно до стінок посудини та містять у собі до тридцяти молекул. Наявність таких довгих молекулярних ланцюгів пов'язують із тим, що при звичайних умовах на стінках утворюються статичні електричні заряди, які і примушують молекули води утворювати такі довгі молекулярні ланцюжки. При цьому, чим більший статичний заряд, тим довший утворюється ланцюжок. Відсутність таких довгих молекулярних ланцюжків у самій товщі води пояснюється тим, що у ній присутній руйнуючий такі ланцюжки фактор як броунівські флуктуації. Цікавим експериментальним методом є також дослідження структури води біля твердої поверхні за допомогою растрового мікроскопа. Так у плівці води на твердій поверхні виявлені структурні утворення із розмірами порядку 20 нм. Більш детальні дослідження структури води в

об'ємі та біля поверхні надають можливість робити правильні інтерпретації результатів експериментів із виявлення впливів електричних та магнітних полів на воду та слабкі водні розчини. Саме тому у конструкції нашого віскозиметра передбачена можливість спостереження малокутового (у діапазоні $\pm 6^\circ$) розсіяння лазерного випромінювання у досліджуваному зразку. Ми провели успішні тестові випробовування запропонованої методики цифрової реєстрації розподілу інтенсивності у поперечному перерізі зонduючого випромінювання та алгоритму обробки одержаних результатів. Це дозволить в майбутньому досліджувати зв'язок між зміною в'язкості води та її структурою під впливом зовнішніх електричних та магнітних полів.

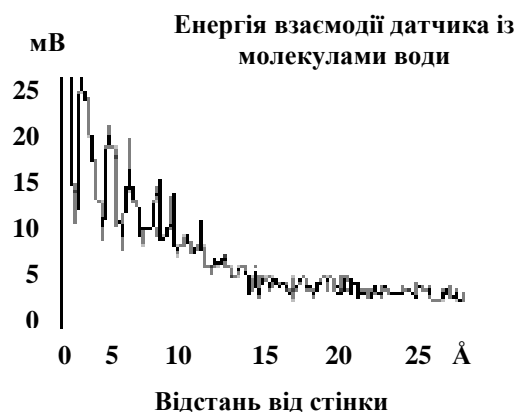


Рис. 1 Залежність енергії взаємодії датчика із молекулами води від відстані до стінки посудини

Для води із артезіанської скважини із рН = 6,65, загальною лужністю 6,2 моль/дм, загальною жорсткістю 5,3 моль/дм, кальцію 86,17 мг/дм, магнію 12,16 мг/дм, амонію 0,32 мг/дм, натрію <0,5 мг/дм, хлоридів 4 мг/дм, сульфатів 7мг/дм, загального заліза 0,12 мг/дм, марганцю 0,17 мг/дм, фторидів 0,3 мг/дм, нітридів <0,004 мг/дм, сухим залишком 386 мг/дм, та ОВП = 289 мВ після її активації у мембранному електролізері при напрузі між електродами 28,8 В, струмі 0,04А протягом 40 хвилин одержали рН = 8,86 та ОВП = 52 мВ (для католіту). Відносна в'язкість змінилась від 1 до $1,0877 \pm 0,0007$, тобто в'язкість зросла на 8,77%.

Висновки

Одержані результати демонструють перспективність застосування методів дослідження змін в'язкості компонент крові внаслідок дії зовнішніх факторів та нададуть

додаткові науково обґрунтовані методи діагностики, профілактики та лікування захворювань.

Список використаних джерел

1. Бондарь Г.В.// Влияние магнитного поля на показатели крови [Электронный ресурс] Г.В. Бондарь., В.В. Шевченко., П.И. Поляков., Т.А. Рюмшин // Труды IX Международной крымской конференции “Космос и биосфера 2011” – Режим доступа до журн.: www.biophys.ru/archive/crimea2011/abstr-p.168.pdf
2. Influence of a Variable Magnetic Field on the Rheological Properties of Blood in Treatment of Rheumatoid Arthritis / V.Kirkovskii, V. Mansurov, N. Mitkovska, Yu. Mukharskaya. // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2003. – №3. – p. 708–714.
3. Демецкий А. М. Биологическое и лечебное действие магнитных полей / А. М. Демецкий, Г. Я. Хулуп, А. И. Цецохо. // Материалы научно-практической конференции Витебск. – 1999. – С. 21–25.
4. Tanimoto Y. Influence of strong magnetic field on the sedimentation of red blood cells / Y. Tanimoto, A. Kakuda. // Journal of Physics: Conference Series Workshop. – 2009. – p. 156..
5. Sanjay J. Influence of an inhomogeneous magnetic field on erythrocyte aggregation mechanism / J. Sanjay, S. Megha. // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2002. – p. 412.
6. Sheppard A. Biological effects of electric and magnetic fields of extremely low frequency / A. Sheppard, M. Eisenbud. – New York, 1977. – (N. Y. Univ.Press).

References

1. BONDAR,G., SHEVCHENKO,V., POLJAKOV.P., RYUMSHYNA,T.. (2008) Influence of magnetic field to the indices of the blood *Proceedings of IX of the International Crimean conference "Space and biosphere 2011"* available at: www.biophys.ru/archive/crimea2011/abstr-p.168.pdf
2. KIRKOVSKII,V., MANSUROV,V., MITKOVSKA,N. & MUKHARSKAYA,Yu. (2003) Influence of a Variable Magnetic Field on the Rheological Properties of Blood in Treatment of Rheumatoid Arthritis *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 76 (3). p.708-714
3. DEMETSKY, A. KHULUP, G. TSETSOXHO, A. (1999) Biological and therapeutic effects of magnetic fields. *Proceedings of the Scientific and Practical conference*. Vitebsk.-. 1999. p.21-25.
4. TANIMOTO,Y. and KAKUDA,Y (2009) Influence of strong magnetic field on the sedimentation of red blood cells . *Journal of Physics: Conference Series Workshop* p.156
5. SANJAY, J. and MEGHA, S. (2002) Influence of an inhomogeneous magnetic field on erythrocyte aggregation mechanism *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 252. p.412
6. SHEPPARD, A. and EISENBUD, M. (1977) *Biological effects of electric and magnetic fields of extremely low frequency* N. Y. Univ. Press.

Надійшла до редколегії 09.12.14