

Українське біофізичне товариство
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
Академія наук вищої школи України
Національна академія наук України
Академія наук вищої школи України
Київський академічний університет

**Матеріали Тематичного VII з'їзду
Українського біофізичного товариства**
*приуроченого до ювілейних дат всесвітньо
відомих українських вчених-біофізиків:
100-річчю з дня народження академіка П.Г. Богача
90-річчю з дня народження академіка М.Ф. Шуби*

Київ, 29-31 жовтня 2018 року

Київ
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України
2018

УДК 577.3:061.3(477)(082)

*Рекомендовано до друку вченою радою
Навчально-наукового центру “Інститут біології та медицини”
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № ___ від _____ 2018 р.)*

Матеріали Тематичного VII з'їзду Українського біофізичного товариства. – Київ, 2018. – 78 с.

До збірника увійшли тези доповідей, які присвячені актуальним питанням теоретичної біофізики, біофізики клітини, молекулярної біофізики, біофізики складних систем, механізмів дії фізичних та хімічних факторів на живі системи, прикладної біофізики, медичної та екологічної біофізики, методики викладання біофізики.

Збірник розрахований на широке коло науковців та студентів.

За достовірність поданих матеріалів відповідальність несуть автори.

**УДК 577.3:061.3(477)(082)
ББК XXXXXXXXXXXXX**

© Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, 2018

The role of water in the hydration of blood cell membranes in the centimeter wavelength range

Batyuk L.V.¹, Kizilova N.N.^{2,3}, Berest V.P.³

¹ Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine, *liliya-batyuk@ukr.net*

² Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland, *n.kizilova@gmail.com*

³ V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, *berest@karazin.ua*

Investigations of dielectric properties of red blood cell and trombocytes represent practical interest as part of the diagnostics of the disease, so as a change in the structure of membranes of cells blood until their full destruction are a protective-adaptive reaction of organism. The membranes of blood cells are relatively permeable to water molecules [1, 2]. The water molecules can move either in or out of cells, regulated by osmotic pressure and the structure of the extracellular matrix. The structure of water is characterized by a spatial network of weak H-bonds, which is unstable, since H-bonds are easily destroyed and reappear. In the membranes of blood cells, water associates form various polygonal structures that are easily reconstructed under various influences: physical (heating and cooling, magnetic and electric fields) and chemical (influence of tumor markers, dissolving low-active gases, etc.). In a cell-water-membrane system, water, as a labile system, follows the principle of Le Chatelier-Brown, which describes the thermodynamic equilibrium of such systems. The equilibrium constant for the dynamical equilibrium between the free and bound water can be written as follows $k_1/k_2 = e^{-\Delta G_0/RT}$, where ΔG_0 is the difference in the hydrogen bond free energy, k_1 and k_2 are the rate constants of the exchange between free and bound states. By observing the free/bound water state it is possible to study structural conformation of the membranes of blood cells. This information can be received using UFH -dielectrometry method at centimeter wavelength range [3, 4].

The objective of this article is to present a model of dielectric relaxation of biological water in membranes of cells of blood based on a dynamic equilibrium between the free and bound water molecules. The dielectric relaxation frequency measurements of different solutions of blood cells were showed that the bound water molecules are expected to be more abundant than the molecules of free water [5]. A bound water molecule is engaged in two hydrogen bonds. The total energy of these two bonds is the activation energy that has to be overcome in order to give full orientation freedom to the water molecule. From the activated complex: $k_1 \approx \frac{k_B T}{h} e^{-\Delta G/RT}$ where $\Delta G = (\Delta G_1 + \Delta G_0)$,

ΔG_1 is the activation energy, k_B is the Boltzmann constant, h is the Planck's constant, R is the universal gas constant, T is the temperature. The dynamic model shows that the dielectric relaxation of water can be explained in terms of dynamic exchange between free and bound water and the strength of the hydrogen bonds. Our research shows that in the conditions of pathology, in the membranes of blood cells, a bound water molecule forms up to four hydrogen bonds and the frequency of dielectric relaxation of water molecules in the cells membrane depends on many parameters, such as the strength of the hydrogen bonds, the relaxation time, the values of the static dielectric permittivity of biological water, etc.

1. Kizilova, N., Batyuk, L., Cherevko, V. (2019) 'Human Red Blood Cell Properties and Sedimentation Rate: a Biomechanical Study' in Arkusz K. (ed.) *Biomechanics in Medicine and Biology*. Springer, Cham. pp. 3-22. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97286-2_1
2. Batyuk, L.V., Kizilova, N.N., Muraveinik, O.A. (2018) Disturbance of erythrocytes membrane during ischemic and hemorrhagic stroke: assessment of proteins pathology. *8th Regional Biophysics Conference, Zrece, Slovenia: Book of Abstracts*, 80.
3. Hackl, E. V., Gatash, S.V., Nikolov, O. T. (2005) Using UHF-dielectrometry to study protein structural transitions. *J. Biochem. Biophys. Meth.*, 63(2), 137-148.
4. Batyuk, L. (2015) Influence of cancer disease on dielectric characteristic of structural-functional state of erythrocytes membranes. *ScienceRise. Medical Science*, 7/4(12), 11-17. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.47546>
5. Batyuk, L. V., Kizilova, N. N. (2018) Free and confined water at the erythrocyte membranes of healthy and invalid individuals: a microwave dielectric study. *Physics of Liquid Matter: Modern Problems: International Conference 8th International Conference PLMMP-2018, Book of Abstracts*, 30.