

УДК: 546.212:546.284+544.72+544.35:579.6

**В.В. Туров¹, В.В. Гончарук², В.М. Огенко³, Т.В. Крупская¹,
М.Д. Цапко⁴**

ИЗОТОПНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ КЛАСТЕРОВ ВОДЫ В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ

¹Институт химии поверхности им. А.А. Чуйко НАН Украины, г. Киев;

²Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского,
НАН Украины, г. Киев;

³Институт общей и неорганической химии им. В.И. Вернадского,
НАН Украины, г. Киев;

⁴Национальный университет им. Тараса Шевченко, г. Киев, Украина
v_turov@ukr.net

*Методом низкотемпературной ¹H ЯМР-спектроскопии изучены изотопные эффекты при адсорбции воды и соляной кислоты поверхностью нанокремнезема А-300 и в частично дегидратированных клетках *Saccharomyces cerevisiae*. Показано, что замена протия на дейтерий приводит к росту количества воды, связанной с кремнеземом. Для растворов $H(D)_2O$ – $H(D)Cl$ характерно формирование нескольких типов кластерных структур, отличающихся концентрацией кислоты. Соотношение интенсивностей сигналов, соответствующих разным типам кластеров, существенно зависит от изотопного состава, и для образцов, обогащенных дейтерием, смещается в сторону менее ассоциированных форм воды.*

Ключевые слова: дейтерий, изотопный эффект, кластеры воды.

Введение. Изотопные эффекты обусловлены различием в атомных массах изотопов. Они влияют на такие свойства изотопных соединений, как плотность, вязкость, показатель преломления, коэффициент диффузии, удельный заряд ионов и др. [1]. Кроме того, различие масс изотопных атомов вызывает изменение уровней поступательной, вращательной и колебательной энергии молекул при их изотопном заме-

© В.В. Туров, В.В. Гончарук, В.М. Огенко, Т.В. Крупская, М.Д. Цапко, 2015

Saccharomyces cerevisiae by the method of low-temperature ^1H NMR. It has been shown that substitution of deuterium for protium increases the amount of water associated with the nanosilica. Formation of several types of structures of the clusters with different concentrations of acid is typical for solution of $\text{H}(\text{D})_2\text{O} - \text{H}(\text{D})\text{Cl}$. The ratio of the intensities of the signals corresponding to different types of clusters depends greatly on the isotopic structure of the sample. It shifts towards less water associated forms for the samples enriched in deuterium.

Список использованной литературы

- [1] Гончарук В.В. Наука о воде. – К.: Наук. думка, 2010. – 512 с.
- [2] Шишелова Т.И., Корзун Н.Л., Толстой М.Ю. Перспективы и направления в исследовании воды. – М.: Изд-во "Академия естествознания", 2014. – 60 с.
- [3] Ptushinski Yu.G. // Fizika nizkikh temperatur. – 2004. – **30**, N1. – P.3–37.
- [4] Gasser R.P.H., Morton T.N., Overton J.M., Miss A.K. // Surface Sci. – 1971. – **28**, N2. – P. 574–580.
- [5] Мосин О.В. // Биотехнология. – 1996. – № 4. – С. 19–27.
- [6] Лобышев В.Н., Калиниченко Л.П. Изотопные эффекты D_2O в биологических системах. – М.: Наука, 1978. – 412 с.
- [7] Пшеничникова А.Б., Нево А.Н.С., Волкова Е.В., Складнев Д.А., Швец В.И. // Прикл. биохимия и микробиология. – 2004. – **40**, № 1. – С. 24–27.
- [8] Кутешенко В.П. // Молекуляр. биология. – 2001. – **35**, № 1. – С. 90–99.
- [9] Кутышенко В.П., Юркевич Д.И. // Биофизика. – 1999. – № 2. – С. 28.
- [10] Гулько В.М., Туров В.В., Горбик П.П. Вода на межфазной границе. – К.: Наук. думка. 2009. – 694 с.
- [11] Gun'ko V.M., Turov V.V. Nuclear Magnetic Resonance Studies of Interfacial Phenomena. – New York: Taylor & Francis, 2013. – 1076 p.
- [12] Туров В.В., Гулько В.М. Кластеризованная вода и пути ее использования. – К.: Наук. думка, 2011. – 316 с.
- [13] Gun'ko V.M., Turov V.V., Bogatyrev V.M., Zarko V.I., Leboda R., Goncharuk E.V., Novza A.A., Turov A.V., Chuiko A.A. // Adv. Colloid Interface Sci. – 2005. – **118**. – P. 125–172.
- [14] Aksnes D.W., Kimtys L. // Solid State Nuclear Magnetic Resonance. – 2004. – **25**. – P.146–163.
- [15] Petrov O.V., Furo I. // Progr. NMR. – 2009. – **54**. – P. 97–122.

- [16] *Kinney, D.R., Chaung I-S., Maciel G.E.* // J. Amer. Chem Soc. – 1993. – **115**. – P. 6786–6794.
- [17] *Термодинамические свойства индивидуальных веществ* / Под ред. В.П. Глушко. – М.: Наука, 1978. – 495 с.
- [18] *Pople J.A., Schneider W.G., Bernstein H.J.* High-Resolution Nuclear Magnetic Resonance. – New York: McGraw-Hill Book Company, 1959. – 400 p.
- [19] *Turov V.V., Gun'ko V.M., Turova A.A., Morozova L.P., Voronin E.F.* // Colloids and Surface, A. – 2011. – **390**. – P. 48–55.
- [20] *Туров В.В., Гунько В.М., Крупская Т.В., Липковская Н.А., Турова А.А.* // Биофизика. – 2014. – **59**, №3. – С. 492–499.
- [21] *Golubev N.S., Shchepkin D.N., Shenderovich I.G. Shah-Mohammedi P., Limbach H.-H.* Magnetic Resonance and Related Phenomena /In Proc. of the Joint 29 AMPERE. – 13 ISMAR Int. Conf. (Berlin, 02.07.1998). – Berlin, 1998. – Vol. **1**. – P. 174–175.
- [22] *Wiggins P. M., MacClement B.A.E.* // Int. Rev. Cytol. – 1987. – **108**. – P. 249–303.
- [23] *Chaplin M.F.* // Biophys. Chem. –1999. – **83**. – P. 211–221.

Поступила в редакцию 07.07.2015 г.