

## ЖИВЫЕ КЛЕТКИ ОЩУЩАЮТ ЯДЕРНЫЙ СПИН МАГНИТНОГО ИЗОТОПА

В.К. Кольтовер, Л.В. Авдеева, Д.М. Гродзинский<sup>1</sup>, Т.А. Евстюхина<sup>2</sup>, В.Г. Королев<sup>2</sup>, Ю.А. Кутлахмедов<sup>1</sup>

Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, Московская область, Россия,

<sup>1</sup> Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, Киев, Украина,

<sup>2</sup> Петербургский институт ядерной физики РАН, Гатчина, Ленинградская область, Россия

Многие химические элементы имеют магнитные и немагнитные изотопы. Например, из трех стабильных изотопов магния, <sup>24</sup>Mg, <sup>25</sup>Mg и <sup>26</sup>Mg, природное соотношение которых приблизительно 79, 10 и 11%, <sup>25</sup>Mg имеет ядерный спин и, соответственно, создает магнитное поле, тогда как <sup>24</sup>Mg и <sup>26</sup>Mg не имеют ядерного спина и не создают магнитного поля. Возникает вопрос, способна ли живая клетка «чувствовать» магнитное поле атомного ядра? Изучив влияние различных изотопов магния на *Escherichia coli*, мы обнаружили, что клетки, выращенные на магнитном изотопе, <sup>25</sup>Mg, существенно быстрее адаптируются к новой среде, чем клетки, выращенные на немагнитных изотопах. Так, например, способность формировать колонии на твердой питательной среде у клеток, предварительно обогащенных изотопом <sup>25</sup>Mg, оказалась существенно выше, чем у клеток, обогащенных немагнитными изотопами магния [1]. В экспериментах с другой общепринятой микробной моделью, дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*, мы обнаружили, что магнитный <sup>25</sup>Mg, по сравнению с немагнитным <sup>24</sup>Mg, существенно более эффективен в процессах восстановления клеток после облучения коротковолновым УФ светом. Скорость восстановления клеток, обогащенных <sup>25</sup>Mg, по сравнению с клетками, обогащенными немагнитным изотопом, была вдвое выше [2]. При воздействии постоянного магнитного поля в 60 мТ наблюдался двукратный рост скорости восстановления. Имеются основания полагать, что ядерный спин магния-25 оказывает превентивный антиоксидантный эффект – препятствует образованию свободных радикалов в клетках [3]. Таким образом, впервые обнаружены магнитно-изотопные эффекты *in vivo*. Это открывает перспективы создания новых анти-стрессовых препаратов, в том числе радиопротекторов, на основе стабильных магнитных изотопов. [Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты 10-03-01203а и 10-04-90424-Укр\_а].

### LIVING CELLS PERCEIVE THE NUCLEAR SPIN OF THE MAGNETIC ISOTOPE

V.K. Koltover, L.V. Avdeeva, D.M. Grodzinsky<sup>1</sup>, T.A. Evstyukhina<sup>2</sup>, V.G. Korolev<sup>2</sup>, Y.A. Kutlakhmedov<sup>1</sup>

Institute of Problems of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Moscow Region, Russia

<sup>1</sup>INSTITUTE OF CELL BIOLOGY AND GENETIC ENGINEERING, NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE, KYIV, UKRAINE

<sup>2</sup>Saint-Petersburg Institute of Nuclear Physics, Russian Academy of Sciences, Gatchina, Leningrad Region, Russia

E-mail: koltover@icp.ac.ru

Some chemical elements have two kinds of stable isotopes, magnetic and non-magnetic ones. For example, among three stable magnesium isotopes, <sup>24</sup>Mg, <sup>25</sup>Mg and <sup>26</sup>Mg with natural abundance about 79, 10 and 11%, <sup>25</sup>Mg has nuclear spin and, hence, produces the nuclear magnetic field while two other isotopes are spinless and do not produce any magnetic fields. The question arises of whether the living cell can perceive the difference between magnetic and non-magnetic nuclei of the same element? In experiments with *E. coli*, the commonly accepted cell model, we have revealed the differences in quantitative parameters of growth of bacteria on the media supplied with different isotopes of magnesium. The adaptation period of the cells to the liquid media supplied with magnetic <sup>25</sup>Mg was found to be shorter than the adaptation period to the media supplied with nonmagnetic <sup>24</sup>Mg or <sup>26</sup>Mg. On the solid nutrient media, the cells that were previously grown on <sup>25</sup>Mg demonstrate essentially higher viability (determined by counting CFU) than the cells grown on the nonmagnetic isotopes [1]. Furthermore, in experiments with another microbial model, *S. cerevisiae*, we have revealed that the magnetic <sup>25</sup>Mg, by comparison to the nonmagnetic <sup>24</sup>Mg, more effectively stimulates recovery processes in the yeast cells after short-wave UV irradiation. The rate constant of the post-radiation recovery was twice higher for the cells enriched with <sup>25</sup>Mg as compared to the cells enriched with the nonmagnetic isotope [2]. In addition, the twofold growth of the rate constant of the cell recovery was observed on exposure to the external magnetic field, 60 mT. Besides, there is the evidence that the nuclear spin of <sup>25</sup>Mg exerts the preventive antioxidant effect, prophylaxis, against production of active free radicals in living cells. Thus, we have every reason to believe that, with the magnetic isotope, the biopolymer nanoreactors operate not only more effective but more reliable too, in comparison with their operation on the nonmagnetic isotopes [3]. We have uncovered, for the first time, the magnetic isotope effects *in vivo*. This finding opens up the way to the development of novel antistress therapy, including radio-protectors, based on the stable magnetic isotopes. [Supported by RFBR, projects 10-03-01203a and 10-04-90424-Ukr\_a].

### References

1. Koltover V.K., Shevchenko, U.G., Avdeeva, L.V., Royba, E.A., Berdinsky, V.L., Kudryashova, E.A. //Doklady Biochemistry and Biophysics, 2012, v. 442, No. 1-2, pp. 12-14.
2. Grodzinsky, D.M., Evstyukhina, T.A., Koltover, V.K., Korolev, V.G., Kutlakhmedov, Y.A. //Reports Nat. Acad. Sci. Ukraine, 2011, No. 12, pp. 153-157.
3. Koltover, V.K. In: Nanotechnology, Danville (USA), NSTI, 2010, Vol. 3, pp. 475-477.