

Г. Й. Лавренчук<sup>1</sup>, Ю. Б. Шевченко<sup>2</sup>, В. В. Тришин<sup>2</sup>, В. А. Лібман<sup>2</sup>,  
І. В. Козловська<sup>1</sup>, Д. Д. Гапєнко<sup>1</sup>, Я. В. Пшеничний<sup>2</sup>, В. М. Венедиктов<sup>2</sup>, Ю. С. Іванов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України», Київ

<sup>2</sup> Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

<sup>3</sup> Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ

### КОМБІНОВАНИЙ ВПЛИВ ТЕПЛОВИХ НЕЙТРОНІВ, ГАММА-КВАНТІВ, СВІТЛА ЧЕРВОНОГО ДІАПАЗОНУ ТА НЕЙТРОНОЗАХВАТНИХ АГЕНТІВ НА МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ КЛІТИН ЛІНІЇ L<sub>929</sub> *IN VITRO*

Досліджено комбінований вплив нейтронного, гамма- та світлового (червоного діапазону) опромінення на морфофункціональні зміни в культурі клітин. Виявлено, що в присутності нейтронозахватних агентів із фотосенсибілізуючими властивостями з молекулярною і наноструктурою спільне нейтронне та світлове опромінення викликало до 93 % загибелі проліферуючих клітин *in vitro*.

*Ключові слова:* культура проліферуючих клітин, теплові нейтрони, світло червоного діапазону, виживання, апоптоз.

Г. И. Лавренчук<sup>1</sup>, Ю. Б. Шевченко<sup>2</sup>, В. В. Тришин<sup>2</sup>, В. А. Либман<sup>2</sup>,  
И. В. Козловская<sup>1</sup>, Д. Д. Гапєнко<sup>1</sup>, Я. В. Пшеничний<sup>2</sup>, В. М. Венедиктов<sup>2</sup>, Ю. С. Иванов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ГУ «Национальный научный центр радиационной медицины НАМН Украины», Киев

<sup>2</sup> Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев

<sup>3</sup> Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев

### КОМБИНИРОВАННОЕ ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ, ГАММА-КВАНТОВ, СВЕТА КРАСНОГО ДИАПАЗОНА И НЕЙТРОНОЗАХВАТНЫХ АГЕНТОВ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЛЕТОК ЛИНИИ L<sub>929</sub> *IN VITRO*

Исследовали комбинированное воздействие нейтронного, гамма-облучения и света красного диапазона на морфофункциональные изменения клеток в культуре. Обнаружено, что в присутствии нейтронозахватных агентов с фотосенсибилизирующими свойствами с молекулярной и наноструктурой совместное нейтронное и световое облучение вызывало до 93 % гибели пролиферирующих клеток *in vitro*.

*Ключевые слова:* культура пролиферирующих клеток, тепловые нейтроны, свет красного диапазона, выживаемость, апоптоз.

Н. Ю. Lavrenchuk<sup>1</sup>, Yu. B. Shevchenko<sup>2</sup>, V. V. Tryshyn<sup>2</sup>, V. A. Libman<sup>2</sup>,  
I. V. Kozlovska<sup>1</sup>, D. D. Gapeenko<sup>1</sup>, Ya. V. Pshenychnyi<sup>1</sup>, V. M. Venedyktov<sup>2</sup>, Yu. S. Ivanov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> SI "National Research Center for Radiation Medicine of NAMS of Ukraine", Kyiv

<sup>2</sup> Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

<sup>3</sup> Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

### COMBINED EFFECTS OF THERMAL NEUTRONS, GAMMA RAYS, RED BAND LIGHT AND NEUTRON CAPTURE AGENTS TO THE MORPHOLOGICAL INDICATORS OF CELLS LINE L<sub>929</sub> *IN VITRO*

Combined effect of neutron, gamma and light (red band) irradiation to morphological changes in the cell culture was investigated. It was found that in the presence of photosensitizing agents with neutron capture properties with molecular structure and also magnetically driven nano-complexes of both combined neutrons and red light causes around 93 % cell death of proliferating cells *in vitro*.

*Keywords:* culture proliferating cells, thermal neutrons, the red light range, survival, apoptosis.

#### REFERENCES

1. Kuplennikov E.L., Dovbnaya A.N., Telegin Yu.N. et al. Neutron beam therapy: review. - Kharkov: KIPT, 2011. - 31 p. (Rus)
2. Navruzov S.N. Kakhkhorov Zh.N., Khodzhaeva N.Kh. // Archives of clinical and experimental medicine. - 2014. - Vol. 23, No. 1. - P. 20 - 22. (Rus)
3. Borisov G.I. // Fizika elementarnykh chastits i atomnogo yadra. - 2011. - No. 5. - P. 1371 - 1479. (Rus)
4. Salt C., Lennox A.J., Takagaki M. et al. Boron and gadolinium neutron capture therapy // Russian Chemical Bulletin. - 2004. - Vol. 53, Iss. 9. - P. 1871 - 1888.

5. *Baranov A.P., Koryakin S.N., Ul'yanenko S.E. et al.* // Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal. - 2007. - Vol. 6, No. 1. - P. 80. (Rus)
6. *Gamaleya N.F., Kutsenok V.V.* // Doctor. - 2003. - Vol. 4. - P. 28 - 31. (Rus)
7. *Moskvin S.V., Buylin V.A.* Basics of laser therapy. - Tver: Triada, 2006. - 256 p.
8. *Tsyb A.F., Kaplan M.A.* // Rossiyskie meditsinskie vesti. - 2002. - No. 3. - P. 19 - 24. (Rus)
9. *Olyushin V.E., Komfort A.V., Ulitin A.Yu.* // Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal. - 2007. - Vol. 6, No. 1. - P. 23. (Rus)
10. *Nikitina R.G., Mardynskaya V.P., Morozova T.G. et al.* // Byulleten' eksperimental'noj biologii i meditsiny. - 2009. - Vol. 148, No. 8. - P. 209 - 212. (Rus)
11. *Evstigneeva R.P., Zaitsev A.V., Luzgina V.N. et al.* Carboranylporphyrins for boron neutron capture therapy of cancer // Current Medicinal Chemistry - Anticancer Agents. - 2003. - No. 3. - P. 383 - 392.
12. *Ol'shevskaya V.A., Zaitsev A.V., Luzgina V.N. et al.* Novel boron containing derivatives of 5,10,15,20-tetraphenylporphyrin: synthesis and toxicity for drug-resistant tumor cells // Bioorganic and Medicinal Chemistry. - 2006. - Vol. 14, No. 1. - P. 109 - 120.
13. *Lisovskij M.V., Zhdanov A.P., Zhizhin K.Yu., Kuznetsov N.T.* // Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal. - 2007. - Vol. 6, No. 1. - P. 48. (Rus)
14. *Kaplan M.A., Nikitina R.G., Ol'shevskaya V.A. et al.* // Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal. - 2007. - Vol. 6, No. 1. - P. 16. (Rus)
15. *Kul'velis Yu.V., Trunov V.A., Lebedev V.T. et al.* // Poverkhnost'. Rentgenovskie, sinkhrotronnye i nejtronnye issledovaniya. - 2009. - No. 5. - P. 55 - 62. (Rus)
16. *Ol'shevskaya V.A., Zaitsev A.V., Kononova E.G. et al.* // Doklady akademii nauk. - 2007. - Vol. 414, No. 2. - P. 199 - 203. (Rus)
17. *Kul'velis, Yu.V., Trunov V.A., Lebedev V.T. et al.* // Fizika tverdogo tela. - 2010. - Vol. 52, Iss. 5. - P. 974 - 978. (Rus)
18. *Knyazev A.V., Bulanov E.N., Alejnik D.Ya. et al.* // Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobchevskogo. - 2012. - No. 5 (1). - P. 88 - 94. (Rus)
19. *Kulakov V.N., Shimanovskij N.L., Panov V.O. et al.* // Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal. - 2010. - Vol. 9, No. 3. - P. 15 - 16. (Rus)
20. *Klassen N.V., Kedrov V.V., Kobelev N.P. et al.* // Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal. - 2007. - Vol. 6, No. 1. - P. 75. (Rus)
21. *L-929 (NCTC-clone 929, Clone of strain L) (Connective tissue, mouse) (21 December 2009).* - URL: <http://www.viomed.com/services/product/1929.htm>
22. *Research of apoptosis in radiation immunology: guidance / SI "Scientific Center for Radiation Medicine, Academy of Medical Sciences of Ukraine".* - Kyiv, 2010. - 27 p. (Ukr)
23. *Lapach S.N., Chubenko A.V., Babich P.N.* Statistical methods in biomedical research using Excel. - 2nd ed. - Kyiv: MORION, 2001. - 408 p. (Rus)
24. *Lavrenchuk H.Yo.* Survival and proliferative activity of L-cells exposure to neutrons of different energy // J. Toxicol. Abstr. - 1987. - Vol. 10, No. 2. - P. 5 - 6.

Надійшла 18.03.2016  
Received 18.03.2016