

# STUDY OF BIOLOGICAL MOLECULES INTERACTIONS WITH CARBONACEOUS MATERIALS: A SEIRA STUDY

Yaroslav Shtogun<sup>a\*</sup>, O.P. Repnyzka<sup>b</sup>, Galina Dovbeshko<sup>b</sup>, Elena Obratsova<sup>c</sup>

<sup>a</sup>–Department of Radiophysic of National Taras Shevchenko University,  
64 Volodymyrska Str., Kyiv-01033 Ukraine.

<sup>b</sup>–Institute of Physics of National Academy of Sciences of Ukraine,  
Prospect Nauki 46, Kiev-03039, Ukraine

<sup>c</sup> – P.N.Lebedev Physics Institute, Russian Academy of Sciences,  
53 Leninsky pr., Moscow-117924, Russian,.

## Introduction

The interaction of biological molecules with carbon-like materials is important for application and fundamental knowledge. We studied the interaction between DNA and single-walled carbon nanotubes (SWCNT) and graphite. The nature of such interactions is not yet clear [1]. For study we used the effect of surface enhanced infra-red absorption (SEIRA) of biological molecules on gold substrate [2].

## Results and Discussion

In the experiment we used the SWCNT with diameters of 1.26-1.65 nm and ultra-dispersed graphite. We obtained changes in vibration modes of DNA [3,4] that can be an evidence of interaction the DNA with SWCNT. The changes in marker bands of DNA indicate the strong DNA interaction with SWCNT in comparison with DNA interaction with graphite. The SWCNT influences the DNA structure more strongly than graphite. Only small changes in frequency position and intensity of some marker DNA bands have been observed in DNA-graphite.

Some transformation of H-bonds in the region of OH-, NH- and CH-vibrations was observed. That is shown in the strengthening of absorption in the 3800–2400  $\text{cm}^{-1}$  range. Relative intensity of base vibrations is increased in a spectrum of DNA-SWCNT in comparison with reference DNA. Shoulder of the base band is increased in the region 1700 and at 1608  $\text{cm}^{-1}$  in a spectrum of DNA-SWCNT. The stretching asymmetrical phosphate band shifts in low-frequency range (from 1234 (A-form) to 1226  $\text{cm}^{-1}$  (B-form)). The ratio of the intensity of phosphate symmetrical band to the intensity of phosphate asymmetrical band decreased in 2 times in DNA-SWCNT. An increase of the vibrations in the sugar

region (900-750  $\text{cm}^{-1}$ ) and shift of sugar vibration at 830  $\text{cm}^{-1}$  (reference DNA) to 827  $\text{cm}^{-1}$  is an evidence of the changes in conformations of sugar and bases in DNA under SWCNT interaction. The shoulder of phosphate symmetrical band at 1100  $\text{cm}^{-1}$  has been found in DNA-SWCNT. This shoulder was absent for reference DNA.

## Conclusions

We could suppose that SWCNT induce B form in some fragments of DNA sugar-phosphate backbone that shows preferentially A-form on gold substrate. It could be in agreement with model of DNA wrapped around nanotubes [1].

The experimental aspects of protein interaction with carbon nanotubes and graphite were discussed also.

## References

- [1] Guo, Z., Sadler, P. J. and Tsang, S. C., Immobilization and visualization of DNA and proteins on carbon nanotubes. *Adv. Mater.* 10, 701 1998.
- [2] G.I. Dovbeshko, V.I. Chegel, N.Y. Gridina, O.P. Repnytska, Y.M. Shirshov, V.P. Tryndiak, I.M. Todor, Surface enhanced infrared absorption of nucleic acids on gold substrate, *Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics*, 2001. V.4, №3. pp.202-206.
- [3] Schrader B. *Infrared and Raman Spectroscopy. Methods and Applications.* Weinheim, New York-Basel-Cambridge-Tokio, 1995. pp.765
- [4] Liquier J., Akhebat A., Taillandier E., Ceolin F., Huynh Dinh T., Igolen J. Characterization by FTIR spectroscopy of the oligoribonucleotide duplexes r (A-U)<sub>6</sub> and r (A-U)<sub>8</sub>. *Spectrochimica Acta A.* 1991. Vol. 47, pp.177–186.

\* \*\*Fax: 38 (044) 265 15 89 E-mail: [slava\\_ua@univ.kiev.ua](mailto:slava_ua@univ.kiev.ua)

# ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ С УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ: ДАННЫЕ SEIRA

**Штогун Я.<sup>a\*</sup>, Репницкая Е.<sup>b</sup>, Довбешко Г.<sup>b</sup>, Образцова Е.<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>–Радиофизический факультет, Национальный университет имени Тараса Шевченко, ул. Владимирская 64, Киев-01033, Украина.

<sup>b</sup>–Институт Физики Национальной Академии Наук Украины, пр. Науки 46, Киев-03039, Украина

<sup>c</sup> – Институт Физики имени П.Н. Лебедева Российской Академии Наук, Ленинский пр. 53, Москва-117924, Россия.

## Введение

Взаимодействие биологических молекул с углеродсодержащими материалами важно как для прикладной, так и для фундаментальной науки. Мы изучили взаимодействие молекул ДНК с одностенными углеродными нанотрубками (НТ) и графитом. Природа такого взаимодействия еще неизвестна [1]. Для изучения мы использовали эффект усиления металлической поверхностью инфракрасного излучения (SEIRA) биологических молекул на золотой подложке [2].

## Результаты и обсуждение

В нашем эксперименте мы использовали НТ с диаметром 1.26-1.65 нм и ультрадисперсный порошок графита. Было получено изменение в колебательных модах ДНК молекул [3,4], что может свидетельствовать о взаимодействии ДНК с НТ. Изменение маркерных мод ДНК указывает на сильное взаимодействие ДНК с НТ по сравнению с взаимодействием ДНК с графитом. НТ влияют на структуру ДНК сильнее, чем графит. Наблюдаются малые изменения в положении колебательных мод ДНК и интенсивности в спектре ДНК-графит.

Наблюдаются некоторые изменения Н-связей в области ОН-, NH- и СН-колебаний (область 3800-2400  $\text{см}^{-1}$ ). Мы получили возрастание относительной интенсивности колебаний оснований в спектре ДНК-НТ, а также увеличение плеча в области 1700  $\text{см}^{-1}$  и 1608  $\text{см}^{-1}$  по сравнению со спектром контрольной ДНК. Положение асимметрического фосфата смещается в низкочастотную область (с 1234 (А-форма) к 1226 (В-форма)). Соотношение интенсивности между симметричным и асимметричным фосфатом возрастает в 2 раза в спектре ДНК-

НТ. Возрастание интенсивности колебательных мод сахаров (область 900-750  $\text{см}^{-1}$ ) и смещение моды 830  $\text{см}^{-1}$  (контрольная ДНК) до 827  $\text{см}^{-1}$  соответствуют изменениям в конформации сахаров и оснований в ДНК при взаимодействии с НТ. В спектре ДНК-НТ наблюдается плечо симметрического фосфата при 1100  $\text{см}^{-1}$ , которое отсутствует в спектре контрольной ДНК.

## Выводы

Мы предполагаем, что действие НТ навязывает В форму на некоторых фрагментах ДНК, которая находится в А форме на золотой подложке. Это хорошо согласуется с моделью, что ДНК молекула обворачивается вокруг НТ [1].

Экспериментальные данные по взаимодействию белков с НТ и графитом также обсуждаются.

## Литература

- [1] Guo, Z., Sadler, P. J. and Tsang, S. C., Immobilization and visualization of DNA and proteins on carbon nanotubes. *Adv. Mater.* 10, 701 1998.
- [2] G.I. Dovbeshko, V.I. Chegel, N.Y. Gridina, O.P. Repnytska, Y.M. Shirshov, V.P. Tryndiak, I.M. Todor, Surface enhanced infrared absorption of nucleic acids on gold substrate, *Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics*, 2001. V.4, №3. pp.202-206.
- [3] Schrader B. *Infrared and Raman Spectroscopy. Methods and Applications.* Weinheim, New York-Basel-Cambridge-Tokio, 1995. pp.765
- [4] Liquier J., Akhebat A., Taillandier E., Ceolin F., Huynh Dinh T., Igolen J. Characterization by FTIR spectroscopy of the oligoribonucleotide duplexes r (A-U)6 and r (A-U)8. *Spectrochimica Acta A.* 1991. Vol. 47, pp.177–186.

\* \*Fax: 38 (044) 265 15 89 E-mail: [slava\\_ua@univ.kiev.ua](mailto:slava_ua@univ.kiev.ua)