

УДК 577.346:535.34
ББК 22.374.7

**ВЛИЯНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ
НА КОЛЕБАНИЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП
ТРОСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО**

Умаров Насимджон Негматович - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики ГОУ “ХГУ имени академика Бободжона Гафурова”, e-mail: nasimchon-74@mail.ru.

**ТАЪСИРИ РАДИОНУКЛИДҲО БА
ЛАППИШИ ГУРУҲҲОИ
ФУНКЦИОНАЛИИ ҚАМИШИ ОДДӢ**

Умаров Насимҷон Негматович - номзади илмҳои физикаю математика, дотсенти кафедраи физикаи назариявӣ МДТ-и “ДДХ ба номи академик Бобоҷон Гафуров”, e-mail: nasimchon-74@mail.ru.

**INFLUENCE OF RADIONUCLIDS
OVER VACIELATION OF
FUNCTIONAL GROUPS OF USUAL
REED**

Umarov Nasimjon Negmatovich - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Theoretical Physics of the PEI “KSU named after academic Bobojon Gafurov”, e-mail: nasimchon-74@mail.ru.

Ключевые слова: инфракрасные спектры, межмолекулярное взаимодействие, радионуклиды, тростник обыкновенный, вода.

Методом инфракрасной спектроскопии исследовано влияние радионуклидов на молекулярную динамику функциональных групп тростника обыкновенного. Установлено, что радионуклиды влияют на колебания функциональных групп составных частей тростника. Показано, что по мере роста концентрации радионуклидов в составе стебля тростника уменьшаются межмолекулярные взаимодействия гидроксильных групп, о чём свидетельствует смещение максимума полос поглощения в низкочастотную область спектра до 30 см^{-1} . Также радионуклиды изменяют интегральную интенсивность от 10 до 25 %, что, очевидно, связано со сдвигом электронной плотности и электроотрицательности атомов участвующих в межмолекулярном взаимодействии гидроксильных, метильно-метиленовых и карбонильных групп.

Вожаҳои калидӣ: спектрҳои инфрасурх, боҳамтаъсири байнимолекулавӣ, радионуклидҳо, қамиши оддӣ, об.

Бо усули спектроскопияи инфрасурх таъсири радионуклидҳо ба динамикаи молекулави гуруҳҳои функционали қамишҳои оддӣ омӯхта шудааст. Муайян карда шудааст, ки радионуклидҳо ба тағйирёбии гуруҳҳои функционали қисмҳои таркибии қамиш таъсир мерасонанд. Нишон дода шудааст, ки бо афзоиши консентратсияи радионуклидҳо дар пояи қамиш, таъсири мутақобилаи байни молекулави гуруҳҳои ҳидроксилӣ коҳиш меёбад, ки ин аз гузариши максимумҳои фурӯбурд ба минтақаи хурди басомад то 30 см^{-1} шаҳодат медиҳад. Инчунин, радионуклидҳо интенсивнокии интегралро аз 10 то 25% тағйир медиҳанд, ки ин баръало бо тағйирёбии зичии электронҳо ва электроманфиати атомҳо, ки дар боҳамтаъсири байнимолекулави гуруҳҳои ҳидроксилӣ, метилию метилени ва карбонилӣ иштирок мекунад, вобаста аст.

Key words: infrared specters, intermolecular interaction, radionuclides, usual reed, water.

The influence of radionuclides over molecular dynamics of functional groups of usual reed is researched by the method of infrared spectroscopy. It is identified that radionuclids influence the vacillations of functional groups included into compositional parts of reed. It is shown that as far as concentration of radionuclids in the composition of a reed stem grows, intermolecular interaction of hydroxyl groups diminish; the shift of the maximum of absorbtion stripes in low-frequentual area of a spectre up to 30 cm^{-1} testifying to it. Radionuclids change into the bargain integral intensity in the range of 10 % - 25 %, the fact seems to be associated with a shift of electronic density and negative electricity of atoms participating in intermolecular interaction of hydroxyl, methyl-methylene and carbonile groups.

Общеизвестно, что в природе имеются биохимические и физические загрязнители воды. Среди физических загрязнителей весьма опасно содержание в составе воды радиоактивных веществ, вызывающих техногенное загрязнение. Одними из вредных радиоактивных элементов в воде являются торий, уран, цезий и другие [1 - 3].

По литературным данным изучение физико-химических форм радионуклидов в почве, воде и их перехода на растения через корневище позволяет оценить распределение и миграционную способность радиоактивных веществ в экосистеме [3-7]. В работах [8-12] показано, что внешнее воздействие радиационного фона места произрастания влияет на колебание и вращательную подвижность функциональных групп макромолекул растительного происхождения. Влияние внутреннего облучения (радионуклиды) на колебания функциональных групп систематически не изучено. В связи с этим, важным объектом исследований являются растения, подвергающиеся радиационным воздействиям, которые активно участвуют в биохимическом круговороте радионуклидов.

В настоящей работе исследовано влияние радионуклидов на колебание функциональных групп макромолекул стеблей и листьев тростника обыкновенного (лат. *Phragmites communis*).

Для выяснения влияния радионуклидов на колебания функциональных групп составных частей тростника проведён ИК-спектроскопический анализ. ИК-спектры записывались на спектрометре SPECORD-75 IR согласно установленной методике [5, 6, 8-12].

Оределение содержания радионуклидов в составе воды проводилось гамма-спектрометрическим методом (гамма-бетта спектрометром Атомтех) [3, 4, 7].

В качестве объекта исследования выбраны стебель и листья тростника, непосредственно растущего около источника шахтных вод с подножий Моголтау, Худжанд (в дальнейшем МТ) и возле притока сая Далёни Боло-Ганчи (в дальнейшем ДБ).

Таблица 1

Радионуклиды Th-232 и U-238 в водных источниках

| | Место отбора проб воды | Радионуклиды, нгр/мл | |
|----|------------------------|----------------------|--------|
| | | Th-232 | U-238 |
| 1. | МТ – Моголтау, Худжанд | 0,042 | 1916,3 |
| 2. | ДБ – Далёни Боло-Ганчи | - | 26.2 |

В табл. 1 приведены радионуклиды Th-232 и U-238 в составе воды около источника шахтных вод с подножий Моголтау (МТ), Худжанд и возле притока сая Далёни Боло, Ганчи (ДБ). Из таблицы видно, что в составе воды из МТ содержится огромное количество радионуклидов U-238, которое превышает ПДК в 40 раз [13]. Растения тростника обыкновенного отобрали около этих водных источников.

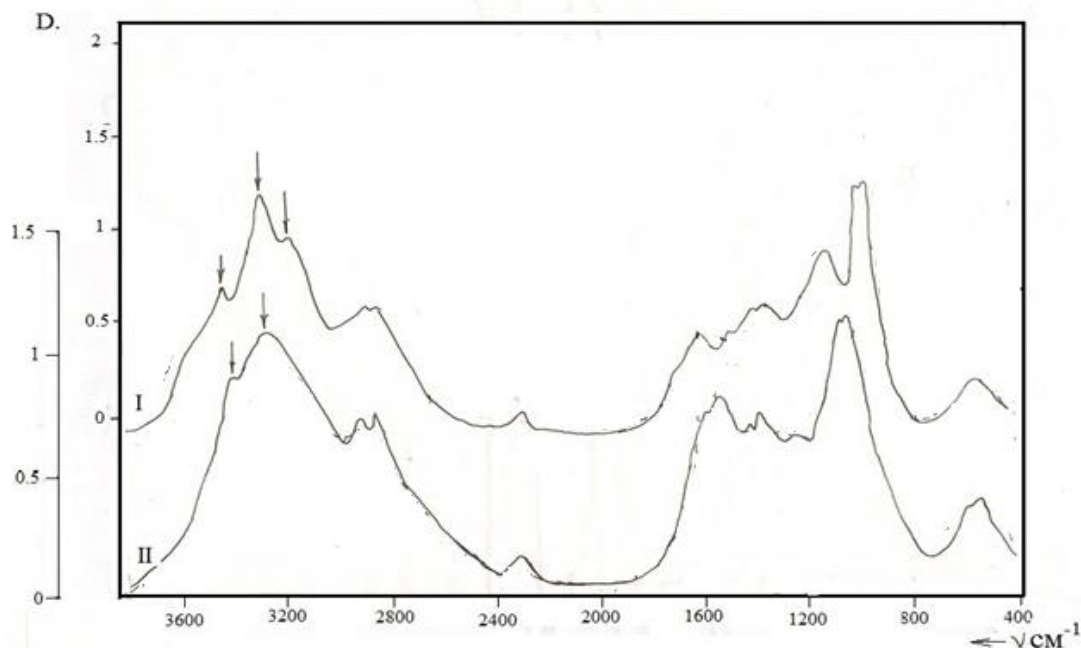


Рис. 1. ИК-спектры тростника около источника шахтных вод с подножий Моголтау, стебель-I, листья-II

На рис. 1 приведены ИК-спектры поглощения стебля тростника с МТ. Как видно из рисунка (спектр I), в области валентных колебаний гидроксильных групп появляются полосы поглощения при частотах 3430, 3260 и 3170 см^{-1} . Частота при 3430 см^{-1} соответствует валентным колебаниям свободной NH-группы, а полосы при 3260 и 3170 см^{-1} соответствуют валентным колебаниям сильных межмолекулярных и внутримолекулярных связей гидроксильных групп [10-12, 14]. В области валентных колебаний метильных и метиленовых групп имеются полосы поглощения с незначительной интенсивностью при 2880 и 2840 см^{-1} .

В области частот от 1800–400 см^{-1} в образцах стеблей из МТ появляются ряд полос, соответствующих валентным и деформационным колебаниям C–O–H, CH, OH и других групп при частотах 1680, 1590, 1480, 1340, 1000 и 520 см^{-1} .

В спектрах листьев в области 3200–3800 (рис. 1 (спектр II)) наблюдается появление двух полос при частотах 3380 и 3240 см^{-1} , соответствующих валентным колебаниям меж- и внутримолекулярных связей OH и NH-групп. В области колебаний метильных и метиленовых групп наблюдаются полосы поглощения при частотах 2890 и 2840 см^{-1} . В области 1800–400 см^{-1} появляются полосы поглощения при следующих частотах 1680, 1570, 1560, 1390, 1350, 1040, 1000 и 520 см^{-1} , которые соответствуют валентным колебаниям C=O, C=C и деформационным колебаниям C–O–H.

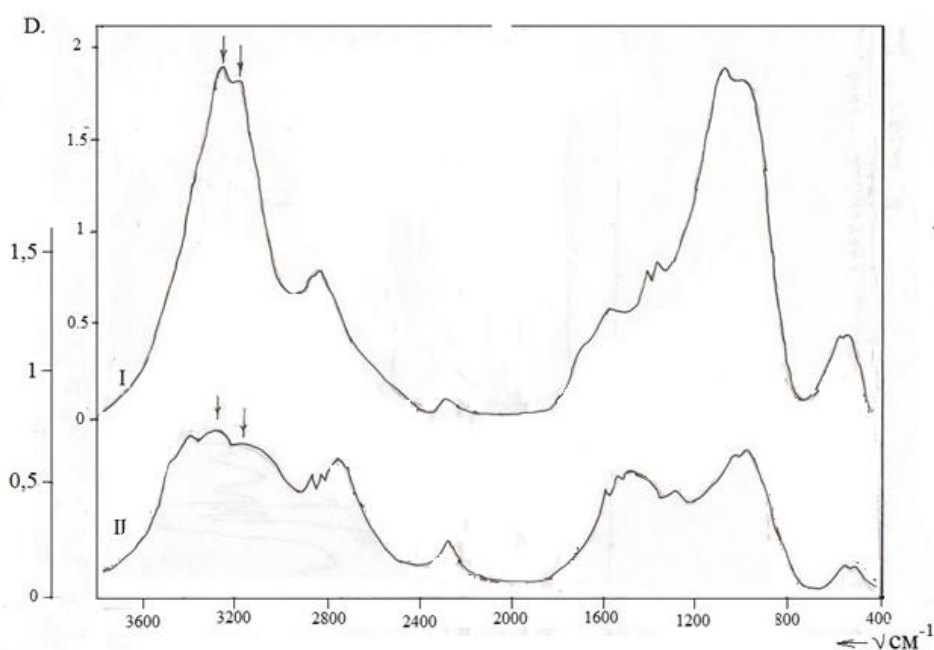


Рис.2. ИК-спектры тростника около сая Далёни Боло, Ганчи; стебель-I, листья-II

На рис.2 приведены инфракрасные спектры тростника обыкновенного из ДБ. Из рисунка видно, что в области 3200–3800 см^{-1} в составных частях растений появляется ряд полос поглощения; для стеблей при частотах 3200, 3300 см^{-1} , а для листьев при 3200, 3320 и 3420 см^{-1} .

Для стебля тростника в области 1800–400 см^{-1} , валентных и деформационных колебаний C–O–H, CH и OH групп появляются полосы поглощения при частотах 1600, 1560, 1520, 1350, 1340, 1280, 1030, 990 и 550 см^{-1} (спектр I). А для листьев в этой области имеет место появление полос поглощения при частотах 1600, 1550, 1450, 1320, 1260, 950 и 520 см^{-1} (спектр II).

Все эти полосы (ДБ), в отличие от спектра тростника из МТ в зависимости от составных частей относительно друг друга смещены в диапазоне от 10 до 60 см^{-1} , а также отличаются по интенсивности в максимумах полос поглощения. Очевидно, радионуклиды влияют на спектральные характеристики и межмолекулярные взаимодействия функциональных групп макромолекул растений. Это можно объяснить сдвигами электронной плотности атомов с процессом электроотрицательности и других физико-химических процессов в составе макромолекул растений [14].

В табл. 2 приведены спектральные характеристики составных частей тростника от места произрастания. Из таблицы видно, что спектральные параметры составных частей тростника в зависимости от места произрастания изменяются. Для образцов стеблей, произрастающих в МТ, спектральные параметры уменьшаются относительно образцов, произрастающих в ДБ, а для листьев, наоборот, увеличиваются, что очевидно, связано с взаимодействием функциональных групп составных частей растений с радионуклидом.

Таблица 2.

Спектральные характеристики составных частей тростника от места произрастания

| | Место отбора растений | $\nu_{\text{макс.}}$, см ⁻¹ | D | $K_{\text{макс.}}$ | $\Delta\nu \frac{1}{2}$, см ⁻¹ | Интег. интен. |
|--------|-----------------------|---|------|--------------------|--|---------------|
| Стебли | МТ | 3170 | 1,80 | 3,06 | 570 | 2896 |
| | ДБ | 3200 | 1,82 | 3,08 | 580 | 3194 |
| Листья | МТ | 3240 | 1,13 | 1,92 | 580 | 3176 |
| | ДБ | 3200 | 0,63 | 1,06 | 580 | 2476 |

Примечание к таблице: МТ – Моголтау, ДБ – Далёни Боло, $\nu_{\text{макс.}}$ – частота полос поглощения в максимуме, D – оптическая плотность, $\Delta\nu \frac{1}{2}$ – полуширина полос поглощения, $K_{\text{макс.}}$ – коэффициент максимального поглощения, Интег. интен. – интегральная интенсивность.

Таким образом, на основе экспериментальных результатов можно заключить, что изменение межмолекулярных взаимодействий, полуширины полос поглощения и другие спектральные характеристики, вероятно, зависят от изменения некоторых физических процессов, таких как ионизация и электроотрицательность атомов в составе функциональных групп составных частей тростника. Радионуклиды интенсивно переходят из воды через корневище растений на стебли и листья, что изменяет все спектральные параметры в ИК-спектрах. Установлено, что радионуклиды влияют на межмолекулярное взаимодействие гидроксильных групп, о чём свидетельствует смещения максимумов полос поглощения 30 см⁻¹ и изменение интегральной интенсивности от 10 до 25 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузин А.И. Стимулирующие действие ионизирующего излучения на биологические процессы. Москва: Атомиздат, 1977. – 183 с.
2. Гродзинский Д.М. Радиобиология растений. Киев, Наукова думка, 1989. – 384 с.
3. Мельник Н.А. Радиационный мониторинг естественных радионуклидов в северных широтах. Север-2003: проблемы и решения. Апатиты, Изд-во КНЦ РАН, 2004. – С. 77–89.
4. Мельник Н.А., Кизеев А.Н. Радиоэкологические исследования хвойных пород деревьев. Вестник МГТУ, 2006. – Т. 9. – №3. – С. 429–433.
5. Ильяшенко Н.В., Дементьева С.М., Хижняк С.Д., Пахомов П.М., Ильяшенко В.Д. Использование метода Фурье – ИК спектроскопии для изучения изменений химического состава *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. под действием антропогенных факторов. Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология, 2009. – Вып. 13. – С. 211–220.
6. Умаров Н.Н. Исследования влияния радионуклидов на молекулярную динамику функциональных групп каперсы колючего // Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Москва. –2020. – С. 14–17.
7. Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс». ГП «ВНИИФТРИ». 1996. – 41с.
8. Умаров Н.Н. Влияние тяжелых металлов на колебательную динамику функциональных групп каперсы колючей. Учёные записки, серия естественные и экономические науки. Худжанд, 2020. – № 3 (54). – С. 21–25.
9. Юсупов И.Х., Умаров Н.Н., Марупов Р. ЭПР-спектроскопических свойств листьев репейника (*Arctium tomentosum* Mill.) в зависимости от радиационного фона местности. ДАН РТ, 2015. – Т. 58. – № 9. – С. 813-818.
10. Умаров Н.Н., Шукуров Т., Юсупов И.Х., Марупов Р. Исследования влияния дозы радиационного фона на спектральные характеристики лекарственного донника (*Melilotus officinalis* L.) методом ИК- и ЭПР- спектроскопии. Учёные записки, серия естественные и экономические науки. Худжанд, 2016. – № 4 (39). – С. 52–60.
11. Умаров Н.Н. Шукуров Т., Абдуллаев С. Ф. Влияние пестицидов на содержание тяжёлых металлов и молекулярную динамику растительных природных соединений. Экосистемы. ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского» г. Симферополь, 2020. – № 24. – С. 152–157.
12. Умаров Н.Н., Абдуманов А., Шукуров Т., Абдуллаев С.Ф. Влияние содержание тяжёлых металлов на молекулярную динамику функциональных групп структуры хвойных деревьев. Экосистемы. ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского» г. Симферополь, 2021. – № 26. – С. 79–83.

13. Муртазаев Х., Рахматов М.Н., Ходжибаев А.К. Радионуклиды в сухофруктах и в водных объектах Северного Таджикистана. Материалы VII- международной конференции «Современные проблемы физики» Душанбе, 2020. – С. 280–283.
14. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. Москва: Мир. – 1965. – 289 с.

REFERENCES

1. Kuzin A.I. Stimulating effect of ionizing radiation on biological processes. Moscow: Atomizdat, 1977. – 183 p.
2. Grodzinsky D.M. Plant radiobiology. Kiev, Naukova Dumka, 1989. – 384 p.
3. Melnik N.A. Radiation monitoring of natural radionuclides in northern latitudes. North-2003: problems and solutions. Apatity, KSC RAS, Publishing House, 2004. – P. 77–89.
4. Melnik N.A., Kizeev A.N. Radioecological studies of coniferous trees. Vestnik MSTU, 2006. – Т. 9. – №. 3. – P. 429–433.
5. Ilyashenko N.V., Dementyeva S.M., Khizhnyak S.D., Pakhomov P.M., Ilyashenko V.D. Using the Fourier method - IR spectroscopy to study changes in the chemical composition of *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. under the influence of anthropogenic factors. TvSU Bulletin. Series Biology and Ecology, 2009. – Vol. 13. – P. 211–220.
6. Umarov N.N. Investigations of the influence of radionuclides on the molecular dynamics of functional groups of prickly capers // Collection of articles of the International scientific and practical conference. – Moscow. – 2020. – P. 14–17.
7. Methods for measuring the activity of radionuclides in counting samples on a scintillation gamma spectrometer using the Progress software. SE "VNIIFTRI". 1996. – 41 p.
8. Umarov N.N. The influence of heavy metals on the vibrational dynamics of the functional groups of barbed capers. Scientific notes, a series of natural and economic sciences. Khujand, 2020. – No. 3 (54). – P. 21–25.
9. Yusupov I.Kh., Umarov NN, Marupov R. EPR-spectroscopic properties of burdock leaves (*Arctium tomentosum* Mill.), Depending on the radiation background of the area. DAN RT, 2015. – Т. 58. – №. 9. – P. 813–818.
10. Umarov N.N., Shukurov T., Yusupov I.Kh., Marupov R. Investigations of the effect of radiation background dose on the spectral characteristics of medicinal sweet clover (*Melilotus officinalis* L.) by IR and EPR spectroscopy. Scientific notes, a series of natural and economic sciences. Khujand, 2016. – №. 4 (39). – P. 52–60.
11. Umarov N.N. Shukurov T., Abdullaev S. F. The effect of pesticides on the content of heavy metals and the molecular dynamics of natural plant compounds. Ecosystems. FGAOU VO "KFU named after V.I. Vernadsky", Simferopol, 2020. – №. 24. – P. 152–157.
12. Umarov N.N., Abdumanonov A., Shukurov T., Abdullaev S.F. Influence of the content of heavy metals on the molecular dynamics of functional groups of the structure of coniferous trees. Ecosystems. FGAOU VO "KFU named after V.I. Vernadsky", Simferopol, 2021. – №. 26. – P. 79–83.
13. Murtazaev Kh., Rakhmatov M.N., Khodzhibaev A.K. Radionuclides in dried fruits and water bodies of Northern Tajikistan. Materials of the VII-international conference "Modern problems of physics" Dushanbe, 2020. – P. 280–283.
14. Nakanishi K. Infrared spectra and structure of organic compounds. Moscow: Mir. – 1965. – 289 p.