



*Physics is an Ever Young Science, Varna, October, 27 – 29, 2017*  
*Физиката – вечно млада наука, Варна, 27 – 29 октомври 2017 г.*

## СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА СЪДЪРЖАЩИТЕ СЕ ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ В НЕВЕН И ЛАЙКА

<sup>1</sup>Сияна Димова, <sup>1</sup>Цветелина Стефанова, <sup>1</sup>Йорданка Енева,  
<sup>2</sup>Нина Архангелова

<sup>1</sup>Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна  
<sup>2</sup>Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“

**Резюме.** В статията са представени резултати, получени за съдържанието на радионуклиди в цветовете на лечебните растения невен (*Calendula officinalis* L.) и лайка (*Matricaria chamomilla* L.), както и за почва, взета в близост до кореновата им система. Цветове от растенията са събрани през месеците юни и юли на 2016 г. от района на село Ягнило, област Варна. На почистените от примеси, изсушени и смлени до фин прах проби е проведен гама-спектрометричен анализ. За целта е използвана нискофонова гама-спектрометрична установка, представена от Ge(Li) детектор с пасивна защита. Гама-спектрите, събирани в продължение на 86 400 s., са обработени, използвайки специализиран софтуер за гама-спектри – ANGES. Изчислени са специфичната активност на откритите естествени радионуклиди и факторът на трансфер от почвата към растението. Направен е сравнителен анализ на съдържанието на радионуклиди в двете растения и почвите. Той показва качествено и количествено сходство

по отношение на откритите радионуклиди –  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  и  $^{40}\text{Ka}$  в лайка и почва, взета от кореновата ѝ система, и  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ;  $^{214}\text{Bi}$ ;  $^{228}\text{Ac}$ ;  $^{210}\text{Tl}$  и  $^{40}\text{Ka}$  за невен и съответната почва.

**Keywords:** medicinal plant; *Matricaria chamomilla* L.; *Calendula officinalis* L.; soil, radionuclides; transfer factor

## Увод

Лечебната сила на много растения е известна още от дълбока древност и се използва до наши дни в цял свят. Билките невен (*Calendula officinalis* L.) и лайка (*Matricaria chamomilla* L.) (фиг.1) са едни от най-често употребяваните. Наличието на високи концентрации на различни класове биологичноактивни вещества в тях определя лечебното им приложение.



**Фигура 1.** Невен (*Calendula officinalis* L.) и лайка (*Matricaria chamomilla* L.)

Световната здравна организация поставя акцент върху риска за човешкото здраве, определен от нивата на радиоактивно замърсяване и количеството радионуклиди, прието по алиментарен път.<sup>1)</sup> От значителна важност е определянето на специфичните активности на радионуклиди в растителната субстанция и изчисляване фактора на трансфер почва – растение, тъй като той е показателен параметър за степента на преминаване на радионуклиди от почвата към растенията (Orgea et al., 2014). Съдържанието им в тях допринася за установяване качеството на растителната суровина и дава важна информация за степента на безопасност при тяхното използване.

## Експеримент

**Материали:** Невен (*Calendula officinalis* L.)

Невенът (фиг. 1) съдържа тритерпеноиди, флавоноиди, каротеноиди, хи- нони, кумарини, етерично масло. Много рецепти за мануални, фармакопейни състави и домашни лекове го включват в състава си. Благодарение на свойс-

твата на съдържащите се в него биологичноактивни вещества намира приложение при лечение на кожни болести, жълтеница, тревожност, оточни и възпалителни състояния, коремни болки.

В миналото е използван от природните лечители, за да предизвикат потене при простудни заболявания. Известни с антисептичните и противовъзпалителните си свойства, цветовете от невен се използват за приготвяне на запарки, течни екстракти, тинктури, студено пресовани масла, мази, широко използвани при гранулация и облекчаване на симптомите на кожни възпаления, рани, изгаряния, охлузвания, предотвратява разпространяването на възпаления. Каротеноидите в цветовете от невен осигуряват  $\beta$ -каротен (провитамин А) и имат антиканцерогенно действие, като модулират клетъчната пролиферация и диференциация (Khalid & da Silva, 2012).

#### *Материали: Лайка (Matricaria chamomilla L.)*

Лайката (фиг. 1) е едногодишно двуседелно тревисто растение от семейство Сложноцветни (Asteraceae). Листата са двойно и тройно перести, нишковидни, нарязани. Цветовете са събрани в съцветие кошничка. Цветните кошнички са разположени на върховете на многобройните стъблени разклонения на дълги дръжки. Състоят от околоръстни, бели, езичести женски цветчета и вътрешни тръбести, жълти, двуполови цветчета. Плодът е продълговата кафява семка. Расте в буренливи и изоставени места и край пътища. В България е разпространено от 0 до 1000 m надморска височина. Разпространено е в Европа, Северна Америка и Азия. Цъфти от май до юли.

Биоактивните вещества са тритерпеноди, флавоноиди, хидроксикумарини, етерични масла, гликозиди, сред които основно значение за терапевтичния ефект имат хамазулен и  $\alpha$ -бизаболол (Srivastava et al., 2010).

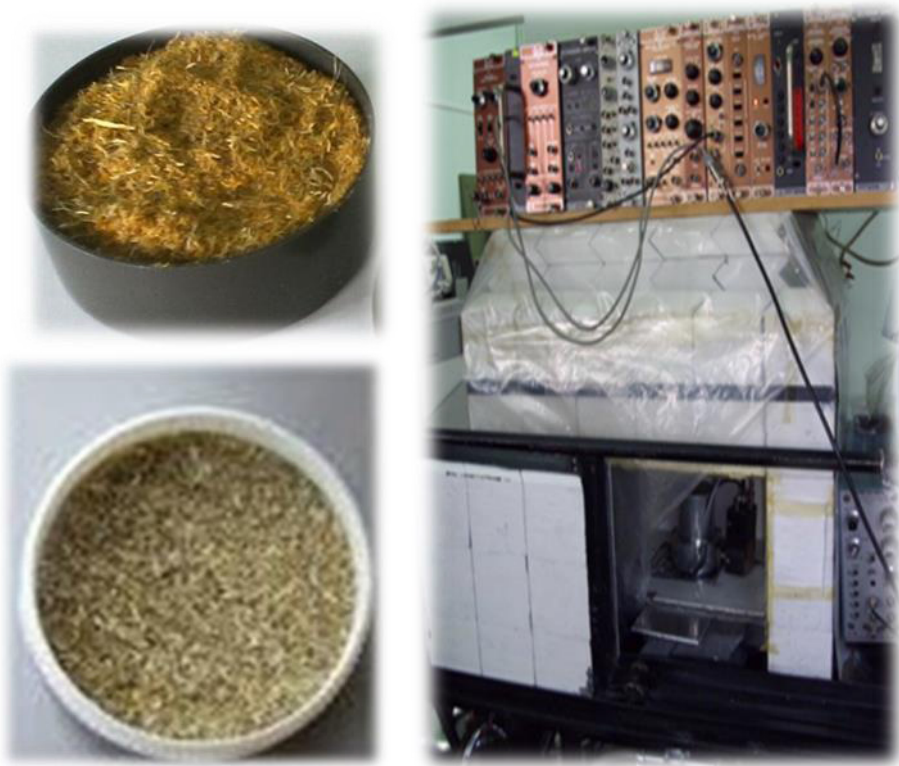
Лайката се използва главно като сух цвят за приготвяне на лечебни чайове, води за уста, разтвори за промивки и инхалации, лосиони, унгвенти и други. Тези лекарствени форми намират приложение при възпаление на лигавиците, гингивити, пародонтити, ану-вагинални възпаления, простудни и грипни състояния и като имуностимулатори.

#### *Методи*

Цветове от растенията невен и лайка са събрани през месеците юни и юли на 2016 г. в района на село Ягнило, северозападно от Варна. Едновременно с пробовземането на растенията е извършено и пробовземане на почва, разположена в близост до кореновата система на растенията. Цветовете и почвата са изсушени при естествени условия – стайна температура около 23°C, след което стрити финно и хомогенизирани.

Измерванията са направени с нискофонова гама-спектрометрична система (фиг. 2), състояща се от Ge(Li) детектор и многослойна защита. Апаратурата

се намира в Лабораторията по ядрена физика и радиоекologia в Шуменския университет „Епископ Константин Преславски“. Събирането на гама-спектрите е извършено в продължение на 86 400 s. За обработката им е използван специализиран софтуер за гама-спектри – ANGES. Специфичните активности на радионуклидите са пресметнати по формула (1).



**Фигура 2.** Фино оситнени проби от невен и лайка и нискофонов гама-спектрометър

$$A_{\text{сп}} = \frac{A}{m}, \quad (1)$$

където  $A$  е активността на радионуклида, пресметната в [Bq], а  $m$  е масата на изсушената проба в [kg].

За оценка на риска при използване на растенията е важно да се определи факторът на преминаване на радионуклиди от почвата в растенията (фактор

на трансфер) за всеки един от тях, присъстващ в пробата. Той е ключов параметър, който директно дава информация за проникваща способност на радионуклидите. Климатът, видовете почва и залесяването могат да повлияят стойностите на фактора на трансфер.

Факторът на трансфер (Uchida et al., 2007; Černe et al., 2010) е изчислен на база на концентрациите на естествените радионуклиди в почвата и билката посредством формула (2):

$$TF = \frac{A_{сп}(\text{цвят от билката})}{A_{сп}(\text{почва})}, \quad (2)$$

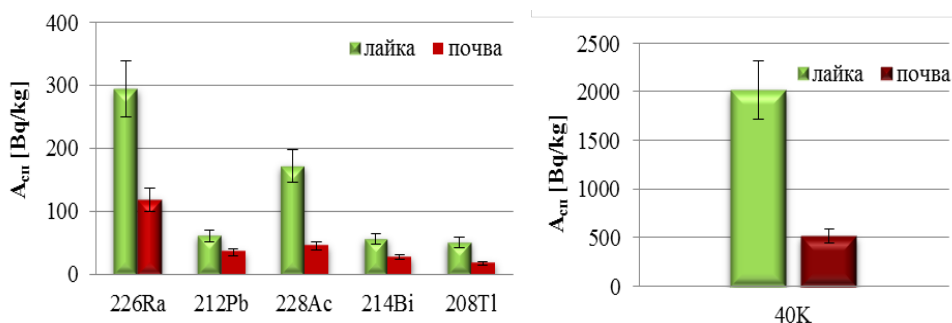
където  $A_{сп}$  са специфичните активности на почвата и билките.

### Резултати и обсъждане

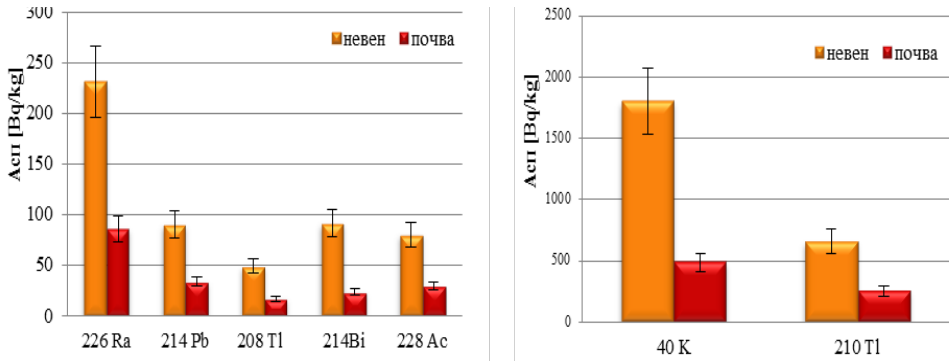
В таблица 1 са представени резултатите за специфичните активности на откритите естествени радионуклиди и факторите на трансфер почва – растение. На диаграмата на фиг. 3 са представени специфичните активности на радионуклидите, получени за цветове от лайка и почва, събрана непосредствено до кореновата система на лайката.

В пробите са открити естествените радионуклиди  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  и  $^{40}\text{K}$ . Специфичните им активности в изсушения цвят са по-високи от тези, получени за почвата. Най-високи стойности са измерени за  $^{40}\text{K}$ .

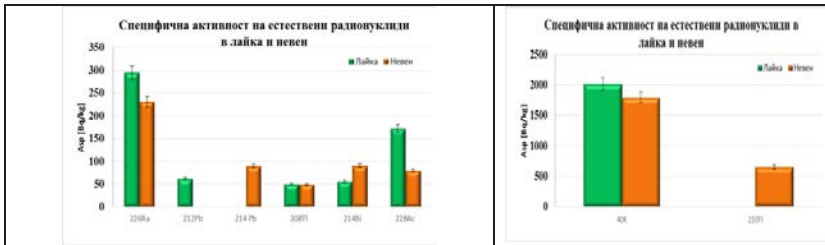
На фиг.4 са представени специфичните активности на откритите естествени радионуклиди в цветовете от невен и почва, събрана в близост до кореновата система на растението. В пробите се съдържат  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{210}\text{Tl}$  и  $^{40}\text{K}$ . Изчислените им специфични активности в невена са по-високи от получените стойности за почвата, като най-високи отново са за  $^{40}\text{K}$ .



Фигура 3. Специфични активности на естествени радионуклиди в лайка



Фигура 4. Специфични активности на естествени радионуклиди в невен



Фигура 5. Специфична активност на естествени радионуклиди в лайка и невен

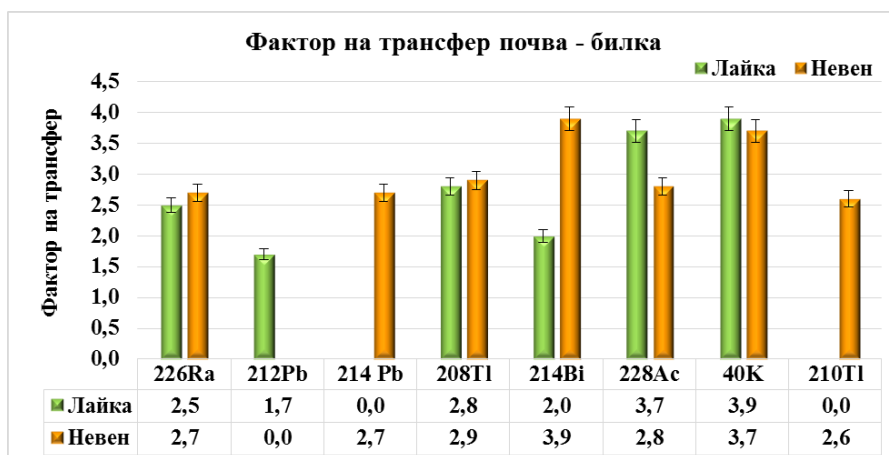
Качественият анализ показва сходство на радионуклидите във връзка с мястото, откъдето са взети пробите. Тези, съдържащи се в растението, са с по-голяма специфична активност в сравнение със същите, съдържащи се в почвата. На фиг. 5 са представени специфичните активности за двете растения.

Таблица 1. Специфични активности и трансфер фактори на пробите от невен и лайка

| Радионуклиди      | Асп [Bq/kg] |        |       |        | Фактор на трансфер |       |
|-------------------|-------------|--------|-------|--------|--------------------|-------|
|                   | Невен       | Лайка  | Почва |        | Невен              | Лайка |
|                   |             |        | Невен | Лайка  |                    |       |
| <sup>226</sup> Ra | 231±35      | 295±44 | 86±13 | 119±18 | 2,7                | 2,5   |
| <sup>212</sup> Pb | -           | 62±9   | -     | 36±6   | -                  | 1,7   |

|                   |          |          |        |        |     |     |
|-------------------|----------|----------|--------|--------|-----|-----|
| $^{214}\text{Pb}$ | 90±13    | -        | 34±5   | 24±    | 2,7 | -   |
| $^{208}\text{Tl}$ | 49±7     | 51±7     | 17±3   | 18±3   | 2,9 | 2,8 |
| $^{214}\text{Bi}$ | 91±14    | 56±9     | 23±4   | 28±4   | 3,9 | 2,0 |
| $^{228}\text{Ac}$ | 80±12    | 172±26   | 30±4   | 46±7   | 2,8 | 3,7 |
| $^{40}\text{K}$   | 1800±270 | 2020±300 | 487±73 | 514±77 | 3,7 | 3,9 |
| $^{210}\text{Tl}$ | 656±98   | -        | 253±38 | -      | 2,6 | -   |

За оценка на риска при използване на растения трябва да се определи факторът на трансфер за всеки един присъстващ в пробата радионуклид. Той е ключов параметър, който дава информация за проникващата способност на радионуклидите от почвата към растението. Факторите на трансфер за *Calendula officinalis* L. и *Matricaria chamomilla* L., изчислени посредством формула 2, са представени на фиг. 6.



**Фигура 6.** Фактор на трансфер почва – билка

Факторите на трансфер са в интервала 2,7 – 3,9 за невен и в интервала 1,7 – 3,9 за лайка. Тези стойности дават информация за проникващата способност на радионуклидите в изследваните проби. Високите стойности на фактора определят по-лесното преминаване и по-високата концентрация на радионуклиди в растението. Най-висок фактор на трансфер за невен има  $^{214}\text{Bi}$ , а за лайка –  $^{40}\text{K}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ .

### Заклучение

След проведения експеримент са установени следните зависимости: (1) радионуклидите в почвите и растенията имат сходен качествен състав; (2) в двете растения се наблюдава по-висока специфична активност на  $^{40}\text{K}$  в сравнение с останалите радионуклиди; (3) получените резултати показват най-високи активности за  $^{40}\text{K}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и най-ниски за  $^{208}\text{Tl}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ .

Стойностите за специфичните активности на радионуклидите, открити в пробите, са сравнени с максимално допустимите нива. Това ни дава основание да заключим, че радиологичният риск, асоцииран с приема на радионуклиди чрез лечебните растения, е неоснователен, позовавайки се на Наредба №11.<sup>2)</sup> За определяне на изискванията към границите на радиоактивното замърсяване на храните при радиационна авария.

**Благодарност.** Измерванията са направени с финансовата подкрепа на проект РД-08-102/06.02.2017 г., на Шуменския университет „Епископ Кон-стантин Преславски“.

### NOTES

1. <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s14878e/s14878e.pdf>
2. Наредба № 11 от 18 април 2002 г. За определяне на изискванията към границите на радиоактивното замърсяване на храните при радиационна авария, издадена от Министерството на здравеопазването (Обн. ДВ. бр.44 от 29 април 2002 г.).

### REFERENCES

- Černe, M., Smodiš, B., Štok, M. & Jaćimović, R. (2010). Accumulation of  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$  and  $^{230}\text{Th}$  by wetland plants in a vicinity of U-mill tailings at Žirovski vrh (Slovenia). *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 286, 323 – 327.
- Khalid, K.A. & da Silva, J. A.T. (2012). Biology of *Calendula officinalis* Linn.: focus on pharmacology, biological activities and agronomic practices. *Med. Arom. Plant Sci. & Biotech.*, 6(1), 12 – 27.
- Oprea, E. Pintilie, V., Bufnea, V., Aprotosoiaie, A.C., Cioancă, O., Trifan, A. & Hăncianu, M. (2014). Radionuclides content in some medicinal plants commonly used in Romania. *Farmacia*, 62, 658 – 663.
- Srivastava, J.K., Shankar, E. & Gupta, S. (2010). Chamomile: a herbal medicine of the past with bright future. *Mol. Med. Rep.*, 3, 895 – 901.
- Uchida, S., Tagami, K. & Hirai, I. (2007). Soil-to-plant transfer factors of stable elements and naturally occurring radionuclides: upland field crops collection in Japan. *J. Nuclear Sci. & Tech.*, 44, 628 – 640.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF CONTAINING NATURAL RADIONUCLIDES IN THE HERBS *CALENDULA OFFICINALIS* L. AND *MATRICARIA CHAMOMILLA* L.

Syana Dimova, Tsvetelina Stefanova, Yordanka Eneva, Nina Arhangelova

**Abstract.** The healing power of many plants has been known since ancient times and it is used until nowadays all over the world. The herbs *Calendula officinalis* L. and *Matricaria chamomilla* L. are among the most commonly used herbs. The article mentions the biologically active substances and their usage in folk medicine. The content of the radionuclides in both plants and the soil, near the root system of the samples collected in June and July 2016 from the region of Yagnillo village, Varna district, has been investigated. Flowers and soil are cleaned from impurities, dried and levigated in fine powder. Gamma-spectrometric analysis was performed on the prepared samples. A low-frequency gamma-spectrometer set up by a Ge (Li) detector with multilayer protection is used. The collection of gamma-spectra was done for 86,400 s. A specialized software for gamma-spectra – ANGES – was used for their processing. The activities and specific activities of the detected natural radionuclides from the Uranium-radionuclide and Thoric families are calculated. The transfer from soil to plant has been calculated. A comparative analysis of the radionuclides content in the plants and the soils on which they were grown has been made. The comparison shows qualitative and quantitative compatibility with the radionuclides found.

✉ **Dr. Nina Arhangelova (corresponding author)**

“Episkop Konstantin Preslavsky” University of Shumen  
115, Universitetska St.  
9700 Shumen, Bulgaria  
E-mail: n.arhangelova@shu.bg