

UOT 612.014.482; 631.47

Radiobiologiya

RADIOAKTİV RADIUM İZOTOPUNUN YAĞIŞ QURDLARININ HƏYAT FƏALİYYƏTİNƏ TƏSİRİ

Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü A.A. Qəribov¹, A.S. Süleymanova¹, P.A Səmədov²,
C.Ə.Nağıyev¹, M.F.Fərəcov¹, A.S.Abdullayev¹

Radioaktiv $^{226}\text{RaCl}_2$ duzunun müxtəlif konsentrasiyalarının (4333 Bk/kq, 8666 Bk/kq, 17332 Bk/kq və 21665 Bk/kq) Abşeronun aborigen soxulcanlarının (Nicodrilus caliginosus Sav.trapezoides) həyat fəaliyyətinə təsiri tədqiq olunmuşdur. RaCl_2 duzunun aşağı qatılıqları soxulcanlarının həyat fəaliyyətinə zəif, yüksək qatılıqları isə kəskin neqativ təsir göstərmişdir. Torpaqda radioaktivliyin artması həmçinin soxulcanlar tərəfindən hasil edilən koprolitlərin pH göstəricisinin və katalaza fermentinin aktivliyinin tədricən zəifləməsinə gətirib çıxarmışdır.

Açar sözlər: radium, yağış qurdları, radioaktiv

Giriş

Ətraf mühit üzərində mütəmadi nəzarət müasir dövrün əsas və prioritet məsələlərindən birinə çevrilmişdir. Biosferin fiziki və kimyəvi parametrlərinin monitorinqi ilə yanaşı müxtəlif heyvanlar, bitkilər və mikroorqanizmlərdən torpaqların biodiagnostikasında bioloji indikatorlar kimi istifadə olunması hal-hazırda mühüm əhəmiyyət kəsb edən perspektivli bir vəsiyyəyə çevrilmiş və bu sahə gündən-günə daha da geniş sürətlə inkişaf etməkdədir. Ekosistemlərdə baş verən dəyişikliklərə qarşı xüsusi həssaslığa malik olan bir sıra orqanizmlərin həyat fəaliyyətinin monitorinqi müxtəlif antropogen və digər faktorların canlı təbiətə təsirinin qiymətləndirilməsinə imkan verir [1,2,3]. Qida zəncirinin vacib iştirakçılarından biri olan torpaq biotası bu mənada xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Torpaq onurğasızları arasında radioaktiv şüalanmanın təsirinə daha həssas olduqlarından bioindikator kimi əksər hallarda yağış qurdları (Oligochaeta) və çoxayaqlılar (Diplopoda və Chilopoda) istifadə olunurlar [4,5]. Bu onurğasızlar təbii radionuklidlərin konsentrasiyası fon səviyyəsindən yüksək olan və ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{106}Ru , ^{95}Zr , ^{65}Zn , ^{125}Sb və ^{239}Pu elementlərinin mezofaunanın müxtəlif komponentlərinə təsirinin tədqiqi zamanı sınaqdan keçirilmişdir [6,7]. Lumbrisidlər radium izotoplarının alfa şüalanmasına qarşı xüsusi həssaslıq göstərdiklərindən radioaktiv çirk-

lənməsinin ən yaxşı bioindikatorlarından biri sayılırlar [8].

Ra elementinin təsiri ilk dəfə keçən əsrin 80-ci illərində meşə biogeosistemlərində öyrənilmişdir [5,8]. Abşeron yarımadasında neft hasilatı ilə əlaqədar uran, torium və onların parçalanma məhsullarının, xüsusilə də, radioaktiv Ra izotoplarının ekosistemlərə təsirinin araşdırılması ölkəmizin radioekoloji təhlükəsizliyi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir [9]. Bundan əvvəl tərəfimizdən aparılmış tədqiqat işində ilk dəfə olaraq radioaktiv uranilsulfat duzunun Abşeronun boz-qonur torpaqlarında aborigen soxulcanların (Nicodrilus caliginosus Sav.trapezoides) həyat fəaliyyətinə təsiri tədqiq olunmuşdur [10]. Təklif olunan hazırkı tədqiqat işində isə ^{226}Ra izotopunun xlorid duzlarının müxtəlif qatılıqlarının bu soxulcanların həyat fəaliyyətinin bir sıra aspektlərinə, o cümlədən, onların ümumi biokütləsinə, qida maddələrinin onlar tərəfindən mənimsənilmə intensivliyinə, ifraz etdikləri koprolitlərin miqdarına, koprolitlərdə və soxulcanların bədən kütləsində toplanmış radium elementinin miqdarına, koprolitlərin katalitik aktivliyinə və pH mühitinə təsirinin nəticələri şərh edilmişdir.

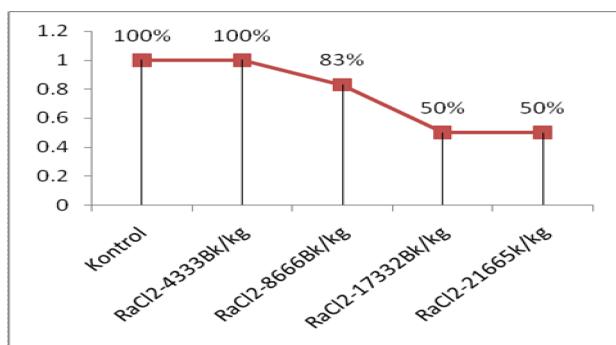
Material və metodika

Eksperimentlər Abşeron yarımadasının cinsi yetişkən aborigen yağış qurdları (Nicodrilus

caliginosus Sav.trapezoides) üzərində laboratoriya şəraitində aparılmışdır. Boz-qonur torpaqlar doldurulmuş və quru bitki qalıqları ilə təmin olunmuş (soxulcanların çəkisinə və miqdarına müvafiq olaraq) 300 ml həcmli inert şəffaf plastik qablarda, $^{226}\text{RaCl}_2$ məhlulu əlavə edilməklə xüsusi aktivlikləri 4333 Bk/kq, 8666 Bk/kq, 17332 Bk/kq və 21665 Bk/kq olan model torpaq sistemləri hazırlanmışdır. Hər qaba 5 soxulcan daxil edilmiş və onlar üzərində bir ay müddətində müşahidələr aparılmışdır. Təkrarların sayı 10-a bərabər olmuşdur. Təcrübənin gedişində soxulcanların həyatilik qabiliyyətinin mühüm göstəricisi sayılan ümumi biokütlə, onlar tərəfindən mənimsənilən qida maddələrinin miqdarı və ifraz olunan koprolitlərin (soxulcanların həzm sistemindən keçirdiyi torpaq) miqdarı hesablanmış, koprolitlərdə və soxulcanların bədən kütləsində toplanmış radium izotopunun aktivliyi və torpaqda bu elementin qatılığı HPGe detektorlu γ-spektrometrik metod ilə təyin edilmişdir (Cannberra, US). Koprolitlərin pH göstəricisi 5q kaprolit üzərinə 13 ml distillə suyu əlavə olunub 1 gün saxlanıldıqdan sonra pH-metrdə ölçülməklə müəyyənləşdirilmişdir. Katalaza fermentinin aktivliyinin qazometrik metodla ölçülmüşdür [11].

Nəticələr və onların müzakirəsi

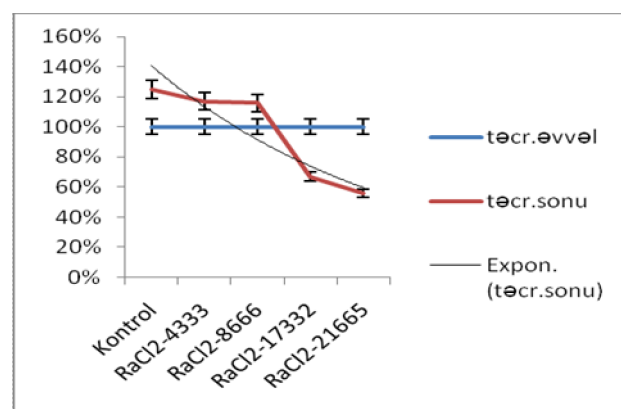
RaCl_2 məhlulunun müxtəlif konsentrasiyalarının (yəni müxtəlif dozalarda radioaktiv şüalanmanın) yağış qurdlarının dozumluluk dərəcəsinə təsiri şəkil 1-də göstərilmişdir. Şəkildə təqdim olunmuş nəticələrdən göründüyü kimi, RaCl_2 duzunun nisbətən aşağı radioaktivliyə malik qatılığı (4333 Bk/kq) yağış qurdlarının dozumluluk dərəcəsinə (həyatilik qabiliyyətinə) praktiki olaraq təsir göstərməmişdir.



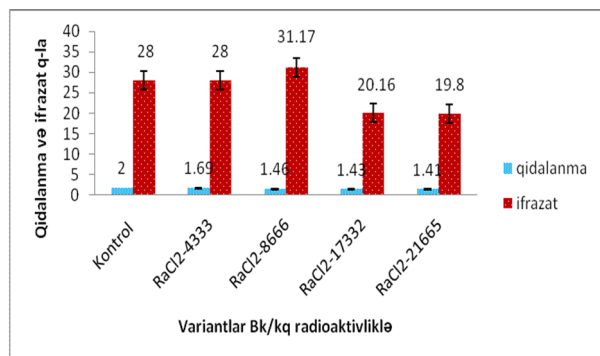
Şəkil 1. Soxulcanların radioaktiv RaCl_2 duzunun müxtəlif konsentrasiyalarına dozumluluğu (%-lə)

Radioaktiv şüalanmanın intensivliyinin mühitdə iki dəfə artması (8666 Bk/kq) soxulcanların dozumluluk dərəcəsinə nəzərəcarpacaq şəkildə neqativ təsirə malik olmuş və bu göstəricinin qiyməti kontrol variantla müqayisədə 17 % aşağı düşmüşdür. RaCl_2 duzunun tətbiq edilmiş sonrakı yüksək qatılıqlarında neqativ təsir daha da güclənmiş və soxulcanların dozumluluk göstəricisinin kontrollu müqayisədə təxminən iki dəfə aşağı düşməsinə səbəb olmuşdur. Marahıdır ki, soxulcanların bir qismi RaCl_2 duzunun yaratdığı radioaktivliyə qarşı yüksək dozumluluk nümayiş etdirmiş və aktivliyin 21665 Bk/kq qiymətində belə məhv olmamışlar. Görünür soxulcanların radioaktiv şüalanmaya qarşı müqaviməti individual xarakter daşıyır, onların fizioloji vəziyyətindən, bu faktora qarşı adaptiv mexanizmlərinin və reparasiya reaksiyalarının nə dərəcədə təkmil olmasından asılıdır.

RaCl_2 duzu və onun yaratdığı radioaktivlik özünü soxulcanların biokütləsinin artma dinamikasında da aydın şəkildə büruzə vermişdir (şək. 2). Bu halda da RaCl_2 duzunun qatılığının mühitdə yüksəlməsi və onunla əlaqədar radioaktiv şüalanma fonunun intensivliyi ilə soxulcanların çəkisinin artması arasında tərs mütənəsbilik müşahidə olunmuşdur. Belə ki, əgər kontrol variantda bir ay müddətində soxulcanların çəkisindəki artım 25 % təşkil etmişdirsə, 4333 Bk/kq variantında bu artım 17 %-ə bərabər olmuşdur, yəni bu göstərici eksperimental variantda 8 % aşağı düşmüşdür.



Şəkil 2. Soxulcanların müxtəlif konsentrasiyalı radioaktiv RaCl_2 mühitində biokütləsinin dəyişmə dinamikası (%-lə)



Şəkil 3. RaCl₂ duzunun soxulcanların aylıq qidalanma və ifrazat aktivliyinə təsiri

Maraqlıdır ki, RaCl₂ duzunun qatılığının mühitdə iki dəfə çoxaldılması 4333 Bk/kq variantla müqayisədə soxulcanların biokütləsinin azalması prosesinə bir o qədər də təsir göstərməmiş, əvvəlki neqativ təsirin cəmi 1 % güclənməsi ilə müşahidə olunmuşdur. Lakin RaCl₂ duzunun sonrakı qatılıqları və onun yaratdığı radioaktiv şüalanmanın soxulcanların biokütləsinin dinamikasındakı dəyişikliyə təsiri kəskin neqativ xarakter almışdır. 17332 Bk/kq variantında bu göstərici kontroldakı ilkin biokütlənin yalnız 67 %-ni təşkil etmiş, 21665 Bk/kq variantında isə onun qiyməti daha da güclənərək 56 %-ə enmişdir. Alınmış nəticələr əsasında belə bir qənaətə gəlmək olur ki, soxulcanların müdafiə sistemi RaCl₂ duzunun nisbətən aşağı qatılıqlarının yaratdığı fəsadların aradan qaldırılmasında kifayət qədər effektiv fəaliyyət göstərə bilər, nisbətən yüksək qatılıqlarda isə onun gücü bu fəsadların öhdəsindən gəlmək üçün kifayət etmir.

RaCl₂ duzunun müxtəlif konsentrasiyaları və onların müvafiq radioaktivliklərinin soxulcanların qidalanma və ifrazat aktivliyinə təsiri şəkil 3-də öz təzahürünü tapmışdır. Nəticələrdən görüldüyü kimi, radioaktiv duzun təsi-

rindən soxulcanların qidalanma aktivliyi müəyyən bir hədd (15.5÷28.5 %) daxilində zəifləməsinə baxmayaraq, radioaktivliyin intensivliyi ilə qidalanma aktivliyi arasındakı neqativ təsirdə düz mütənasiblik müşahidə olunmamışdır. Məsələn, 4333 Bk/kq variantında soxulcanların qidalanması kontrolla müqayisədə 1.18 dəfə zəifləmiş, lakin şüalanmanın intensivliyinin 4 dəfə artmasına baxmayaraq qidalanmada müşahidə olunan zəifləmənin qiyməti cəmi 1.8 qədər aşağı düşmüşdür. Radioaktivliyin intensivliyi nöqtəyi-nəzərdən alınan nəticələrə diqqətlə nəzər yetirdikdə həmçinin aydın olur ki, RaCl₂ duzunun soxulcanların qidalanmasına neqativ təsiri əslində aşağı qatılıqlarında yüksək qatılıqlarına nisbətən özünü daha kəskin büruzə vermişdir. Lakin soxulcanların ifrazat aktivliyinin (koprolit əmələ gətirmələrinin) araşdırılması ilə əlaqədar alınmış nəticələr, əksinə, RaCl₂ duzunun aşağı qatılıqlarının bu prosesə zəif, nisbətən yüksək qatılıqlarının isə nəzərəcarpacaq dərəcədə (kontrola nisbətən təxminən 29 %-ə qədər) kəskin neqativ təsirə malik olduğunu göstərmişdir.

Bir ay müddətində radioaktiv RaCl₂ duzunun müxtəlif konsentrasiyaları ilə işlənmiş torpaqlarda yaşayan soxulcanların yuxarıda qeyd olunan bir sıra fizioloji funksiyalarının analizi ilə bərabər, həmçinin təcrübənin sonunda onların həzm sistemindən keçirdiyi torpaqlarda və bədən kütləsində toplanmış ²²⁶Ra izotopunun miqdarı γ-spektrometrik yolla analiz olunmuşdur. Alınmış nəticələrdən məlum olmuşdur ki, RaCl₂ duzunun qatılığı və radioaktivliyi ilə soxulcanların həzm sistemindən keçən torpaqlarda akkumuliyasiya olunmuş radionuklidlərin aktivliyi arasında düz mütənasiblik mövcuddur (cədvəl).

Cədvəl

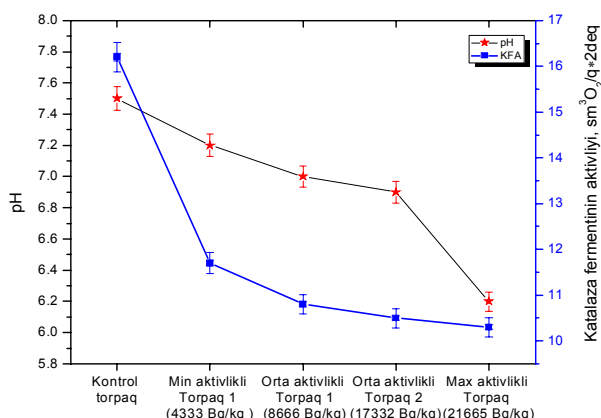
Radioaktiv RaCl₂ duzunun soxulcanların biokütləsində və koprolitlərində akkumuliyasiya olunması

Variantlar	Absorbsiya olunmuş ²²⁶ Ra izotopu (Bk/kq)	
	Koprolitlərdə	Soxulcanların bədənində
Kontrol (boz-qonur)	24 ± 3	310 ± 7
Model torpaq sistemi 1 4333 Bk/kq	2977 ± 33	2505 ± 50
Model torpaq sistemi 2 8666 Bk/kq	7033 ± 53	1390 ± 56
Model torpaq sistemi 3 17332 Bk/kq	10933 ± 138	850 ± 14
Model torpaq sistemi 4 21665 Bk/kq	14600 ± 140	450 ± 15

Yəni, soxulcanların yaşadığı mühitdə radium izotoplarının aktivliyinin artması, həmin izotopun aktivliyinin koprolitlərin tərkibində də artması ilə nəticələnmişdir.

Soxulcanların bədənində akkumuliyasiya olunmuş ^{226}Ra izotopu müəyyən dərəcədə onların qidalanması və koprolit əmələ gətirmələri ilə bağlı olmuşdur. Belə ki, izotopun 4333 və 8666 Bk/kq aktivliyində soxulcanın bədənində yüksək miqdarda radioaktiv Ra elementi toplanmış, sonrakı qatılıqlarda isə akkumuliyasiyanın intensivliyi nəzərə çarpacaq dərəcədə azalmışdır. Ümumiyyətlə Ra elementinin bir hissəsi soxulcanların qidalanması zamanı onların orqanizminə daxil olur və toxumalarında toplanır. Görünür ki, uzun yuxarı qatılıqlarında soxulcanların müqavimətinin kəskin zəifləməsi sayəsində Ra elementinin metabolik proseslərə daxil edilməsi azalır, bu isə özünü onun soxulcanların biokütləsində toplanma intensivliyinin zəifləməsində büruzə verir. Başqa sözlə, soxulcanların həzm sistemindən keçən Ra elementinin əksər hissəsi onların bədənində toplanmaq əvəzinə ifraz etdikləri koprolitlərin tərkibində qalır.

Radioaktiv RaCl_2 duzunun soxulcanların yuxarıda nəzərdən keçirilən bir sıra fizioloji funksiyalarına təsiri ilə bərabər onun bu torpaq kultivatorlarının həzm sistemindən keçirdiyi torpağın, yəni koprolitlərin pH göstəricisinə və onlarda gedən oksidləşmə proseslərində iştirak edən katalaza fermentinin aktivliyinə təsiri şəkil 4-də göstərilmişdir.



Şəkil 4. RaCl_2 duzunun müxtəlif konsentrasiyalarının koprolitlərin pH göstəricisinə və katalaza fermentinin aktivliyinə təsiri.

Şəkildən göründüyü kimi, Abşeronun boz-qonur torpaqları özlərinin pH göstəricisi (kontrol nümunələri) baxımından zəif qələvi ($\text{pH}=7.5$) xüsusiyyətə malik olmaları ilə xarakterizə olunurlar. Soxulcanların qidalanması və torpağın bağırsaqlarından keçməsi sayəsində əmələ gəlmiş koprolitlərdə pH-ın qiyməti az da olsa neytral və zəif turş mühitə doğru dəyişir. Alınmış nəticələrin müqayisəli analizi göstərir ki, koprolitlərdə pH-ın qiymətinin dəyişməsi ilə soxulcanların qidalanma intensivliyi arasında müəyyən qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. Qidalanmanın zəifləməsi koprolitlərdə pH-ın qiymətinin də azalmasına gətirib çıxarır.

Mühitdə Ra elementinin artması soxulcanların ifraz etdiyi koprolitlərdə katalaza fermentinin aktivliyinin tədricən zəifləməsi ilə (kontrol- 16,2; 4333 Bk/kq – 11,7; 8666 Bk/kq – 10,8; 17332 Bk/kq – 10,5; 21665 Bk/kq – 10,3 $\text{sm}^3 \text{O}_2/\text{q} \cdot 2 \text{dəq.}$) nəticələnir. Görünür bu hal Ra elementi və onun buraxdığı alfa şüaların soxulcanların torpaq mikroflorası ilə qarşılıqlı simbiotik əlaqəsinə və mikrobların həyatilik qabiliyyətinə mənfi təsiri ilə əlaqədardır.

Beləliklə, RaCl_2 duzunun aşağı qatılıqları Abşeronun aborigen soxulcanlarının həyat fəaliyyətinə zəif, yüksək qatılıqları isə kəskin neqativ təsir göstərmişdir. Radioaktivliyin artması həmçinin soxulcanlar tərəfindən hasil edilən koprolitlərin pH göstəricisinin və katalaza fermentinin aktivliyinin tədricən zəifləməsinə gətirib çıxarmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Lee, K.E. (1985). *Earthworms: Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use*, Academic Press, ISBN 978-0124408609, Sydney, Australia.
2. Na, Y.E. (2004). *Hazard Assessment of Organic Waste-Contaminated Soil Using Earthworm*, PhD Dessertation, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea.
3. OECD. (1984). Test No. 207: Earthworm Acute Toxicity Tests, In *OECD Guidelines for Testing of Chemicals, Section 2: Effects on Biotic Systems*, Organisation for Economic Cooperation and Development, ISBN 9789264070042, Paris, France.
4. Kim, T.H.; Hong, Y. & Choi, N.J. (2009). Selection of Earthworm for Bioindicators in Agroecosystem. *Korean Journal of Environmental Biology*, Vol. 27, No. 1, pp. 40-47, ISSN 0254-8704.
5. Krivolutsky DA. Earthworms as bioindicators of radioactive soil pollution. In: *IntSymp biological monitoring*

of the state of the environment (bioindicators), Abstracts. Indian Natl Acad, New Delhi, 1984, pp 66–67.

6. Morgan, J.E. & Morgan, A.J. (1988). Earthworms as Biological Monitors of Cadmium, Copper, Lead and Zinc in Metalliferous Soils. *Environmental Pollution*, Vol. 54, No. 2, pp. 123-138, ISSN 0269-7491.

7. Nahmani, J.; Hodson, M.E. & Black, S. (2007). A Review of Studies Performed to Assess Metal Uptake by Earthworms. *Environmental Pollution*, Vol. 145, No. 2, pp. 402-424, ISSN 0269-7491.

8. Krivolutsky DA. The effect of an increased Ra content on the soil animals. Proc VII IntColl Soil Zool, Syracuse, USA, 1980, pp 391–396.

9. Сулейманова А. С., Самедов П. А., Агамалиев Ф. Г. Влияние дождевых червей на ферментативную активность серо-бурых почв загрязненных радионуклидами // Естествознание и гуманизм, Современный мир, природа и человек, Томск, 2007, том 4, № 3, с. 3.

10. Süleymanova A.S. Radioaktiv UO_2SO_4 düzünün model eksperimentlərdə yağış qurdlarının həyat fəaliyyətinə təsiri. // Azərbaycan Kənd Təsərrüfatı Nazirliyinin Elmi- Nəzəri Jurnalı, Bakı, 2013, 1(228), s. 116-119.

11. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990, с. 179.

¹AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu

²AMEA Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu

THE EFFECT OF RADIOACTIVE RADIUM ISOTOPE ON THE VIABILITY OF EARTHWORMS

A.A.Garibov, A.S.Suleymanova, P.A.Samedov, J.A.Naghiyev,
M.F.Farajov, A.S.Abdullayev

The effect of different radioactive RaCl_2 concentrations (which had 4333, 8666, 17332, 21665 Bq/kg radioactivity) on the viability of aboriginal earthworms (*Nicodrilus caliginosus* Sav.trapezoides) of Absheron was studied. Low concentrations of RaCl_2 had a little, but high concentrations had severe negative effect on the viability of aboriginal earthworms. Gradual of increasing radioactivity in soil led to decreasing of pH, as well as activity of catalase in earthworm coprolites.

Keywords: radium, radioactive, earthworms

ВЛИЯНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ИЗОТОПА РАДИУМА НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

А.А.Гарибов, А.С.Сулейманова, П.А.Самедов, Дж.А.Нагиев,
М.Ф.Фараджов, А.С.Абдуллаев

Изучено влияние различных концентраций радиоактивного RaCl_2 (при 4333, 8666, 17332, 21665 Бк/кг) на жизнеспособность аборигенных дождевых червей (*Nicodrilus caliginosus* Sav.trapezoides) Абшерона. Установлено, что относительно низкие концентрации RaCl_2 имели слабое, а высокие концентрации резко отрицательное влияние на жизнеспособность дождевых червей. Постепенное увеличение радиоактивности в почве сопровождалось как снижением значения pH, так и активности каталазы в их копролитах.

Ключевые слова: радиум, радиоактив, дождевые черви