



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 2 (75), 2023

DOI: 10.54503/0366-5119-2023.75.2-3-173

**ՈՐՈՇ ԳԵՂԱԶԱՐԴ ԾԱՌԵՐԻ ԵՎ ԹՓԵՐԻ ՏԵՐԵՎՆԵՐԻ ԳՈՒՄԱՐԱՅԻՆ
ԲԵՏԱ-ՈՒՂԻՈՒԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԻՂՐՈՊՈՆՏԻԿԱՅԻ ԵՎ ՀՈՐԻ
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԴԱՇՏՈՒՄ**

**Լ.Ս. ՂԱԼԱԶՅԱՆ, Խ.Ս. ՄԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ա.Յ. ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ,
Լ.Է. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ա.Ա. ՀԱԿՈԲՋԱՆՅԱՆ, Ս.Ա. ԷԼՈՅԱՆ,
Ա.Ս. ԵՐԻԱԶԱՐՅԱՆ**

ՀՀ ԳԱՎ Գ.Ս. Դավթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
lauraghalachyan@yahoo.com., anntadevosyan@yahoo.com., ahakobjanian@gmail.com,
silva.eloyan@yandex.ru, annaeghiazaryan64@mail.ru

Ուսումնասիրվել են մի շարք գեղազարդ ծառերի և թփերի (Հայաստան ներմուծված՝ կենսածառ արևելյան, սոֆորա ճապոնական, նոճի մշտադալար, կատալպա բիգնոնիանման, գիհի վիրգինյան, բալենի չինական, բուգենվիլիա, ձյունապտղիկ սպիտակ, սրնգենի կովկասյան, յասաման հնդկական, մեղվաթուփ, չմենի հորիզոնական, աբորիգեն՝ կաղնի արևելյան, սոսի արևելյան, խուրմա կովկասյան) տերևների գումարային β -ռադիոակտիվության առանձնահատկությունները բացօթյա հիդրոպոնիկ և հողային մշակության պայմաններում Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտի (ՀԴԻ) տարածքում (Հայկական ԱԵԿ-ի (ՀԱԵԿ) 30 կմ շառավղով գոտի): Որպես ռադիոնուկլիդների (ՌՆ) կուտակիչներ առանձնացել են կովկասյան խուրման, ճապոնական սոֆորան, արևելյան կենսածառը, չինական բալենին, սպիտակ ձյունապտղիկը, բուգենվիլիան, կովկասյան սրնգենին: Ուստի դրանք՝ որպես ռադիոէկոլոգիապես առավել նպաստավոր ծառաթփատեսակներ, առաջարկվում է կիրառել կանաչ գոտիների, անտառների ստեղծման համար: Դա կունենա կարևոր քնապահպանական նշանակություն, քանի որ կնվազեցնի ՌՆ-ի տեղաշարժը կենսոլորտում:

*Գեղազարդ ծառ – թուփ – գումարային β -ռադիոակտիվություն – գործնական
առաջարկ – ՀԴԻ*

Исследовались особенности суммарной β -радиоактивности листьев ряда декоративных деревьев и кустарников (интродуцированные в Армению: туя восточная, софора японская, кипарис вечнозеленый, катальпа бигнониевидная, можжевельник виргинский, вишня китайская, бугенвилия, снежнаягодник белый, чубушник кавказский, сирень индийская, лабурнум, кизильник горизонтальный, аборигенные: дуб восточный, платан восточный, хурма кавказская) в условиях открытой гидропоники и почвы в окрестностях Института проблем гидропоники (ИПГ) (зона Армянской АЭС (ААЭС) радиусом 30 км). Хурма кавказская, софора японская, туя восточная, вишня китайская, снежнаягодник белый, бугенвилия, чубушник кавказский выделялись как накопители радионуклидов (РН). Поэтому, рекомендуется использовать как радиоэкологически наиболее благоприятные древесные породы для создания зеленых поясов и лесов. Это будет иметь важное экологическое значение, так как уменьшит миграцию РН в биосфере.

*Декоративное дерево – кустарник – суммарная β -радиоактивность – практическая
рекомендация – ИПГ*

The specificities of the gross β -radioactivity of the leaves of some decorative trees and shrubs (introduced into Armenia oriental thuja, sophora japonica, mediterranean cypress, catalpa bignonioides, juniperus virginiana, chinese cherry, bugenvilia, snowberry, caucasian philadelphus, crape myrtle, golden chain, and horizontal cotoneaster, and native eastern oak, oriental plane, caucasian persimmon) were studied under outdoor hydroponic and soil cultivation conditions in the territory of the Institute of Hydroponics Problems (IHP) (a zone with a radius of 30 km from the Armenian NPP (ANPP)). Caucasian persimmon, sophora japonica, oriental thuja, chinese cherry, snowberry, bugenvilia, and caucasian philadelphus excelled as accumulators of radionuclides (RN). Hence, using them as radioecologically more beneficial tree-shrubs is suggested to create green zones and forests. This may be of great ecological importance since it will reduce the movement of RN in the biosphere.

Decorative tree – shrub – gross β -radioactivity – practical suggestion- IHP

Մարդու անխոհեմ ներգործությունը բնության վրա հանգեցրել է բազում բացասական մարտահրավերների (կլիմայի գլոբալ փոփոխություն, անապատացում, կենսաբազմազանության կորուստ, շրջակա միջավայրի աղտոտում) գոյացման: Ընդ որում այդ անցանկալի կտրուկ փոփոխություններն արագընթաց են Հայաստանում, քանի որ Հայաստանը չոր մերձարևադարձային կլիմա ունեցող, սակավանտառ լեռնային երկրների թվին է պատկանում և ունի ատոմակայան (Հայկական ԱԷԿ-ը (ՀԱԷԿ) տեղակայված է Արարատյան դաշտում, շահագործվել է 1976-1989 թթ., վերաշահագործվել է 1995 թ.): Անցած դարի վերջին և 21-րդ դարի սկզբին ՀՀ-ում բռնկված տնտեսական և բնապահպանական խոր ճգնաժամերի հետևանքով անտառները ենթարկվել են գերհատումների, որի հետևանքով զգալիորեն կրճատվել են անտառատարածքները: Հայաստանում անտառները տարածված են 500–2400 մ բարձրությունների վրա: Այսինքն, անտառների ինքնավերականգնման հնարավորությունը ծայրահեղ ցածր է: Հայաստանի ռելիեֆի խիստ կտրտվածության և լայնածավալ հողագործության հետևանքով հողերի անապատացումը հասել է խոշոր չափերի:

Հայտնի է, որ կենսոլորտի բաղադրիչների վրա ունեցած բացասական ազդեցությամբ առավել աչքի են ընկնում ռադիոնուկլիդները (ՌՆ): Անտառային բուսահամակեցությունները ուրիշ էկոհամակարգերի համեմատ ընդունակ են կուտակելու ավելի մեծ քանակով ՌՆ: Ընդ որում ծառերի տերևները կարող են ծառայել որպես օդային ավազանի՝ ՌՆ-ով աղտոտվածության աստիճանի գնահատման կենսաինդիկատորներ [8, 18]: Կախված ծառատեսակից՝ 1 տարվա ընթացքում 1 հա անտառը կարող է օդից հեռացնել մինչև 50-70 տ ռադիոակտիվ փոշի: Այսինքն, կլանելով ՌՆ, անտառը կանխում է ՌՆ-ի տեղաշարժը կենսոլորտում՝ դրանով պաշտպանական պատնեշի դեր կատարելով, քանի որ նեղացնում է ՌՆ-ի բացասական ազդեցության ոլորտը: Այսինքն, անտառը ծառայում է որպես կենսոլորտում ՌՆ-ի տարածման և տեղաշարժման կենսաերկրաքիմիական արգելք: Դա անտառի ռադիոէկոլոգիական ամենակարևոր նշանակությունն է [1-3, 5-8, 11-13, 15, 17-21]: Ուստի, Հայաստանում վերոնշյալ առկա մարտահրավերներին դիմակայելու համար, առաջնահերթ խնդիրներ են պուրակների, կանաչ գոտիների, անտառների, վերականգնումը և ընդլայնումը: Այդ տեսակետից չափազանց կարևոր է կանաչ շինարարության մեջ կիրառվող տնկարկների դենդրոկազմում օդային ավազանը ՌՆ-ից ֆիլտրող հատկությամբ օժտված գեղազարդ ծառերի և թփերի հնարավորինս հարուստ ներկայացվածությունը:

Հաշվի առնելով վերը նշվածը՝ ծառատեսակների և թփատեսակների՝ ՌՆ կուտակելու ունակության գնահատման և ռադիոէկոլոգիապես առավել նպաստավոր ծառերի և թփերի բացահայտման նպատակով, մեր կողմից ուսումնասիրվել են մի քանի ծառերի, թփերի տերևների գումարային β -ռադիոակտիվության առանձնահատկությունները բացօթյա հիդրոպոնիկ և հողային մշակության պայմաններում

Արարատյան դաշտում: Սա ունի գործնական նշանակություն, քանի որ ռադիո-էկոլոգիապես առավել նպաստավոր ծառատեսակների և թփատեսակների կիրառումը կանաչ շինարարության մեջ կունենա բնապահպանական կարևոր նշանակություն:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են 2018-2021թթ. ՀՀ-ի շրջակա տարածքում (ք. Երևան, ՀԱԷԿ-ից 30 կմ շառավղով գոտի)՝ Արարատյան դաշտում: Արարատյան դաշտը գտնվում է Հայաստանի հարավարևմտյան մասում՝ ծովի մակերևույթից մոտ 850-900 մ բարձրության վրա: Այժմ է ընկնում չոր մայրցամաքային կլիմայով, որտեղ օդի տարեկան միջին ջերմաստիճանը 11,0-11,8°C է, հարաբերական խոնավությունը՝ 40 %, տեղումների տարեկան միջին գումարը՝ 200-300 մմ [4]: ՀՀ-ի շրջակա հողերում հումուսը կազմում է 1,5-2,5 %, հարուստ է ֆոսֆորով և կալիումով: Հողերը ոռոգվել են արտեզյան ջրով: Հիդրոպոնիկայում բույսերը սնուցվել են Գ.Ս. Դավթյանի կողմից առաջարկված սննդալուծույթով [9]: Սննդալուծույթի պատրաստման համար կիրառվել է արտեզյան ջուրը, իսկ որպես լցանյութ՝ 3-15 մմ տրամագծով մասնիկներ ունեցող գլաբարը, հրաբխային խարամը և դրանց խառնուրդը (1:1, ըստ ծավալի):

Հետազոտությունների համար փորձանմուշներ են վերցվել հետևյալ գեղազարդ ծառերի և թփերի (աբորիգեն՝ խուրմա կովկասյան՝ *Diospyros lotus*) (նկ. 1 գ), կաղնի արևելյան՝ *Quercus orientalis*, սոսի արևելյան՝ *Platanus orientalis* (նկ. 2 ա), Հայաստան ներմուծված՝ կենսաճառ արևելյան՝ *Biota orientalis* Endl. (նկ. 1 ա), սոֆորա ճապոնական՝ *Styphnolobium japonicum* L. (նկ. 1 բ), մշտադալար խոճի՝ *Cupressus sempervirens* L. (նկ. 2 գ), կատալպա բիզոնիանյան՝ *Catalpa bignonioides* (նկ. 2 բ), գիհի վիրգիլյան՝ *Juniperus virginiana* L., բալենի չինական՝ *Prunus tomentosa* (նկ. 4 բ), ծյունապտղիկ սպիտակ՝ *Symphoricarpos albus* Blake (նկ. 3 բ), բուգենվիլիա՝ *Bougainvillea* (նկ. 3 ա), յասաման հնդկական՝ *Lagerstroemia indica* (նկ. 3 գ), մեղվաթուփ՝ *Laburnum* (նկ. 4 ա), չմենի հորիզոնական՝ *Cotoneaster horizontalis* Decne (նկ. 4 գ), սրնգենի կովկասյան՝ *Philadelphus caucasicus* Koehne) տերևներից:



ա

բ

գ

Նկար. 1. Կենսաճառի (ա), ճապոնական սոֆորայի (բ), կովկասյան խուրմայի (գ) բուսակների ընդհանուր տեսքը բացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում

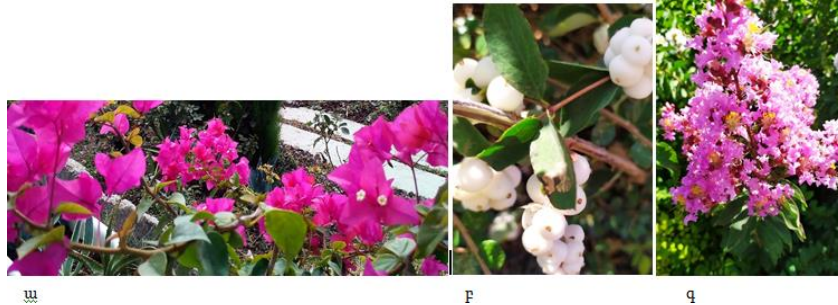


ա

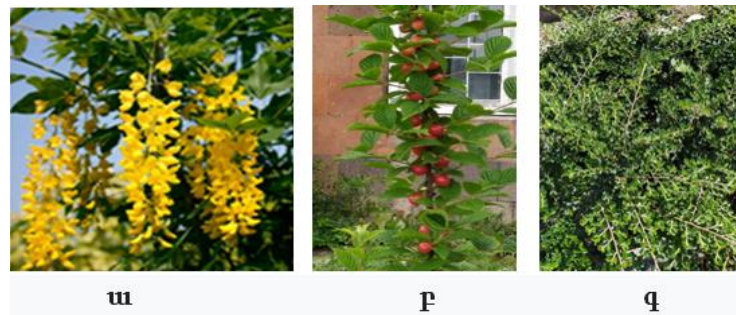
բ

գ

Նկար 2. Արևելյան սոսու (ա), բիզոնիանյան կատալպայի (բ), մշտադալար խոճու (գ) բուսակների ընդհանուր տեսքը բացօթյա հիդրոպոնիկայում



Նկար 3. Բուգենվիլիայի (ա), սպիտակ ձյունապտղիկի (բ), հնդկական յասամանի (գ) ընդհանուր տեսքը բացօթյա հիդրոպոնիկայում



Նկար 4. Մեղվաթփի (ա), չինական բալենու (բ), հորիզոնական չմենու (գ) ընդհանուր տեսքը բացօթյա հիդրոպոնիկայում

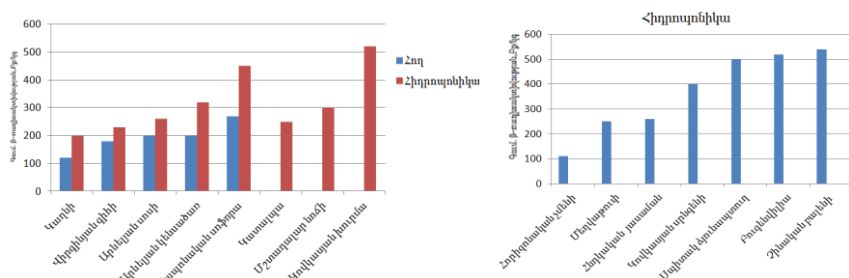
Փորձանմուշների գումարային β -ռադիոակտիվությունը որոշվել է ռադիոքիմիական մեթոդներով փոքր ֆոնային ՄՄՓ-1500 ռադիոմետրի միջոցով [10]:

Նմուշառման, նմուշների նախնական մշակման ընթացքը կատարվել է ըստ ГОСТ 32161-2013-ի: Ստացված տվյալները ենթարկվել են վիճակագրական մշակման Excel-ի միջոցով:

Արևելյան կենսաածառի ասեղնատերևները և ծայրակոները պարունակում են 0,4-1,0 % կամֆորայի բույրով եթերայուղ և ֆիտոնցիդներ: Ճապոնական սոֆորան հայտնի է որպես վիտամին P խմբին պատկանող ռուտին ֆլավոնոլի ստացման աղբյուր: Արևելյան կենսաածառը, ճապոնական սոֆորան, բիզոնոսիանման կատալպան, վիրգիլյան գիլիս, արևելյան սոսիս, կաղնին, մշտադալար Նոնին (հատկապես բրգածև տեսակը), կովկասյան սրնգենին, հնդկական յասամանը, մեղվաթուփը, բուգենվիլիան, սպիտակ ձյունապտղիկը, չինական բալենին օգտագործվում են կանաչ շինարարության մեջ [1, 5, 6, 15, 17]: Կովկասյան խուրման և կովկասյան սրնգենին գրանցված են ՀՀ Կարմիր գրքում [2]:

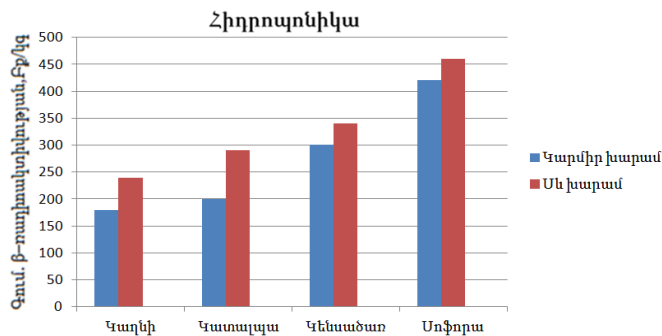
Արդյունքներ և քննարկում: Պարզվել է, որ Արարատյան դաշտում միևնույն հողակլիմայական և ռադիոէկոլոգիական լարվածության պայմաններում մշակված (ՀԱԷԿ-ից 30 կմ շառավղով գոտի) առանձին ծառաթփատեսակներ պարունակել են տարբեր քանակի β -ճառագայթող տեխնածին (^{90}Sr , ^{89}Sr , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{141}Ce , ^{144}Ce և այլն)

և բնական (^{40}K , ^{234}Th , ^{231}Th , ^{210}Pb , ^{88}Rb և այլն) ՌՆ: Այստեղ որոշիչ դեր են խաղացել ծառաթփատեսակների կենսաբանական առանձնահատկությունները (բարձրությունը, հանքային սննդամոլությունը, վեգետացիայի տևողությունը, սաղարթի խտությունը, տերևների ձևը, չափը, մակերեսի բնույթը, անատոմիական կառուցվածքը, հողում և լցանյութում արմատների տարածման բնույթը և այլն) [7, 11-13, 18-21]: Գեղազարդ ծառերի տերևների գումարային β -ռադիոակտիվությունը տատանվել է հողային մշակույթում՝ 100-270 Բք/կգ, հիդրոպոնիկայում՝ 200-520 Բք/կգ, իսկ թփերինը՝ հիդրոպոնիկայում՝ 110-540 Բք/կգ տիրույթում (գծապատկեր 1): Տարբեր ծառատեսակները, ըստ տերևների գումարային β -ռադիոակտիվության, հիդրոպոնիկայում և հողում կազմում են միևնույն նվազող շարքը՝ կովկասյան խուրմա > ճապոնական սոֆորա > արևելյան կենսածառ > մշտադալար նոճի > արևելյան սոսի > բիզոնիանման կատալպա > վիրգինյան գիհի > կաղնի, իսկ թփատեսակները՝ հիդրոպոնիկայում՝ չինական բալենի > բուզենվիլիա > սպիտակ ձյունապտղիկ > կովկասյան սրնգենի > հնդկական յասաման > մեղվաթուփ > հորիզոնական չմենի:



Գծապատկեր 1. Գեղազարդ ծառերի և թփերի տերևների գումարային β -ռադիոակտիվությունը հիդրոպոնիկայում և հողում

Նախկինում մեր կողմից ստացված տվյալները վկայում են, որ հողային մշակույթում ՌՆ-ը ներթափանցել են ծառերի մեջ ոռոգիչ ջուր - հող - բույսի արմատ, իսկ հիդրոպոնիկայում՝ սննդալուծույթ - սուբստրատ - բույսի արմատ փոխանցման շղթաների միջոցով [16]: Չի բացառվում, որ ծառաթփերի վերգետնյա օրգանների մեջ տեղի է ունեցել ՌՆ-ի արտարմատային ներթափանցում նաև օդային ավազանից (մթնոլորտային տեղումներ, փոշի, ծուխ, մուր, աերոզոլներ) [14]: Բացահայտվել է, որ բույսերի մշակման եղանակը (հիդրոպոնիկա, հող) որոշակիորեն ազդել է ծառերի տերևների գումարային β -ռադիոակտիվության վրա: Ընդ որում հիդրոպոնիկայում մշակված ծառերը տերևների գումարային β -ռադիոակտիվությամբ գերազանցել են հողում մշակվածներին՝ 1,3-2,0 անգամ: Ըստ երևույթին, դա բացատրվում է նրանով, որ անհող մշակության դեպքում վերահսկվող հիդրոպոնիկ միջավայրում կարգավորվում են որոշ էկոլոգիական աբիոտիկ գործոններ՝ նպաստելով սննդային և ջրաօդային ռեժիմի բարելավմանը, ինչն ապահովում է մշակաբույսերի բարձր կենսաբանական ակտիվություն: Հավանաբար գումարային β -ռադիոակտիվությամբ հիդրոպոնիկ ծառաթփերի տերևների գերազանցումը հողային բույսերին պայմանավորված է հիդրոպոնիկ բույսերում հողային բույսերի համեմատ K -ի (^{40}K) գերազանցող պարունակությամբ: Հայտնի է, որ ^{40}K -ը 89,33 % β , 10,67 % γ ճառագայթիչ է [12]: Ընդ որում հիդրոպոնիկայում սև խարամ լցանյութում մշակված գեղազարդ ծառերը տերևներում կուտակված ՌՆ-ի պարունակությամբ գերազանցել են կարմիր խարամում մշակվածներին 1,2-1,4 անգամ (գծապատկեր 2):



Կարելի է եզրակացնել, որ ծառերից՝ կովկասյան խուրման, ճապոնական սոֆորան, արևելյան կենսածառը, իսկ թփերից՝ չինական բալենին, բուզենվիլիան, սպիտակ ձյունապտղիկը, կովկասյան սրնգենին առանձնացել են որպես Ռ-ի բնական կուտակիչներ: Ուստի կանաչ շինարարության մեջ կիրառվող տնկարկների դենդրոկազմում դրանց ներկայացվածությունը նախընտրելի է:

Գործնական առաջարկ: Կովկասյան խուրման, ճապոնական սոֆորան, արևելյան կենսածառը, չինական բալենին, բուզենվիլիան, սպիտակ ձյունապտղիկը, կովկասյան սրնգենին՝ որպես Ռ-ի բնական կուտակիչներ, առաջարկվում են կանաչ գոտիների, անտառների ստեղծման համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *Կտրակյան Ս.Ա.* Երևանի կանաչ տնկարկների դենդրոֆլորայի հարստացման և գեղագարդության բարձրացման խնդիրները: Հայաստանի կենսաբան. հանդես, 72, 1-2, էջ 42-47, 2020:
2. Հայաստանի Կարմիր գիրք: Երևան, Հայաստանի բնապահպանության նախարարություն: 2022. DOI: <https://mnp.studio-one.am>.
3. ՀՀ կառավարությանն առընթեր միջուկային անվտանգության կարգավորման պետական կոմիտեի գործունեության հաշվետվություն, 2014 www.anra.am/upload/Annu. DOI: <http://www.anra.am/upload/Annu>.
4. *Վալեսյան Լ.Վ.* /խմբ./ Հայաստանի ազգային ատլաս, 4 հատոր, Երևան, 232 էջ, 2007: DOI: <https://online.fliphtml5.com/qgxo/flkz/#p=1>
5. *Վարդանյան Շ.Հ.* Ծառագիտություն, Երևան, Հայկական գյուղատնտեսական ակադեմիա, 370 էջ, 2005:
6. *Վարդանյան Շ.Հ., Գրիգորյան Ա.Ա.* Սրնգենին (*PHILADELPHUS L.*)՝ որպես արժեքավոր թփատեսակների ելակյուղ Հայաստանի բուսաբանական այգիներ ներմուծելու համար: Հայաստանի կենսաբան. հանդես, 73, 1, էջ 74-81, 2021:
7. *Бозшатаева Г.Т., Касымбекова А.И., Оспанова Г.С., Турабаева Г.К., Кыдыралиева М.Б.* Использование биоиндикаторов для оценки состояния атмосферного воздуха. Меж. ж. прикладных и фундаментальных исследований, 12, (часть 2), с. 302-306, 2017.
8. *Воскресенская О.Л., Лейкин А.В., Воскресенский В.С., Сазонов А.Р.* Накопление и распределение радионуклидов в органах туи западной, произрастающей в условиях городской среды. Вестник Марийского государственного университета, 8, с. 39-42, 2012.
9. *Давтян Г.С.* Гидропоника. В кн.: Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
10. *Павлоцкая Ф.И.* Методы определения ⁹⁰Sr и других изотопов. В кн.: Физико-химические методы исследования почв. М., 126 с., 1966.

11. *Переволоцкий А.Н., Гончаров Е.А., Переволоцкая Т.В.* К вопросу о моделировании распределения радионуклидов в лесных биогеоценозах. Радиационная биология. Радиоэкология, 6, с. 655-663, 2016.
12. Сельскохозяйственная радиоэкология. Под. ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. М., Экология, 400 с., 1992. DOI: <http://lib26.ru>.
13. *Щеглов А.И., Цветнова О.Б.* Биологический круговорот ^{137}Cs и ^{40}K в дубравах и агрофитоценозах на темно-серых лесных почвах Тульской области России. Радиационная биология. Радиоэкология, 57, 2, с. 201-209, 2017.
14. *Belyaeva O.A., Pyuskyulyan K.I., Movsisyan N.E., Sahakyan L.V., Saghatelian A.K.* Radioecological studies in Armenia: a review, National Academy of Sciences of RA. Electronic Journal of natural sciences, Ecology, 34,1, pp. 34-40. 2020. DOI: <https://www.globalgeochemicalbaselines.eu/file>.
15. *Bopp V., Mistrartova N., Gurevich Y.* Western thuja (*Thuja occidentalis* L.): introduction in Siberia and use of nanoparticles in increasing the green cuttings rhizogenic activity. In BIO Web of Conferences, vol. 24, p. 00013. EDP Sciences, 2020.
16. *Ghalachyan L.M., Tadevosyan A.H.* Accumulation of Artificial Radionuclides in Ecosystem of Irrigation Water-Soil-Herb in Anthropogenic Zones of Armenian NPP. Bulletin, State Agrarian University of Armenia, 4, pp. 5-8, 2016. DOI: https://library.anau.am/images/stories/grqer/Izvestiya/4_2016/
17. *Thabit S., Handoussa H., Roxo M., Azevedo B., Sayed N., Wink M.* *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott Fruits Increase Stress Resistance and Exert Antioxidant Properties in *Caenorhabditis elegans* and Mouse Models. Molecules 24, 14, 26-33, 2019. doi:10.3390/molecules24142633
18. *Todorovic D., Popović D., Ajtic J., Nikolic J.* Trace Elements and Radionuclides (^{137}Cs , ^{40}K , ^{210}Pb and ^7Be) in Urban Air Monitored by Moss and Tree Leaves. Environmental Science and Pollution Research 20 (1), 2012. DOI:10.1007/s11356-012-0940-y
19. *Yoshenko V., Takase T., Nanba K., Onda Y. and Konoplev A.* Radioactive and stable cesium isotopes in Fukushima forests. II International Conference on Radioecological Concentration Processes (50 years later). Book of proceedings, Seville, Spain, November, 2016.
20. *Yoshenko V., Takase T., Konoplev A., Nanba K., Onda Y., Kivva S., Zheleznyak M., Sato N., Keitoku K.* Radiocesium distribution and fluxes in the typical *Cryptomeria japonica* forest at the late stage after the accident at Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant. Journal of Environmental Radioactivity, 166, 45-55, 2017.
21. *Yoshihara T.* Leaf Ecology and Radiocesium Contamination in Trees/Forests. Published, Environmental Science, 6 September, p. 65-89, 2017.

Ստացվել է 08.08.2023