



**ՈՐՈՇ ԲԱՆՋԱՐԱԲՈՒՅՍԵՐԻ ԳՈՒՄԱՐԱՅԻՆ
β-ՌԱԴԻՈԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆՆ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԴԱՇՏԻ ՏԱՐԲԵՐ
ՀԻՂՐՈՊՈՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԵՎ ՀՈՂԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

**Լ.Մ. ՂԱՆԱԶՅԱՆ, Խ.Ս. ՄԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ, Լ.Է. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ,
Ռ.Զ. ՄԻՍԵՆՅԱՆ, Ա.Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Ա.Ա. ՀԱԿՈԲՅԱՆՅԱՆ,
Վ.Գ. ԲԱՂՂԱՍԱՐՅԱՆ**

ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Դավթյանի անվան հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
lauraghalachyan@yahoo.com

Ուսումնասիրվել է մի շարք արժեքավոր բանջարաբույսերի գումարային β-ռադիոակտիվությունը հիդրոպոնիկական տարբեր համակարգերի (օրգանական, ջրաշիթային, դասական) և հողի պայմաններում Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտի (ՀԻԻ) տարածքում (Հայկական ԱԷԿ-ի (ՀԱԷԿ) 30 կմ շառավղով գոտի): Պարզվել է, որ, ըստ ուտելի մասերի գումարային β-ռադիոակտիվության, բանջարաբույսերը դասական հիդրոպոնիկայում և հողում (չնչին տարբերությամբ) կազմում են միևնույն նվազող շարքը՝ կարմիր շինական կաղամբ > ամսաբողկ > գլուխ հազար > թաթսոյ > ոլոռ > խավրժիլ > բակլա > սիսեռ: Անկախ բանջարաբույսերի տեսակից և մշակության եղանակից (օրգանական, ջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկա, հող) ստացված բուսահումքը համարվում է ռադիոէկոլոգիապես անվտանգ, քանի որ գումարային β-ռադիոակտիվությունը չի գերազանցել ՍՅԽ-ն՝ 1,0 Բք/գ:

Բանջարաբույսեր – գումարային β-ռադիոակտիվություն – օրգանական – ջրաշիթային – դասական հիդրոպոնիկա – հող – ռադիոէկոլոգիապես անվտանգ

Исследовалась суммарная β-радиоактивность ряда ценных овощей в условиях различных гидропонических систем (органическая, водоструйная, классическая) и почвы в окрестностях Института проблем гидропоники (ИПГ) (зона Армянской АЭС (ААЭС) радиусом 30 км). Установлено, что овощи по суммарной β-радиоактивности съедобных частей в классической гидропонике и почве (с небольшой разницей) образуют один и тот же убывающий ряд: красная китайская капуста > редис > кочанный салат > татсой > горох > ревень > бакла > нут. Независимо от вида овощей и способа выращивания (органическая, водоструйная, классическая гидропоника, почва) полученное растительное сырье считается радиозэкологически безопасным, так как суммарная β-радиоактивность не превышала ПДК 1,0 Бк/г.

Овощи – суммарная β-радиоактивность – органическая – водоструйная – классическая гидропоника – почва – радиозэкологически безопасно

Cross β-radioactivity of several valuable vegetables was studied under conditions in different hydroponic systems (organic, water jet and classical) and soil in area of Institute of Hydroponics Problems (IHP) (zone of Armenian NPP (ANPP) with radius of 30 km). It was revealed

that according to the gross β -radioactivity of the edible parts the vegetables make the same decreasing range in classical hydroponics and soil (with light difference): red chinese cabbage > radish > head lettuce > tatsoi > pea > rhubarb > bakla > cicer. Regardless of the vegetable type and cultivation method (organic, water jet and classical hydroponics and soil), vegetable raw materials are radioecologically safe, since the gross β -radioactivity did not exceed the MAC of 1.0, Bq/g.

Vegetables – gross β -radioactivity – organic – water jet and classical hydroponics – soil – radioecologically safe

Տեխնածին (^{90}Sr , ^{89}Sr , ^{137}Cs , ^{134}Cs և այլն) և բնական (^{40}K , ^{234}Th , ^{231}Th , ^{210}Pb և այլն) ռադիոնուկլիդները (ՌՆ), տեղաշարժվելով ագրոհամակեցությունների կենսատրոֆիկ շղթայի միջոցով, հոգ – բույս և հիդրոպոնիկայի սուբստրատ – սննդալուծույթ – բույս փոխանցման շղթաների միջոցով, կուտակվում են մշակաբույսերում, մասնավորապես բանջարաբույսերում, ինչի հետևանքով կարող են ներթափանցել մարդու օրգանիզմ՝ պատճառ դառնալով տարբեր հիվանդությունների առաջացման: Ուստի, բանջարաբույսերի գումարային β -ռադիոակտիվության վերահսկումը և ռադիոէկոլոգիայի անվտանգ բուսահումքի ստացումը համարվում են արդիական խնդիր [2, 8- 22]: Բանջարաբույսերը լայն կիրառություն ունեն սննդի մեջ՝ կազմելով կերակուրների անբաժանելի մասը: Դրանք հարուստ են կենսակտիվ նյութերով, վիտամիններով (β -կարոտին, C, B, K, PP, E), օրգանական թթուներով, սպիտակուցներով, ածխաջրերով, հանքային աղերով, միկրոտարրերով (Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Mo և այլն), ինչի շնորհիվ բարձրացնում են մարդու օրգանիզմի դիմադրողականությունը և այն պաշտպանում մի շարք հիվանդություններից, մասնավորապես շաքարախտից, սիրտանոթային, աղետամոքային, աչքի (գլաուկոմա) չարորակ ուռուցքներից [1, 5]:

Հաշվի առնելով վերը նշվածը՝ բանջարաբույսերի ռադիոէկոլոգիայի առավել անվտանգ բուսահումքի ստացման օպտիմալ պայմանների բացահայտման նպատակով մեր կողմից ուսումնասիրվել են դրանց գումարային β -ռադիոակտիվության առանձնահատկությունները ՀՀ-ի տարածքի բացօթյա տարբեր հիդրոպոնիկական համակարգերի (օրգանական, ջրաշիթային, դասական) և հողային մշակության պայմաններում: Սա ունի կոնկրետ գործնական նշանակություն, քանի որ մշակված ռադիոպաշտպանիչ առաջարկների կիրառումը հիդրոպոնիկայում և ագրոհամակեցություններում կապահովի ստանալ ռադիոէկոլոգիայի առավել անվտանգ բուսահումք:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտություններն իրականացվել են 2021-2022 թթ. ՀՀ-ի տարածքում (Հայկական ԱԵԿ-ի (ՀԱԵԿ) տեխնածին ազդեցության 30 կմ շառավղով գոտի): ՀՀ-ին գտնվում է Արարատյան դաշտում՝ ծովի մակերևույթից մոտ 850-900 մ բարձրության վրա, շրջապատված է հարավ-արևմուտքից և հարավից՝ Մեծ և Փոքր Արարատներով, հյուսիս-արևմուտքից՝ Արագած լեռով և հյուսիս-արևելքից՝ Ուրցի և Գեղամա լեռնաշղթաներով:

Հարկ է նշել, որ այդ տարածաշրջանում կլիման խիստ ցամաքային է, տարեկան միջին ջերմաստիճանը $11,0-11,8^{\circ}\text{C}$ է, հարաբերական խոնավությունը՝ 40 %, տեղումների տարեկան միջին գումարը՝ 200-300 մմ [4]: ՀՀ-ի շրջակա հողերը կիսաանապատային են, ջրով, որում հումուսը կազմել է 1,5-2,5 %, հարուստ է ֆոսֆորով և կալիումով:

Փորձերը դրվել են օրգանական, ջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկայի և հողային մշակության պայմաններում: Օրգանական հիդրոպոնիկայում լցանյութին խառնված գոմաղբը (N-ը՝ մոտ 0,5 %, P-ը՝ մինչև 0,2 %, K-ը՝ մինչև 0,6 %), [9], (1-ին տարբերակ՝ 2400 գ, 2-րդ տարբերակ՝ 3200 գ, 3-րդ տարբերակ՝ 4000 գ / 0,25 մ²) հավասարաչափ լցվել է հողաշերտի վրա փռված պոլիէթիլենային մեկուսիչ թաղանթի վրա, իսկ բույսերի ջրումն իրականացվել է արտեզյան ջրով, վերևից շիթի ձևով: Մեկանգամյա ջրման տևողությունը, 10-20 վրկ է (20-70 մլ), օրվա ընթացքում հաճախականությունը՝ 8-10 անգամ: Ջրաշիթային և դասական հիդրոպոնիկայում բույսերը սնուցվել են Գ.Ս. Դավթյանի կողմից առաջարկված սննդալուծույթով (N = 200 մգ/լ, P = 65 մգ/լ, K = 350 մգ/լ) [6]: Հիդրոպոնիկայում սննդալուծույթի պատրաստման համար կիրառվել է արտեզյան ջուր, իսկ որպես լցանյութ՝ նախօրոք KMnO_4 -ի 0,05 %-անոց լուծույթով ախտահանված, 3-15 մմ տրամագծով մասնիկներ ունեցող գլաբարը, հրաբխային խարամը և դրանց խառնուրդը (1:1, ըստ ծավալի):

Ջրաշիթային հիդրոպոնիկայում սննդալուծույթը շիթի ձևով, պարբերաբար, անվերադարձ մղվել է յուրաքանչյուր բույսի արմատաբևակ միջավայր՝ օրվա ընթացքում շուրջ 6-20 անգամ, 10-15 վրկ. տևողությամբ, մեկանգամյա տրվող լուծույթը կազմել է 20-50 մլ: Դասական հիդրոպոնիկայում բույսերը սննդալուծույթով սնուցվել են օրական 1-3 անգամ, իսկ հողային մշակույթում բույսերը ջրվել են արտեզյան ջրով 3-4 օրը 1 անգամ՝ պահպանելով բոլոր ագրոտեխնիկական կանոնները (հողի փխրեցում, մոլախոտերի մաքրում և այլն):

Հետազոտությունների համար փորձանմուշներ են վերցվել տարբեր բանջարաբույսերի (տեղածին՝ մշակովի սիսեռ՝ *Cicer arietinum*, բակլա՝ *Vicia faba*, սովորական ոլոռ՝ *Pisum sativum*, բոլորը՝ամերիկյան տեսակի (սկ. 1. ա, բ), ամսաբողկ՝ *Raphanus sativus* L., ֆրանսիական վաղահաս «Ջոլլի» տեսակի (սկ. 2.), խավրժիլ՝ *Rheum rhabarbarum* և ներմուծված թաթսոյ՝ *Tatsoi-Brassica rapa* subsp. *Narinsa*, կարմիր չինական կաղամբ՝ *Brassica rapa* subsp. *chinensis* red, գլուխ հազար՝ *Butter head lettuce* (սկ. 3. ա, բ)) ուտելի մասերից: Փորձանմուշներում վերահսկվող տեխնածին ՌՆ-ի (90Sr, 137Cs) պարունակությունը և գումարային β-ռադիոակտիվությունը որոշվել են ռադիոքիմիական մեթոդներով փոքր ֆոնային YMF-1500 ռադիոմետրի միջոցով [7]: Նմուշառման, նմուշների նախնական մշակման, նմուշների 90Sr-ի, 137Cs-ի ռադիոքիմիական էքստրակցիայի ու բուն տարրալուծման ընթացքը կատարվել է ըստ ГОСТ 32161-2013-ի: Ստացված տվյալները եկթարկվել են վիճակագրական մշակման GraphPad Prism 5-ի միջոցով:



հիդրոպոնիկա **հող** **հիդրոպոնիկա** **հող**
ա/ բ/

Նկ. 1. Ոլոռի /ա/ և բակլայի /բ/ ընդհանուր տեսքը դասական հիդրոպոնիկ և հողային մշակույթի պայմաններում



ա/ բ/ գ/

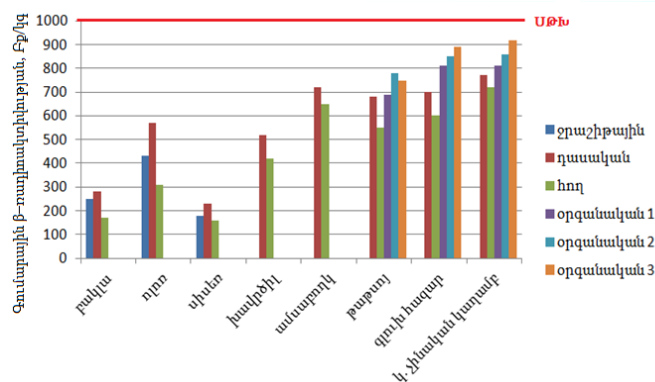
Նկ. 2. Ամսաբողկի ընդհանուր տեսքը /ա/, արմատապտուղները /բ/ դասական հիդրոպոնիկ և հողային /գ/ մշակույթի պայմաններում



օրգանական **դասական** **հող** **օրգանական** **դասական** **հող**
ա/ բ/

Նկ. 3. Գլուխ հազարը /ա/ և թաթսոյը /բ/ հիդրոպոնիկ և հողային մշակույթի պայմաններում

Արդյունքներ և քննարկում: Ռադիոքիմիական վերլուծությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ Արարատյան դաշտի բնակիչմայական և ռադիոէկոլոգիական լարվածության միևնույն գոտում (ՀԱԷԿ-ի 30 կմ շառավղով գոտի) բանջարաբույսերը կուտակել են տարբեր քանակի ՌՆ (սկ. 1):



Սկ. 4. Բանջարաբույսերի գումարային β -ռադիոակտիվությունը ջրաշիթային, դասական, օրգանական (1-ին տարբերակ՝ 2400 գ գոմաղբ, 2-րդ տարբերակ՝ 3200 գ գոմաղբ, 3-րդ տարբերակ՝ 4000 գ գոմաղբ) հիդրոպոնիկայի և հողային մշակույթի պայմաններում

Այսինքն, բույսերի մշակման եղանակը (օրգանական, ջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկա, հող) որոշակիորեն ազդել է բուսահումքում ՌՆ-ի կուտակման վրա: Այսպես, բանջարաբույսերի գումարային β -ռադիոակտիվությունը տատանվել՝ ջրաշիթային հիդրոպոնիկայում՝ 180-430 Բք/կգ, դասական հիդրոպոնիկայում՝ 230-770 Բք/կգ, օրգանական հիդրոպոնիկայում՝ 690-920 Բք/կգ, իսկ հողում՝ 160-720 Բք/կգ տիրույթում: Կարելի է ենթադրել, որ ջրաշիթային հիդրոպոնիկական համակարգում ռադիոէկոլոգիական լարվածությունը նվազել է (բույսերի սնուցման ջրաշիթային եղանակ, սննդալուծույթի ծախսի կրճատում), որի շնորհիվ բույսերի արմատաբնակ միջավայրում նվազել են ՌՆ-ի պարունակությունը և տեղաշարժը սննդալուծույթ-բույսի արմատ շղթայով: Արդյունքում ջրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակն ապահովել է ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ բուսահումքի ստացում, քան դասական հիդրոպոնիկան: Տարբեր բանջարատեսակները դասական հիդրոպոնիկայում և հողում (չնչին բացառությամբ), ըստ գումարային β -ռադիոակտիվության, կազմում են միևնույն նվազող շարքը՝ կարմիր չինական կաղամբ > ամսաբոլ > գլուխ հազար > թաթսոյ > ոլոռ > խավիչիկ > բակլա > սիսեռ: Ըստ երևույթին, ի հայտ են եկել առանձին բուսատեսակների կենսաբանական առանձնահատկությունները (հանքային սննդառության յուրահատկությունները, սնուցման ռեժիմը, վեգետացիայի տևողությունը, լցանյութում և հողում արմատների տարածման բնույթը, տերևների անատոմիական կառուցվածքը, ձևը, չափը և այլն) և հանքային սննդատարրերն ընտրողաբար կլանելու առանձնահատկությունները [2, 8]: Ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքով առանձնացել են հատկավոր բանջարաբույսերը: Այսպես, ոլոռը, բակլան, սիսեռը դասական հիդրոպոնիկայում և հողում գումարային β -ռադիոակտիվությամբ զիջել են տերևային բանջարաբույսեր թաթսոյին՝ 1,2 և 1,8; 2,4 և 3,2; 2,9 և 3,4 անգամ, գլուխ հազարին՝ 1,2 և 1,9; 2,5 և 3,5; 3,0 և 3,7 անգամ, կարմիր չինական կաղամբին՝ 1,3 և 2,3 ; 2,7 և 4,2 ; 3,3 և 4,5 անգամ, համապատասխանաբար: Սա համընկնում է գրական

տվյալների հետ [13], որոնց համաձայն՝ տերևային բանջարաբույսերն աչքի են ընկնում ՌՆ կուտակելու հատկությամբ: Պարզվել է, որ օրգանական հիդրոպոնիկայում մեծ չափաբանակներով (տարբերակներ 2, 3) գոմաղբի կիրառումը տերևային բանջարաբույսերի (թաթոյ, գլուխ հազար, կարմիր չինական կաղամբ) մշակման ընթացքում ռադիոէկոլոգիապես արդյունավետ չէ, ինչը, հավանաբար, կապված է գոմաղբում ^{40}K -ի ավելի մեծ քանակով առկայության հետ (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. Բնական (40K) և տեխնածին ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը արտեզյան ջրում, սննդալուծություն, ՀԴԻ-ի շրջակա հողերում, գոմաղբում

Նմուշի տեսակը	^{90}Sr	^{137}Cs	^{40}K
	Բք/լ, Բք/կգ*		
Արտեզյան ջուր /ռոզգիջ ջուր/	$0,044 \pm 0,002$	$0,003 \pm 0,0001$	0,13
Սննդալուծույթ	$0,44 \pm 0,030$	$0,030 \pm 0,001$	9,4
Հող /0-30 սմ/*	$6,9* \pm 0,27$	$8,0* \pm 0,25$	421*
Գոմաղբ* [9]	-	-	162*
Սթխ, խմելու ջրի համար [2]	5,0	11,0	-

Հայտնի է, որ կալիումի 0,0119 %-ը կազմում է ^{40}K -ը, որը 89,33 %-ով՝ β , իսկ 10,67 %-ով՝ γ ճառագայթիչ է [8, 19, 22]: Թեև հիդրոպոնիկ բույսերը β -ճառագայթող ՌՆ-ի պարունակությամբ գերազանցել են հողային բույսերին, սակայն հիդրոպոնիկայում մշակված տարբեր բուսատեսակները (դեղաբույսեր, բանջարաբույսեր, ծառապտուղներ և այլն) ամենավտանգավոր վերահսկվող տեխնածին ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությամբ միշտ զիջել են հողային բույսերին 1,1-2,1 և 1,1-1,8 անգամ համապատասխանաբար: Այդ մասին են վկայում մեր բազմամյա ուսումնասիրությունների արդյունքները [16, 17]: Հավանաբար, դա բացատրվում է հողի համեմատ հիդրոպոնիկայում կիրառվող սննդալուծություն ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի անհամեմատ ցածր ռադիոակտիվությամբ (աղ. 1): Կարևոր է նշել, որ անկախ բանջարաբույսերի տեսակից և մշակության եղանակից, ստացված բուսահումքը ռադիոէկոլոգիապես անվտանգ է, քանի որ գոմարային β -ռադիոակտիվությունը չի գերազանցել սահմանային թույլատրելի խտությունները (Սթխ)՝ 1,0 Բք/գ [21]:

Գործնական առաջարկ: Սիսեռի, բակլայի, ոլոռի մշակության համար առաջարկվում են ջրաշիթային, իսկ ամսաբոդկի, խավրծիլի, կարմիր չինական կաղամբի, գլուխ հազարի, թաթոյի համար՝ դասական հիդրոպոնիկ կենսատեխնոլոգիական եղանակները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Բարոմետր. Ինչ գիտենք մրգերի և բանջարեղենի գույների օգտակարության մասին, 2015: <http://barometer.am/news/facts/20150512/1740/>.
2. ՀՀ կառավարությանն առընթեր միջուկային անվտանգության կարգավորման պետական կոմիտեի գործունեության հաշվետվություն, 2014: www.anra.am/upload/Annu.
3. Ղալաչյան Լ., Թադևոսյան Ա., Ալեքսանյան Ջ., Ասատրյան Ա., Թովմասյան Ա., Դարյադար Մ., Սիսեռյան Ռ. Ջրաշիթային հիդրոպոնիկան որպես ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքի արտադրման կենսատեխնոլոգիական եղանակ, «Հիմնարար և կիրառական գիտական հետազոտություններ. արդիական խնդիրներ և ձեռքբերումներ» գիտական հոդվածների ժողովածու, միջազգային գիտաժողով, 31 մայիսի, էջ 102-115, 2022:

4. Վալեյան Լ.Վ. /Խմբ./ Հայաստանի ազգային ատլաս, Ա հատոր, Ե., 232 էջ, 2007: <https://online.fliphtml5.com/qgxo/flkz/#p=1>
5. Ашутко А.А., Гавриш Е.А., Несмиян А.Ю., Колесник Р.Ю. Технологические свойства растений редиса //Инженерные технологии и системы. 29, 2, с. 265-278, 2019. <http://vestnik.mrsu.ru> DOI: 10.15507/2658-4123.029.
6. Давтян Г.С. Гидропоника. В кн.: Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
7. Павлоцкая Ф.И. Методы определения ^{90}Sr и других изотопов. В кн.: Физико-химические методы исследования почв. М., 126 с, 1966.
8. Сельскохозяйственная радиоэкология. Под. ред. Р.М. Алексахина. Н.А.Корнеева. М., Экология, 400 с., 1992. <http://lib26.ru>.
9. Теучеж А.А. Химический состав различных видов навоза //Экологический вестник северного кавказа, 14, 1, с. 54-58, 2018. ISSN 2308-3875.
10. Abojassim A.A., Hady H.N., Mohammed Z.B. Natural radioactivity levels in some vegetables and fruits commonly used in Najaf Governorate, Iraq. //J. Bioen. Food Sci., 3, 3, pp.113-123, 2016. DOI:10.18067.
11. Adewumi Alao A. Evaluation of the Gross Alpha and Beta Radioactivity Concentration in Some Agricultural Products (Vegetables and Fruits) Obtained in Two Oil Fields in the Niger Delta Region of Nigeria. //Journal of Environment Pollution and Human Health. 4, 4, pp.78-82, 2016. doi: 10.12691/jephh-4-4-1.
12. Ahmad N., Jaafar M.S., Bakhash M., Rahim M. An overview on measurements of natural radioactivity in Malaysia. //Journal of Radiation Research and Applied Sciences., 8, Issue 1, pp. 136-141, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2014.12.008>.
13. Biswas S., Ferdous J., Begum A., Ferdous N. Study of Gross Alpha and Gross Beta Radioactivities in Environmental Samples. //Journal of Scientific Research, 7, 1-2, pp.35-44, 2015. DOI: 10.3329/jsr.v7i1-2.22479
14. Chijioke M. Amakom, Chikwendu E. Orji, Benedict C. Eke, Chinedu Iroegbu and Bridget A. Ojakominor Gross alpha and beta activity concentrations in soil and some selected Nigerian food crops. //International Journal of Physical Sciences. Full Length Research Paper, 13, 11, pp. 183-186, 2018. <https://doi.org/10.5897/IJPS2018.4719>.
15. China Yiyao Cao, Zhixin Zhao, Peng Wang¹, Shunfei Yu, Zhongjun Lai, Meibian Zhang³, Xiangjing Gao, Yaoxian Zhao, Zhiqiang Xuan, Hong Ren, Dongxia Zhang Xiaoming Lou Long-term variation of ^{90}Sr and ^{137}Cs in environmental and food samples around Qinshan nuclear power plant. Scientific Reports, 11, Article number: 20903(2021) <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00114-y>.
16. Ghalachyan L.M., Asatryan A.Z., Kocharyan K.A., Tadevosyan L.S. The accumulation of Artificial Radionuclides in Spice Herbs in Different Zones under the impact of the ANPP //Bulletin of State Agrarian University of Armenia“, 2, p. 17-20, 2014.
17. Ghalachyan L.M., Hakobjanyan A.A., Hovhannisyan L.E., Gasparian T.S. The study of gross β -radioactivity of medicinal plants in conditions of hydroponics and soil in Ararat Valley, Biological diversity of natural and anthropogenic landscapes: study and protection. Collection of materials of the II International Scientific and Practical Conference. 04.06.2021, Astrakhan. Publishing House "Astrakhan University", pp. 22-29, 2021.
18. Lubis S., Shibdawa M. A., Adamu H. Determination of natural radioactive elements in vegetables irrigated with water from tin mining ponds around Dorowa in BarkinLadi, Plateau State, Nigeria Science Forum //Journal of Pure and Applied Sciences, 16, pp. 60 – 65, 2019. DOI: 10.5455/sf.16982.
19. Tettey-Larbi L., Darko E. O., Schandorf C., Appiah A. A., Sam F., Faanu A., Okoh D. K., Lawluvi H., Agyeman B. K., Kansaana C., Amoah P. A., Osei R. K., Agalga R, Osei S. Gross Alpha and Beta Activity and Annual Committed Effective Doses due to Natural Radionuclides in some Medicinal Plants commonly used in Ghana.//International Journal of Science and Technology, 3, 4, ISSN, 2224-3577, 2013. <http://www.ejournalofsciences.org>.

20. Tomșe Radu, Rahotă Daniela, Miere Ana-Maria, Mărcuț Crina, and G. Marcu Loredana. Radioactivity monitoring in foodstuff and drinking water in Bihor County, Romania. AIP Conference Proceedings 2218, 030010 (2020); <https://doi.org/10.1063/5.0001023>.
21. WHO. Guidelines for drinking water quality and other screening levels of various categories of foods. 6th ed., *World Health Organization, Geneva, Switzerland*. 2008.
22. Zivkov-Balos M., Mihaljev Z., Cupic Z. Content of Trace Elements and Some Radionuclides in Lucerne (*Medicago sativa*).//Biotechnology in Animal Husbandry, 27, 3, pp. 591-598, 2011. <https://doi.org/10.2298/BAH1103591>

Ստացվել է 01.02.2023