



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 1-2, (72), 2020

ՏԵԽՆԱԾԻՆ ՈԱԴԻՈՆՈՒԿԼԻԴՆԵՐԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ԶՈՒՐ-ՀՈՂ-ԲՈՒՅՍ ԷԿՈՂՈՍԿԱՐԳԵՐՈՒՄ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԴԱՇՏԻ ԵՎ ԴԻԼԻՋԱՆԻ ԱՆՏԱՌԱՅԻՆ ԳՈՏՈՒ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Լ.Մ.ՂԱԼԱԶՅԱՆ, Ա.Յ.ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ, Ա.Ա.ՀԱԿՈԲՋԱՆՅԱՆ

ՀՀ ԳԱՄ Գ.Ս. Դավթյանի անվան Ֆիզիոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ
lauraghalachyan@yahoo.com

Ուսումնասիրվել են վերահսկվող տեխնածին ռադիոնուկլիդների (^{90}Sr ($T_{1/2}=28,6$ տարի), ^{137}Cs ($T_{1/2}=30,1$ տարի)) կուտակման առանձնահատկությունները Հայկական ԱԵԿ-ի (ՀԱԵԿ) 30 կմ (^{90}Sr -ի տարածք) շառավիղով գոտու և ՀՊԻ-ի Դիլիջանի անտառային փորձակայանի (ԴԱՓԿ) ոռոգիչ ջուր-հող-բույս էկոհամակարգերում: Պարզվել է, որ ՀՊԻ-ի տարածքի բույսերի մեջ (խոտաբույսեր՝ հացազգի, առվույտ, արևելյան կենսածառի և կաղնու տերևներ) ՌՆ-ը ներթափանցել են ոռոգիչ ջրերից, հողերից և օդային ավազանից, իսկ ԴԱՓԿ-ում՝ հողերից և օդային ավազանից: ՀՊԻ-ի տարածքում և ԴԱՓԿ-ում տեխնածին ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը ոռոգիչ ջուր-հող-բույս էկոհամակարգերում չի գերազանցել ՍԹԽ-ն: Մշակվել են ռադիոպաշտպանական գործնական հանձնարարականներ էկոլոգիապես անվտանգ գյուղատնտեսական սննդամթերքների ստացման համար:

Ոռոգիչ ջուր – հող-բույս-տեխնածին ՌՆ – կուտակում – գործնական առաջարկներ

Исследовались особенности накопления контролируемых техногенных радионуклидов (РН): ^{90}Sr ($T_{1/2}=28,6$ года) и ^{137}Cs ($T_{1/2}=30,1$ года) в экосистемах поливная вода-почва-растение в зоне Армянской АЭС (ААЭС) радиусом 30 км (окрестность ИПГ) и Дилижанской лесной опытной станции (ДЛОС) ИПГ. Выяснилось, что в окрестности ИПГ РН проникали в растения (травянистые: злаковые, люцерна, листья деревьев восточной туи и платана) из оросительных вод, почвы и воздушного бассейна, а в ДЛОС-из почвы и воздушного бассейна. Содержание техногенных РН (^{90}Sr , ^{137}Cs) в экосистемах поливная вода-почва-растение в окрестностях ИПГ и ДЛОС не превосходило ПДК. Разработаны радиозащитные практические рекомендации для получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

Полвная вода – почва-растение-техногенные РН – накопление – практические рекомендации

The accumulation specificities of controlled technogenic radionuclides (RN) (^{90}Sr ($T_{1/2}=28.6$ years) and ^{137}Cs ($T_{1/2}=30.1$ years)) have been studied in the irrigation water-soil-plant ecosystems of a zone of Armenian Nuclear Power Plant (ANPP) (Yerevan, IHP area) with 30 km radius and of Dilijan forest experimental station (DFES). It was revealed RN were penetrated into plants of IHP area (herbs: cereals, alfalfa, leaves of oriental thuja and oak) from the irrigation water, soils and air basin, and in the case of DFES from soils and air basin. In area of IHP and in DFES the concentration of technogenic RN (^{90}Sr , ^{137}Cs) in water-soil-plant ecosystems has not exceeded MACL. Radioprotective practical recommendations were developed to receive ecologically safe agricultural products.

Irrigation water – soil-plant-technogenic RN – accumulation – practical recommendations

Հայտնի է, որ ԱԷԿ-ների շահագործման ընթացքում ռեակտորներում առաջանում են մոտ 300 տարբեր բնական և տեխնածին ռադիոնուկլիդներ (ՌՆ): ՌՆ-ը (^{129}I կիսատրոհման պարբերությունը՝ $T_{1/2}=16$ մլն տարի, ^{14}C ՝ $T_{1/2}=5730$ տարի, ^{137}Cs ՝ $T_{1/2}=30,1$ տարի, ^{90}Sr ՝ $T_{1/2}=28,6$ տարի, ^{131}I ՝ $T_{1/2}=8$ օր, ^{133}Xe ՝ $T_{1/2}=5,27$ օր և այլն) կարող են թափանցել մթնոլորտ և մի քանի տասնյակ կմ շառավիղով տարածվել ԱԷԿ-ների շուրջը: Դրանցից կենսաբանորեն պոտենցիալ մեծ վտանգ են ներկայացնում հատկապես ^{137}Cs -ը և ^{90}Sr -ը, որոնք ագրոհամակեցությունների կենսաերկրաքիմիական ոռոգիչ ջուր-հող-բույս փոխանցման շղթայի միջոցով կարող են ներթափանցել մարդու օրգանիզմ՝ հանգեցնելով վտանգավոր հիվանդությունների առաջացման: Ուստի, բուսահումքում տեխնածին ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակության վերահսկումը և էկոլոգիապես անվտանգ բուսահումքի ստացումը գերակա խնդիրներ են [1, 4, 6, 7, 9-20]: Հայկական ԱԷԿ-ը (ՀԱԷԿ) գտնվում է Արարատյան դաշտում, որի ազդեցության 30 կմ շառավիղով գոտին իր մեջ ներառում է ք.Երևանը:

Հաշվի առնելով վերոնշյալը, մեր կողմից ուսումնասիրվել են ^{90}Sr -ի, ^{137}Cs -ի կուտակման առանձնահատկությունները ագրոհամակեցությունների ոռոգիչ ջուր-հող-բույս էկոհամակարգերում՝ ՀՊԻ-ի տարածքում (ՀԱԷԿ-ի տեխնածին ազդեցության 30 կմ շառավիղով գոտի) և ՀՊԻ-ի Դիլիջանի անտառային փորձակայանում (ԴԱՓԿ)՝ ռադիոաչտրական գործնական հանձնարարականների մշակման նպատակով: Դրանց կիրառումը տեխնածին աղտոտված հողերում հնարավորություն կտա ստանալու էկոլոգիապես անվտանգ գյուղատնտեսական սննդամթերքներ և կունենա բնապահպանական ու սանիտարահիգիենիկ նշանակություն:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են 2018-2019 թթ. Արարատյան դաշտում (ք. Երևան, ՀՊԻ-ի տարածք) և Դիլիջանի խառն անտառի կենսահամակեցության պայմաններում: Հարկ է նշել, որ Արարատյան դաշտը գտնվում է ծովի մակերևույթից մոտ 850-900 մ բարձրության վրա: Տարեկան միջին ջերմաստիճանը $11,0-11,8^{\circ}\text{C}$ է, հարաբերական խոնավությունը՝ 40 %, տեղումների տարեկան միջին գումարը՝ 200-300 մմ: Արարատյան դաշտի կիսաանապատային ոռոգելի գորշ հողերում հումուսը կազմում է 1,5-2,5 %, հարուստ է ֆոսֆորով և կալիումով: ԴԱՓԿ-ն գտնվում է Դիլիջան քաղաքի մոտ, ծովի մակերևույթից 1400-1500 մ բարձրության վրա: Տարեկան միջին ջերմաստիճանը $8,1^{\circ}\text{C}$ է, տեղումների բանակը տարեկան կազմում է 660-750 մմ: ԴԱՓԿ-ի անտառային դարչնագույն հողերի վերին հորիզոնում հումուսը կազմում է 9,0-9,3 %, հարուստ են կալիումով, աղքատ են ազոտով և ֆոսֆորով: ՀՊԻ-ի շրջակա հողերը ոռոգվել են արտեզյան ջրով [2, 3]: Փորձանմուշներ են վերցվել ՀՊԻ-ի արտեզյան և ԴԱՓԿ-ի ծորակի ջրերից, հողերի 0-30 սմ շերտերից, տարբեր տեսակի բազմամյա խոտաբույսերի վերգետնյա զանգվածից (հացազգիների ընտանիքի լոբազգիների մարգագետնային սիզախոտ՝ *Phleum pratense* L., անքիստ ցորենով՝ *Bromus inermis* Leyss, մարգագետնային շյուղախոտ՝ *Festuca pratensis* Hus., բակլազգիների ընտանիքի պատկանող առվույտ՝ *Medicago sativa* L.) և գեղազարդ ծառերի (կենսածառ արևելյան՝ *Biota orientalis* Endl., կաղնի՝ *Quercus* L.) տերևներից: Փորձանմուշներում տեխնածին ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը որոշվել է ռադիոքիմիական մեթոդներով՝ ՄՄՓ-1500 փոքր ֆոնային սարքի միջոցով [8]: Ստացված տվյալները համեմատվել են Հայաստանի Հանրապետության և Ռուսաստանի Դաշնության պետական ստանդարտների սահմանաթույլատրելի խտությունների (ՍԹ) հետ [1, 5, 8]: Գիտափորձերի արդյունքում ստացված տվյալները ենթարկվել են վիճակագրական մշակման [7]:

Արդյունքներ և քննարկում: Աղ. 1-ում ներկայացված տվյալների վերլուծությունից պարզվել է, որ ՀՊԻ-ի արտեզյան ջուրը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ գերազանցել է (1,2 և 1,5 անգամ) ԴԱՓԿ-ի ծորակի ջրին: Հայտնի է, որ բնական ջրերում ՌՆ-ից գերակշռում է ^{90}Sr -ը [4], որը պայմանավորված է դրա մեծ շարժունակությամբ: ՀՊԻ-ի արտեզյան և ԴԱՓԿ-ի ծորակի ջրերում $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ հարաբերությունը կազմել է 14,7; 18,5, համապատասխանաբար, ինչը նույնպես վկայում է այդ մասին:

Հայտնի է, որ Հայաստանի հողատիպերը, ըստ տեխնածին ՌՆ-ի պարունակության, հիմնականում կազմում են հետևյալ նվազող շարքը՝ լեռնամարգագետնային>անտառային դարչնագույն>սևահողեր>չազանակագույն>գորշ [3]: Արարատյան դաշտի հողածածկը, հիմնականում ներկայացնում են գորշ, իսկ ԴԱՓԿ-ի հողածածկը՝ դարչնագույն հողերը: Թե ՀՊԻ-ի շրջակա տարածքում և թե ԴԱՓԿ-ում, տեխնածին ՌՆ-ի կուտակման բնույթը հողերում պայմանավորված է եղել բազմաթիվ գործոնների (միկրոռելիեֆ, բուսածածկի խտություն, բույսերի տեսակային կազմ, հողի տիպ և մեխանիկական կազմ, ջրա-ֆիզիկական և ագրոքիմիական հատկություններ, թթվայնություն, կլանող կոմպլեքս և այլն) միաժամանակյա համատեղ ազդեցությամբ [3, 8, 10, 11]: Կարելի է ենթադրել, որ ԴԱՓԿ-ի դարչնագույն հողերի մեջ ՌՆ-ը ներթափան-

ցել են միայն օդային ավազանից (մթնոլորտային տեղումներ, փոշի, ծուխ, մուր, աերոզոլներ), իսկ ՅՊԻ-ի շրջակա տարածքի գորշ հողերի մեջ՝ ոչ միայն օդային ավազանից, այլ նաև ՌՆ պարունակող ոռոգիչ ջրերի միջոցով (աղ. 1): Ընդ որում, Արարատյան դաշտում օդային ավազանից բույսերի և հողերի մեջ ^{137}Cs -ի ներթափանցած քանակը գերակշռել է ^{90}Sr -ին, քանի որ, ըստ գրական տվյալների [1], օդային ավազանում ^{137}Cs -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{90}Sr -ին: Պարզվել է, որ Արարատյան դաշտի հողերում գերակշռել է ^{137}Cs -ի, իսկ ԴԱՓԿ-ի հողերում՝ ^{90}Sr -ի պարունակությունը: Այսպես, ՅՊԻ-ի շրջակա հողերը ^{137}Cs -ի պարունակությամբ գերազանցել են (1,1 անգամ) ԴԱՓԿ-ի բացուտի հողերին, իսկ ^{90}Sr -ի պարունակությամբ՝ զիջել են (1,6 անգամ), (աղ. 1):

Աղյուսակ 1. ^{90}Sr -ի, ^{137}Cs -ի պարունակությունը ՅՊԻ-ի և ԴԱՓԿ-ի բնական ջրերում և հողերում

Նմուշառման տեղը	Ջրի տեսակը	^{90}Sr	^{137}Cs
		Բք/լ ,	Բք/կգ*
ՅՊԻ-ի շրջակա տարածք	Արտեզյան ջուր /ոռոգիչ ջուր/	0,044 ± 0,002	0,003 ± 0,0001
	հող /0-30 սմ/	7,2* ± 0,27	8,0* ± 0,25
ԴԱՓԿ-ի տարածք	ծորակի ջուր	0,037 ± 0,002	0,002 ± 0,0001
	հող /0-30 սմ/	11,9* ± 0,30	7,0* ± 0,22
ՍԹԽ [1, 4]	խմելու ջրի համար հողի համար	5,0	11,0
		55,5*	185,0*

Պարզվել է, որ ՅՊԻ-ի շրջակա տարածքի բույսերի մեջ ՌՆ-ը ներթափանցել են ոռոգիչ ջրերից, հողերից, իսկ ԴԱՓԿ-ում՝ հողերից (աղ. 1, 2): Հայտնի է, որ ՌՆ-ը ներթափանցում են բույսերի մեջ նաև օդային ավազանից վերգետնյա օրգանների միջոցով [1, 10, 11]: ԴԱՓԿ-ն գտնվում է առատ տեղումների գոտում և ՌՆ-ը թափանցել են ԴԱՓԿ-ի ծառերի մեջ հիմնականում օդային ավազանից մթնոլորտային տեղումներ – տերևներ և մթնոլորտային տեղումներ – հող-բույսի արմատ շղթաներով: Հայտնի է, որ մթնոլորտից անտառի վրա թափված ՌՆ-ի 40-90 %-ը կարող է պահվել ծառերի սաղարթի կողմից: Ընդ որում, ռադիոնուկլիդներ պահելու ամենամեծ ընդունակություն ունեն փշատերև ծառերը [10]: Վերջինիս մասին են վկայում նաև մեր կողմից ստացված հետևյալ տվյալները: ԴԱՓԿ-ի բացուտի հացազգի խոտաբույսերում և առվույտում ^{90}Sr -ի պարունակությունը 5,9;1,4; իսկ ^{137}Cs -ինը՝ 2,5;1,3 անգամ, համապատասխանաբար, ավելի է, քան կենսածառի սաղարթի տակ (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությունը բույսերում և հարաբերական ցուցանիշներն ՅՊԻ-ի շրջակա տարածքում և ԴԱՓԿ-ում

Նմուշառման տեղը	Բույսի անվանումը	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	ԴՀ, ⁹⁰ Sr/ ¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
		Բք/կգ			կուտակման գործակից	
ՀԴԻ-ի շրջակա տարածք	հացազգի	2,6±0.25	6,7±0.15	0,4	0,4	0,8
	առվույտ	5,1±0.20	6,3±0.15	0,9	0,7	0,8
	կենսածառ	10,1±0.25	5,6±0.19	2,0	1,4	0,7
	. կաղնի	8,6±0.27	3,2±0.22	3,0	1,2	0,4
ԴԱՓԿ-ի տարածք	հացազգի	13,6±0.21	8,4±0.15	0,9	1,1	1,2
	հացազգի, սաղարթի տակ	2,3±0.21	3,4±0.28	0,4	0,2	0,5
	առվույտ	4,2±0.25	5,8±0.15	0,4	0,3	0,8
	առվույտ, սաղարթի տակ	3,0±.21	4,4±0.15	0,4	0,2	0,6
	կենսածառ	13,8±0.22	5,1±0.21	1,6	1,1	0,7
	. կաղնի	9,0±0.26	4,0±0.22	1,3	0,7	0,6
ՍԹԽ [5]	-	37	100	-	-	-

Պարզվել է, որ Էկոլոգիական տարբեր գոտիներում /ՅՈՒՆ-ի տարածք, ԴԱՓԿ/ աճած կենսածառը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ գերազանցել է կաղնու / 1,2 և 1,7 անգամ/: Հավանաբար, արևելյան կենսածառը որպես ներմուծված ծառատեսակ ունի ՌՆ կլանելու յուրահատկություն: Այդ մասին են վկայում նաև ուրիշ հեղինակների կողմից ստացված տվյալները [6]: Այսինքն, քաղաքների կանաչ գոտիների, պուրակների ստեղծման համար Էկոլոգիական առումով կենսածառն ավելի նախընտրելի է, քան կաղնին:

Ըստ գրականության տվյալների, առվույտը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ գերազանցում է հացազգիներին [8]: Աղ. 2-ում ներկայացված տվյալները մասնակիորեն համընկնում են գրականության տվյալների հետ: Այսպես, ըստ ^{90}Sr -ի պարունակության խոտաբույսերը ՅՈՒՆ-ի տարածքում կազմում են հետևյալ նվազող շարքը՝ առվույտ>հացազգի, ԴԱՓԿ-ում՝ հացազգի>առվույտ, իսկ ըստ ^{137}Cs -ի պարունակության խոտաբույսերը ՅՈՒՆ-ի և ԴԱՓԿ-ի տարածքներում կազմում են հետևյալ նվազող շարքը՝ հացազգի>առվույտ: Այսպես, ՅՈՒՆ-ի տարածքում հացազգիները ^{137}Cs -ի պարունակությամբ գերազանցել են առվույտին 1,1 անգամ, իսկ ^{90}Sr -ի պարունակությամբ զիջել են 2,0 անգամ: ԴԱՓԿ-ի բացուտում հացազգիները ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ գերազանցել են առվույտին 3,2;1,5 անգամ: ՅՈՒՆ-ի տարածքում հացազգիները և առվույտը ^{137}Cs -ի պարունակությամբ գերազանցել են ^{90}Sr -ին՝ 2,6 և 1,2 անգամ: Ինչպես ԴԱՓԿ-ի բացուտի հողերում, այնպես էլ բացուտի հացազգիներում (1,6 անգամ), գերազանցել է ^{90}Sr -ի պարունակությունը, իսկ առվույտում՝ ^{137}Cs -ի պարունակությունը (1,5 անգամ):

Բացահայտվել է, որ հող-բույս համակարգում ^{90}Sr - ^{137}Cs զույգի դիտվող հարաբերակցությունները ($\Gamma = ^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ բույսում: $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ հողում), [11], ՅՈՒՆ-ի շրջակա տարածքում և Դիլիջանի անտառում ծառերի տերևների համար տատանվել են 1,3-3,0; ($\Gamma > 1$), իսկ խոտաբույսերի համար՝ 0,4-0,9 տիրույթում ($\Gamma < 1$), այսինքն՝ խոտաբույսերը նախընտրել են կլանել ^{137}Cs -ը, իսկ ծառերը՝ ^{90}Sr -ը (աղ. 2): Բույսերի կողմից ՌՆ-ի կուտակման չափը գնահատելու համար հաշվարկվել է դրանց կուտակման գործակիցը ($\text{ԿԳ} = \text{ՌՆ-ի քանակը բույսում} : \text{ՌՆ-ի քանակը հողում}$), [11]: Պարզվել է, որ ծառերի տերևների համար ^{90}Sr -ի $\text{ԿԳ} > ^{137}\text{Cs}$ -ի ԿԳ -ից 1,2-3,0; իսկ խոտաբույսերի համար՝ ^{137}Cs -ի $\text{ԿԳ} > ^{90}\text{Sr}$ -ի ԿԳ -ից 1,1-4,7 անգամ: ՅՈՒՆ-ի շրջակա տարածքի բույսերի (խոտաբույսեր՝ հացազգի, առվույտ, արևելյան կենսածառի և կաղնու տերևներ) մեջ ՌՆ-ի ներթափանցման ընդհանուր սկզբնաղբյուր են ծառայել ոռոգիչ ջրերը, հողերը և օդային ավազանը, իսկ ԴԱՓԿ-ում՝ հողերը և օդային ավազանը: ՅՈՒՆ-ի շրջակա տարածքում և ԴԱՓԿ-ում ոռոգիչու-հող-բույս Էկոհամակարգերում վերահսկվող տեխնածին ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը չի գերազանցել ՍԹԽ-ն:

Գործնական առաջարկ: Ռադիոէկոլոգիապես շահեկան է՝ ա) խոտաբույսերից նախընտրել առվույտը; բ) կանաչ գոտիների, պուրակների, անտառների ստեղծման համար որպես ՌՆի բնական կուտակիչ կիրառել արևելյան կենսածառը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. ՀՀ կառավարության առընթեր միջուկային անվտանգության կարգավորման պետական կոմիտեի գործունեության հաշվետվություն, 2014թ. 12 www.anra.am/upload/Annu.
2. Վալեսյան Լ.Վ. /խմբ./ Հայաստանի ազգային ատլաս, Ա հատոր, Երևան, 232 էջ, 2007:
3. Бабаян Г.Б. Почвы и природные условия Дилижанской лесной агрохимической станции (ДИЛАС), Сообщения института Агрохимических проблем и гидропоники, 21, с. 21-25, 1980.
4. Бутаев А.М., Абдулаева А.С., Гурьев М.А. Радиоактивность природных вод и искусственные радионуклиды в объектах биосферы Дагестана. Вестник Дагестанского научного центра, 24, с. 62-69, 2006.
5. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs . Ветеринарные правила и нормы. ВП 13.513/06-01. Ветеринарная паталогия. 4, с. 44-45, 2002.

6. Воскресенская О.Л., Лейкин А.В., Воскресенский В.С., А.Р. Сазонов, Накопление и распределение радионуклидов в органах туй западной, произрастающей в условиях городской среды. ВЕСТНИК МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА, Номер: 8, с. 39-42, 2012.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта, М., ц. 223-228, 1985.
8. Молчанова И.В., Михайловская Л.Н., Позолотина В.Н., Антонова Е.В. Техногенные радионуклиды в почвах Восточно-Уральского радиоактивного следа и их накопление растениями различных таксономических групп. Радиационная биология. Радиоэкология, 54, 1, с. 77-84, 2014.
9. Павлоцкая Ф.И. Методы определения ^{90}Sr и других изотопов. В кн.: Физико-химические методы исследования почв. М., 126 с., 1966.
10. 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.
11. Сельскохозяйственная радиоэкология. Под. ред. Р.М. Алексахина. Н.А.Корнеева. М., Экология, 400 с., 1992.
12. 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, n.3, pp.113-123, 2016.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. Islam A., Begum A., Yeasmin S., Sultana M.S. Assessment of dose due to natural radio-nuclides in vegetables of high background radiation area in south-eastern part of Bangladesh. International Journal of Radiation Research, 12, 3, pp.271-275, 2014.
18. Lubis S., Shidawa 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.
19. Oprea E., Pintilie V., Bufeia V., Aprotosoaie A., Cioancă O., Trifan A., Hăncianu M. Radionuclides content in some medicinal plants commonly used in Romania. Farmacia, 62, 4, pp. 658-663, 2014.
20. Tettey-Larbi L., Darko E.O., Schandorf C., Appiah A.A. . Natural radioactivity levels of some medicinal plants commonly used in Ghana. Springer Plus 2: 157.. DOI 10.1186/2193-1801-2-157, 2013.
21. Zivkov-Balos M., Mihaljev Z., Cupic Z. Content of Trace Elements and Some Radionuclides in Lucerne .Biotechnology in Animal Husbandry, 27, 3, pp.591-598, 2011.

Ստացվել է 10.02.2020