

Биолог. журн. Армении, 3-4 (58), 2006

УДК 631.811.631.11

**ՈԱԴԻՈՆՈՒԿԼԻԴՆԵՐԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ՄԻ ԶԱՆԻ ՂԵՂԱՏՈՒ ԵՎ
ՀԱՄԵՄՈՒՆՔԱՅԻՆ ԲՈՒՅՍԵՐՈՒՄ ԲԱԶՕԹՅԱ ՀԻԴՐՈՊՈՆԻԿԱՅԻ
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

Խ.Ս. ՄԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

**ՀՀ զԱՍ Գ. Ս. Ղափթյանի անվ. Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտ,
Երևան, 0082**

Ուսումնասիրվել է արհեստական (^{90}Sr , ^{137}Cs) և բնական (U) ռադիոնուկլիդների կուտակման առանձնահատկությունները հիդրոպոնիկ և հողային եղանակով աճեցված ղեղատու (պղպեղային դաղձ, հնգաբաժան աղյուծագի, եռաբաժան կատվալեզու) և համեմունքային (մաղաղանոս, համեմ) մշակաբույսերում: Պարզվել է, որ անկախ մշակման եղանակից, ուսումնասիրած մշակաբույսերում վերահսկվող արհեստական ռադիոնուկլիդների (^{90}Sr , ^{137}Cs) կուտակված քանակները չեն գերազանցում սահմանաթույլատրելի խտությունները:

Изучались особенности накопления искусственных (^{90}Sr , ^{137}Cs) и естественных (U) радионуклидов (РН) в лекарственных растениях (мята перечная, пустырник пятилопастный, черед трехраздельная) и пряной зелени (петрушка, кориандр), выращенных в условиях гидропоники и почвы. Выяснилось, что в исследуемых пряных и лекарственных растениях, выращенных методом гидропоники и в почвенных условиях, концентрация контролируемых искусственных РН (^{90}Sr , ^{137}Cs) варьирует в предельно допустимых концентрациях.

The peculiarities of accumulation of artificial (^{90}Sr , ^{137}Cs) and natural (U) radionuclides in spice (Parsley, Coriander) and medicinal herbs (Peppermint, Motherwort, Bur-marigold) in soil and hydroponic conditions have been studied. The content of ^{90}Sr and ^{137}Cs in spice and medicinal plants are not higher than the Maximal Allowed Concentration Limit, both in soil and hydroponic culture.

Ղեղատու և համեմունքային բույսեր - ռադիոնուկլիդներ - հիդրոպոնիկա - հող

Հայտնի է, որ ատոմային էլեկտրակայանների (ԱԵԿ) գործունեության հետևանքով շրջակա միջավայր են արտանետվում մարդու առողջության համար վտանգավոր բազմաթիվ բնական (^{40}K , ^{238}U , ^{234}Th , ^{210}Pb , ^{130}Te , ^{113}Cd , ^{87}Rb , ^{88}Rb) և արհեստական (^{90}Sr , ^{89}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{103}Ru , ^{132}Te , ^{132}J , ^{133}J) ռադիոնուկլիդներ (ՍՈՆ) տարբեր կիսատրոհման պարբերությամբ ($T_{1/2}$), որոնցից կենսաբանական պոտենցիալ առավել մեծ վտանգ են ներկայացնում Ca քիմիական միանմանակ հանդիսացող ^{90}Sr ($T_{1/2} = 28.6$ տարի) և K քիմիական միանմանակ հանդիսացող ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30.1$ տարի): Ղրանց ակտիվությունը երկար ժամանակ մնում է բարձր, որի հետևանքով ընկնում են կենսաերկրաքիմիական շրջապտույտ ջուր-հող-բույս կենդանի շղթայում՝ հանգեցնելով մարդու օրգանիզմում ռադիոակտիվ նյութերի կուտակմանը [2, 5, 6, 9 - 11]:

Էջմիածնի գիտաարտադրական հիդրոպոնիկական բազան, որտեղ կատարվել

են մեր փորձերը, գտնվում է Հայկական ԱԵԿ-ի (ՀԱԵԿ) տեխնածին զործոնի ազդեցության ռադիոէկոլոգիական առավել լարվածության վտանգավոր զոտում: Հաշվի առնելով այս կարևոր հանգամանքը և միաժամանակ նկատի ունենալով, որ ՈՆ-ի կուտակումը մարդու կողմից սննդի մեջ օգտագործվող մշակաբույսերում և դեղաբույսերում մեծ վտանգ է ներկայացնում առողջության համար, քանի որ դրանք կարող են զանազան հիվանդությունների առաջացման պատճառ հանդիսանալ [9,10], մեր կողմից բացօթյա հիդրոպոնիկայի և հողային ստուգիչի պայմաններում արտադրված համեմունքային մշակաբույսերում (մաղադանոս (*Petroselinum* L.), համեմ (*Conandnum* L.) և դեղաբույսերում (հնգաբաժան առյուծագի (*Leonurus quniqueiobatus* Gilib), եռաբաժան կատվալեզու (*Bidens tripartita* L.), պղպեղային դաղձ (*Mentha piperita* L.)), որոշվել են վերահսկվող ՍՈՆ ից ^{90}Sr -ի, ^{137}Cs -ի, ինչպես նաև բնական ՈՆ ից Ս ի (^{238}U -ի, ^{235}U -ի և ^{234}U -ի զումարը, ^{238}U -ի $T_{1/2}=4.5 \cdot 10^9$ տարի, ^{235}U -ի $T_{1/2}=7.1 \cdot 10^8$ տարի, ^{234}U -ի $T_{1/2}=2.33 \cdot 10^5$ տարի) [11]:

Նյութ և մեթոդ: Փորձերը դրվել են 2000-2001թթ ընթացքում էքսիմանյո գիտա-արտադրական հիդրոպոնիկական բազայում դեղաբույսերով զբաղված 5840մ² և համեմունքային բույսերով զբաղված 1280մ² ընդհանուր սնման մակերես ունեցող վեգետացիոն փորձանոթներում: Որպես լցանյութ օգտագործվել է 3-25 մմ մասնիկների տրամագծով հրաբխային խարամ, որը նախօրոք ախտահանվել է KMnO_4 ի 0.05%-անոց լուծույթով: Յուրաքանչյուր 10 օրը մեկ կատարվել են վազող ջրումներ, որին հետևել է բույսերին նոր սննդալուծույթի մատակարարում: Փորձերում կիրառվել են Ղալբյանի եռօրձ սննդալուծույթը: Հողային մշակույթում պահպանվել են ընդունված ագրոտեխնիկական կանոնները (հողի պարարտացում, փխրեցում, պարբերաբար ջրում, մուլախոտերի հեռացում և այլն): Փորձերի կրկնությունները 2-6 են, ստացված տվյալները ենթարկվել են վիճակագրական մշակման [4]:

ՍՈՆ-ն (^{90}Sr , ^{137}Cs) որոշվել են օադիոքիմիական մեթոդներով՝ ՄՄՓ-1500 սարքավորման միջոցով [7], իսկ Ս-ն՝ եքստրակցիոն ֆոտոմետրիկ եղանակով արսենազո I-ի կիրառմամբ [8]: Ուղիործիմական վերլուծությունները կատարվել են երկու առանձին դեպքում՝ 3-4 կրկնությամբ: Բուսական նմուշներում բոլոր որակական ցուցանիշների խտությունները (ԱՅԽ) տրված են համաձայն ՈՂ պետական ստանդարտների [3]:

Արդյունքներ և քննարկում: Ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տվել, որ ռադիոէկոլոգիական լարվածության և Արարատյան դաշտի շոգ ու չոր միկրոկլիմային պայմաններում տարբեր եղանակով հիդրոպոնիկ և հողային, մշակված բուսատեսակները (մաղադանոս, համեմ, հնգաբաժան առյուծագի, պղպեղային դաղձ, եռաբաժան կատվալեզու) տարբերվում են արհեստական (^{90}Sr , ^{137}Cs) և բնական (Ս) ՈՆ ի կուտակած քանակով (աղ. 1, 2, 5): Սա համընկնում է այլոց կարծիքների հետ, համաձայն որոնց տարբեր բուսատեսակները համանման պայմաններում ենթարկվում են ՈՆ-ով տարբեր չափի աղտոտման [9-11]: Ըստ երևույթին, դա պայմանավորված է ինչպես այլ բազմաբույս զործոնների ազդեցությամբ, այնպես էլ առանձին մշակաբույսերի կենսաբանական յուրահատկություններով (հանքային սննդառության առանձնահատկություններ, վեգետացիայի տևողություն, արմատների տեղադրման բնույթ, տերևների անատոմիական կառուցվածք և այլն): Ընդ որում, և հիդրոպոնիկայում, և հողում ՍՈՆ ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) կուտակած քանակով գերազանցել է մաղադանոսին, սակայն Ս ի կուտակած քանակով և զումարային ի ռադիոակտիվությամբ տեղի է ունեցել հակառակը:

Ղեկը է նշել, որ մշակաբույսերի զումարային ի ռադիոակտիվությունը պայմանավորված է ոչ միայն ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ, որոնք տոկոսային փոքր քանակ են կազմում մշակաբույսերում, այլ նաև մի շարք բնական (^{40}K , ^{14}C ,

^{234}Th , ^{231}Th , ^{210}Pb , ^{86}Rb) և արհեստական (^{89}Sr , ^{134}Cs , ^{141}Ce , ^{144}Ce , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{90}Zr և այլն) ՈՆ-ով: Նշված β ճառագայթող ՈՆ ից ամենամեծ ռադիոակտիվությամբ առանձնանում է բնական ՈՆ ից ^{40}K -ը, որի պարունակության շնորհիվ K -ն օժտված է ռադիոակտիվությամբ [11]: Աղ. 2 տվյալները ցույց են տալիս, որ մաղաղանոսի և համեմի գումարային β ռադիոակտիվության մեջ մարդու առողջության համար ամենավտանգավոր համարվող ԱՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) մասնաբաժինը փոքր է: Մաղաղանոսում այն կազմում է հիդրոպոնիկայում ընդամենը 1,8%, հողում 3,7%, իսկ համեմի համար հիդրոպոնիկայում կազմում է 2,6%, հողում 6,1%:

Աղյուսակ 1. Ռադիոնուկլիդների կուտակումը համեմունքային բույսերում բացօթյա հիդրոպոնիկայի և հողային մշակույթի պայմաններում

Մշակաբույսի անվանումը	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Ս.10 ⁻⁴ , %	ՍՄ	ՍՑ
	բք/կգ				
Հիդրոպոնիկա					
Մաղաղանոս	3,9	10,4	1,7	5,0	10,8
Համենմ	8,4	12,1	Հետքեր	9,8	6,6
Հող					
Մաղաղանոս	11,1	16,1	2,7	25,0	22,0
Համենմ	17,7	18,6	2,0	31,0	13,9
ՍՁԽ	100	200			

Կենսաբանական շղթայում ԱՌՆ-ի խտությունների փոքրացման համար ^{90}Sr - Ca , ^{137}Cs - K շրջանառության ուղիների հետազոտումը ունի մեծ նշանակություն: Այս կապակցությամբ համեմունքային մշակաբույսերի համար հաշվարկվել են նաև ստորոնցիումային միավորներ (ՍՄ) և ցեզիումային միավորներ (ՑՑ) մեծությունները [11]:

Աղյուսակ 2. Համեմունքային բույսերի գումարային β ռադիոակտիվությունը և նրանում ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի մասնաբաժինը

Մշակաբույսի անվանումը	Գումարային β ռադիոակտիվությունը, բք/կգ	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
		մասնաբաժինը, %	
Հիդրոպոնիկա			
Մաղաղանոս	810	0,5	1,3
Համեմ	780	1,1	1,5
Հող			
Մաղաղանոս	720	1,5	2,2
Համեմ	590	3	3,1

Աղ. 1 տվյալներից պարզվում է, որ և հիդրոպոնիկայում, և հողում մաղաղանոսի և համեմի համար ՍՄ և ՑՑ մեծությունները զգալի չափով տարբերվում են միմյանցից, որը ցույց է տալիս դրանց կողմից ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի կուտակման տարբեր քանակը դրանց քիմիական անալոզների Ca -ի և K -ի համեմատ: Ընդ որում, հիդրոպոնիկայում և հողում համեմը ՍՄ ով գերազանցել, սակայն ՑՑ-ով զիջել է մաղաղանոսին, որի հետևանքով մաղաղանոսը ռադիոէկոլոգիապես ^{90}Sr -ի հաշվով ավելի մաքուր կարելի է համարել, քան համեմը: Մարդու կողմից որպես սնունդ օգտագործվելու դեպքում

հիդրոպոնիկական համեմից ^{90}Sr -ի անցած քանակը մարդու օրգանիզմ կարող է ավելին լինել, քան մաղաղամոսից, մաղաղամոսի համեմատ համեմի 2 անգամ ավել ՍՄ-ի քանակի պատճառով: Նույն պատճառաբանությամբ կարելի է եզրակացնել, որ համեմը ռադիոցեզիումի հաշվով ռադիոէկոլոգիապես ավելի մաքուր է քան մաղաղամոսը, որովհետև մաղաղամոսը ՑՍ-ով և հիդրոպոնիկայում, և հողում մոտ 1,6 անգամ գերազանցում է համեմին: Կարելի է ենթադրել, որ հիդրոպոնիկ և հողային պայմաններում մշակաբույսերի ՌՆ-ով աղտոտման ընդհանուր աղբյուր է հանդիսացել արտեզյան ջուրը, որով հիդրոպոնիկայում պատրաստվել է սննդալուծույթը և որով բույսերը ոռոգվել են հողային պայմաններում: Այդ մասին են վկայում աղյուսակ 3-ում ներկայացված տվյալները:

Աղյուսակ 3. ՌՆ-ի և չոր մնացորդի պարունակությունը արտեզյան ջրում

$$\left(\frac{\text{տատանման սահմանները}}{\text{միջին արժեքը}} \right) \cdot 10^{-2}$$

Չոր մնացորդ, գ/լ	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Ս.յ/լ
	բբ/լ		
60-80	1,7-2,4	0,6-3,3	3,8-11
70	2,0	2,1	7,1
ՍԹԽ	370	1850	1,8 մգ/լ

Բացի դրանից, հավանաբար, տեղի է ունեցել նաև ՌՆ-ի արտարմատային ներթափանցում բույսերի վերերկրյա օրգանների մեջ մթնոլորտային տեղումների հիդրո և աերոզոլների, փոշու ձևով: Հողային պայմաններում բույսերի ՌՆ-ով աղտոտման լրացուցիչ աղբյուր է հանդիսացել հողը, որտեղից տեղի է ունեցել ՌՆ-ի կլանում բույսերի արմատների կողմից (աղ. 4):

Աղյուսակ 4. ՌՆ-ի կուտակումը գորշ կարբոնատային հողում

Բուսածածկույթը	Հողաշերտի խորությունը, սմ	^{90}Sr	^{137}Cs	$\text{U } 10^4, \%$
		բգ/կգ		
Համեմունքային բույսեր	0-5	10.4	7.5	5.2
	5-10	6.6	7.1	4.7
	10-15	4.0	7.0	7.0
	15-20	3.0	6.1	8.0

Պարզվել է, որ ՌՆ-ի տեղաբաշխման բնույթը հողերում կախված է հողաշերտի խորությունից: Ընդ որում, արհեստական և բնական ՌՆ-ի տեղաբաշխման բնույթը հողում տարբեր է: ^{90}Sr -ի, ^{137}Cs -ի քանակությունն ըստ հողի խորության նվազում է, իսկ Ս-ին ավելանում է: ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի բարձր պարունակությամբ հատկապես առանձնանում է հողի վերին 0-5 սմ շերտը: Ս-ի ավելի մեծ կուտակում նկատվում է 15-20 սմ հողաշերտում: Այսպիսով, ՌՆ-ի ամրացումը հողի վերին արմատաբնակ շերտում ստեղծում է ԱՌՆ-ի կայուն պահեստ բույսերի արմատների կողմից նրանց կլանման համար, որով բացատրվում է հողային բույսերի գերազանցող ռադիոակտիվությունը հիդրոպոնիկ բույսերի համեմատ: Ղա նշանակում է, որ հիդրոպոնիկ եղանակով աճեցված մաղաղամոսը և համեմը ռադիոէկոլոգիապես ավելի մաքուր են, քան

հողային բույսերը չնայած մշակվել են միևնույն ռադիոէկոլոգիական լարվածության պայմաններում: Այսպես, հողում մշակված մաղաղանոսը և համեմը բացի գումարային β ռադիոակտիվությունից, մնացած բոլոր ռադիոակտիվ ցուցանիշներով (^{90}Sr , ^{137}Cs , Ս, ՍՍ, ՑՍ, գումարային β ռադիոակտիվության մեջ ԱՌՆ-ի ներդրած մասնաբաժին) գերազանցել են հիդրոպոնիկ բույսերին, ^{90}Sr -ը 2,8 և 2,1; ^{137}Cs -ը 1,5 և 1,5; Ս-ը 1,5 և 2,0, ՍՍ-ը 5,0 և 3,1; ՑՍ-ը 2,0 և 2,1, գումարային β ռադիոակտիվության մեջ ԱՌՆ-ի մասնաբաժինը 2,0 և 2,3 անգամ համապատասխանաբար (աղ. 1, 2):

Ըստ երևույթին, հիդրոպոնիկայում ռադիոէկոլոգիապես առավել մաքուր բույսերի ստացմանը այլ գործոնների հետ մեկտեղ նպաստել է նաև հիդրոպոնիկայում օգտագործվող սննդալուծություն K-ի և Ca-ի իոնների նկատմամբ բույսերի պահանջները բավարարող քանակների առկայությունը, որոնք զգալի չափով արգելակել և նվազեցրել են K-ի և Ca-ի քիմիական անալոզների ^{137}Cs -ի, ^{90}Sr -ի ներթափանցումը սննդալուծությից բույսերի արմատների մեջ:

Սղյուսակ 5. Ռադիոնուկլիդների կուտակումը ղեղաբույսերում քացօթյա հիդրոպոնիկայի պայմաններում

Ղեղաբույսի անվանումը	Գումարային β ռադիոակտիվությունը	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Ս.10 ⁻⁴ . %	ՍՍ	ՑՍ
		բք/կգ				
Հնգաթաժան առյուծագի	430	9.6	8.3	1.7	14.4	8.6
Պղպեղային դաղձ	550	9.2	5.5	1.5	13.8	6.1
Եռաթաժան կատվալեզու	470	8.7	8.4	1.3	11.7	6.3
ՍԹԽ		100	400			

Սղ 1-ում և 5-ում ներկայացված տվյալները ցույց են տալիս, որ համեմունքային բույսերում ^{137}Cs -ը գերազանցում է ^{90}Sr -ին, իսկ ղեղաբույսերում տեղի է ունեցել հակառակը: Ղեղաբույսերում ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի մասնաբաժինը գումարային β ռադիոակտիվության մեջ տատանվում է 2.7%-4.2% սահմաններում: Պարզվել է նաև, որ դաղձն առանձնանում է ամենափոքր ՑՍ-ով, ինչպես նաև ^{90}Sr -ի, ^{137}Cs -ի կուտակած քանակով, իսկ առյուծագին՝ ամենամեծ ՍՍ-ով, ՑՍ-ով, ինչպես նաև ^{90}Sr -ի, ^{137}Cs -ի, Ս-ի կուտակած քանակով: Ուստի, դաղձը, մյուս ղեղաբույսերի համեմատ, ռադիոէկոլոգիապես ամենամաքուրն է:

Եզրակացություններ: 1. Սիևնույն ռադիոէկոլոգիական լարվածության պայմաններում հիդրոպոնիկ եղանակով մշակված մաղաղանոսը և համեմը ռադիոէկոլոգիապես ավելի մաքուր են քան հողային պայմաններում մշակվածները:

2. Անկախ մշակման եղանակից (անհող և հողային մշակույթ) համեմունքային բույսերում (մաղաղանոս և համեմ) և ղեղաբույսերում (դաղձ, առյուծագի, կատվալեզու) ԱՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) կուտակված քանակները չեն գերազանցում ՍԹԽ-ն:

3. Բույսերի արտադրության հիդրոպոնիկական կենսատեխնոլոգիան ռադիոէկոլոգիապես առավել շահեկան է հողայինի հետ համեմատած:

Ստաջարկություններ: 1. Հաշվի առնելով, որ հիդրոպոնիկական կենսատեխնոլոգիան և տնտեսապես, և էկոլոգիապես առավել շահեկան է, ԱՌՆ-

ով աղտոտված քարքարոտ, աղուտ, անմշակ և գյուղատնտեսության մեջ չօգտագործվող այլ տարածությունների վրա նպատակահարմար ենք համարում կազմակերպել բացօթյա և քերմատնային հիդրոպոնիկումներ, մանավանդ որ դրա համար Արարատյան դաշտում կան անհրաժեշտ կլիմայական բարենպաստ պայմաններ՝ 6,5-7 ամիս տևող վեգետացիոն շրջան, արևադարձային օրեր, բավարար ջերմություն, արտեզյան ջուր:

2. Հիդրոպոնիկայում օգտագործվող լցանյութերին (խիճ, գլաբար, հրաբխային խարամ, պեմզայի և պերլիտի փշրանք), նրա ծավալի 10%-ի չափով, ավելացնել փշրված և մանրացված բնական ցեոլիտ, որը, ըստ Ավագյանի [1], կլանում է ^{90}Sr -ը և ^{137}Cs -ը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Ավագյան Հ. "Գիտություն", ՀՀ ՊՍՍ քերթ. 5.6, էջ 4, 2004:
2. *Ананян В.Л., Степанян Э.К.* "Известия НАН РА" Наука о земле, 1, 32-38, 1993.
3. Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2, 560-96. М., 268 с., 1997.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. Колос, 303-315. М., 1968.
5. *Жабо В.В.* Охрана окружающей среды на ТЭЦ и АЭС, М., Энергоатомиздат, 126 с., 1992.
6. *Кюреган А.А., Ананян В.Л.* Мат. 4-ой респуб. молод. научной конференции. Ереван, 247-252, 2003.
7. *Павлоцкая Ф.И.* В кн.: Физико-химические методы исследования почв. 126 с., М., 1966.
8. *Пристер Б.С., Зубач С.С.* "Радиохимия", 10, вып. 6, 743-748, 1968.
9. *Пристер Б.С., Омеляненко Н.Н., Перепелятникова Л.В.* Почвоведение, 10, 51-60, 1990.
10. Радиоэкологическое последствие Чернобыльской аварии. 172 с., М., 1991.
11. Сельскохозяйственная радиоэкология. Экология, 395 с., М., 1991.

Поступила 21.XI.2006