



Հայաստանի կենսաբ. հանդես, 4(69), 2017

ԱՐՅԵՍՏԱԿԱՆ ՌԱԴԻՈՆՈԿԼԻԴՆԵՐԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ԳԱՆԳՈՒՐ ԿԱՂԱՔՐՈՒՄ ԶԻՂՐՈՊՈՆԻԿԱԿԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԵՎ ՀՈՂԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Լ.Մ. ՂԱԼԱԶՅԱՆ, Զ.Ս.ԱԼԵԶՍԱՆՅԱՆ, Ա.Յ.ԹԱԴԵՎՈՍՅԱՆ,
Ա.Յ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ, Բ.Թ.ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Թ.Ս.ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

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

Ուսումնասիրվել են արհեստական ռադիոնուկլիդների (^{90}Sr , ^{137}Cs) կուտակման առանձնահատկություններն Արարատյան դաշտի ցողաջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկայի և հողի պայմաններում մշակված գանգուր կաղամբում (կալե) (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.): Պարզվել է, որ ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայի պայմաններում աճեցված բույսերը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ զիջել են դասական հիդրոպոնիկայի մշակաբույսերին 1,2-1,3 և 1,1-1,2 անգամ, իսկ հողային մշակաբույսերին՝ 1,8-2,0 և 1,4-1,5 անգամ: Այսինքն, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակն ապահովել է ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքի ստացում, քան դասական հիդրոպոնիկան և հողը: Միաժամանակ, գանգուր կաղամբի բուսահումքում վերահսկվող արհեստական ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը չի գերազանցել ՍԹՆ-ն:

Գանգուր կաղամբ – արհեստական ռադիոնուկլիդներ – ցողաջրաշիթային
և դասական հիդրոպոնիկա – հող

Изучались особенности накопления искусственных радионуклидов (РН) ^{90}Sr , ^{137}Cs в капусте кудрявой (кале) (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.), выращенной в условиях водоструйной, классической гидропоники и почвы Араратской равнины. Выяснилось, что по содержанию ^{90}Sr , ^{137}Cs растения водоструйной гидропоники уступали растениям классической гидропоники в 1,2-1,3 и 1,1-1,2 раза, а растениям почвы в 1,8-2,0 и 1,4-1,5 раза. Таким образом, водоструйный гидропонический метод обеспечил получение радиоэкологического более безопасного растительного сырья, чем классическая гидропоника и почва. Одновременно содержание искусственных РН (^{90}Sr , ^{137}Cs) в растительном сырье капусты кудрявой не превышало ПДК.

Капуста кудрявая – искусственные радионуклиды – водоструйная и
классическая гидропоника – почва

The accumulation particularities of artificial radionuclides (RN) ^{90}Sr , ^{137}Cs in curly cabbage (kale) (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.) cultivated in Ararat valley water stream, classical and soil conditions were studied. It was found out that plants grown under water stream conditions have 1,2-1,3 and 1,1-1,2 times lower content of ^{90}Sr and ^{137}Cs than the ones grown under classical hydroponics, and 1,8-2,0 and 1,4-1,5 times lower than the plants grown in soil conditions. So the water stream hydroponics is safer radio-ecological method for production of raw material, than classical hydroponics and soil culture, at the same time the content of controlled artificial RN (^{90}Sr , ^{137}Cs) don't exceed MACL in plants of curly cabbage.

Curly cabbage – artificial radionuclides – water stream and classical hydroponics – soil

Կենսաբանորեն պոտենցիալ մեծ վտանգ են ներկայացնում ^{90}Sr (կիսատրոհման պարբերությունը՝ $T_{1/2} = 28,6$ տարի) և ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,1$ տարի) արհեստական ռադիոնուկլիդները (ՌՆ), որոնք տեղաշարժվելով ագրոհամակեցությունների կենսաերկրաբեմական ոռոգիչ ջուր – հող – բույս և հիդրոպոնիկայի սուբստրատ-սնդալուծույթ-բույս փոխանցման շղթաների միջոցով կուտակվում են բույսերում, մասնավորապես, բանջարաբույսերում, ինչի հետևանքով կարող են ներթափանցել մարդու օրգանիզմ՝ պատճառ դառնալով զանազան հիվանդությունների առաջացմանը [2, 9, 10, 11]:

Հայկական ատոմային էլեկտրակայանը (ՀԱԷԿ) գտնվում է Արարատյան դաշտում, որի 30 կմ շառավիղով գոտին իր մեջ ներառում է Երևանը: Հաշվի առնելով վերոնշյալը, ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումքի ստացման նպատակով մեր կողմից ուսումնասիրվել են ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի կուտակման առանձնահատկությունները ցողաջրաշիթային, դասական հիդրոպոնիկայի և հողի պայմաններում մշակված բանջարաբույս զանգուր կաղամբում:

Նյութ և մեթոդ: Հետազոտությունները կատարվել են 2015-2016 թթ. Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտում (Երևան) Արարատյան դաշտում, որը գտնվում է ծովի մակերևույթից 850-900 մ բարձրության վրա: Աչքի է ընկնում չոր մայրցամաքային կլիմայով, որտեղ տարեկան միջին ջերմաստիճանը հուլիս-օգոստոս ամիսներին 25-26 °C է, տեղումների տարեկան միջին գումարը հասնում է մինչև 200-300 մմ [3]: Ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկան իր մեջ ներառել է բույսերի անհող աճեցման երեք եղանակ՝ գլանային, ակոսային, համատարած: Գանգուր կաղամբի (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L.) հիդրոպոնիկ եղանակով ստացված սածիլները 1մ² վրա 8 բույս խտությամբ տնկարկվել են ցողաջրաշիթային մոդուլներում դասական հիդրոպոնիկ վեգետացիոն անոթներում և հողում: Հիդրոպոնիկայում որպես լցանյութ կիրառվել է նախօրոք KMnO_4 -ի 0,05 %-ոց լուծույթով պիտահանված, 3-15 մմ մասնիկների տրամագծով հրաբխային խարամը: Գիտափորձերում կիրառվել է Գ.Ս. Դավթյանի կողմից առաջարկված սննդալուծույթը [6], ինչը ջրաշիթային հիդրոպոնիկայում օրվա ընթացքում պարբերաբար (գարնանը և աշնանը՝ 6-8 անգամ, իսկ ամռանը՝ 10-20 անգամ հաճախականությամբ և 10-15 վրկ. տևողությամբ) շիթի ձևով անվերադարձ մղվել է բույսի արմատաբնակ միջավայր: Մեկանգամյա տրվող լուծույթի չափը կազմել է գարնանը՝ 20-30, ամռանը և աշնանը՝ 30-50 մլ/բույս: Դասական հիդրոպոնիկայում բույսերը սնուցվել են գարնանը և աշնանը 1-2, իսկ ամռանը՝ 2-3 անգամ: Հողը ծառայել է որպես ստուգիչ, որում հումուսը կազմել է 1,5-2,5 %, հարուստ է ֆոսֆորով և կալիումով: Հողային մշակույթում պահպանվել են ընդունված ագրոտեխնիկական կանոնները (հողի պարարտացում, փխրեցում, պարբերաբար ջրումներ՝ 3-4 օրը 1 անգամ, մոլախոտերի մաքրում և այլն): Ստուգիչի հողերը ոռոգվել են արտեզյան ջրով: Հետազոտությունների համար փորձանմուշներ են վերցվել սննդալուծույթի պատրաստման համար օգտագործվող ելային արտեզյան ջրից, սննդալուծույթից, հողերի 0-30 սմ հողաշերտերից, զանգուր կաղամբի վերգետնյա զանգվածից: Փորձանմուշներում արհեստական ՌՆ-ը որոշվել են ռադիոբեմիական մեթոդներով՝ ՎՄՓ-1500 փոքր ֆոնային սարքի միջոցով [8]: Ստացված տվյալները համեմատվել են Հայաստանի հանրապետության և Ռուսաստանի դաշնության ընդունած սահմանային թույլատրելի խտությունների (ՍԹԽ) հետ [1, 2, 5, 7]:

Արդյունքներ և քննարկում: Հայտնի է, որ ՌՆ-ը ներթափանցում են բույսերի մեջ արմատների միջոցով՝ արմատաբնակ միջավայրից և տերևների միջոցով՝ օդային ավազանից [2, 9, 10, 11]: Պարզվել է, որ հիդրոպոնիկայում արմատների միջոցով բույսերի մեջ ՌՆ-ի ներթափանցման սկզբնաղբյուր է ծառայել սննդալուծույթը, իսկ հողում՝ ոռոգիչ ջուրը և հողը (աղ. 1): Կարելի է ենթադրել, որ և հիդրոպոնիկայում, և հողում բույսերի վերգետնյա օրգանների մեջ տեղի է ունեցել նաև ՌՆ-ի արտարմատային ներթափանցում օդային ավազանից՝ մթնոլորտային տեղումների, փոշու, ծխի, մրի, աերոզոլների ձևով: Կարելի է ենթադրել, որ արտարմատային ճանապարհով ^{137}Cs -ի ներթափանցումը բույսերի վերգետնյա օրգանների մեջ գերազանցել է ^{90}Sr -ին, քանի որ ըստ գրականության տվյալների [2], ՀԱԷԿ-ի արտանետումներում գերակշռում է ^{137}Cs -ը: Աղ. 1-ի տվյալները ցույց են տալիս, որ սննդալուծույթում ^{90}Sr -ի պարունակությունը 11, իսկ ^{137}Cs -ինը՝ 10 անգամ գերազանցել է ելային արտեզյան ջրի համանման ցուցանիշներին: Սա նշանակում է, որ սննդալուծույթի պատրաստման համար օգտագործված քիմիական նյութերը, ամենայն հավանականությամբ, պարունակել են ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի միացություններ: Արտեզյան ջրում ^{90}Sr -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{137}Cs -ին 13, իսկ սննդալուծույթում՝ 15 անգամ: Ի տարբերություն սննդալուծույթի, հողում ^{137}Cs -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{90}Sr -ին 1,4 անգամ (հողաշերտի խորությունը՝ 0-30 սմ, $^{90}\text{Sr}=7,2$ Բթ/կգ, $^{137}\text{Cs}=10,0$ Բթ/կգ):

Աղյուսակ 1. ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությունը արտեզյան ջրում և սննդալուծությունում

Նմուշի տեսակը	^{90}Sr	^{137}Cs
	Բք/լ	
Արտեզյան ջուր	0,04	0,003
Սննդալուծությո՞ւթ	0,44	0,030
Սթխ խմելու ջրի համար [2, 7]	5,0	11,0

Ռադիոէքիմիական վերլուծության արդյունքները ցույց են տվել, որ Արարատյան դաշտի միևնույն հողա-կլիմայական և ռադիոէկոլոգիական լարվածության պայմաններում (ՀԱԷԿ-ի տեխնածին ազդեցության 30 կմ շառավիղով գոտի) կախված մշակման եղանակից (հիդրոպոնիկա, հող) զանգուր կաղամբը կուտակել է տարբեր քանակությամբ ՌՆ (աղ. 2): Այսինքն, բույսերի մշակման եղանակը որոշակիորեն ազդել է բուսահումքի ռադիոակտիվության վրա: Ընդ որում, հողային մշակաբույսերը գերազանցել են հիդրոպոնիկ մշակաբույսերին ^{90}Sr -ի պարունակությամբ՝ 1,5-2,0 անգամ, ^{137}Cs -ի պարունակությամբ՝ 1,2-1,5 անգամ: Ռադիոէկոլոգիապես առավել անվտանգ բուսահումք ապահովել է ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկան: Այսպես, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկայում բույսերը ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությամբ զիջել են ինչպես դասական հիդրոպոնիկայում (1,2-1,3 և 1,1-1,2 անգամ), այնպես էլ հողային պայմաններում աճեցվածներին (1,8-2,0 և 1,4-1,5 անգամ):

Կարելի է ենթադրել, որ ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկական համակարգում ռադիոէկոլոգիական լարվածությունը նվազել է (սննդարար լուծույթի ծախսի կրճատում, բույսերի սնուցման շիթային եղանակ, սննդարար լուծույթի և լցանյութերի շփման մակերեսի փոքրացում), որի շնորհիվ բույսերի արմատաքնակ միջավայրում նվազել է ՌՆ-ի պարունակությունը և ՌՆ-ի տեղաշարժը սննդարար – լուծույթ – բույսի արմատ շղթայով: Արդյունքում, ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակն ապահովել է ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ բուսահումքի ստացում, քան դասական հիդրոպոնիկական և հողը: Թեև սննդալուծությամբ ^{90}Sr -ը գերազանցել է ^{137}Cs -ին 15 անգամ (աղ. 2), սակայն հիդրոպոնիկ տարբեր համակարգերում մշակված զանգուր կաղամբի բուսահումքում ^{90}Sr -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{137}Cs -ին ընդամենը 1,1-1,2 անգամ: Հողում մշակված զանգուր կաղամբի բուսահումքում նույնպես ^{90}Sr -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{137}Cs -ին, (1,5 անգամ), թեև հողում գերակշռել է (1,4 անգամ) ^{137}Cs -ի պարունակությունը: Ըստ երևույթին, ի հայտ են եկել զանգուր կաղամբի կենսաքանական առանձնահատկությունները և հանքային սննդատարրերը ընտրողաբար կլանելու հատկությունները: Հիդրոպոնիկ տարբեր համակարգերում զանգուր կաղամբի բուսահումքում ^{90}Sr -ի պարունակությունը գերազանցել է ^{137}Cs -ին ընդամենը 1,1-1,2 անգամ, իսկ հողային մշակությամբ՝ 1,5 անգամ:

Հավանաբար, զանգուր կաղամբի մեջ ՌՆ-ը ներթափանցել են ինչպես արմատների միջոցով հիդրոպոնիկայում սննդալուծությո՞ւթից կամ հողից և ոռոգիչ ջրից, այնպես էլ վերգետնյա օրգանների միջոցով արտարմատային եղանակով օդային ավազանից (մթնոլորտային տեղումներ, հիդրո և աերոզոլներ, փոշի):

Հաշվարկը ցույց է տվել, որ զանգուր կաղամբի համար սննդալուծությո՞ւթ-բույս և հող-բույս համակարգերում ^{90}Sr - ^{137}Cs զույգի դիտվող հարաբերակցությունների (ԴՀ) ($^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ բույսում, $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ սննդալուծությո՞ւթում կամ հողում) արժեքները հիդրոպոնիկայում կազմել են 0,07-0,08; իսկ հողում՝ 2,1 [10]: Այսինքն՝ հիդրոպոնիկայում ԴՀ<1-ից, ինչը նշանակում է, որ մշակաբույսերը սննդալուծությո՞ւթից ավելի ինտենսիվ կլանել են ^{137}Cs -ը, իսկ հողից՝ ^{90}Sr -ը (աղ. 2):

Աղյուսակ 2. ^{90}Sr -ի և ^{137}Cs -ի պարունակությունը զանգուր կաղամբի բուսահումքում և ՌՆ-ի հարաբերական ցուցանիշները հիդրոպոնիկայում և հողում

Տարբերակ	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	ԴՀ, ⁹⁰ Sr/ ¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
	Բք/կգ			Կգ	
Գլանային	9,9	8,7	0,08	22,5	290
Ակոսային	8,8	8,3	0,07	20,0	277
Համատարած	9,5	8,0	0,08	21,6	267
Դասական հիդրոպոնիկա	11,8	9,8	0,08	26,8	327
Հող (ստուգիչ)	17,6	11,9	2,1	2,4	1,2
Սթխ [1 5 7]	50	130	-	-	-

Սա հաստատվել է ՌՆ-ի կուտակման գործակիցների (ԿԳ) (ՌՆ-ի քանակը բույսում, Բք/կգ: ՌՆ-ի քանակը սննդալուծույթում, Բք/լ կամ հողում, Բք/կգ) արժեքներով: Գանգուր կաղամբի համար հիդրոպոնիկայում ^{137}Cs -ի ԿԳ $> ^{90}\text{Sr}$ -ի ԿԳ-ից 12,2-13,8 անգամ, իսկ հողում ^{90}Sr -ի ԿԳ $> ^{137}\text{Cs}$ -ի ԿԳ-ից 2,0 անգամ:

Այսպիսով, Նորագույն ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ եղանակը բուսահումքի արտադրման ռադիոէկոլոգիապես ավելի անվտանգ կենսատեխնոլոգիական եղանակ է, քան դասականը և հողային մշակույթը: Անկախ մշակման եղանակից, գանգուր կաղամբի բուսահումքում վերահսկվող արհեստական ՌՆ-ի (^{90}Sr , ^{137}Cs) պարունակությունը չի գերազանցել ՍԹԽ-ն:

Գործնական առաջարկ. Գանգուր կաղամբի բուսահումքի արտադրման համար առաջարկվում է ցողաջրաշիթային հիդրոպոնիկ կենսատեխնոլոգիական եղանակը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Թարմ պտուղ բանջարեղենի տեխնիկական կանոնակարգ հավելված. ՀՀ կառավարության ղեկավարման 21-ի 1913-Ն որոշում, 2006:
2. ՀՀ կառավարության առընթեր միջուկային անվտանգության կարգավորման պետական կոմիտեի գործունեության հաշվետվություն, 2014թ. www.anra.am/upload/Annu.
3. Վալեսյան Լ.Վ. /Խմբ. Հայաստանի ազգային ատլաս, Ա հատոր, Ե., 232 էջ, 2007:
4. Бабаян Г.Б. Почвы и природные условия Дилижанской лесной агрохимической станции (ДИЛАС). Сообщения Института агрохимических проблем и гидропоники, N21, с. 21-25, 1980.
5. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). М., Минздрав РФ, 164 с., 2002.
6. Даевян Г.С. Гидропоника. В.кн.: Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М., Колос, с. 382-385, 1980.
7. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. М., Центр санитарно-эпидемиологического нормирования гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России. М, 116 с., 1999.
8. Павлоцкая Ф.И. Методы определения ^{90}Sr и других изотопов. В кн.: Физико-химические методы исследования почв. М., 126 с., 1966.
9. Переволоцкая Т.В. Радиационное лесоводство: основы лесной радиоэкологии: практ. рук-во для студентов. Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины, 45 с., 2014.
10. Сельскохозяйственная радиоэкология. Под ред. Р.М. Алексашина. Н.А. Корнеева. М., Экология, 400 с., 1992.
11. 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, N 2, p. 17-20, 2014.

Ստացվել է 11.05.2017