DOI: 10.61484/29538181-mns.9.23-55

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԲԵՐ ԾՐՋԱՆՆԵՐՈՒՄ ՕԴԻ ԱՂՏՈՏՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՉԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱԼԵԻ ՎՐԱ

Հակոբջանյան Ա.[1,2], Ղալաչյան Լ.[2], Խչոյան Հ.[3], Մարտիրոսյան Ս.[3], Մկրտչյան Վ.[3], Սարոյան Ն.[3], Մկրտչյան Մ.[3], Հովհաննեսյան Մ.[3], Նահապետյան Ա.[3], Ասծատրյան Ի.[3]

[1]-Հայբուսակ Համալսարան, [2]-ՀՀ ԳԱԱ Գ.Ս. Դավթյանի անվ. Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմներ ինստիտուտ, [3]-ԱՅԲ կրթահամալիր

Մուտքագրված է՝ 16.05.2023, ընդունված է՝ 24.07.2023

Ամփոփագիր. Համեմատական ուսումնասիրության են ենթարկվել Հայաստանի տարբեր տարածքներում աճեցված կալեի տերևները՝ պարզելու համար այդ տարածքների աղտոտվածության աստիճանը և նրա հետևանքները տերևների մեջ քլորոֆիլի, ռադիոնուկլիդների պարունակության վրա:

Հիմնաբառեր. քլորոֆիլ, կարոտինոիդ, օդի աղտոտվածություն, β-ռադիոակտիվություն

1. Ներածություն

Ժամանակակից աշխարհում մթնոլորտի, հողի ու ջրի աղտոտվածությունը բնապահպանական հիմնական խնդիրներն են: Շրջակա միջավայրի աղտոտման աղբյուրներից են արդյունաբերական ձեռնարկությունների գործունեությունը և տրանսպորտը: Ժամանակակից արդյունաբերական արտադրությունը համաշխարհային մասշտաբով բացասաբար է անդրադառնում բնության, մարդու և այլ կենդանի օրգանիզմների վրա՝ իր արտանետումներով աղտոտելով շրջակա միջավայրը [Manisalidis I. et al, 2020]:

Արդյունաբերական ձեռնարկությունների և տրանսպորտի վնասակար արտանետումների ազդեցությունը կենդանի օրգանիզմների վրա ուսումնասիրելիս բույսերը կարող են օգտագործվել որպես ցուցիչներ: Օդի բարձր աղտոտվածության դեպքում բույսերի տերևներում ֆոտոսինթեզի գործընթացը դանդաղում է, որի փոփոխությունը տեսանելի է դառնում ուսումնասիրություններում: Բույսերը կարող են վնասվել և մահանալ մթնոլորտում և հիդրոսֆերայում աղտոտող նյութերի առկայությունից [Manisalidis I. et al, 2020]: Հետևաբար, հատկապես գյուղատնտեսական նշանակության սննդաբույսեր աճեցնելիս պետք է հաշվի առնել միջավայրի բնապահպանական վիճակը:

Քլորոֆիլի պարունակությունը կենսական դեր է խաղում բոլոր բույսերում ֆոտոսինթեզի և կենսազանգվածի արտադրության մեջ: Այն առավել զգայուն է արտաքին պայմանների փոփոխությունների նկատմամբ, քան բույսերում առկա այլ գունակները: Քանի որ քլորոֆիլի պարունակությունը կտրուկ նվազում է աղտոտվածության աճի հետ, տերևներում քլորոֆիլի քանակի և ժամանակի ընթացքում դրա փոփոխության գնահատումը կարող է լավ ցուցիչ լինել օդում, հողում և ջրում միջավայրի աղտոտիչների մակարդակի գնահատման համար: Քլորոֆիլը ոչ միայն կարևոր է բույսերի առողջության համար, այլև

որպես ուտելի բույսերի ու մրգերի մաս կենսական դեր ունի մարդու սննդակարգում [Talebzadeh F., Valeo C., 2022]:

Mg-ը քլորոֆիլի հիմնական բաղադրիչն է: Բույսերում ներծծվող Mg-ի մոտ 15-35%-ը դառնում քլորոֆիլի մաս, իսկ մնացածը պահվում է վակուոլներում կամ օգտագործվում սպիտակուցների սինթեզման և այլ կենսաբանական գործընթացներում: Mg-ը օգնում է սախարոզի տեղափոխմանը, էներգիայի փոխանակությանը, ծաղկափոշու զարգացմանը, սթրեսի հանդուրժողականությանը և բույս-մանրէ փոխազդեցությանը [Ishfaq M. et al, 2022]: Mg-ը կարևոր տարր է նաև կենդանիների և մարդկանց առողջության համար՝ մարդկանց մի շարք հիվանդությունների, օրինակ՝ ինսուլտների, սրտանոթային հիվանդությունների և շաքարախտի ճնշման և վերականգնման համար: Մարդկանց օրգանիզմում Mg-ի հետ կապված սննդային խանգարումները հիմնականում պայմանավորված են հողում և պարենային մշակաբույսերում Mg-ի կոնցենտրացիայի նվազմամբ: Mg սնուցման օպտիմալացումը կարող է արժեքավոր լինել պարենային անվտանգության և մարդու առողջության համար [Ishfaq, M, et al, 2022]: Mg-ի քանակության վրա բացասական ազդեցություն ունի Ca-ի քանակությունը [Piao H. C., 2020]:

Գյուղատնտեսության մեջ կալեն բավական արդյունավետ բույս է համարվում, քանի որ բույսի զանգվածի շուրջ 50%-ը օգտագործվում է սննդի մեջ (նրա բերքատվության ՕԳԳ-ն բավականին բարձր է) [Berndtsson E., 2019]: Կալեն համեմատաբար նոր մշակաբույս է Հայաստանում և դեռևս չի ինտեգրվել հայերի սննդակարգում, սակայն նրա մշակության արեալն աստիճանաբար ընդլայնվում է: Այս տեսանկյունից խիստ հետաքրքիր է նրա աճեցման հնարավորությունների ուսումնասիրություն Հայաստանում:

Կալեն հարուստ է վիտամիններով (C, B խումբ), հանքային տարրերով, հակաօքսիդիչ միացություններով: Նրա օգտագործումը կանխում է սրտանոթային հիվանդությունների, քաղցկեղի զարգացումը, բարենպաստ է ազդում աղիքային միկրոֆլորայի վրա և նվազեցնում է ճարպակալման հավանականությունը [Migliozzi M. et al, 2015; Satheesh N., Workneh Fanta S., 2020]: Կալեում առկա է մեծ քանակությամբ կալիում, մագնեզիում և հեշտ յուրացվող կալցիում [Benway D., 1993; Satheesh N., Workneh Fanta S., 2020]: Ճառագայթման բարձր մակարդակը (ինչը բնորոշ է բարձր ջերմաստիճանային պայմաններին) հանգեցնում է կալեի ֆոտոինհիբիցման, ինչը բացասաբար է ազդում բույսի բերքատվության վրա [Santino Seabra J., 2019]: Հայաստանին բնորոշ են բարձր ջերմաստիճանային պայմանները, հատկապես ամռանը:

Ուսումնասիրության նպատակն է եղել գնահատել ՀՀ-ի տարբեր շրջանների (Ծիրակ, Սյունիք, Երևան) էկոլոգիական վիճակը և նրա ազդեցությունը սննդաբույս կալեի վրա՝ վերջինիս աճեցման համար նպաստավոր վայր գտնելու համար:

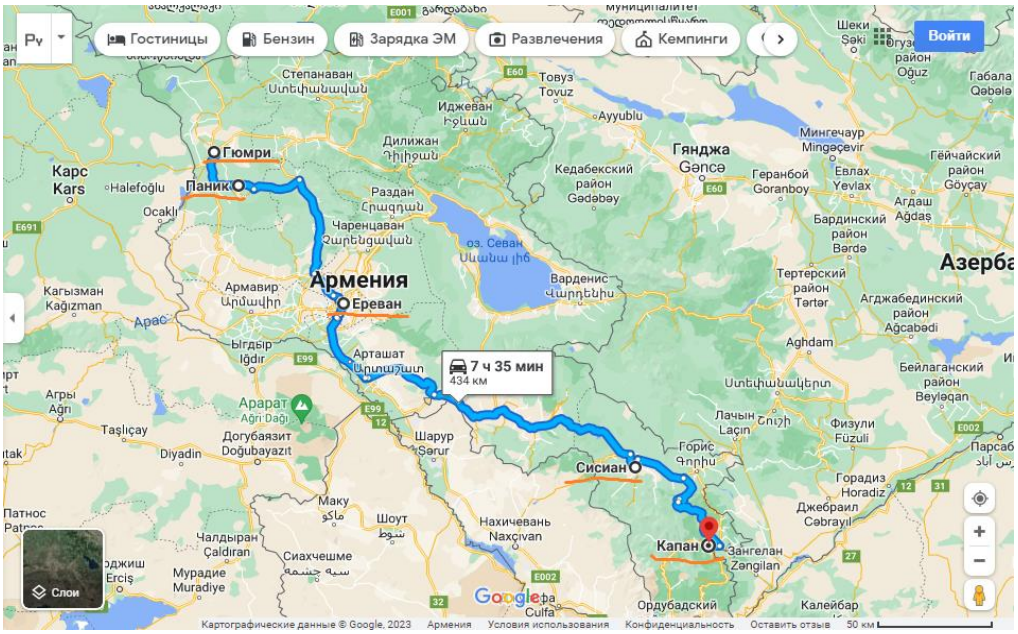
2. Նյութեր և մեթոդներ

Հետազոտության նպատակով վերցվել են տերևների նմուշներ տարբեր աղտոտվածության մակարդակ ունեցող վայրերում աճեցված կալեից: Հետազոտության իրականացման նպատակով ընտրվել են Երևան (989 մ), Սիսիան (1600 մ), Կապան (910 մ), Գյումրի (1500 մ) քաղաքները և Փանիկ (1700 մ) գյուղը: Փորձանմուշները հավաքվել են փողոցին

մոտ, փողոցից հեռու վայրերից, ինչպես նաև տնային՝ սենյակային պայմաններում աճեցված բույսերից:

2.1. Նմուշառման տեղանքի նկարագրություն

Երևանը խիտ բնակեցված է և կառուցապատված՝ ՀՀ մյուս բնակավայրերի համեմատ: Տրանսպորտային խցանումները հաճախակի են: Կալեի նմուշները աճեցվել են Կենտրոն թաղամասում՝ Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտի տարածքում՝ հողում և հիդրոպոնիկ պայմաններում: Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտը ծովի մակարդակից 950 մ բարձրության վրա է, հեռու է երթևեկությունից, թեև Կենտրոնական ավտոկայանը 700 մ հեռավորության վրա է, իսկ Հրազդան գետը՝ 300 մ:



Նկ. 1. Հետազոտվող տարածքները քարտեզի վրա (քարտեզը վերցված է Google.maps-ից):

Կապան քաղաքում գործում է պղնձամոլիբդենային կոմբինատ: Կապանի կալեի նմուշներից որոշներն աճեցվել են մայրուղուց 90 մ հեռավորության վրա (երթևեկության խտությունը՝ 1-2 մեքենա/ր)՝ բնակելի շենքին կից: Դրանք հետազոտվել են հունիս ամսին: Մյուս նմուշները գտնվել են նշված վայրից 30 մ հեռավորության և 10 մ բարձրության վրա (մեքենաներ չեն երթևեկում): Օգոստոսին ուսումնասիրվել են այս նմուշները, իսկ հուլիսին՝ երկու վայրերի նմուշները:

Գյումրին գտնվում է ծովի մակարդակից մոտ 1550 մ բարձրության վրա: Կալեն այստեղ աճեցվել է բակում և ճանապարհին մոտ: Կապանում և Գյումրիում կալեն աճեցվել է նաև տնային պայմաններում՝ ծաղկամաններում:

Նմուշառումներն իրականացվել են յուրաքանչյուր ամիս 1 անգամ հունիսից սկսած:

2.2. Քլորոֆիլի և կարոտինոիդների քանակության որոշումը

0.5 գ թարմ տերևը մանրացվել է հավանգում և լուծամզվել 10 մլ 96% էթանոլում: Լուծամզվածքից հեռացվել է պինդ մասը 5 ր ցենտրիֆուգմամբ (11000 g արագություն): Վերնստվածքից վերցվել է 0.5 մլ, որը նոսրացվել է 4.5 մլ 96% էթանոլով: Ստացված

լուծույթում չափվել են օպտիկական խտությունը՝ 470 նմ, 649 նմ և 664 նմ ալիքի երկարություններում: Քլորոֆիլ a-ի որոշման բանաձևը՝

$$\text{քլորոֆիլ } a \left(\frac{\text{մկգ}}{\text{մլ}}\right) = 13.36 \times \text{O}D_{664} - 5.19 \times \text{O}D_{649}[1]$$

Քլորոֆիլ b-ի որոշման բանաձևը՝

$$\text{քլորոֆիլ } b \left(\frac{\text{մկգ}}{\text{մլ}}\right) = 27.43 \times \text{O}D_{649} - 8.12 \times \text{O}D_{664}$$

Կարոտինոիդների որոշման բանաձևը՝

$$\text{Կարոտինոիդ} \left(\frac{\text{մկգ}}{\text{մլ}}\right) = \frac{1000 \times OD_{470} - 2.13 \times M_a - 97.63 \times M_b}{209}$$

որտեղ՝ M_a-ն քլորոֆիլ a-ի և M_b-ն քլորոֆիլ b-ի քանակությունն է:

1գ թարմ բույսում տվյալների մգ-ով վերահաշվարկի համար պետք է ստացված արժեքները բազմապատկել 0.2-ով (մգ/գ):

2.3. Կալցիումի և մագնեզիումի որոշումը բույսերի տերևներում

Փորձի իրականացման համար օգտագործվել են չոր տերևներ: Նմուշներն այրվել են հրակայուն ամանների մեջ 450°C-ում, 6-8 ժամ: Ca-ի և Mg-ի քանակությունը տերևներում որոշվել է Գասպարյանի կողմից մշակված մեթոդով [Гаспарян О., 1981]:

2.4. Ընդհանուր β-ռադիոակտիվության որոշումը

Ընդհանուր β-ռադիոակտիվությունը որոշվել է նմուշներում՝ օգտագործելով փոքր UMF -1500 ֆոնային ռադիոմետր:

2.5. Տվյալների մշակում

Ստացված տվյալները մշակվել են GraphPad Prism 5 ծրագրի և Excel-ի միջոցով:

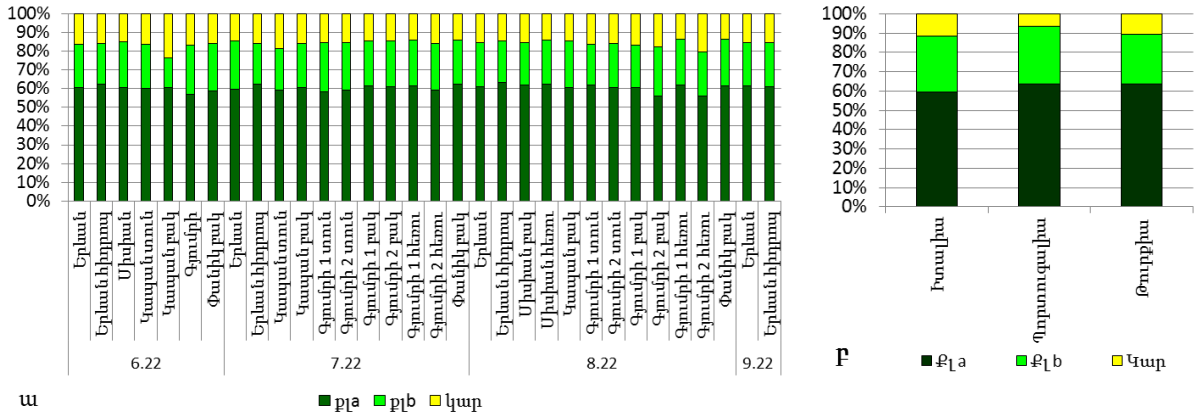
3. Արդյունքներ

Գունակների քանակությունը կալեի տերևներում

Կալեի տերևներում հիմնականում քլորոֆիլի պարունակությունը գերազանցում է գունակների 80%-ը, իսկ քլորոֆիլ a-ինը՝ 60%-ը, ինչը համընկնում է գրականության տվյալների հետ (նկ. 2ա,բ) [Ferioli F. et al., 2013]: Ընդհանուր քլորոֆիլի քանակության անկում նորմայից դիտվում է Կապանի բակի կալեի մոտ՝ պայմանավորված քլորոֆիլ b-ի փոքր քանակությամբ:

[1] OD_x – օպտիկական խտություն x ալիքի երկարության տակ:

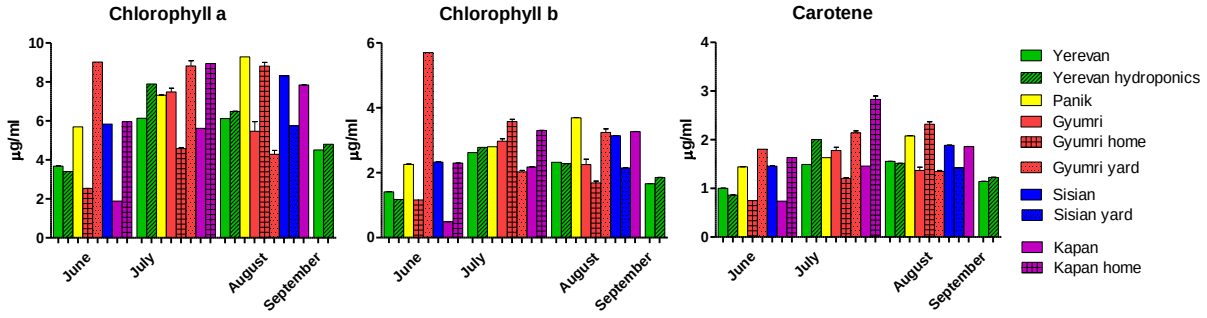
Նկ. 2. Քլորոֆիլ a/քլորոֆիլ b/կարոտինոիդ հարաբերությունը կալեի տերևներում (%)՝ փորձի նմուշներում (ա) և գրականությունում [Ferioli F. et al., 2013] (բ):



Քլորոֆիլի քանակությունը բույսերի տերևներում օդի աղտոտվածությանը զուգահեռ նվազում է [Giri S. et al, 2013]: Մեր ստացած տվյալներում Գյումրիում տնային պայմաններում աճեցված կալեի գունակների ցածր քանակությունը հունիս ամսին պայմանավորված է տան պայմաններում արևի ճառագայթների սակավությամբ. օգոստոսին նրանց քանակությունն ավելանում է արևի ինտենսիվությանը զուգահեռ: Հունիսին գունակների առավել մեծ պարունակությամբ, հետևաբար նաև օդի մաքրությամբ աչքի են ընկել Գյումրու բակային տարածքները, Սիսիանը և Փանիկը (նկ. 3): Կապանը հունիսին գունակների ամենափոքր պարունակությունն է ունեցել, նրան հաջորդել է Երևանը, ինչը նշանակում է, որ հունիսին առավել աղտոտված օդը դիտվել է Կապանում: Օդի աղտոտվածությամբ հունիսին երկրորդ տեղում է Երևանը:

Փանիկում աճեցված կալեի գունակների քանակությունը հունիսից մինչև օգոստոս աստիճանաբար ավելացել է՝ օգոստոսին ապահովելով այդ ամսվա գունակների առավելագույն ցուցանիշները, ինչը վկայում է այդ տարածքի օդի մաքրության մասին: Սիսիանում և Կապանում ևս հունիսից մինչև օգոստոս գունակների քանակությունն աստիճանաբար ավելացել է, իսկ Երևանում և Գյումրիում օգոստոսին նվազել է հուլիսի համեմատ՝ Երևանում նվազելով Կապանի տվյալներից: Սա վկայում է օգոստոսին Երևանում և Գյումրիում օդի աղտոտվածության ավելացման մասին. Երևանում այն կարող է պայմանավորված լինել Սուրմալու առևտրային կենտրոնում 14.08.22թ. պայթյունով, որից հետո մի քանի օր օդը հագեցած էր ծխով (նմուշառումն իրականացվել է օգոստոսի վերջին), իսկ կալեն աճեցվել էր Հիդրոպոնիկայի պրոբլեմների ինստիտուտում, որը շատ մոտ է Սուրմալու առևտրային կենտրոնին (մոտ 1 կմ հեռավորության վրա):

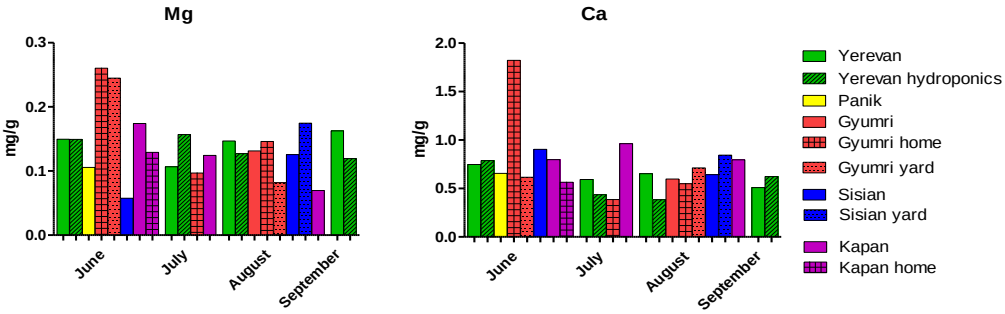
Նկ. 3. Գունակների քանակությունը կալեի նմուշներում տարբեր ամիսներին:



Ca-ի և Mg-ի քանակությունը կալեի չոր տերևներում

Տերևի Mg-ի կոնցենտրացիան կարևոր է բերքատվության համար. կրիտիկական կոնցենտրացիան տատանվում է 0,08% - 0,20% միջակայքում [Hauer-Jákli M., Tränkner, M., 2019]: Ըստ գրականության, կալեի թարմ տերևներում Ca-ի պարունակությունը կազմում է մոտ 385 մգ/100 գ (3.85 մգ/գ), իսկ Mg-ի պարունակությունը՝ մոտ 35 մգ/100 գ (0.35 մգ/գ) [Sikora E., Bodziarczyk I., 2012], այսինքն Ca-ն մոտ 11 անգամ ավել է Mg-ից: Չոր զանգվածը թարմի մոտ 17%-ն է կազմում, այսինքն չոր զանգվածում Ca-ի պարունակությունը կազմում է մոտ 0.65 մգ/գ, իսկ Mg-ի պարունակությունը՝ մոտ 0.06 մգ/գ: Մեր նմուշներում հիմնականում Ca/Mg հարաբերակցությունը փոքր է 11-ից: 11-ին հավասար կամ մեծ արժեքներ դիտվել են միայն հունիսին Սիսիանի նմուշում և օգոստոսին Կապանի նմուշում և Գյումրիի բակի նմուշներից մեկում և ճանապարհին մոտ նմուշներից մեկում (նկ. 4): Հիմնականում այն փոքր է 5-ից:

Նկ. 4. Ca-ի և Mg-ի քանակությունը կալեի նմուշների չոր տերևներում տարբեր ամիսներին:



Մագնեզիումը ֆոտոսիմիլատների, սպիտակուցների սինթեզի, քլորոֆիլի սինթեզի, արտադրության, փոխադրման և օգտագործման կարևոր մասնակից է: Mg-ի դեֆիցիտը պայմանավորված է արևադարձային և մերձարևադարձային կլիմայական գոտիներում մշակվող մրգերի և բանջարեղենի կողմից հողի փոխանակելի (այսինքն բույսի համար մատչելի) Mg-ի ավելի մեծ սպառման հետ: Հողի pH-ի յուրաքանչյուր միավոր նվազումը 7-ից նվազեցնում է հողի փոխանակելի Mg-ն 2 անգամ [Ishfaq M. et al, 2022]: Հողերը, որոնցում աճեցվել են կալեի նմուշները, ունեցել են 5.5-ից 7 pH:

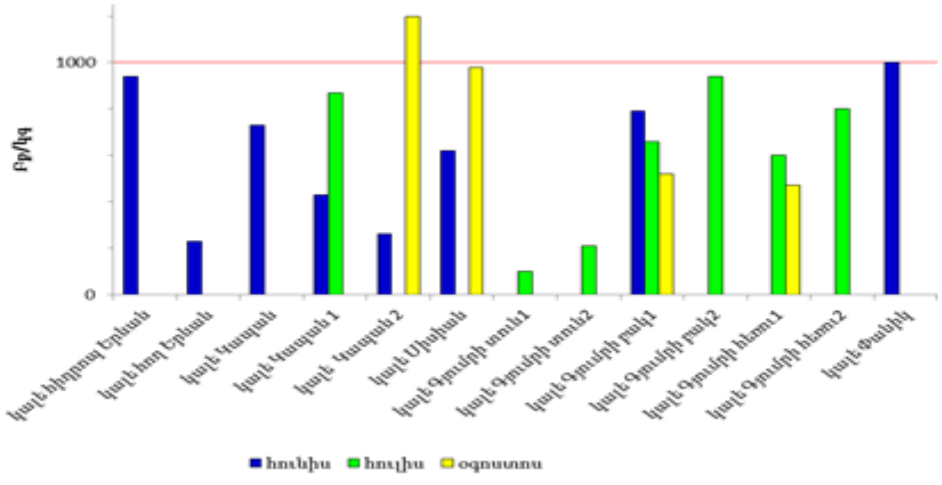
Միջին տարեկան տեղումները էական դեր են խաղում բույսերի տերևներում Mg-ի և Ca-ի քանակի համար [Han W. X. et al, 2011]: Ըստ Արտակարգ իրավիճակների նախարարության պաշտոնական mes.am կայքի՝ Երևանում տեղումներով օրերի նվազագույն քանակությունը դիտվել է հուլիսին (3.23%) իսկ օգոստոսին Սյունիքի հովտային շրջաններում ընդհանրապես տեղումներ չեն դիտվել: Դա իր ազդեցությունն է ունեցել հատկապես Mg-ի քանակության վրա:

B-ռադիոակտիվությունը նմուշներում

Բույսերը ունակ են կլանել միջավայրում առկա ռադիոնուկլիդները ջրի և հողի միջոցով: Նրանց տերևներում β-ռադիոակտիվության գնահատման միջոցով կարելի է պարզել շրջապատում ռադիոնուկլիդների քանակությունը: Ըստ ստացված տվյալների (նկ. 5) ամենաբարձր ռադիոակտիվությունը գրանցվել է Կապանի նմուշում՝ օգոստոսին, որը գերազանցել է թույլատրելի շեմը (1200 Բք/կգ), նրան հաջորդել է Փանիկի նմուշը հունիս ամսին՝ 1000 Բք/կգ: Քանի որ կալեն սննդաբույս է, նշված ցուցանիշները խիստ վտանգավոր են մարդու օրգանիզմի համար կալեի՝ սննդում օգտագործման դեպքում: Սա նշանակում է, որ կալեն չի կարելի աճեցնել ռադիոնուկլիդներով հարուստ միջավայրում՝ նրա՝ ռադիոնուկլիդներ կուտակելու մեծ հակման պատճառով: Գյումրիում բակում աճեցված կալեի ռադիոակտիությունը ավելի բարձր է, քան ճանապարհին մոտ աճեցված բույսերում. ամենափոքր արժեքները գրանցվել են տանը: Երևանում հիդրոպոնիկ պայմաններում աճեցված կալեի ռադիոակտիվությունն ավելի բարձր է հողում աճեցվածից, ինչը պայմանավորված է հիդրոպոնիկ սննդալուծույթում կալիումական աղերի օգտագործմամբ, որոնցում առկա է ռադիոակտիվ ^{40}K-ն [Ղալաչյան Լ., 2020]:

Ընդհանուր առմամբ, կարելի է նշել, որ ռադիոնուկլիդներով առավել հարուստ է Կապանը, որին հաջորդում է Փանիկը:

Նկ. 5. Նմուշների β-ռադիոակտիությունը տարբեր ամիսներին: Կարմիր գիծը β-ռադիոակտիվության թույլատրելի առավելագույն շեմն է (1000 Բք/կգ):



Եզրակացություն

Ստացված տվյալները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ հետազոտված տարածքներից օդը ամենամաքուրն է Փանիկում, սակայն այնտեղ և Կապանում կալեում ռադիոակտիվությունը բարձր է (Կապանում գերազանցում է թույլատրելի շեմը)։ Կալեի աճեցումը ռադիոնուկլիդներով հարուստ միջավայրում վտանգավոր է առողջության համար, քանի որ բույսը կուտակում է ռադիոնուկլիդներ։ Այս տեսանկյունից կալեի աճեցման համար ամենաանբարենպաստ վայրը Կապանն է։

Ուսումնասիրությունն իրականացվել է ԱՅԲ կրթական հիմնադրամի և Յունիսեֆի աջակցության շնորհիվ։

Գրականություն

1. Benway D., Weaver C., Assessing chemical form of calcium in wheat, spinach, and kale. *Journal of Food Science,* 58(3), p. 605 – 608, 1993.

2. Berndtsson E., Nynäs A-L., Newson W., Langton M., Andersson R., Johansson E., Olsson M.E., *The underutilised side streams of broccoli and kale – valorisation via proteins and phenols.* s.l., Conference: 6th EAAP International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition, In Sustainable governance and management of food systems: Ethical perspectives, pp. 74-81. Wageningen Academic Publishers, 2019.

3. Ferioli F., Giambanelli E., D'Antuono L. F., Costa H.S., Albuquerque T.G., Silva A.S., Koçaoglu B., Comparison of leafy kale populations from Italy, Portugal, and Turkey for their bioactive compound content: phenolics, glucosinolates, carotenoids, and chlorophylls. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93(14), 3478-3489, 2013.

4. Giri S., Shrivastava D., Deshmukh K., Dubey P., Effect of air pollution on chlorophyll content of leaves. Current Agriculture Research Journal, 1(2), 93-98, 2013.

5. Han W.X., Fang J.Y., Reich P.B., Ian Woodward F., Wang Z., Biogeography and variability of eleven mineral elements in plant leaves across gradients of climate, soil and plant functional type in China. Ecology letters, 14(8), 788-796, 2011.

6. Hauer-Jákli M., Tränkner M., Critical leaf magnesium thresholds and the impact of magnesium on plant growth and photo-oxidative defense: a systematic review and meta-analysis from 70 years of research. Frontiers in Plant Science, 10, 766, 2019.

7. Ishfaq M., Wang Y., Yan M., Wang Z., Wu L., Li C., Li X., Physiological essence of magnesium in plants and its widespread deficiency in the farming system of china. Frontiers in Plant Science, 13, 2022.

8. Júnior S.S., Ponce F.D.S., Toledo C.A.D.L., Zanuzzo M.R., Dallacort R., Lima G.P.P., Does knitted shade provide temperature reduction and increase yield kale?. Journal of Agricultural Science, 11(9), 103., 2019.

9. Manisalidis I., Stavropoulou E., Stavropoulos A., Bezirtzoglou E., Environmental and health impacts of air pollution: a review. Frontiers in public health, 14, 2020.

10. Migliozzi M., Thavarajah D., Thavarajah P., Smith P., Lentil and Kale: Complementary Nutrient-Rich Whole Food Sources to Combat Micronutrient and Calorie Malnutrition. *Nutrients,* 7(11), 9285-9298, 2015.

11. Piao H. C., Negative effects of calcium on magnesium and potassium benefit for adaptability of Chinese prickly ash (Zanthoxylum bungeanum) grown on poor soils. Plant Physiology Reports, 25, 268-276, 2020.

12. Satheesh N., Workneh Fanta S., Kale: Review on nutritional composition, bio-active compounds, anti-nutritional factors, health beneficial properties and value-added products. Cogent Food & Agriculture, 6(1), 1811048, 2020.

13. Sikora E., Bodziarczyk I., Composition and antioxidant activity of kale (Brassica oleracea L. var. acephala) raw and cooked. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 11(3), 239-248, 2012.

14. Talebzadeh F., Valeo C. Evaluating the Effects of Environmental Stress on Leaf Chlorophyll Content as an Index for Tree Health. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1006, No. 1, p. 012007. IOP Publishing, 2022.

15. Гаспарян О., Рекомендаций по химическому анализу растений. *Сообщения института агрохимических проблем и гидропоники,* т. 22, 125-169, 1981.

16. Ղալաչյան Լ., Թադևոսյան Ա., Ալեքսանյան Ջ., Թովմասյան Ա., Դարյադար Մ., Գասպարյան Թ., Ստեփանյան Ա., Հակոբջանյան Ա., Մի քանի մշակաբույսերի բետա-ռադիոակտիվությունը բացօթյա հիդրոպոնիկայի և հողային մշակույթի պայմաններում Արարատյան դաշտում, Հայաստանի կենսաբանական հանդես, 72(3), 59-64, 2020.

Акопджанян А., Калачян Л., Хчоян Г., Мартиросян С., Мкртчян В., Сароян Н., Мкртчян М., Ованнесян М., Наапетян А., Асцатрян И. - ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА КАЛЕ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ АРМЕНИИ. В ходе исследования были проведены сравнительные изучения листьев кале, выращенной в разных районах Армении, с целью выяснения степени загрязнения этих районов и его влияния на содержание хлорофилла и радионуклидов в листьях.

Ключевые слова: хлорофилл, каротиноид, загрязнение воздуха, β-радиоактивность.

Hakobjanyan A., Ghalachyan L., Khchoyan H., Martirosyan S., Mkrtchyan V., Saroyan N., Mkrtchyan M., Hovhannesyan M., Nahapetyan A., Astsatryan I. - THE INFLUENCE OF AIR POLLUTION ON KALE IN DIFFERENT REGIONS OF RA. In the course of the research, comparative studies of kale leaves grown in different regions of Armenia were done in order to determine the degree of contamination in these regions and its effect on the content of chlorophyll and radionuclides in the leaves.

Key words: chlorophyll, carotenoid, air pollution, β-radioactivity