



## მძიმე ლითონები პროდუქტებში

ციციშვილი მ.ს., ციციშვილი მ.მ., ქარჩავა გ., ესეზუა ე., პეტრიაშვილი ე.

საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია

„ყველა ნივთიერება შხამიანია,  
 მაგრამ მხოლოდ დოზა ხდის მათ შხამად“

*ანოტაცია:* განხილულია საკვებ პროდუქტებში მძიმე ლითონების განაწილების თავისებურებები

*საკვანძო სიტყვები:* მძიმე ლითონები, საკვები პროდუქტები

პარაცელსი ეკოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქციის წარმოება - საკვანძო ამოცანაა სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ეკოლოგიზაციისას. ეკოლოგიურად უსაფრთხო სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ქვეშ იგულისხმება ისეთი პროდუქცია, რომელიც მისი სხვადასხვა სახეებისთვის მიღებული „სასიცოცხლო ციკლის“ (წარმოება - გადაამუშავება - მოხმარება) განმავლობაში შეესაბამება დადგენილ ორგანოლექტიკურ, ზოგად-ჰიგიენურ, ტექნოლოგიურ და ტოქსოკოლოგიურ ნორმატივებს და არ ახდენს ნეგატიურ გავლენას ადამიანის, ცხოველების ჯანმრთელობასა და გარემოს მდგომარეობაზე.

თანამედროვეობის მწვავე პრობლემები - კვების ნაკლებობისა და შიმშილის პრობლემები - ღრმავდება დაავადებებითა და სიკვდილიანობით უხარისხო პროდუქტების მოხმარების შედეგად, თუმცა დედამიწაზე საკმარისი რესურსია, შემუშავებულია გადაწყვეტილებები და ტექნოლოგიები, რომლებიც გვაძლევენ შესაძლებლობას სამუდამოდ მოულოთ ბოლო ამ მოვლენებს.

თვლიან, რომ შხამებიდან, რომლებიც რეგულარულად ხვდებიან ადამიანის ორგანიზმში, დაახლოებით 70% ხვდებიან საკვებთან ერთად, 20% - ჰაერიდან და 10% - წყალთან ერთად.

რუსეთში პროდუქციის დაახლოებით 30 ... 40% დაბინძურებულია არასასურველი ინგრედიენტებით. დაბინძურებულია, აგრეთვე, სასმელი წყლის 70%-მდე (ე.ი. ათიდან დაახლოებით შვიდი ადამიანი სვამს დაბინძურებულ წყალს). დაბინძურების ისეთ წყაროებთან ერთად, როგორებიცაა ენერგეტიკა (განსაკუთრებით, თეს-ი), მრეწველობა, ტრანსპორტი, არსებობენ „კრიტიკული წერტილები“, რომლებიც იწვევენ პროდუქციისა და გარემოს დაბინძურებას აგროსფეროშიც. ბუნებრივ გარემოზე ნეგა-

ტიური ანთროპოგენული ზემოქმედების პირობებში, მათ შორის, სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროცესში ხარისხიანი სურსათის მიღების პრობლემა შეიძლება გადაიჭრას სოფლის მეურნეობის გაძლიერების ჩამოყალიბებული ან ხელახლა შექმნილი სისტემების ეკოლოგიზაციის საუბველზე. ადამიანის ჯანმრთელობაზე კვების პროდუქტებისა და სოფლის მეურნეობის ცხოველებზე საკვების ნეგატიური ზემოქმედების შესაფასებისა და თავიდან აცილებისთვის იყენებენ ისეთ ცნებებს, როგორებიცაა მათში ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ), დასაშვები ნარჩენი რაოდენობა (დნრ) ან მაქსიმალურად დასაშვები დონეები (მდდ). ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია - ნივთიერების კონცენტრაციაა კვების პროდუქტებსა და საკვებში (მგ/კგ), რომელიც განუსაზღვრელი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში (ყოველდღიური ზემოქმედებისას) არ იწვევს გადახრებს ადამიანისა და ცხოველების ჯანმრთელობის მდგომარეობაში. ქიმიური ნივთიერებების ზდკ კვების პროდუქტებში ადგენენ დასაშვები სადღეღამისო დოზის (დსდ) ან დასაშვები სადღეღამისო შეღწევის (დსშ) გათვალისწინებით, რადგან რაციონისა და მისი ქიმიური შემადგენლობის მრავალფეროვნება არ გვაძლევს კვების თითოეულ პროდუქტში ქიმიური ნივთიერების დასაშვები შემცველობის ნორმირების შესაძლებლობას.

კვების პროდუქტებსა და საკვებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების შემცველობის ფარგლებს ადგენენ სხვადასხვა ორგანიზმებისთვის პრეპარატების ტოქსიკურობის შესწავლის შედეგების საფუძველზე. პროდუქციაში დამაბინძურებელი ნივთიერებების იმ რაოდენობებით შემცველობისას, რომლებიც აღემატებიან ზდკ, დნრ ან მდდ-ს, ასეთი პროდუქციის საკვებად ან საკვებში გამოყენება არ არის ნებადართული.

მცენარეებისთვის ელემენტის (აგროქიმიკატის) ტოქსიკურობის ხარისხის შეფასებისას ითვალისწინებენ მის კონცენტრაციას. ამავე დროს არ უნდა აღინიშნებოდეს მცენარეების ნაყოფიერების შემცირება, მცენარეებში, საკვებსა და კვების პროდუქტებში აგროქიმიკატის დაგროვება იმ რაოდენობით, რომელიც აღემატება ზდკ-ს.

ნივთიერებები, რომლებიც აბინძურებენ კვების პროდუქტებს, მიეკუთვნებიან ნაერთების სხვადასხვა კლასებს, გამოირჩევიან სპეციფიკური ქცევით ეკოსისტემებში, შემოდინან დაბინძურების სხვადასხვა წყაროებიდან, და ამიტომ მათი შესაძლებელი მოქმედება პროდუქციასა და ადამიანის ორგანიზმზე მიზანშეწონილია განიხილოს ცალ-ცალკე.

მძიმე ლითონებს მიეკუთვნებიან ქიმიური ელემენტები 40-ზე მეტი ატომური მასით. მათგან ყველაზე საშიშია: ტყვია, ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, თუთია, ნიკელი და სხვ. გარემოში შეღწეული მძიმე ლითონების დაახლოებით 90% აკუმულირდება ნიადაგით, შემდეგ ისინი მიგრირებენ ბუნებრივ წყლებში, შთაინთქმებიან მცენარეების მიერ და შედიან კვების ჯაჭვებში.

ტყვია, ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, დარიშხანი და თუთია ითვლებიან ძირითად დამაბინძურებლებად, უმთავრესად, იმიტომ, რომ მათი ტექნოგენური დაგროვება გარემოში მიმდინარეობს მაღალი ტემპებით. მოცემული ელემენტები თრგუნავენ მეტაბოლიზმის ყველაზე მნიშვნელოვან პროცესებს, აფერხებენ მცენარეების ზრდასა და განვითარებას. სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში ამას მივყავართ პროდუქტიულობის შემცირებამდე და პროდუქციის ხარისხის გაუარესებამდე.

მძიმე ლითონების დასაშვები რაოდენობა, რომელიც ადამიანს შეუძლია მოიხმაროს კვების პროდუქტებთან ერთად თავისი ჯანმრთელობისთვის რისკის გარეშე, მერყეობს ლითონის სახის მიხედვით: **ტყვია - 3 მგ; კადმიუმი - 0,4 ... 0,5; ვერცხლისწყალი - 0,3 მგ კვირაში.** მართალია, ეს დონეები პირობითია, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ისინი წარმოადგენენ საფუძველს კვების პროდუქტებში მძიმე ლითონების შემცველობის კონტროლისთვის.

ცოცხალ ორგანიზმებში მძიმე ლითონები თანაშობენ ორმაგ როლს. მცირე რაოდენობით ისინი შედიან ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემადგენლობაში, რომლებიც არეგულირებენ ცხოველქმედების პროცესების ნორმალურ მიმდინარეობას, ხოლო გაზრდილ კონცენტრაციებს, პირიქით, მიყვავართ უარყოფით და კატასტროფულ შედეგებამდეც კი ცოცხალი ორგანიზმებისთვის. ადამიანის ორგანიზმში შეღწეული მძიმე ლითონები გროვდებიან ღვიძლში და მათი გამოყოფა ხდება ძალზე ნელა. სუსტად დაბინძურებულ ნიადაგებზე გაზრდილ მემცენარეობის პროდუქციას შეუძლია გამოიწვიოს კუმულაციური ეფექტი, განაპირობებს რა ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმში მძიმე ლითონების შემცველობის თანდათანობით ზრდას.

## **1.2. სასოფლო-სამეურნეო კულტურებში მძიმე ლითონების განაწილების თავისებურებები**

აღწევნ რა მცენარეებში, მძიმე ლითონები საკმაოდ არათანაბრად ნაწილდებიან მათ ორგანოებსა და ქსოვილებში. მაშასადამე, მცენარეებში მძიმე ლითონების დაგროვების თავისებურებათა შესწავლა დაგვეხმარება ადამიანის ორგანიზმში მათი შეღწევის შეზღუდვაში.

ხშირად მცენარეების ფესვთა სისტემა შეიცავს მეტ თუთიას, ვიდრე მიწისზედა ორგანოები. მიწისზედა ორგანოებში თუთია კონცენტრირდება, უპირატესად, ძველ ფოთლებში. ხორბლის ფესვები გამოირჩევიან ტყვიისა და კადმიუმის უფრო მაღალი შემცველობით ფოთლებთან შედარებით. მცენარეთა რეპროდუქციულ ორგანოებში მძიმე ლითონების დაგროვების დონე გაცილებით დაბალია, ვიდრე ვეგეტატიურ ორგანოებში, და დამოკიდებულია კულტურის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე, ელემენტის ფიზიოლოგიურ როლზე, მის შემცველობაზე ნიადაგში და მცენარეებისთვის ხელმისაწვდომობაზე.

ასიმბლანტების დაგროვების ორგანოები (ძირნაყოფები, ბოლქვები, ნაყოფები) შეიცავენ მნიშვნელოვნად ნაკლებ მძიმე ლითონებს, ვიდრე მცენარეების ვეგეტატიურ მასას. ეს შეიძლება ჩაითვალოს დადებით ფაქტად, რადგან სწორედ ისინი შეადგენენ ძირითადი ბოსტნეული კულტურების მეურნეობრივად მნიშვნელოვან ნაწილს.

**სტაფილოს** ფესვნაყოფებში მძიმე ლითონების შემცველობა (რკინის გარდა) იკლებს წვერიდან თავამდე. რკინისთვის დამახასიათებელია მაღალი შემცველობა სტაფილოს თავში და თანაბარი განაწილება ფესვნაყოფის დანარჩენ ნაწილში. ფესვნაყოფის ცენ-

ტრალური ნაწილი შეიცავს თუთიისა და ტყვიის გაზრდილ რაოდენობას, ხოლო ქერქი კი - სპილენძის, მანგანუმის, კადმიუმისა და რკინის გაზრდილ რაოდენობას.

**სუფრის ჭარხლის** ფესვნაყოფის ქვედა ნაწილისთვის დამახასიათებელია ყველა ელემენტის გაზრდილი შემცველობა, გარდა სპილენძისა. სპილენძისა და რკინის ყველა ნაკლები შემცველობა აღინიშნება ფესვნაყოფის შუა ნაწილში. ცენტრალურ ცილინდრში აღინიშნება თუთიისა და ტყვიის, ხოლო ქერქში კი - სპილენძის, მანგანუმის, კადმიუმისა და რკინის გაზრდილი რაოდენობა.

კადმიუმის, თუთიისა და ტყვიის მინიმალური რაოდენობა აღინიშნება **კარტოფილის** ბოლქვების რბილობში. რკინის გაზრდილი რაოდენობა დამახასიათებელია ბოლქვების პერიფერიული ნაწილისთვის. სპილენძი თანაბრადაა განაწილებულია ბოლქვის ყველა ნაწილში.

**ყაბახის** ნაყოფში მძიმე ლითონები კონცენტრირებულია დაახლოებით ერთნაირად ნაყოფის მთელ სიგრძეზე, გარდა ზონისა, რომელიც ესაზღვრება ნაყოფის ყუნწს (ნაყოფის დაახლოებით მესამედი - მეოთხედი). ამ ზონაში მძიმე ლითონების შემცველობა 1,5 ... 3,0 ჯერ მაღალია. მძიმე ლითონების ყველაზე დიდი რაოდენობა აღინიშნება ნაყოფის კანსა და გულში.

**გოგრისთვის** დამახასიათებელია მძიმე ლითონების გაზრდილი შემცველობა ზედა ნაწილში, რომელიც ესაზღვრება ყუნწს. მათი მინიმალური რაოდენობა აღინიშნება ნაყოფის ქვედა ნაწილში (დაახლოებით 1,5 ... 4,0 ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ზედა ნაწილში).

ჩვენი ძირითადი ბოსტნეული კულტურა - **კომბოსტო** გამოირჩევა სხვა კულტურებისა და კარტოფილისაგან თუთიის გაზრდილი შემცველობით და კალციუმის შემცირებული ოდენობით. ყველა ელემენტის შემცველობა იზრდება (დაახლოებით 3 ... 5 ჯერ) თავი - კომბოსტოს გარეთა ფოთლებიდან კომბოსტოს მურკამდე. ტყვიის ყველაზე დიდი რაოდენობა **მარცვლოვანი კულტურების, წიწიბურასა და მზესუმზირის** რეპროდუქციულ ორგანოებში კონცენტრირებულია მარცვლის, ნაყოფისა და თესლის ჩანასახში. **ხორბლის, წიწიბურასა და შვრიის** ენდოსპერმა შეიცავს ამ ელემენტის მეტ რაოდენობას, ვიდრე გარსი, მაშინ, როდესაც ქერში პირიქითაა.

**მწვანე კულტურებისთვის** დამახასიათებელია ტყვიის უფრო მაღალი შემცველობა ყუნწებში, ვიდრე ფოთლის ფირფიტებში. მცენარე სალათა გამოირჩევა ტყვიის ყველაზე მაღალი შემცველობით ფესვებში, მაშინ, როდესაც მცენარეები ოხრახუში და პირშუმხა - ყველაზე დაბალი შემცველობით. მწვანე კულტურებს შორის ტყვიის ყველაზე დიდი რაოდენობა მცენარის ყველა ორგანოში აღინიშნება კამაში, მჟაუნ-მჟავაში, სალათში.

ამრიგად, ვიცით რა მძიმე ლითონების განაწილება მცენარეთა სხვადასხვა ორგანოების ცალკეულ ზონებსა და ქსოვილებში, შეიძლება შევავსოთ მათი საშიშროება იმ მოცულობის მიხედვით, რომელსაც ისინი იკავებენ მოცემულ ორგანოში. ეს იძლევა საფუძველს ორგანოს საშიში ნაწილის მექანიკური მოცილებისთვის.

### 1.3. სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში მძიმე ლითონების შემცველობის დონის შემცირების ზომები

ეკოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქციის წარმოების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს რგოლს წარმოადგენს მძიმე ლითონების შემცველობის ნორმირება.

ტოქსიკური ინგრედიენტების ნორმირება გარემოს კომპონენტებში, პირველ რიგში, სასურსათო ნედლეულში და უშუალოდ კვების პროდუქტებში, - მნიშვნელოვანი ნაბიჯი ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმში მავნე ნივთიერებების შეღწევის შემცირების გზაზე. დანართ 2-ში მოყვანილია კვების პროდუქტებში მძიმე ლითონების ზღვა.

მრავალ ქვეყანაში შემუშავებულია დნრ - ს ეროვნული ნორმატივები. ამ ნორმების შეჯერება მოწმობს იმის შესახებ, რომ მათ აქვთ როგორც მსგავსება, ისე განსხვავებები. მაგალითად, გერმანიაში კადმიუმის დნრ ბოსტნეულში 3 ჯერ მაღალია, ვიდრე მიღებულია რუსეთში.

ისეთი აგროტექნიკური ხერხების გამოყენებით, როგორებიცაა გაკირიანება, მინერალური და ორგანული სასუქების შეტანა, შეიძლება წარმოების სხვადასხვა (განსაკუთრებით, საწყის) სტადიებზე მინიმუმამდე დავიყვანოთ საწარმოო პროდუქციაში მძიმე ლითონების დაგროვების ალბათობა.

მაგალითად, ტყის რუხ ნიადაგებზე ნაკელის შერანა ხელს უწყობს ტყვისა და კადმიუმის შემცველობის შემცირებას ამარანტის მიწისზედა ორგანოებში დაახლოებით 12%-ით კონტროლთან შედარებით. მოცემულ შემთხვევაში ვლინდება ნაკელის უნარი მძიმე ლითონებთან წარმოქმნას კომპლექსური ნაერთები, ამიტომ მცენარეებისთვის ლითონების ტოქსიკურობის შემცირება უნდა ეფუძნებოდეს, უპირველეს ყოვლისა, ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობის ზრდისკენ მიმართულ ღონისძიებებს ორგანული სასუქების შეტანა, სიდერატების გამოყენება, ჩალის აოშვა, მრავალწლიანი პარკოსანი ბალახების დამუშავება და ა.შ.). ქრომის ნაერთების ტოქსიკურობა მცირდება ნიადაგში ტორფის შეტანისას.

ფატევის მონაცემებით (1996), მინერალური სასუქების ლოკალური შეტანა N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> დოზით 1,3 ... 1,8 ჯერ ამცირებს კადმიუმისა და ტყვის შემცველობას შვრიისა და ბარდის მოსავალში ხელით თესვასთან შედარებით

მძიმე ლითონების შემცველობის შემცირება მინერალური სასუქების ლოკალური შეტანისას აიხსნება იმით, რომ სასუქების შემამჟავებელი მოქმედება ვლინდება მხოლოდ ნიადაგში მათი განლაგების კერაში და არა სახნავი შრის მთელ მოცულობაში (ცნობილია, რომ შემჟავებისას იზრდება მძიმე ლითონების მოძრაობის უნარი ნიადაგში და ძლიერდება მათი შეღწევა მცენარეებში). აგრეთვე, უნდა აღინიშნოს, რომ შვრიისა და ბარდის პროდუქტიულობა სასუქების ლოკალური გამოყენებისას იზრდება 1,3 ... 1,5 ჯერ იგივე დოზებით მათი გაფანტულად გამოყენებასთან შედარებით, რაც წარმოადგენს მძიმე ლითონების „განზავების“ ეფექტის გამოვლენის ძირითად მიზეზს.

მჟავე ნიადაგების გაკირიანებისას მძიმე ლითონების შეღწევა მცენარეებში მცირდება. გაკირიანება ხელს უწყობს მძიმე ლითონების შემცველი ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების კომპლექსურ ნაერთთა წარმოქმნას; pH ზრდისას ხდება მძიმე ლითონების გამოლექვა ნიადაგის ხსნარიდან (გარდა Ag, Cd, Cr, Sr) კარბონატების, ჰიდროქ-

სიდებისა და ფისფატების სახით; pH და კალციუმის შემცველობის ზრდისას ნიადაგში მცირდება მცენარეების ფესვთა სისტემების ბის მიერ ზოგიერთი მძიმე ლითონის შთანთქმის აქტივობა. მძიმე ლითონების დეტოქსიკაციის პროცესებზე, აგრეთვე, დადებით გავლენას ახდენენ ფოსფორის სასუქები, რადგან თუთიისა და ტყვიის ფოსფატები წარმოადგენენ ძნელად ხსნად ნაერთებს და ამიტომ ნაკლებად ხელმისაწვდომი არიან მცენარეებისთვის. მჟავე ნიადაგებზე მიზანშეწონილია სუპერფოსფატის ნაცვლად გამოვიყენოთ ფოსფორიტული ფეკილი.

ბიოლოგიურ ხერხებს შორის უნდა გამოვყოთ საკვებად ან კორმად გამოყენებული ტოლერანტული ჯიშებისა და კულტურების გაზრდა, კულტურების გაზრდა სათესლედ, ტექნიკური და სატყეო კულტურების დამუშავება, ყვავილების მოშენება.

მძიმე ლითონების შემცველობა ბოსტნეულსა და კარტოფილში მნიშვნელოვნად მცირდება კულინარული დამუშავებისას. გაწმენდის, გარეცხვის, კანის მოცილებისა და ბლანშირების დროს ტყვიისა და ვერცხლისწყლის შემცველობა ბოსტნეულში მცირდება 50%-ით და 80 ... 85%-ით - კარტოფილში, ხოლო კადმიუმის შემცველობა კი - 20%-ით. ტყვიის შემცველობის შემცირება სალათის ერთჯერადი გარეცხვისას შეიძლება აღწევდეს 30 ... 70%-ს.

პირველად ქართულ ენაზე გთავაზობთ ცხრილს, რომელშიც მოცემულია ძირითადი მძიმე ლითონების თვისებები (იხ. ცხრილი).

ცხრილი. ყველაზე მძიმე ლითონების თვისებები

თვისება	Cd	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
ბიოქ. აქტიობა	მ	მ	მ	მ	მ	მ	მ
ტოქსიკურობა	მ	ს	ს	მ	ს	მ	ს
კანცერ. აქტიობა	-	მ	-	-	მ	-	-
აეროზოლ. ფორმა	მ	დ	მ	მ	დ	მ	მ
მინერ. ფორმა	მ	მ	დ	მ	დ	მ	დ
ორგან. ფორმა	მ	მ	მ	მ	მ	მ	მ
მობილობა	მ	დ	ს	მ	დ	მ	ს
ბიოკონცენტრაცია	მ	მ	ს	მ	მ	მ	ს
დაგროვ. უნარი	მ	ს	მ	მ	ს	მ	მ
კომპლექს. წარმოქნა	ს	დ	მ	ს	დ	დ	მ
გიდროლიზ. თვისება	ს	დ	მ	ს	ს	ს	მ
ხსნადობა	მ	დ	მ	მ	დ	მ	მ
სიცოცხლ. ხანგრძლ.	მ	მ	მ	დ	მ	დ	მ

( მ - მაღალი; ს - საშუალო; დ - დაბალი)

## HEAVY METALS IN THE FOODS

**Tsitskishvili M.S., Tsitskishvili M.M., Karchava G., Esebua E., Petriashvili E.**

*Summary: The special features of the distribution of heavy metals in food products are examined.*