საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი

ეკატერინა მელიქია

ორგანული სელენის გავლენა ბროილერის ხორცის ხარისხზე და მისი თერმული დამუშავების (გაყინვა-გალღობა) ოპტიმალური რეჟიმების დადგენა

თბილისი

2011 წელი

ნაშრომში გამოკვლეულია ხორცის სელენით გამდიდრების მეთოდი და მაქსიმალური კონცენტრაცია. შესწავლილია სელენშემცველი ფრინველის ტანხორცის გაყინვისას, შემდგომ დაბალ ტემპერატურებზე შენახვისა და გალღობის პირობებში მასის დანაკარგები. სელენის გავლენა ხორცის ქიმიურ შემადგენლობაზე, pH-ზე და მის კვებითი ღირებულებაზე.

ნაშრომი გათვალისწინებულია მეცნიერებისა და სპეციალისტებისათვის, რომლებიც დაკავებულები არიან ხორცის კვლევისა და წარმოების სფეროში, ასევე კვების პროდუქტების ტექნოლოგიის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის დამხმარე სახელმძღვანელოს სახით.

მონოგრაფია იბეჭდება საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის კვების პროდუქტების ტექნოლოგიის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს რეკომენდაციით.

რედაქტორები: სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა
დოქტორი, სრული პროფესორი
ლევან თორთლაძე

ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი
თამაზ ჭუჭულაშვილი

რეცენზენტები: ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი,
ასოცირებული პროფესორი **მ. გარუჩავა**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,
ასოცირებული პროფესორი **გ. გოგოლი**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,
სრული პროფეორი **რ. ნოზაძე**

ISBN 978-9941-0-3397-1
© საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი

შესავალი

როგორც მთელ მსოფლიოში, ასევე საქართველოში ერთ-ერთი უმთავრესი პრიორიტეტია მოსახლეობის უზრუნველყოფა სრულფასოვანი, უვნებელი სურსათით და კვების პროდუქტებით.

ადამიანის ჯანსაღი კვებისათვის ცალკეული კვების პროდუქტების როლი დიდია. მათი ქიმიური შემადგენლობიდან გამომდინარე, განისაზღვრება ყოველდღიური სრულფასოვანი, ჯანსაღი კვების რაციონი.

უკანასკნელ წლებში დიდი ყურადღება დაეთმო მინერალური ნივთიერებების მნიშვნელობას და როლს ცოცხალი ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციისათვის. ისინი ორგანიზმში ხვდებიან საკვების სახით.

მინერალური ნივთიერებების წყაროს წარმოადგენს კვების პროდუქტები, მაგალითად ხორცში მათი შემცველობა მერყეობს 0,8-1,3%-მდე.

ადამიანის ორგანიზმსა და კვების პროდუქტებში მინერალურ ნივთიერებებს ყოფენ მათი რაოდენობის მიხედვით მაკრო და მიკრო ელემენტებად. როცა ორგანიზმში ელემენტის მასური წილი 10^{-2}%-ს აღემატება, ის მიეკუთვნება მაკროლემენტს, თუ მისი წილი არის 10^{-3}-10^{-5}%-ი, ის მიეკუთვნება მიკროელემენტს. როცა ელემენტის მასური წილი 10^{-5}%-ზე დაბალია, მას უწოდებენ ულტრამიკროლემენტს. მაკროლემენტებს მიეკუთვნება K, Ca, Na, Mg, P, Cl და სხვა. მათი რაოდენობა 100 გრ ქსოვილში ან კვების პროდუქტში განისაზღვრება მილიგრამობით (მგ), მიკროელემენტებია: Co, Fe, Zn, Cu, I, Se და სხვა. მათი კონცენტრაცია აღინიშნება მიკროგრამებით (მკგ). მაკრო-მიკრო ელემენტების დეფიციტის ან სიჭარბის შემთხვევაში ირღვევა ნივთიერებათა ცვლა, რაც განპირობებულია რამოდენიმე მიზეზის გამო: არაბალანსირებული კვებით (ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების სიჭარბე ან უკმარისობა); კვების პროდუქტების კულინარიულად ან ტექნოლოგიური გადამუშავებისას მინერალური ნივთიერებების მნიშვნელოვანი დანაკარგით.

მიუხედავად იმისა, რომ მიკროელემენტებს არ აქვთ ენერგეტიკული ღირებულება, როგორიც აქვს ცილებს, ცხიმებსა და ნახშირწყლებს, მათი მნიშვნელობა მეტად აქტუალურია, მონაწილეობენ ცოცხალი ორგანიზმის ბიოქიმიურ პროცესებში.

ერთ-ერთი ასეთი მიკროელემენტია სელენი. ის წარმოადგენს სიცოცხლისათვის აუცილებელ ესენციურ მიკროელემენტს. ანტიოქსიდანტური თვისებიდან გამომდინარე, სელენი ხელს უწყობს კვების პროდუქტების, მათ შორის ხორცის შენახვის ხანგრძლივობასა და კვებითი ღირებულების შენარჩუნებას. ვინაიადან ხორცი და ხორცპროდუქტები კრიოკონსერვაციის საფუძველზე ექვემდებარება ხანგრძლივად შენახვას, ხდება პროდუქტის მასის მნიშვნელოვანი დანაკარგები.

ყოველივე ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე სამეცნიერო ნაშრომის მიზანია: ხორცის სელენით გამდიდრების პროცესების შესწავლა. სელენით გამდიდრებული ხორცის მახასიათებლების დადგენა, საწარმოო პირობებისათვის სელენით გამდიდრებული ხორცის დაბალ ტემპერატურებზე შენახვის პროცესების შესწავლა, მისი კვებითი ღირებულების დადგენა.

ამოცანაა: ხორცის სელენით გამდიდრების საჭიროების დადგენა და საკვლევი ობიექტის შერჩევა. ფრინველის ულუფის ორგანული სელენით გამდიდრება. ხორცში სელენის

შემცველობის განსაზღრა. სელენის სხვადსხვა კონცენტრაციის გავლენა ხორცის ქიმიურ შემადგენლობაზე. ახლადდაკლული ფრინველის ტანხორცის გაყინვა -20^{0}C-სა და -40^{0}C-ზე. სელენის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენის შესწავლა ნაკლავის მასის შენარჩუნების პროცესზე, დაბალ ტემპერატურებზე შენახვის პირობებში. სელენის როლი გაყინული ტანხორცის ხარისხის შენარჩუნებაზე. არეს აქტიური რეაქციის (pH) შესწავლა დინამიკაში, დაკვლიდან 4 სთ-ს და გაყინვის დღიდან 2,4,6 თვის პერიოდში. ფრინველის ტანხორცის გალღობის პროცესის (დეფორსტაცია) შესწავლა.

თავი I

ლიტერატურის ანალიზური მიმოხილვა

1.1 სელენის მნიშვნელობა ცოცხალი ორგანიზმისათვის.

სელენის ქიმიური ნიშანია შე (**Selenium**). დ. მენდელეევის პერიოდულ სისტემაში სელენი VI ჯგუფის მთავარ ქვეჯგუფშია, მისი რიგითი ნომერია 34, ხოლო ატომური მასა შეადგენს 78,96-ს. სელენი ჯანგბადის ქვეჯგუფის ელემენტია, არის მეტალოიდი. ამასთანავე მიეკუთვნება ,,ხალკაგონების" ჯგუფს, რაც მადნების წარმომქმნელს ნიშნავს. ბუნებაში სელენი თან ახლავს გოგირდისა და სპილენძის შენაერთს. ხოლო სპილენძის მადნის გადამუშავებისას ის თავისუფალ მდგომარეობაში მიიღება [**1**]. 1817 წელს სელენი აღმოაჩინა ჯონი-იაკობ ბერცელიუსმა.

სელენი მნიშვნელოვანი მიკროელემენტია, როგორც ადამიანისათვის ასევე ცხოველის ორგანიზმის ზრდა-განვითარების და რეპროდუქციული ფუნქციისათვის [**2, 3**]. ის ხელს უწყობს ზოგიერთი სიცოცხლისათვის საშიში დაავადებების პრევენციას.

მცენარეების, ცხოველებისა და ადამიანის ორგანიზმში სელენი ასრულებს ანტიოქსიდანტურ ფუნქციას. ამ თვისებიდან გამომდინარე მას აქვს უნარი ორგანიზმში შეებრძოლოს თავისუფალ რადიკალებს. მკვლევარების აზრით სელენი აქვეითებს ზოგიერთი სიმსივნური დაავადებების განვითარების რისკს [**4, 5, 6**].

ცნობილია, რომ სელენი ადამიანის ორგანიზმს იცავს ოქსინადტური სტრესისაგან. მკვლევარების მიერ არსებობს ჰიპოთეზა, რომ მას ზოგიერთი ონკოლოგიური დაავადებების მიმართ აქვს დაცვითი ფუნქცია [**7**].

სელენი ხასიათდება ანტიკანცეროგენური [**8, 9**] და ანტივირუსული თვისებებით [**10**].

სელენი იცავს იმუნურ სისტემას [**11**], აქვს უნარი შეამციროს ორგანიზმში მძიმე მეტალები, რაც დაადასტურა 1985-1995 წწ-ში ფინეთში დედის რძეში ჩატარებულმა კვლევებმა, რომელშიც სელენთან ერთად განისაზღვრა მძიმე მეტალების კონცენტრაცია [**12**].

მრავალი კვლევების შედეგად ნათლად აისახა, რომ სელენი იმუნური სისტემისათვის აუცილებელ კოფერმენტს წარმოადგენს, იმუნომოდულირებული თვისებიდან გამომდინარე, ის შესაძლებელია განვიხილოთ სამი პრინციპიალური მექანიზმის მიხედვით: 1. ანთების საწინააღმდეგო მიკროელემენტი, 2. როგორც ანტიოქსიდანტი ის გავლენას

ახდენს უჯრედების ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებზე, 3. ანტიკანცეროგენური ნაერთების საწინააღმდეგო მიკროელემენტი [13].

სელენის მიღება აუცილებელია როგორც უჯრედის მთლიანობის შესანარჩუნებლად, ასევე იმუნიტეტის დასაცავად, რომელიც ორგანიზმს ზოგიერთი ვირუსული ინფექციისაგან იცავს [14, 13]. მისი დეფიციტი იწვევს იმუნური სისტემის დასუსტებას, ჰიპერთირეოზს [15,16], კეშანის დაავადებას [17,18].

არსებობს მსოფლიოში რეგიონები, რომელთა ნიადაგი ღარიბია სელენით და შესაბამისად მოსახლეობა მის დეფიციტს განიცდის 1988-94 წწ. INTERMAP-მა ჩაატარა 4 ქვეყანაში (აშშ, ჩინეთი, ინგლისის გაერთიანებული სამეფო, იაპონია) კვლევები. რესპოდენტი (5 000) იყო მოზრდილი ასაკის ქალი და მამაკაცი. კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ჩინეთის მოსახლეობა განიცდის ამ მიკროელემენტის მწვავე დეფიციტს, ვინაიდან მისი კონცენტრაცია ნიადაგში მცირეა [19].

ცნობილია, რომ სელენი ადამიანის ორგანიზმს ესაჭიროება 50-100 მკგ/დღეში, ხოლო რეიმანის მიერ ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე, სელენი საჭიროა ადამიანის ორგანიზმისათვის 200 მკგ/დღეში [20]. ის ქვეყნები, რომლებიც სელენის მწვავე დეფიციტს განიცდის მიღებულია სელენის მიღების დღიური ნორმა 200 მკგ და ზევით [21, 22].

ზოგიერთი მკვლევარის აზრით სელენის ანტიოქსიდანტური თვისება დამოკიდებულია სისხლის პლაზმაში გლუტატიონპერქოსიდაზის (GSH-Px) აქტიურობაზე. შესაბამისად არ იყო დადგენილი სელენის როგორი ფორმა ესაჭიროებოდა ცოცხალ ორგანიზმს კვების დანამატად. მოგვიანებით კვლევებმა ნათლად ასახეს, რომ ცოცხალ ორგანიზმში ბიოლოგიური შემთვისებლობის თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს კვების პროდუქტების სელენით გამდიდრებას.

სელენი წარმოადგენს იოდპეროქსიდაზის აუცილებელ კოფერმენტს, ეს უკანასკნელი კი არის ფარისებრი ჯირკვლის სინთეზის ფერმენტი. სელენის დეფიციტმა შესაძლებელია გააღრმავოს იოდის დეფიციტი ცოცხალ ორგანიზმში [23, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

სელენშემცველი ცილებიდან მნიშვნელოვანია ანტიოქსიდანტი გლუტატიონპეროქსიდაზა _ 4 მოლი შე, 1 მოლ ფერმენტზე, ის აქტიურად შლის და ახდენს წყალბადის ზეჟანგის დეტოქსიკაციას, იცავს უჯრედის მემბრანის სტრუქტურას _ მიტოქონდრიებს [30, 31, 32, 33].

გარდა ამისა საინტერესოა სელენის ურთიერთმოქმედება ზოგიერთ მძიმე მეტალზე, რომლებიც ორგანიზმიდან პრაქტიკულად არ გამოიყოფა, ეს პრობლემა მეტად მნიშვნელოვანია. მეცნიერების პარიზეკის, ვანგასა და კოსტას მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა ნათლად ასახეს, რომ სელენი ანეგილირებს მძიმე მეტალების მოქმედებას ცოცხალ ორგანიზმში [34, 35].

ექსპერიმენტული ცხოველების ღვიძლში ჩატარებული კვლევის შედეგად სელენის კონცენტრაციამ შეამცირა მეთილური ვერცხლის წყლის დონე [36, 37, 38], ამასთანავე შემცირდა ვერცხლის წყლის ორგანული და არაორგანული ფორმაც [39]. აგრეთვე სელენი იცავს ორგანიზმს კადმიუმის ტოქსიურობისაგან [40]. სელენის მოქმედების მექანიზმი კადმიუმის მიმართ განპირობებულია, მისი ცილოვან ნაერთებთან მდგრადობით. კადმიუმი სელენთან - 1:1-თანაა შეფარდებით [41].

ამასთანავე სელენი ურთიერთზემოქმედებს ზოგიერთი ქიმიურ ელემენტზეც, მაგალითად როგორიცაა თუთია, სპილენძი.

ექსპერიმენტალური მონაცემები მიუთითებს სელენისა და სპილენძის კონკურენტული მოქმედების შესაძლებლობაზე. ასე მაგალითად, ფრინველის ულუფაში

სპილენძის ჭარბი რაოდენობის (800-4000 მგ/კგ) დროს, მაშინ როცა სელენის შემცველობა შეადგენდა 0,2მგ/კგ, აღინიშნებოდა ექსუდაციური დიათეზის, კუნთოვანი დისტროფიის და დაცემის შემთხვევები. საკვებში სელენის დამატებამ გამორიცხა ექსუდაციური დიათეზი და აქედან გამომდინარე შეამცირა ფრინველის დაცემა. ეს მიუთითებს სელენისა და სპილენძის არატოქსიური კომპლექსის ჩამოყალიბებაზე [42].

სელენი ანიველირებს თუთიის უნარს, გაზარდოს ღვიძლში მეტალოთიონეინის ბიოსინთეზი. თირკმელებში მეტალოთიონეინის რაოდენობა არ იცვლება, მაგრამ თუთიისა და სელენის ერთობლივი შეყვანა იწვევს მაღალ მოლეკულურ წყალში უხსნადი ცილების წარმოქნას [43]. ამავე დროს თუთიისა და სელენის ურთიერთქმედებას შეიძლება ჰქონდეს განსაკუთრებული მნიშვნელობა წინამდებარე ჯირკვლის ზოგიერთი პათოლოგიური დაავადების დროს, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია ორგანიზმში თუთიის მრავალჯერადი დაგროვება და სელენის კონცენტრაციის შემცირება [44].

1.2. სელენის გავრცელება ბუნებაში და კვების პროდუქტების სელენით გამდიდრების მეთოდები

ზემოთ ჩატარებული ანალიზიდან ცხადი ხდება, სელენის მნიშვნელობას ცოცხალი ორგანიზმისათვის. სელენის დეფიციტური პრევენციის მიზნით მიმართავენ კვების პროდუქტებისა და სასოფლო-სამურნეო ცხოველთა ულუფის გამდიდრებას [45].

კვების პროდუქტებში სელენი ხვდება ნიადაგიდან. მისი შემცველობა დამოკიდებულია დედამიწის ქერქის გეოქიმიურ და ნიადაგის ქიმიურ შედგენლობაზე.

დედამიწის ქერქში სელენის კლარკი შეადგენს $1\text{-}5\cdot10^{-6}$%-ს [46].

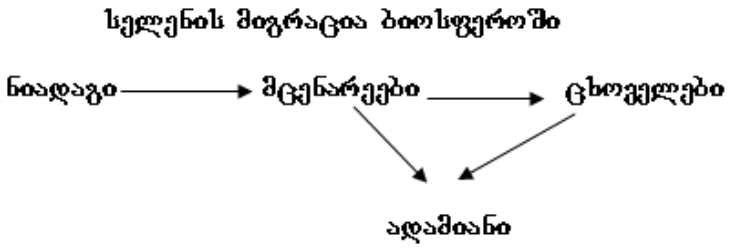
ჰაერში სელენის კონცენტრაციის ზღვრული დასაშვები ნორმაა 10^{-5}მგ/მ^3, ხოლო სასმელ წყალში _ 1მკგ/ლ. ოკეანის _ 10^{-8}%, მდინარის _ 0,2 მკგ/ლ. ჭაბურღილის, წყაროსა და მარილიან წყალში მისი შემცველობა ოდნავ მეტია [47].

სელენის ბუნებრივი მინერალებიდან ყველაზე გავრცელებული ფორმაა მეტალის სელენიდები, რომლებიც წარმოადგენენ ნაერთებს შემდეგ ელემენტებთან (Pb, Ag, Hg, Cu, Ni). ისინი ძირითადად ფორმირდებიან ჰიდროთერმულ პირობებში. ასეთი შენაერთები უმეტესად სულფიდების და ურანის წარმოშობის ადგილზე გვხვდება.

ნიადაგში სელენი გვხდება არაორგანული და ორგანული სახით, რომელიც გროვდება მკვდარი მცენარეებისა და ცხოველების ორგანიზმიდან. ნიადაგის მიკროფლორის ზემოქმედების შედეგად სელენი გარდაიქმნება მცენარეების მიერ შესათვისებელ ფორმაში. სელენის გარკვეული ნაწილი, მეთილირებული რეაქციის შედეგად, ხვდება ატმოსფეროში. მცენარეები სელენს ყველა ნიადაგიდან ვერ ითვისებენ. მაგალითად მჟავე, ჭაობიან ნიადაგებში მისი კონცენტრაცია ძალზედ დაბალია. დიდი მნიშვნელობა აქვს ოთხვალენტიანი სელენის უხსნადი კომპლექსის ფორმირებას რკინასთან. ტუტე აერობულ პირობებში სელენის მნიშვნელოვანი ნაწილი დაჟანგული ფორმით (Se^{+6}) არის წარმოდგენილი და მცენარეების მიერ ადვილად შესათვისებელია.

ბიოსფეროში სელენის მიგრაცია ხორციელდება კვების ჯაჭვის სახით: ნიადაგიდან ის ხვდება მცენარეებში, შემდეგ ცხოველებსა და ადამიანებში.

ნახ. 1



სპეციფიკურმა გეოქიმიურმა პირობებმა შესაძლებელია გავლენა იქონიოს კვების პროდუქტებში სელენის შემცველობაზე, რომელიც საბოლოო ჯამში აისახება სელენით ადამიანის ორგანიზმის უზრუნველყოფაზე. როგორც წესი ადამიანისა და ცხოველებისათვის სელენის მნიშვნელოვანი წყარო მხოლოდ წყალი არ არის, მაგრამ მცენარეებისათვის ამ მიკროელემენტის ძირითადი წყარო ატმოსფერული ნალექებია [46].

ნიადაგის სელენით გამდიდრება ყველაზე გავრცელებული და ხელსაყრელი მეთოდია [48]. ეკოლოგების მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ გამდიდრების ასეთი მეთოდის შედეგად მცენარეები სელენს 10%-ით შეითვისებენ, ნატრიუმის სელენატი აღდგება სელენიტად [49, 50].

სელენის ძირითად წყაროს წარმოადგენს მცენარეული წარმოშობის კვების პროდუქტები. იგი ხორბალსა და სოიოში სელენმეთიონინის სახითაა ფორმირებული [51; 52], რომელიც ცილების შემადგენლობაშია, ცოცხალ ორგანიზმში სელენი ტრანსპორტირდება ორგანოებსა და ქსოვილებში.

ხორბალში სელენის შემცველობა ვარირებს დაახლოებით 4-21 400 მკგ/კგ, იონჯაში _ 10-5000 მგ/კგ [53].

სელენით მდიდარია მარცვლოვანი კულტურები. ხორბლის ფქვილში სელენის კორელაციური კოეფიციენტია +0,765; P<0,001; ჭვავის ფქვილში r=+0,335; P<0,5, ხოლო მშრალ რძეში კი r=+0,478; P<0,5 [53]. მსოფლიოს იმ რეგიონებში, რომელთა ნიადაგში სელენის კონცენტრაცია ნორმის ფარგლებშია, შესაბამისად მარცვლოვან კულტურებშიც მისი შემცველობა მაღალია. მაგალითად კანადურ შვრიაში სელენის კონცენტრაცია მერყეობს 300-დან 500მკგ/კგ-მდე [54]. ამ მიკროელემენტის კარგ წყაროს განსაკუთრებით წიწიბურა წარმოადგენს. როგორც ცნობილია ამ კულტურაში მეთიონინის რაოდენობა საკმაოდ მაღალია. ამინომჟავის წყალობით ცოცხალი ორგანიზმის მიერ სელენის შეთვისების დონეც მაღალია.

სელენის აკუმულატორი მცენარეები ახდენენ მეთილური ფორმის სელენშემცველი ამინომჟავების სინთეზს, რომელიც შემდგომში ცილების ბიოსინთეზში არ იღებს მონაწილეობას. მცენარეებში სელენის მეტაბოლიზმი შესწავლილი აქვთ სხვადასხვა მეცნიერებს [55; 56; 57; 58].

მცენარეების მიერ შე-ის შეთვისება დამოკიდებულია ნიადაგის აერაციაზე, pH-ის მაღალ მაჩვენებელზე. მჟავე, ჭარბ ტენიან ნიადაგში ის გვხვდება _ Se^{+4}–ის სახით.

მარცვლოვანი და საკვები კულტურები სელენს უმეტესად გარდაქმნიან სელენმეთიონინად, რომელსაც მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს [59].

წყალხსნადი სელენი მცენარეებში ბიოლოგიურად ყველაზე აქტიური ფორმაა, რომლის კონცენტრაცია თესლის აღმოცენებისას იზრდება. ჩინურ კომბოსტოში ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ სელენის წყალში ხსნადი ფორმა მცენარეებს იცავს ვირუსული ინფექციებისაგან [60].

ბულგარული (ტკბილი) წიწაკის *(Capsicum annumL.)* ნაყოფსა და ფოთლებში სელენის კონცენტრაციის შემცირება იწვევს ვირუსულ დასნებოვნებას. ამრიგად, სელენი ზრდის მცენარეების მდგრადობას სტრესული ფაქტორების მიმართ [61, 62].

მაშასადამე სელენის კონცენტრაცია დამოკიდებულია ნიადაგზე, ეს მნიშვნელოვანია იმ ქვეყნებისათვის, რომლებიც აწარმოებენ მცენარეული წარმოშობის კვების პროდუქტებს ადამიანებისათვის და საკვებწარმოებას ცხოველებისათვის. აშშ-ს ნიადაგი მდიდარია სელენით [63].

მერეცკამ და კაპრელიანცმა აღნიშნეს, რომ შესაძლებელია სელენის წყაროდ გამოყენებულ იქნას სელენის გამამდიდრებელი საფუარი პურისა და პურფუნთუშეულის ნაწარმში [64].

გამოკვლეულ იქნა გამამდიდრებელი საფუარის *(Candida)* უჯრედებში სელენის განლაგება. ამ უკანასკნელის კედლებში მისი შემცველობა 16-20% მერყეობს, მემბრანაში 32%, დაახლოებით 50% ამინომჟავებისა და ხსნადი ცილების ფრაქციაში. უჯრედების (C. utilis ВСБ-651) ლიპიდებში სელენის შემცველობა _ 1%-მდეა. დაახლოებით _ 70% ცილებსა და ამინომჟავებში, ხოლო _ 27% კი არაორგანულის სახითაა [65].

ჩინეთში გამადიდრებელ საშუალებად გამოიყენეს სელენით გაჯერებული საფუარი, რომელშიც მისი შემცველობაა 500მკგ/კგ. პურის, პურფუნთუშეულისა და საკონდიტრო ნაწარმის გამდიდრება ხდება სელენის პრეპარატის საშუალებით, რომელიც გავრცელებული და მიღებული მეთოდია.

შატნიუკოვმა პურის სელენით გამდიდრება მოახდინა ადამიანის ფიზიოლოგიური დღიური ნორმის მიხედვით. წყალში გახსნილი სელენის საფუარი ემატება ცომის მასაში მოზელისას, 100გ პროდუქტში 38მკგ სელენი. პურის ექსპერიმენტალური გამოცხობის შემდეგ დადგინდა, რომ სელენის საფუარს მზა პროდუქტის ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებზე არ მოუხდენია ცვლილებები. ეს მიუთითებს იმას, რომ შესაძლებელია ეს მეთოდი გამოყენებულ იქნას პურის, პურფუნთუშეულისა და საკონდიტრო ნაწარმის კვების მრეწველობაში [66].

სელენით მდიდარია თევზი და ზღვის პროდუქტები, სტრუპულის მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ იაპონიის ზღვაში თევზსა და ზღვისპროდუქტებში სელენის საერთო კონცენტრაცია დასაშვები ნორმის ფარგლებშია [67].

სელენის შემცველობა ხორცსა და ხორცპროდუქტებში დამოკიდებულია იმაზე თუ რამდენად არის სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა და ფრინველთა კვების ულუფა გამდიდრებული სელენშემცველი მცენარეული პროდუქტით. მაგალითად აშშ-ში, სადაც სელენის დეფიციტი არ არის, ხორცი, პურისა და პურფუნთუშეულის ნაწარმი წარმოადგენს ამ მიკროელემენტის წყაროს [68], ასევე საკმაოდ მაღალია ბრაზილიურ თხილში მისი შემცველობა და შეადგენს 544 მკგ [69].

სელენის ყველაზე საუკეთესო წყაროდ ითვლება სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა ორგანოები: ღვიძლი, თირკმელები, რეპროდუქციული ორგანოები, ხოლო გულში მისი კონცენტრაცია შედარებით ნაკლებია [54].

ორგანული სელენით გამდიდრებული საკვები ულუფა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მსხვილფეხა პირუტყვის რძის პროდუქტიულობაზე [70], ამცირებს მასტიტიანი რძის რისკს [71]. გამამდიდრებელი სელენის საფუარი, რომელიც ორგანული სელენის წყაროა, უფრო ეფექტურად გადადის რძეში _ დაახლოებით 10-13%, ვიდრე არაორგანულიდან, დაახლოებით _ 2-4% [72].

სასოფლო-სამურნეო ცხოველთა ულუფაში სელენის წყაროს შეტანა სელემეთიონინის სახით რძის ხარისხის გაუმჯობესების და შენახვის თვალსაზრისით უფრო ეფექტური აღმოჩნდა, ვიდრე ექვივალენტური კონცენტრაციით სუფთა სელენმეთიონინის დამატება ნედლეულში [73, 74, 75].

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით სელენით გამდიდრებული სასოფლო-სამეურნეო ფრინველთა ულუფის წყალობით, ეს მიკროელემენტი უკეთ ტრანსპორტირდება კვერცხის ყვითრში [76, 77, 78]. სელენ-პლექსის გამოყენება კვერცხმდებელი ქათმის ულუფაში და მის მიერ წარმოებულ კვერცხში სელენი არ იწვევს ტოქსიურობას [78], მკვლევარი სურაის მონაცემების მიხედვით სელენის შემცველობა კვერცხში მერყეობს 40-50 მკგ-მდე [79].

ამასთანავე არა ერთი კვლევიდან დადგინდა, რომ სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა ხორციდან სელენის ბიოშემთვისებლობა ცოცხალი ორგანიზმის მიერ უფრო მაღალია ვიდრე თევზიდან. დუგლასისა და სხვების მიერ ჩატარებულ ცდებში აღინიშნა, რომ თეთრ ვირთაგვებს, რომლებსაც ეძლეოდათ სელენით გამდიდრებული ხორბალი, საქონლის ხორცი და თევზი (ტუნეცი), მათი ღვიძლის ფუნქცია აქტიური გახდა. საკვლევი ობიექტის ორგანიზმის მიერ სელენის შემთვისებლობა თევზიდან 54-58%-მდე აღმოჩნდა, ხოლო უფრო ეფექტური იყო საქონლის ხორციდან მიღებული სელენის რაოდენობა და შეადგინა 127-139%-ს. [80, 81, 82, 83, 84],

ჰოლანდიაში ჩაატარეს კვლევა, რომელიც ითვალისწინებდა ხორციდან და ხორბლიდან სელენის ბიოშემთვისებლობას ადამიანის ორგანზმის მიერ. მათ ერთდროულად მიეწოდათ კვების სახით სელენი ცხრა კვირის განმავლობაში, რომლის კონცენტრაცია იყო 55, 135 ან 215 მკგ. შესაბამისად ხორციდან მიღებული სელენის შემცველობა ერითროციტებში მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე იყო ხორბლიდან [85].

ანალოგიური ცდები ჩატარდა რესპოდენტთა კვების რაციონში. I ჯგუფს ეძლეოდა საქონლის ხორცი, რომელშიც სელენის შემცველობა იყო 0,35 მგ/1გ, ხოლო II ჯგუფს _ 0,06მგ/1გ. კვლევის შედეგად რესპოდენტთა I ჯგუფს სისხლის პლაზმასა და ცილებში სელენის შედარებით მაღალი კონცენტრაცია აღმოაჩნდათ [86, 87, 88].

უჯრედის დაცვას დაზიანებისაგან გარდა, სელენის სხვდასხვა ფორმას შეუძლია ხორცის ხარისხის შეცვლა, განსაკუთრებით თუ გავამახვილებთ ყურადღებას კუნთის ქსოვილში წყლის ზედმეტ კარგვას. მაჰანმა [89] და სხვებმა დაადგინეს ღორისა და ფრინველის ხორცის ხარისხის გაუარესება, რაც გამოწვეული იყო სითხის ზომაზე მეტი გამოყოფით. მათ ულუფაში იყო ნატრიუმის სელენიტი. შესაბამისად ღორის ფილეში 13,7%-ით შეიმჩნეოდა წვენის კარგვა, როდესაც ნატრიუმის სელენიტი შეცვალეს ორგანული სელენით (0,1-დან 0,33 პპმ) ბროილერის კვებაში ქათმის გულმკერდის კუნთში 17%-ით შემცირდა წყლის კარგვა. დოუნსმა და სხვებმა [80] თავიანთ კვლევაში აღნიშნეს, რომ ბროილერის ულუფის ორგანული სელენით გამდიდრების შემთხვევაში, მათ ხორცში წყლის

კარგვა ნაკლები აღმოჩნდა ვიდრე ეს იყო არაორგანული სელენის შემთხვევაში. ამ კვლევების შედეგად აღმოჩნდა, რომ ორგანული სელენი ზრდის უჯრედის გლუტატიონპეროქსიდაზის აქტივობას და შედეგად შეამცირა კუნთის უჯრედის გახლეჩის რისკი, რომელსაც იწვევს თავისუფალი რადიკალები, ამ დროს ხდება მემბრანის მთლიანობის დარღვევა და უჯრედიდან სითხე გამოიყოფა ჭარბი რაოდენობით.

ანალოგიური შედეგი მიიღეს ატლანტიკური კალმახის ხორცშიც [**90**]. გაუმჯობესებული იქნა ხორცის ხარისხი, ფერი, პიგმენტის შემცველობა. შესაბამისად გაიზარდა გლუტატიონპეროქსიდაზის აქტივობაც, რაც მიუთითებს იმას, რომ ორგანული სელენი გარკვეულ გავლენას ახდენს ხორცის ხარისხზე. ბაკერმა დაადგინა, რომ ორგანული სელენით და α ტოკოფეროლ აცეტატით (100მკგ/კგ) გამოკვებილი ლოქოს გაყინული ფილეს გალღობისას წვენის გამოყოფა ნაკლები იყო [**91**]. საინტერესო ფიზიოლოგიურ მოვლენას ჰქონდა ადგილი ღორებსა და ფრინველებში, რომელთა ხორცი იყო ზომაზე მეტად ღია ფერის და რბილი. ეს გამოწვეული იყო რიგი ფაქტორების შედეგად, როგორიცაა გენეტიკა (სტრესის მიმართ მგრძნობელობა), კვება, დაკვლის წინა პერიოდი, რომელიც დაკავშირებულია ოქსიდანტურ სტრესთან და წვენის კარგვაც შესაბამისად მეტი იყო, ხოლო მათ კვებაში ორგანული სელენის დამატებამ გამოიწვია ხორცის ფერისა და კონსისტენციის გაუმჯობესება [**92; 93**].

ამრიგად ბიოშემთვისებლობის თვალსაზრისით სელენით გამდიდრებული ხორცი და ხორცპროდუქტები საუკეთესო წყაროა ადამიანის ორგანიზმისათვის.

1.3 ხორცის დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის აუცილებლობა

ხორცი მიეკუთვნება მალფუჭად კვების პროდუქტს დიდი ხნით შენახვის თვალსაზრისით მას ყინავენ.

მე-XX და XXI-ე საუკუნეებში სამაცივრო ტექნოლოგიამ ფართო განვითარება ჰპოვა. სწორედ ამ დარგის წყალობით შესაძლებელია კვების პროდუქტების, განსაკუთრებით ხორცისა და ხორცპროდუქტების ხანგრძლივად შენახვა, რომელიც ორიენტირებულია პროდუქტის უვნებლობაზე.

ხორცი და ხორცპროდუქტები მიეკუთვნება მალფუჭად კვების პროდუქტებს. წინააღმდეგ შემთხვევაში მასში ვითარდება მიკროორგანიზმები. დიდი ხნის შენახვის თვალსაზრისით მას ინახავენ დაბალ ტემპერატურაზე, შენახვის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია რიგ ფაქტორთა კომპლექსზე, განსაკუთრებით შენახვის ტემპერატურაზე, პროდუქტში თავიდანვე არსებული სიცივეგამძლე ბაქტერიათა რიცხვსა და ტიპზე. აღნიშნული ბაქტერიები განაპირობებენ კუნთოვან ქსოვილში ქიმიურ ცვლილებებს, რაც იწვევს სუნისა და ლორწოს წარმოქმნას [**94**].

მნიშვნელობა აქვს ხორცისა და ხორცპროდუქტების შენახვის პირობებსაც, ვინაიდან სამაცივრო ტექნოლოგიის დარღვევის შემთხვევაში შესაძლებელია ხორცის ხარისხი დაქვეითდეს და მივიღოთ მასის მნიშვნელოვანი დანაკარგები [**95; 96**].

ხორცის გადამუშავებისა და შენახვის პროცესში სელენის ანტიოქსიდანტური თვისება უნარჩუნებს უჯრედის მემბრანისა და ციტოპლაზმას მთლიანობას [97] რაც დადებით გავლენას ახდენს, აგრეთვე ხორცის შენახვის ხანგრძლივობაზე.

მსოფლიოს თანამედროვე ბაზარზე მნიშვნელოვანი და მთავარი ამოცანაა მოხმარებელს მიეწოდოს ხარისხიანი და უვნებელი კვების პროდუქტები. სამაცივრო ტექნოლოგიაში დღეისათვის არსებობს ბაზრის დაპყრობის დიდი კონკურენცია, მეცნიერები ცდილობენ გააუმჯობესონ ღონისძიებები, რომელიც კვების პროდუქტების სწრაფად გაყინვას გულისხმობს.

ს. ბაბკინის, ს. პლეშანოვისა და ი. როგოვის აზრით დედამიწის მოსახლეობის რაციონალურად გამოკვებისათვის საჭიროა კვების პროდუქტების სწრაფად გაყინვა [98; 99].

წელიწადში სწრაფად გაყინული კვების პრდუქტების წარმოება განვითარებულ ქვეყნებში ერთ სულ მოსახლეზე შეადგენს 20-40კგ-ს. ამასთანავე პროდუქტის წარმოება ყოველწლიურად 5-7%-ით იზრდება [100].

სამაცივრო დანადგარებში კვების პროდუქტის გაყინვა ძირითადად ხდება t=-18 - 24^{0}C-ზე. მაგრამ არსებობს სხვა საშუალებაც, ეს არის ეგრეთწოდებული ,,შოკური გაყინვა", რომელიც ორიენტირებულია პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნებაზე. როცა საქმე ეხება ხორცსა და ხორცპროდუქტებს, ან მათგან დამზადებულ ნახევარფაბრიკატებს მიმართავენ გაყინვის ამ მეთოდს. ის უფრო ეფექტურია, ვინაიდან პროდუქტს უკეთ უნარჩუნდება სასაქონლო სახე და თვისებები.

იაბლანენკოსა და სხვების მიერ ჩატარებულ კვლევებში ნათლად არის ასახული, რომ ტემპერატურის დაწევა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე გავლენას ახდენს გაყინვის პროცესზე. მათ მიერ ჩატარებული კვლევებისას ,,ანტრიკოტის" გაყინვა, სადაც ტ=-30^{0}C, ჰაერის ხარჯი იყო L=26600 მ3/სთ და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე V= 9,4მ/წმ. მიმდინარეობდა 1 სთ და 10წთ. ტ=-25^{0}C, V=1,5 მ/წმ ქვეშ გაყინვა გაგრძელდა 1სთ და 45 წთ. ხოლო ტ=-32^{0}C, V= 0,1 მ/წმ – 2 სთ. ტ=-17^{0}C, სადაც V= 0,1 მ/წმ – 4 სთ და 15 წთ [101].

გაყინვის პროცესისას ყურადღებას ამახვილებენ ჰაერის მოძრაობის სისწრფესა და ხორცის ხარისხის შენარჩუნებაზე. ამასთანავე მოახდინეს დაკვირვება ხორცის ჰისტოლოგიურ სტრუქტურაზე, რომლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ტ=-32^{0}C, ვ=0,1 მ/წმ და -18^{0}C, ვ=0,1მ/წმ გაყინვისას ის პრაქტიკულად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ამ დროს ხორცის კუნთის ბოჭკო მნიშვნელოვნად დეფორმირდება, მაგალითად ფოსოს ზომა ერთმანეთისაგან განსხვავდება 115.98 მკმ, ხოლო კუნთის ბოჭკოს დიამეტრი კი 34.0 მკმ-თი. რაც შეეხება ყინულის კრისტალების ზომას რაც დიდია მათი ზომა, მით ნაკლებია კუნთის ბოჭკოს დიამეტრიც. ეს მოვლენა აიხსნება კუნთის ბოჭკოს ძლიერი წნევით, რომელიც გამოწვეულია წყლის გაყინვის შედეგად.

ხორცის გაყინვისას ტ=-25^{0}C, ვ=1.5მ/წმ-ზე, მისი სტრუქტურა თითქმის არ იცვლება, ხოლო უკეთესი შედეგი მიიღება შოკური გაყინვის პირობებში სადაც ტ=-30^{0}C, ვ=9.4 მ/წმ, პრაქტიკულად უცვლელია ხორცის ჰისტოლოგიური სტრუქტურა [102].

იმისათვის, რომ არ მოხდეს ბაზარზე ხორცისა და ხორცპროდუქტების დეფიციტი, საჭიროა მეცხოველეობის განვითარებასთან ერთად სამაცივრო ტექნოლოგიის მდგრადი განვითარება და გამოყენება. ამასთანავე ეს პრობლემები მჭიდრო კავშირშია ადამიანის ბალანსირებულ კვებასთან [103, 104]. მაშასადამე გაყინული ხორცის ხარისხი დამოკიდებულია არამარტო ტემპერატურაზე, არამედ სამაცივრო კამერაში ჰაერის მოძრაობის სისწრაფეზე.

სწრაფად გაყინული კვების პროდუქტების გამოყენებამ თანამედროვე ტექნოლოგიაში დიდი გამოყენება ჰპოვა, რომელთა რიცხვს ეკუთვნის აგრეთვე ბიოლოგიური წარმოშობის კრიოგადამუშავებული ნედლეული, როგორიცაა ხორცი და ხორცპროდუქტები. მისი ძირითადი ამოცანაა დააკმაყოფილოს მოსახლეობა ამ ნედლეულით და ქიმიურმა შემადგენლობამ უზრუნველყოს ცოცხალი ორგანიზმის დღიური ფიზიოლოგიური მოთხოვნილება.

თავი II.
სელენით გასამდიდრებელი ობიექტის შერჩევა
და მისი გამდიდრების მეთოდიკის დამუშავება

მაღალი კვებითი ღირებულებით და ბიოლოგიური სრულფასოვნებით გამოირჩევა ფრინველის ხორცი, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მოსახლეობის ბალანსირებულ სრულფასოვან კვებაში.

იმისათვის, რომ მოსახლეობას მიეწოდოს მაღალ ხარისხიანი ფრინველის ხორცი, არ შეიქმნას სამოხმარებლო ბაზარზე მისი დეფიციტი, თანამედროვე კვების მრეწველობაში ზრდიან ფრინველის ხორცის წარმოებას, აუმჯობესებენ მის ხარისხს.

მეფრინველეობაში საკმო განვითარება ჰპოვა ბროილერის წიწილების წარმოებამ, რომელსაც საფუძველი ჩაეყარა გასული საუკუნის 50-იან წლებში აშშ-ში. ბროილერი არის ჰიბრიდული წიწილა, ის მეხორცული მიმართულებისაა, სწრაფად ხდება მისი წარმოება. თანამედროვე მეფრინველეობის ფაბრიკებში მის ზრდა-განვითარებას ესაჭიროება 5-7 კვირა, რაც ეფექტურს ხდის სამომხმარებლო ბაზარზე მის უწყვეტ მიწოდებას.

ბროილერის წიწილა გამოირჩევა სწრაფი ზრდის ტემპით, მაღალი კვების კონვერსიით, მისი ხორცი საუკეთესო ხარისხისაა, ნაზია, აქვს რბილი, ელასტიური კანი და ძვლები. რაც შეეხება ხორცის ფერს გულ-მკერდის კუნთოვანი ნაწილი არის ღია ფერის, ხოლო ბარკალი შედარებით მუქია.

ფრინველის ხორცი წარმოადგენს B ჯგუფის ვიტამინების წყაროს: პანტოთენის მჟავა (B3), ნიკოტინმჟავა (PP), ბიოტინი (H), რიბოფლავინი (B2), ფოლიუმის მჟავა, შიდა ორგანოებსა და კანქვეშა ცხიმში არის აგრეთვე A ვიტამინი. გარდა ამისა ფრინევლის ხორცი სხვა სასოფლო-სამეურნეო ცხოველის ხორცისაგან განსახვავებით მდიდარია ცილებით, რომელიც შეიცავს 92% ამინომჟავას, ხოლო სხვა დანარჩენ ხორცში კი მათი რაოდენობა 73%. ბავშვთა კვებაში განსაკუთრებულად რეკომენდაციას აძლევენ ბროილერის წიწილის, ინდაურისა და ცეზარის ხორცის მიღებას. მათში მეტი რაოდენობის ცილაა, ვიდრე ცხიმი [105].

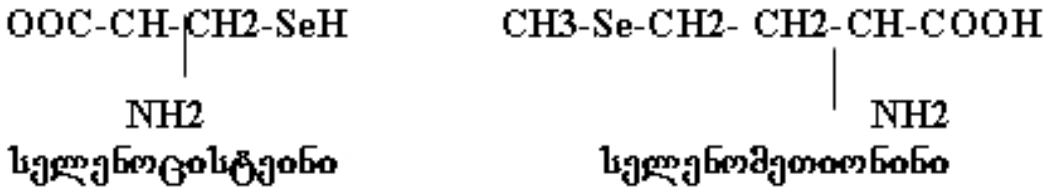
სასოფლო-სამეურნეო ცხოველის ხორცი მინერალური ნივთიერებებიდან მდიდარია ფოსფორით, კალიუმით, კალციუმით [106] და სხვა, ხოლო მიკროელემენტების რაოდენობა მცირეა.

ბოლო წლებში მკვლევართა ყურადღება მიიქცია მიკროელემენტების როლის შესწავლამ ფრინველის პროდუქტიულ მაჩვენებლებზე. ჩვენს მიერ წარმოდგენილი სამეცნიერო ნაშრომის ერთ-ერთი მიზანი იყო მიკროელემენტით სელენით გამდიდრებული ხორცის

მიღება, რომელიც მისაღწევი იყო ბროილერის წიწილის ულუფაში ჯგუფების მიხედვით ორგანული სელენის მზარდი დოზების დამატებით.

სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა და ფრინველთა კვებაში ფართო გამოყენება ჰპოვა პრეპარატმა სელენ-პლექსმა, რომელიც ორგანული სელენის წყაროს წარმოადგენს და შეიცავს სელენამინომჟავას _ სელენმეთიონინს.

ბიოდანამატი სელ-პლექსი წარმოადგენს ორგანული სელენის ძირითად წყაროს, რომელიც მიღებულია მიკრობიოლოგიური მეთოდით, საფუარის უჯრედისგან. მომქმედი ნივთიერებაა სელენმეთიონინი _ 50% და სელენცისტეინი _ 25%. 1 კგ პრეპარატში სელენის საერთო შემცველობა არის 100 მგ. მისი სტრუქტურაა [107, 108, 109]:



სელენცისტეინი სელენმეთიონინი

სელენის უმთავრესი და უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა, მისი ანტიოქსიდანტური თვისება. მიკროელემენტი სელენის შემცევლობა განისაზღვრება მიკროგრამებით (მკგ), როგორც კვების პროდუქტებში, ასევე ცოცხალ ორგანიზმში.

თავი III.
ორგანული სელენით გამდიდრებული ფრინველის ზრდა-განვითარების კანონზომირების კვლევა

3.1 სელენის გავლენის დადგენა საკლავის პროდუქტიულობაზე

საკვლევ ობიექტად შერჩეულ იქნა ერთდღიანი ბროილერის წიწილა ღოსს - 300, რომელიც მოვათავსეთ ღ - 15 ტიპის გალიებში 4 ჯგუფად თანაბარი რაოდენობით. კვლევის მიზანი იყო ბროილერის წიწილის ულუფის გამდიდრება ორგანული სელენით. ცდის სქემა წარმოდგენილია ცხრილი №1-ში.

ცხრილი 1

ცდის სქემა

ჯგუფები	საცდელი ულუფის შემცველობა	ცდის ხანგრძლივობა (დღე)
I საკონტროლო	ძირითადი საკვები	1 – 42
II საცდელი	ძირითადი საკვები +0,2გ/კგ სელ-პლექსი	1 – 42
III საცდელი	ძირითადი საკვები +0,25გ/კგ სელ-პლექსი	1 – 42
IV საცდელი	ძირითადი საკვები +0,3 გ/კგ სელ-პლექსი	1 – 42

ქარხნული წესით დამზადებული კომბინირებული საკვები შედგებოდა შემდეგი ინგრედიენტებისაგან: 1-14 დღის ასაკის ფრინველისათვის: სიმინდი – 65%, პრემიქსი 35 %; 14-28 დღისათვის სიმინდი _ 68%, პრემიქსი 32%; 14-28 დღისათვის კი სიმინდი _ 70%, პრემიქსი 30%. II, III და IV საცდელი ჯგუფების ძირითად საკვებს 0,2_ 0,25 და 0,3 გ/კგ რაოდენობით დაემატა სელ-პლექსი.

სხვადასხვა მეცნიერების მიერ ჩატარებული მრავალი კვლევები საფუძველს გვაძლევს, რომ ორგანული სელენის ფორმა ბიოლოგიური შემთვისებლობის თვალსაზრისით ეფექტურად შეითვისება ცოცხალი ორგანიზმის მიერ. სელენმეთიონინს აქვს უნარი მრავალი მიმართულებით განაწილდეს ორგანიზმში.

როგორც უკვე ავღნიშნეთ სელენმეთიონინი, რომელიც არის საკვები საფუარის **(შაცცარომყცესს სერევისიაე)** შტამისაგან გამოყვანილი, ორგანული სელენის საუკეთესო წყაროა. ის ფართოდ გამოიყენება სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების ულუფაში, ვინაიდან შესაძლებელს ხდის ამ მიკროელემენტით ორგანიზმის გამდიდრებას

ცდა მოიცავდა IV ჯგუფს: I იყო საკონტროლო ჯგუფი, სადაც ფრინველს მიეწოდებოდა ქარხანაში დამზადებული მხოლოდ კომბინირებული საკვები ორგანულის სელენის დანამატის გარეშე, II ჯგუფი იყო საცდელი, სადაც კომბინირებულ საკვებში დამატებული იყო 0,2გ/კგ-ზე ორგანული სელენი (სელენ-პლექსი), III ჯგუფში _ 0,25გ/კგ, ხოლო IV ჯგუფში _ 0,3 გ/კგ-ზე.

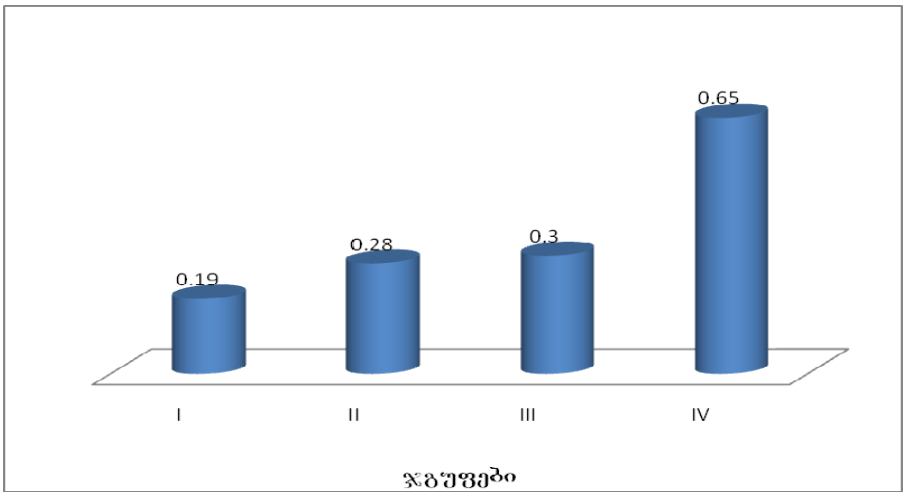
ცდის დაწყების წინ მოცემულ ულუფებში განისაზღვრა სელენის კონცენტრაცია რენტგენო-ფლუორესეცენტული სპექტომეტრის ელვახ მეთოდით.

რენტგენულ-ფლუორესცენტული ანალიზატორი **ElvaX** წარმოადგენს ახალი თაობის ანალიტიკურ მოწყობილობას სხვადასხვა ნივთიერების ელემენტური შემადგენლობის კვლევისათვის. **ElvaX**-ი არის ენერგოდისპერსიული რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტრომეტრი, რომელიც არ საჭიროებს თხევად აზოტს ექსპლუატაციისა და შენახვისათვის.

დანადგარი გამოიყენება ლითონშენადნობების, ფხვნილების, სითხეების, ბიოლოგიური სინჯების, კვების პროდუქტებისა და სხვა სახის ნიმუშების თვისობრივი და რაოდენობრივი კვლევისათვის ქიმიური ელემენტების შემცველობის საგანზე S –დან (ატომური ნომერი Z = 16), U – მდე (ატომური ნომერი Z= 92).

ლითონების ხვედრითი წილის აღმოჩენის სიზუსტე არანაკლებ 0,1%-ია, ხოლო მსუბუქ მატრიცაში მძიმე მეტალების მინარევების კვლევის უმცირესი ზღვარი 1 პპმ –ია. ხორცის საკვლევი ნიმუშები დამუშავდა სველი მინერალიზაციის მეთოდით. 50 მგ წონის დაქუცმაცებული ნიმუში დამუშავდა რენტგენოგამჭვირვალე შემკვრელით ,,ULTRABIND”, თავსდებოდა წნეხში, იწნეხებოდა, მზადდებოდა 0,1 სმ სისქის საკვლევი აბი და იზომებოდა რენტგენული სპექტრომეტრით.

ნახ. 2-ში ნათლად ჩანს, რომ კომბინირებულ საკვებში (პირველი, საკონტროლო ჯგუფის გარდა) სელ-პლექსის სხვადასხვა დოზით შეტანისას, იზრდება სელენის დონე: I (საკონტროლო) ჯგუფის საკვები შეიცავდა 0.19 მკგ/გ სელენს; II ჯგუფის – 0.28 მკგ/გ-ს, III ჯგუფის– 0.30 მკგ/გ-ს და IV ჯგუფის _ 0.65 მკგ/გ-ს.



ნახ. 2 კომბინირებული საკვების საკვლევ ნიმუშში სელენის კონცენტრაცია მკგ/გ

კვლევის პერიოდში ბროილერის გამოჩეკიდან ყოველ მე-7 დღეს ინდივიდუალური აწონვით ვსაზღვრავდით ცოცხალ მასას და ყოველდღიურად აღვრიცხავდით ფრინველის დაცემულ რაოდენობას. ცდის დამთავრების შემდეგ განვსაზღვრეთ საკვების დანახარჯები 1კგ წონამატზე. მონაცემები დამუშავდა სტატისტიკურად t-სტიუდენტის კრიტერიუმით, შედეგები განისაზღვრა სარწმუნოების $P<0.001$; $P<0.01$; $P<0.05$ დიაპაზონით. პირველი ცდის შედეგი მოცემულია ცხრილი №2-ში.

ცხრილი 2. I ცდის საკონტროლო და საცდელი ჯგუფების ფრინველების ცოცხალი მასის, 1 კგ წონამატზე საკვების დანახარჯისა და შენარჩუნების მაჩვენებლები

ჯგუფები	ცოცხალი მასა, გ (42 დღის ასაკში)	საკვების დანახარჯი 1 კგ წონამატზე (კგ, ცოცხალი მასა)	შენარჩუნება %-ში
I საკ.	**M±m** 1775.0±22 **δ** =71.6;**C**=4.0	2.18	100
II საცდ.	**M±m** 2085.0±73.*** **δ** =232.1;**C**=11	1.85	100
III საცდ.	**M±m** 1895.0±32.0** **δ** =73.78;**C**=3.96	2.03	100
IV საცდ.	**M±m** 1860.0±23.3* **δ** =101.2;**C**=5.3	2.08	100

მასალების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ 42 დღის ასაკში

I საცდელი ჯგუფის ბროილერის ცოცხლი მასა 310 გრამით ანუ 14,8%-ით მეტი იყო საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (P<0.001), III და IV საცდელი ჯგუფების ბროილერის ცოცხალი მასა კი შესაბამისად 120 გრამით და 85 გრამით, ანუ 6,3% და 4,5%-ით მეტი იყო საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (P<0.01; P<0.05).

საკვების კონვერსია ყველა საცდელ ჯგუფში უფრო მაღალი იყო, ვიდრე საკონტროლოში. ამასთან, საუკეთესო მაჩვენებელი აღინიშნა II საცდელი ჯგუფის ფრინველებში, რომელთაც 1 კგ წონამატზე დახარჯეს 1.85 კგ საკვები. შენარჩუნება ყველა ჯგუფში იყო მაღალი და შეადგინა 100%.

ცდის I ეტაპი მიმდინარეობდა 42 დღემდე. დაკვლის შემდეგ დავადგინეთ ნაკლავის გამოსავლიანობა.

მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილი №3-ში

ცხრილი 3. I ცდის ბროილერის ნაკლავის გამოსავლიანობა %-ში

მაჩვენებლები	ჯგუფები			
	I საკ	II საცდ.	III საცდ	IV საცდ
დაკვლისწინა ცოცხ. მასა,გ	**M± m 1775±22,8 δ=71.6 C=4.0**	**M± m 2085±73,4*** δ=232.1 C=11.3**	**M± m 1895±32,0** δ=73 C=4.0**	**M± m 1860±23,3* δ=101 C=5.3**
გამოუშ. ნაკ. მასა, გ	**1622±21,7 δ=68.8 C=4.0**	**1942±71,5*** δ=226 C=11.6**	**1763±37** δ=85.3 C=5.0**	**1713±26* δ=117 C=7.0**
გამოუშ. ნაკ. მასა, %	**91%**	**93.1%**	**92.1%**	**93%**
ნახევრად გამოუშ. ნაკ. მასა, გ	**1477±20,0 δ=64.8 C=4.3**	**1789±68,1*** δ=215.5 C=12.0**	**1596±31,4** δ=71.6 C=4.5**	**1566±22** * δ=99.4 C=6.2**
ნახევრად გამოუშ. ნაკ. მასა %	**83.2%**	**85.8%**	**84.2%**	**84.2%**
გამოშ. ნაკ. მასა, გ	**1313±12,7 δ=40.4 C=3.0**	**1617±67*** δ=212 C=13.1**	**1396±20** δ=63 C=4.5**	**1439±30** * δ=95.8 C=6.6**
გამ.ნაკ.მასა%	**73.9%**	**77.5%**	**75.9%**	**72.3%**

შენიშვნა: ***P<0.001; **P<0.01; *P<0.05

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ირკვევა, სელ-პლექსის დამატებამ საკვებ ულუფაში გავლენა მოახდინა ფრინველის ნაკლავის გამოსავლიანობაზე, ასე მაგალითად, II ჯგუფის ფრინველის გამოუშიგნავი მასა 320 გრამით ანუ 16,4%-ით (P<0.001), ხოლო III და IV ჯგუფების, შესაბამისად, 141 გრამით და 91 გრამით, ანუ 7,9 და ანუ 5,3%-ით მეტია (სხვაობა სარწმუნოა P<0.01 და P<0.05), I ჯგუფის თანატოლებთან შედარებით.

II ჯგუფის ფრინველების ნახევრად გამოშიგნული მასა 311,6 გრამით ანუ 17,4%-ით მეტია (P<0.001) I ჯგუფთან შედარებით. III და IV ჯგუფის ფრინველების ნახევრად გამოშიგნული მასა, ასევე, მეტი იყო I ჯგუფთან შედარებით, შესაბამისად 118,4 და 89,2 გრამით, ანუ 7,4 %-ით და 5,6%-ით (P<0.01).

II ჯგუფის ფრინველის გამოშიგნული ნაკლავის მასა 304,2 გრამით ანუ 18,7%-ით მეტია I ჯგუფთან შედარებით (P<0.001), თავის მხრივ, III ჯგუფის გამოშიგნული მასა 125,7 გრამით ანუ 8,7%-ით, ხოლო IV ჯგუფის- 83,2 გრამით ანუ 5,9%-ით მეტია I ჯგუფთან შედარებით (P<0.01).

II ცდა ჩატარდა შპს „ე. ნოზაძის” მეფრინველეობის ფაბიკაში. ცდის დასაწყისში ულუფები დამზადდა I ცდის ანალოგიურად. საკვლევი ჯგუფი იყო - IV. I ჯგუფი იყო საკონტროლო, ხოლო II; III; და IV ჯგუფები საცდელი. ფრინველის ულუფაში იგივე რაოდენობით იქნა დამატებული ორგანული სელენი (სელენ-პლექსი), რაც იყო I ცდის პერიოდში. ცდა მიმდინარეობდა 42 დღის განმავლობაში. ყოველ კვირას ვსავზღვრავდით ცოცხალ მასას, აგრეთვე დაცემული ფრინველის რაოდენობას და მისი დამთავრების შემდეგ განვსაზღვრეთ საკვების დანახარჯები 1 კგ წონამატზე. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილი 4-ში.

ცხრილი 4. II ცდის საკონტროლო და საცდელი ჯგუფების ფრინველების ცოცხალი მასის, 1 კგ წონამატზე საკვების დანახარჯისა და შენარჩუნების მაჩვენებლები

ჯგუფები	ცოცხალი მასა, გ (42 დღის ასაკში)	საკვ. დანახ. 1 კგწონ.მატზე (კგ,ცოცხ.მას)	შენარჩუნება %-ში
I საკ.	1885.0±139 δ =261 C=13.8	1.84	100
II საცდ	2104.2±33 δ =2104.2 C=33.8	1.63	100
III საცდ	2048.1±36 δ =2048.1 C=36.8	1.66	100
IV საცდ	2016.0±44 δ =294 C=14.0	1.68	100

როგორც ცხრილიდან ირკვევა 42 დღის ასაკში II საცდელი ჯგუფის ბროილერის ცოცხლი მასა 219.2 გრამით ანუ 10,4%-ით მეტი იყო საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (P<0.001), III და IV საცდელი ჯგუფების ბროილერის ცოცხალი მასა კი შესაბამისად 163.1 გრამით და 131 გრამით, ანუ 7.9% და 6.4%-ით მეტი იყო საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (P<0.01; P<0.05).

საკვების კონვერსია ყველა საცდელ ჯგუფში უფრო მაღალი იყო, ვიდრე საკონტროლოში. ამასთან, საუკეთესო მაჩვენებელი აღინიშნა II საცდელი ჯგუფის

ფრინველებში, რომელთაც 1 კგ წონამატზე დახარჯეს 1.63 კგ საკვები. შენარჩუნება ყველა ჯგუფში იყო მაღალი და შეადგინა 100%.

თავი IV.
სელენშემცველი ფრინველის ტანხორცის გაყინვის მექანიზმის ანალიზი და საწარმოო პირობებში დაბალ ტემპერატურებზე მისი შენახვის კანონზომიერებები

4.1 ხორცის გაყინვის მექანიზმი

ხორცის კონსისტენციასა და ბიოლოგიურ სრულფასოვნებას, აგრეთვე რიგ ტექნოლოგიურ თვისებებს განსაზღვრავს კუნთოვან ქსოვილში შემაერთებელქსოვილოვანი გარსებისა და ჩანართების რაოდენობა. ხორცის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს მიეკუთვნება ფერი, სუნი, გემო, ტენი და მისი შებოჭვის უნარი, სინაზე, არეს აქტიური რეაქცია, ტექნოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ხორცის სიმკვრივე (P), კუთრი სითბო (C) თბოგამტარობა (λ). ეს მაჩვენებლები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ხორცის გაყინვა-გალღობის პროცესების წარმართვისათვის [110].

კვების პროდუქტების სამაცივრო ტექნოლოგიაში თბური გაანგარიშება შესაძლებელია მაშინ, როცა ცნობილია მათი თბოფიზიკური თვისებები: კუთრი სითბო C, კჯ/(კგ^{0}C); თბოგამტარობის კოეფიციენტი λ, Вт/(მ^{0}C); ტემპერატურის გამტარობის კოეფიცინეტი α, მ^2/ს და სიმკვრივე p, კგ/მ^3 ფორმულის მიხედვით იქნება:

$$a = \frac{\lambda}{C \cdot \rho} \quad \textbf{(4.1.1)}$$

თბოფიზიკურ თვისებებს მიეკუთვნება კვების პროდუქტის საწყისი ტემპერატურა, რომელსაც ეწოდება კრიოსკოპული ტემპერატურა $t_{კრ}$ ^{0}C; ტენის სითბოს კრისტალიზაცია რ კჯ/კგ;

თბოფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია კვების პროდუქტების შემადგენლობაზე, ეს განსხვავება განისაზღვრება მათი ქიმიური და ფიზიკური არაერთგვაროვნებით. ქიმიური არაერთგვაროვნება დამოკიდებულია კვების პროდუქტების შემადგენლობაზე, ფიზიკური კი მათ სტრუქრტურაზე, რომლის ცალკეული შემადგენელი ნაწილაკები სტერეომეტრიულადაა განლაგებული კვების პროდუქტებში.

თბოფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია აგრეთვე კვების პროდუქტების ტემპერატურაზე. ფაზური გადასვლის შემთხვევაში (მყარი მდგომარეობა, დნობა, ყინულად წარმოქმნა) ეს ცვლილებები არ არის დიდი. ყინულის ფაზაში წყლის გადასვლისას ეს

ცვლილებები საკმაოდ მნიშვნელოვანია, რომელიც დაკავშირებულია წყლისა და ყინულის თვისებებზე. ეს თვისებები გამოსახულია შემდეგ ცხრილი №5-ში

ცხრილი 5. წყლისა და ყინულის თბოფიზიკური თვისებები

თვისებები	წყალი	ყინული
კუთრი სითბო C, კჯ/კგ^{0}C	4.19	2.10
თბოგამტარობა λ, Вт /(მ ^{0}C)	0.554	2.210
ტემპერატურის გამტარიანობა α•10^6, მ^2/c	0.13	1.14
სიმკვრივე p, კგ/მ^3	999.5	916

თბოფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია აგრეთვე კვების პროდუქტების ტემპერატურაზე. ფაზური გადასვლის შემთხვევაში (მყარი მდგომარეობა, დნობა, ყინულად წარმოქმნა) ეს ცვლილებები არ არის დიდი. ყინულის ფაზაში წყლის გადასვლისას ეს ცვლილებები საკმაოდ მნიშვნელოვანია, რომელიც დაკავშირებულია წყლისა და ყინულის თვისებებზე.

ცნობილია, რომ წყალი არის ნედლეულისა და მზა კვების პროდუქტების ძირითადი კომპონენტი. ის შეკავშირებულია პროდუქტის სრტუქტურასა და კონსისტენციასთან. მასში მყოფ ნივთიერებებთან ურთიერთზემოქმედებაშია, ამავე დროს წყალი განსაზღვრავს პროდუქტის მდგრადობას და შენახვის დროს.

წყალი კვების პროდუქტებში გამხსნელის სახითაა წარმოდგენილი. კრიოსკოპული ტემპერატურისას და დაბლა წარმოიქმნება ყინულის კრისტალები, რომელიც პრაქტიკულად არ შეიცავს გახსნილ ნივთიერებებს, ამასთანავე ტემპერატურის შემცირებისას გახსნილი ნივთიერებების რაოდენობა არ იცვლება. გამხსნელის კონცენტრაცია იზრდება, მისი კრიოსკოპული ტემპერატურა მცირდება. ეს ნიშნავს იმას, რომ პროდუქტში თანდათანობით ტემპერატურის შემცირებისას წყალი გამოიყინება. შედეგად ვიღებთ გამოყინული წყლის წილს, რომელიც აღინიშნება **ω (t)**, როგორც ტემპერატურის ფუნქცია. მისი სიდიდე დიდია და პროდუქტის წყალში, რომელიც გადადის ტემპერატურის შემცირებისას ყინულ მდგომარეობაში. **ω (t)**-ის ფუნქციას აქვს მნიშვნელობა როცა $t \le t_{кр.}$ ამასთანავე **ω (t)=0,** კრიოსკოპული ტემპერატურის დროს წყალი იწყებს გაყინვის პროცესს.

ჭეშმარიტად ნებისმიერი ტემპერატურისას გამოყინული წყლის წილი უნდა იყოს ისე, რომ დარჩენილი გამხსნელის კრიოსკოპული ტემპერატურა ტოლი უნდა იყოს **t.** სხვაობა კრიოსკოპულ ტემპერატურასა და t_0-ს შორის პროპორციულია გახსნილი ნივთიერებების მოლური კონცენტრაციისა. ამდენად გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა, როგორც ავღნიშნეთ უცვლელი რჩება, ეს კონცენტრაცია პირიქით პროპორციულია დარჩენილი გაუყინავი წყლის წილისა, რომელიც ტემპერატურისას **t=1 - ω (t),** ხოლო კრიოსკოპული ტემპერატურის შემთხვევაში $t_{кр}$**=1**, აღნიშნული ფორმულის საფუძველზე მივიღეთ:

$$\frac{1-\omega(t)}{1}=\frac{t_{kr}-t_0}{t-t_0}; \qquad \omega(t)=\frac{t-t_{kr}}{t-t_0}=1-\frac{t_{kt}}{t} \qquad \textbf{(4.1.2)}$$

სხვდასხვა სახის კვების პროდუქტებში კრიოსკოპული ტემპერატურა სხვადასხვაა, მაგალითად ხორცის კრიოსკოპული ტემპერატურაა $t_{кр}$=-1 ^{0}C.

კრისტალიზაციისას გამოყოფილი ტემპერატურის შედეგად ვიღებთ ნივთიერებების შიდა ენერგიის ცვლილებას, რომელიც ხდება წყლის მოლეკულების მოძრაობის შეჩერების ხარჯზე, ხოლო გამონთავისუფლებული ენერგია გამოიყოფა თბური ფაზური გარდაქმნის სახით. ეს არის ყინულის წარმოქმნისას ფარული სითბო, რომელიც სუფთა წყლისთვის შეადგენს q_0=334,3 კჯ/კგ. ფორმულის შედეგად მივიღეთ:

$$q=33.4+2.12t+0.0042t^2 \qquad \textbf{(4.1.3)}$$

კვების პროდუქტების გაყინვისას გამოყოფილი კრისტალიზაციის სითბო ქ პროპორციულია გამოყინული წყლის მასის და ამიტომაც წარმოადგენს ტემპერატურის ფუნქციას:

$$q = q_0 \cdot W \cdot \omega(t) = q_0 \cdot W \cdot \frac{t-t_{kr}}{t-t_0} \qquad \textbf{(4.1.4)}$$

სადაც **W** არის პროდუქტში თავისუფალი ტენი.

პროდუქტის საერთო სინესტე საზღვრავს მასში ტენის რაოდენობას, მაგრამ არ მონაწილეობს ქიმიური, ბიოქიმიური და მიკრობილოგიური ცვლილებების დროს. კვების პროდუქტების შენახვის მდგრადობისას მნიშვნელოვან როლს ასრულებს თავისუფალი და შებოჭილი ტენი.

შებოჭილი ტენი – ეს არის ასოცირებული წყალი, რომელიც მტკიცედაა დაკავშირებული სხვადასხვა კომპონენტებთან ქიმიური და ფიზიკური ბმის ხარჯზე _ ცილებთან, ლიპიდებთან და ნახშირწყლებთან, ამასთანავე არ იყინება -40 ^{0}C -ზე და დაბლა.

თავისუფალი ტენი _ ეს არის ტენი, რომელიც არ არის დაკავშირებული პოლიმერებთან და მიღწევადია ბიოქიმიური, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური რეაქციების გამოდინებისათვის [1].

ხორცის ხანგრძლივად შენახვის მიზნით, კვებითი ღირებულების შესანარჩუნებლად მას ყინავენ, ამასთანავე ხორცის მასის დანაკარგები მცირდება. ამ დროს სხეულის სიღრმეში მისი ტემპერატურა უნდა იყოს -6 ^{0}C. მას ყინავენ -20-დან -23 ^{0}C-ზე და ამ დროს წყლის 90-95%

იყინება, მაგრამ არსებობს გაყინვის უფრო სწრაფი მეთოდი, ეს არის სწრაფი გაყინვა, ანუ „შოკური", ეს პროცესი ორიენტირებულია მოკლე დროში სწრაფად მოხდეს გაყინვა და ითვალისწინებს პროდუქტის მასის დანაკარგის მინიმალურ მდგომარეობამდე შემცირებას. სწრაფად გაყინვის პროცესი მიმდინარეობს -30-დან -40^{0}C-მდე და დაბლა. ეს მეთოდი ეფექტურია, ვინაიდან ის ითვალისწინებს ხორცში ცილების უმრავლესობის შენარჩუნებას, ამ დროს გლიკოგენის ჰიდროლიზის პროცესი ნელდება და ინახავს საკმაო რაოდენობით ატფ-ს. ამცირებს რძემჟავას დაგროვებას. გაყინვისას, როგორც უკვე ავღნიშნეთ იყინება წყალი, გაყინვის ამ მეთოდით ხორცში წყლის ყინულის კრისტალების მიერ უჯრედის სტრუქტურის დარღვევის ალბათობაც ნაკლებია. ამასთანავე გაყინულ ხორცში ავტოლიზური და თავისუფალი რადიკალების მოქმედების პროცესიც ნელდება, მაქსიმალურად ინახება ფუნქციურად აქტიური ნივთიერებები, რომელიც წარმოიქმნება ხორცის შეფერვისა და ეფუძვნება ხორცის დიდი ხნით შენახვას [107].

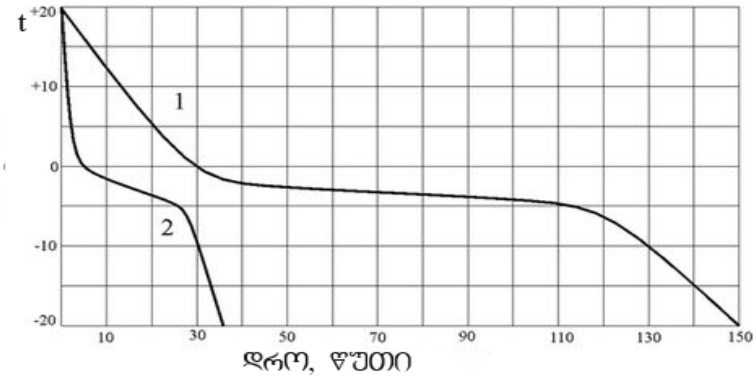
4.2 საწარმოო პირობებში დაბალ ტემპერატურებზე სელენით გამდიდრებული ფრინველის ტანხორცის შენახვის კანონზომიერებები

ფრინველის ხორცი მიეკუთვნება მალფუჭად კვების პროდუქტს. კვების პროდუქტების უჯრედის სტრუქტურებსა და სითხეებში ყინულის ფორმირებას აქვს შემდეგი სახე: ა) უწყლო კომპონენტები კონცენტრირდებიან გაუყინავ ფაზაში (კვების პროდუქტებში გაუყინავი ფაზა არსებობს გარკვეული ტემპერატურის პირობებში შენახვისას), ბ) ყველა წყალი, რომელიც ყინულად გარდაიქმნება, იზრდება სისქეში 9%-მდე.

წყლის მოლეკულები, რომელიც კრისტალიზდება, შესაძლებელია წყლის ოთხ სხვა მოლეკულას ტეტრაედრულ კონფიგურაციისას დაუკავშირდეს. ამიტომ უკვე ფორმირებულ ყინულს აქვს ჰექსაგონალური კრისტალური ჩარჩო. გარდა ამისა შესაძლებელია სხვა დანარჩენი ყინული იყოს კრისტალურ პოლიმორფულ კონფიგურაციაში, ასევე სტრუქტურის განუსაზღვრელ ამორფულ მგომარეობაშიც. ამასთანავე ყინულის ჰექსაგონალური სტრუქტურა სტაბილურია ნორმალურ პირობებშიდაც (760 მმ, 0 ^{0C}).

უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ყინული არა მარტო HOH – მოლეკულისაგან შედგება, არამედ წყალბადის ერთი ატომი განლაგებულია ჟანგბადის წყვილ ატომებს შორის გასწვრივ. სუფთა ყინული შეიცავს აგრეთვე H^+ (H_3O^+) და OH^- იონებს

ხორცის გაყინვის პროცესი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც პროდუქტის ტემპერატურის შემცირება კრიოსკოპულზე დაბლა, რომელიც სრულდება ყინულწარმოქმნით. ამ პროცესის განსახორციელებლად საჭიროა არინებული იქნას უფრო მეტი სითბო, ვიდრე გაცივებისას, ვინაიდან მხედველობაში მისაღებია ფაზური გარდაქმნის ფარული სითბოც.



ნახ. 3. ხორცის გაყინვის პროცესის მიმდინარეობა

გაყინვის პროცესის დროს გამოვყავით პროდუქტის ტემპერატურის სამი დიაპაზონი +20-დან 0^0C, 0-დან -5^0C-მდე. პირველ ეტაპზე მიმდინარეობდა პროდუქტის გაცივება +20-დან 0^0C-მდე. მე-2 ეტაპზე სითხის ფაზა გადადავიდა მყარ მდგომარეობაში 0-დან -5^0C-მდე. ამ დროს წარმოიქმნა 70%-მდე ყინულის კრისტალები. ხოლო მე-3 ეტაპზე კი -5-დან -18^0C-მდე წარმოიშვა გაყინვის პროცესი. ეს პროცესი უფრო ღრმად მიმდიანრეობს, რაც უფრო დაბალია სამაცივრო კამერაში ტემპერატურა მაგალითად -18 და დაბლა ^{0}C-ზე.

როდესაც დაბალია ტემეპერატურა და სამაცივრო კამერაში ჰაერის მოძრაობის სისწრაფე დიდია, მით ინტენსიურად და სწრაფად ხდება გაყინვის პროცესი. ამ მეთოდს ეწოდება ,,შოკური" გაყინვა. ის მეტად ეფექტურია, ვინაიდან ნაკლები დრო სჭირდება გაყინვის პროცესის დასრულებას და ეკონომიური ხარჯების თვალსაზრისით უფრო მისაღებია. გარდა ამისა ხორცს მაქსიმალურად უნარჩუნდება კვებითი ღირებულება და ბიოლოგიური სრულფასოვნება. ამ მეთოდით გაყინულ ხორცში წარმოქმნილი ყინულის კრისტალები მცირეა სხვა გაყინვის მეთოდთან შედარებით.

დაკვლის შემდეგ ფრინველის ტანხორცი გავყინეთ -20^0C-ზე, სადაც ჰაერის მოძრაობის სისწრაფე იყო **v** = 1.5 მ/წმ და -40 ^{0C}-ზე, **v** = 4.9 მ/წმ. ვიკვლევდით სელენის გავლენას ფრინველის ტანხორცის მასის დანაკარგებზე.

-20^0C და -40^0C ტემპერატურაზე გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასა წარმოდგენილია ნახ. მე-12 და მე-13 -ში.

გაყინვის ორივე რეჟიმის პროცესში საკვლევი ნიმუშები შეფუთული იყო პოლიეთილენის მასალაში.

გაყინვის პროცესის დრო აღინიშნება τ_0, რომელიც მიიღება შემდეგი ფორმულით:

$$\tau_0 = \Phi \cdot \frac{R \cdot \rho \cdot q \cdot w}{t_{kr} - t_{cl}} \cdot \left(\frac{R}{2\lambda} + \frac{1}{\alpha} \right) \quad \textbf{(4.2.1)}$$

სადაც t_{kr} არის კრიოსკოპული ტემპერატურა ^{0}C; t_{gs} _ გარემოს სიცივის მატარებელი ტემპერატურა ^{0}C; **q**=3,3•10^5ჯ/კგ-წყლის კრისტალიზაციისას გამოყოფილი ტემეპრატურა; **ω** _ სხეულში ტენის შემცველობა კგ ტენი/კგ; ρ-სხეულის სიმკვრივე, კგ/$მ^3$; **R** – სხეულის ზომა, **m;**

λ – გაყინული სხეულის ნაწილის თბოგამტარობის კოეფიციენტი, **ВТ/(m²K); α**_სხეულის ზედაპირის სითბოგაცემის კოეფიციენტი; **Φ** _ სხეულის ფორმის კოეფიციენტი.

თუ სითბოს გაცემა ხდება პროდუქტის ზედაპირიდან რომელიმე შუალედური ფენის გავლით წარმოქნილი დამატებითი თერმული წინააღმდეგობისას, მაგალითად ჩვენს შემთხვევაში გასაყინი ფრინველის ტანხორცი შეფუთული იყო პოლიეთილენის ცელოფანში და გაიყინა შეფუთულ მდგომარეობაში, მაშინ ეს პროცესი გამოვიანგარიშეთ შემდეგი ფორმულით:

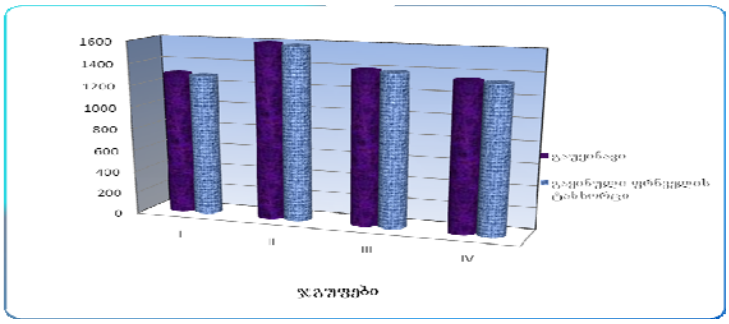
$$\tau_0 = \Phi \frac{R \cdot \rho \cdot q}{t_{kr} - t_{cl}} \cdot \left(\frac{R}{2\lambda} + \frac{1}{\alpha} + \sum_n \left(\frac{\delta_D}{\lambda_D} \right)_n \right) \qquad (4.2.2)$$

სადაც λ_D- დამატებითი თბოგამტარობაა, δ_D არის დამატებითი სისქე.

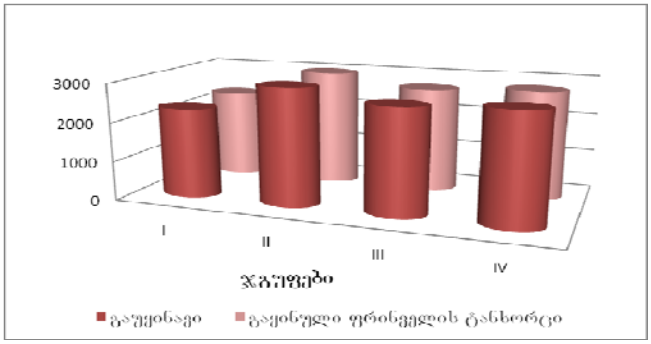
ჩვენს მიერ ჩატარებულ კვლევაში დაკვირვება მოვახდინეთ ფრინველის ტანხორცის გაყინვაზე სხვადასხვა ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში. როგორც უკვე ავღნიშნეთ საკვლევი ნიმუშები გაყინვისას შეფუთული იყო პოლიეთილენის ცელოფანში.

კვლევიდან გამომდინარე I საკონტროლო ჯგუფში გაუყინავი ფრინველის ტანხორცის მასა იყო 1300გ. და -20^0-C ზე გაყინვისას შემცირდა 1.09%-ით. II; III და IV საცდელ ჯგუფებში გაუყინავი ფრინველის ტანხორცის მასები იყო 1600გ, 1400გ, და 1350გ, შესაბამისად შემცირდა 0.8%, 0.9%, 0.9%-ით.

-40 ^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასის დანაკარგების მონაცემებია, რომელიც პროცენტულად გამოისახება ასე: I (საკონტროლო) ჯგუფში გაუყინავი ფრინველის ტანხორცის საშუალო მასა იყო 2300 გრ. გაყინვის შემდეგ შემცირდა 0.53%-ით; II III და IV (საცდელი) ჯგუფებში კი გაუყინავი საშუალო მასა იყო 3000 გ, შემცირდა _0.42%-ით, საშუალო 2688.7გ – 0.4%-ით და საშუალო 2800გ._0.38%-ით.



ნახ. 4 გაუყინავი და -20^{0C}-ზე გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასა გ-ში



ნახ. 5 გაუყინავი და –40 ^{0C}-ზე გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასა გ-ში

ცნობილია, რომ ხორცის კუნთში წყალი სამ ერთამანეთთან დაკავშირებულ მდგომარეობაში გვხვდება: უჯრედის შემადგენელი სახით ანუ ორგანულში, სასაზღვრო და გარეუჯრედულში. ორგანული წყალი (ქსოვილის მთლიანი წყლის 0,1%) იმყოფება კუნთის ცილის მოლეკულებთან ბმაში (ინტრამიოფიბრილარული), სასაზღვრო წყალი (ქსოვილის მთლიანი წყლის 5-10%) იმყოფება კუნთის ცილის ზედაპირთან ბმაში (ინტერმიოფიბრილარული), ხოლო გარეუჯრედული წყალი (ქსოვილის მთლიანი წყლის 90-95%-ია) იმყოფება უჯრედის გარე სივრცეში [111].

ცილისა და წყლის ბმა აყალიბებს კუნთის ქსოვილის წყლის დაკარგვის უნარს. კუნთის ქსოვილში, წყლის სამ მდგომარეობას შორის, ორგანული წყლის შემთხვევაში ცილისა და წყლის ბმის ენერგიები ყველაზე ძლიერია, ხოლო გარეუჯრედული წყლისათვის ეს ენერგიები მცირეა. გარეუჯრედული წყალი გაცილებით ადვილად იკარგება (ან გამოიდევნება) ვიდრე სასაზღვრო და ორგანული წყალი. კუნთის წყლის ზედმეტი კარგვა არ არის სასურველი, როგორც ხორცისა და ხორცპროდუქტების გადამამუშავებელი მრეწველობისათვის (ეკონომიური ზარალის თვალსაზრისით), ისე მომხმარებლისათვის, რომელიც აისახება პროდუქტის სასაქონლო თვისებასა და კონსისტენციაზე. კუნთის ქსოვილის წყლის თვისებებს შორის განსხვავებათა დასადგენად გამოყენებულ იქნა სხვდასხვა რაოდენობრივი შეფასებები, მათ შორის წყლის შეკავების უნარი, გამოხატული ტენიანობა, წვენის დანაკარგები.

ხორცის ხარისხის შენარჩუნებასა და ქსოვილის წყლის ზედმეტი კრაგვის შემცირებაში დიდი როლი აქვს აგრეთვე სასოფლო-სამეურნეო ცხოველის კვებით ფაქტორს. ხორცის მალფუჭებადი ბუნებიდან გამომდინარე, ჟანგვითი სტრესი კუნთის ქსოვილში მაღალია, რასაც მივყავართ ხორცის ხარისხის დაქვეითებისკენ. ცოცხალ სისტემაში ასევე მაღალია ოქსიდანტური სტრესი, მაგრამ ანტიქოსიდანტური პროცესები უჯრედებს იცავს დაზიანებისაგან

თუმცა გაყინვა ითვალისწინებს ხორცის დიდი ხნით შენახვას, მაგრამ მას არ შეუძლია გარდაქმნას ის პროცესები, რომელიც ჟანგბადის აქტიური ფორმით არის გამოწვეული და თავისუფალი რადიკალების რეაქციის ინიცერებას ახდენს. მათ შეუძლიათ დაარღვიონ ცილების სტრუქტურა. ამასთანავე ის მონაწილეობას იღებს ცხიმების ზეჟანგის დაჟანგვის

პროცესში და არღვევს მემბრანის სტრუქტურას. რადიკალების ზეჟანგს შეუძლია ურთიერთზემოქმედება მოახდინოს უჯერ ცხიმოვან მჟავებზე, ამ დროს ყალიბდება წყალბადის ზეჟანგი. ზეჟანგის დაჟანგვის პროცესი მიმდინარეობს ჯაჭვური რეაქციის მექანიზმით, რომლის გადაგვარება ხდება განშტოებული ჯაჭვით.

ჯაჭვური რეაქციის ინიცირება შესაძლებელია განახორციელოს რადიკალებმა, ისინი ფორმირდებიან სენსიბილიზატორების მოლეკულის ფოტოსინთეზისას, რომლებიც იმყოფებიან უმნიშვნელო რაოდენობით ბიოგენურ ქსოვილებში.

ნაერთები, რომელიც აჩქარებს ორგანული ნაერთების ზეჟანგის დაჟანგვას ეწოდებათ პროოქსიდანტები.

პროოქსიდანტების მოქმედება ფორმირდება ქსოვილებში, როგორც რადიკალები, აქვთ უნარი ურთიერთზემოქმედება მოახდინონ დაჟანგული ნაერთების მოლეკულებზე, რომლის შედეგადაც წარმოიქმნება ახალი რადიკალი, ამ უკანასკნელს კი აქვს მაღალი რეაქციული უნარი და შეუძლია რეაგირება მოახდინოს ჰაერში ჟანგბადთან. შედეგად ვიღებთ ზეჟანგის რადიკალს. ეს რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი მსვლელობით:

$$\rightarrow \quad A+RH \quad AH+R$$

$$R+O_2 \quad \rightarrow \quad RO_2$$

ამ პროცესის კონსტანტა სიჩქარის ტოლია $10^7....10^8$ $M \cdot ц^{-1}$. ამიტომ ჟანგბადის კონცენტრაციისას მაღალია $10^{-6}M$ ყველა ღ რადიკალი გარდაიქმნება RO_2 რადიკალებად. ზეჟანგის რადიკალებმა შესაძლებელია ზემოქმედება მოახდინონ ახალ მოლეკულებთან, გარდაიქმნება ჰიდროზეჟანგად (ROOH), ამასთანავე წარმოიქმნება ახალი R რადიკალი.

$$\rightarrow \quad RO_2+RH \quad ROOH+R$$

თავისუფალი რადიკალების რეაქციის მიმდინარეობა აქვეითებს ხორცის ხარისხს. სწორედ მიკროლემენტ სელენს აქვს ანტიოქსიდანტური თვისება, რომელსაც შეუძლია დააქვეითოს ცოცხალ ორგანიზმში თავისფალი რადიკალების შემოჭრის რისკი. ამასთანავე ხორცში შეამციროს მათი მიერ გამოწვეული აგრესიული ფორმების არსებობა.

როგორც უკვე ავღნიშნეთ გაყინვის პროცესის დროს ყინული გადადის კრისტალურ მდგომარეობაში, ამიტომ არის, რომ ყველა უწყლო კომპონენტები კონცენტრირდებიან მცირე რაოდენობით გაუყინავ წყალში. ამ თვისებიდან გამომდინარე გაუყინავი ფაზა მნიშვნელოვნად იცვლის თვისებას, მაგალითად pH, მჟავის ტიტრაცია, იონური ძალა, გაყინვის წერტილი, სიბლანტე, ზედაპირული დაჭიმულობა, ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი, წყალში გახსნილი ნივთიერებების სტრუქტურა და ურთიერთმოქმედება შესაძლებელია შეიცვალოს.

კვების პროდუქტებში წყლის აქტივობის როლი დიდია, ვინაიდან მისი არსებობა ყინულში დაკავშირებულია კვების პროდუქტების სწრაფად გაფუჭებისა და ბიოლოგიური ნივთიერებების არსებობასთან დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის პირობებზე. იმისათვის, რომ ეს ფაქტორები გავითავლისწინოთ ყურადღება უნდა მიექცეს წყლის აქტიურობას, რომელიც გავლენას ახდენს ტენსა და შესაბამისად პროდუქტის გაფუჭებაზე, მაგრამ არსებობს სხვა ფაქტორებიც, რომელიც გავლენას ახდენენ მაგალითად ხორცის გაფუჭებაზე, ეს არის: O_2; pH. წყლის აქტიურობა (a_w) ეს არის წყლის ორთქლის ურთიერთობა მოცემული პროდუქტის ორთქლის წნევასთან, სუფთა წყალზე იმავე ტემპერატურის დროს. ეს გამოიხატება თერმოდინამიკურ ფორმულაში, რომელიც განისაზღვრება მატერიასთან ტენის ენერგიული კავშირით (რებინდერის განტოლება):

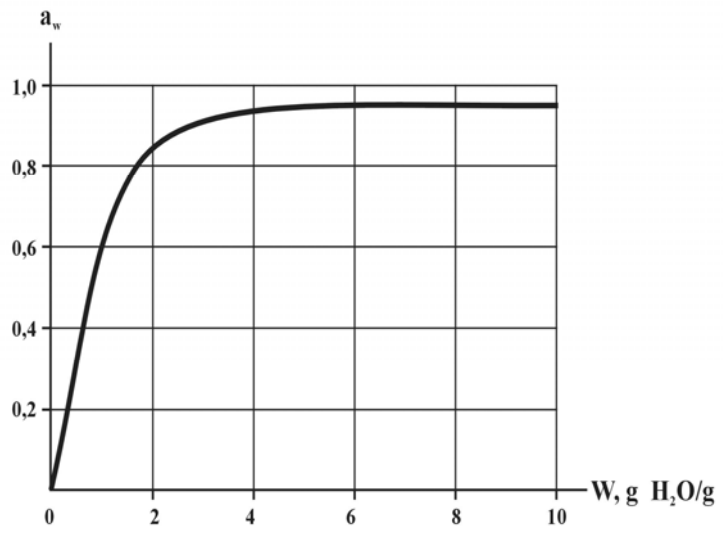
$$\Delta F = L = RT \cdot \ln \frac{P_0}{P_w} = -RT \cdot \ln a_w$$

სადაც ΔF არის თავისუფალი ენერგიის შემცირება (მუდმივი ტემპერატურისას); L – მშრალი ჩონჩხის 1 მოლი წყლის ნიმუში (შემადგნელობა უცვლელია); R – უნივერსალური გაზური მუდმივობა.

$$a_w = \frac{P_w}{p_0} = \frac{\text{POB}}{100}$$

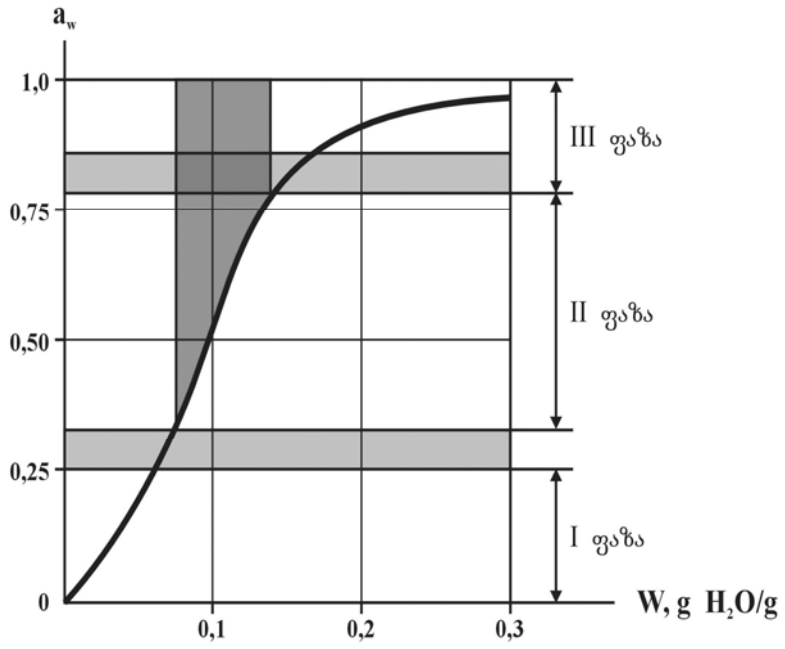
სადაც Pw არის კვების პროდუქტებში წყლის ორთქლის წნევა; P_0 – სუფთა წყლის ორთქლის წნევა; POB- წონასწორულ მდგომარეობაში ფარდობითი ტენიანობა, რომლის დროსაც პროდუქტი არ შეითვისებს და არც კარგავს ტენს ატმოსფეროში, %.

კვების პროდუქტებს წყლის აქტიურობის სიდიდის მიხედვით ყოფენ შემდგენაირად: პროდუქტები, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალშემცველი ტენით (a_w =1,0-0,9); შუალედური ტენშემცველობით (a_w =0,9-0,6) და პროდუქტები დაბალი ტენშემცველობით, მაგალითად ხორცში ტენის შემცველობა მერყეობს 60-70%-ით, ხოლო წყლის აქტიური სიდიდეა a_w = 0,97 [112].



ნახ 6. მაღალ ტენშემცველი კვების პროდუქტების
ტენის იზოთერმული სორბცია

მოცემული მრუდი აჩვენებს ტენსა (წყლის მასა, გ.H_2O/გ) და კვების პროდუქტებს შორის კავშირს, სადაც წარმოდგენილია წყლის აქტიურობა და მათი მუდმივი ტემპერატურა. ამ მოვლენას ეწოდება ოზითერმული სორბცია, რომელიც იძლევა ინფორმაციას კონცენტრაციისა და დეჰიდრატაციის პროცესების თვისებებზე (წყლის გამოყოფის სირთულე დაკავშირებულია a_w), აგრთვე კვების პროდუქტების სტაბილურობის შეფასებაზე.



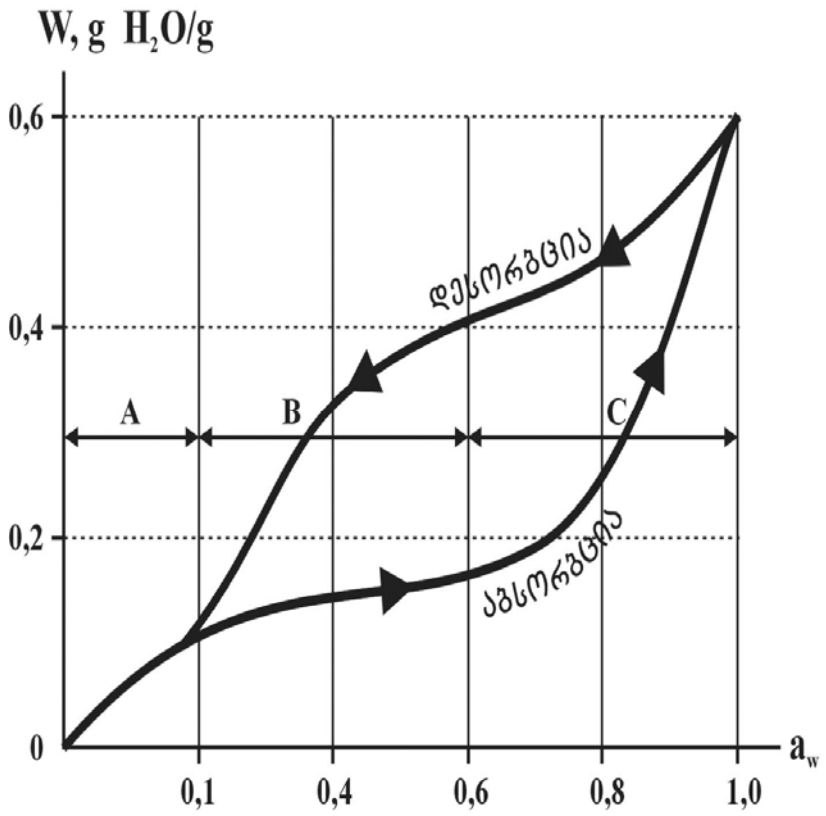
ნახ. 7. მცირე ტენშემცველ კვების პროდუქტებში ტენის
იზოთერმული სორბცია

I ფაზაში მოქცეულია დაბალი ტენშემცველი კვების პროდუქტები, ხოლო III ფაზაში კი მაღალი. I ფაზის იზოთერმი შეესაბამება წყალს, ძლიერ არის აბსორბირებული და უძრავადაა კვების პროდუქტებში. ეს წყალი აბსორბირებულია და განპირობებულია წყლის იონის პოლარულობასა და წყლის დიპოლის ურთიერთმოქმედებაზე. ასეთი წყლის ორთქლწარმომქმნელი ენტალპია უფრო მაღალია, ვიდრე სუფთა წყლის და ის არ იყინება – 40 ^{0}C-ზე.

II ფაზის წყალი შედგება I ფაზის წყლისა და დამატებული წყლისაგან (რესორბცია). ეს ტენი ფორმირდება მრავალ შრედ და ურთიერთმოქმედებს ახლომყოფ მოლეკულებთან

წყალი-წყალბადური კავშირით. ორთქლწარმომქმნელი მრავალშრიანი წყლის ენტალპია უფრო მაღალია, ვიდრე სუფთა წყლის. უმეტესი ნაწილი ასეთი წყლისა არ იყინება –40 ^{0}C-ზე, როგორც წყალი, რომელიც დამატებულია კვების პროდუქტებში ტენის სახით, შეესაბამება I-სა და II ფაზას. ასეთი წყალი მონაწილეობას იღებს გახსნის პროცესებში. მაღალტენშემცველ პროდუქტებში I და II ფაზის წყალი შედგება საერთო ტენის არაუმეტეს 5%-სა.

III ფაზის იზოთერმი შედგება წყლისაგან, რომელიც იყო I და II-ში და დამატებულია III ფაზის ფორმირებისათვის. უჯრედულ სისტემაში ის ფიზიკურადაა ბმული, მისი მაკროსკოპული დინება გაძნელებულია. ასეთ წყალს ისეთივე თვისებები აქვს როგორიც მარილ ხსნარში დამატებულ წყალს. წყალი, რომელიც დამატებულია III ფაზისათვის აქვს ისეთი ორთქლწარმომქმნელის ენტალპია, როგორიც სუფთა წყალს. ის იყინება და წარმოადგენს გამხსნელს, რომელიც მნიშვნელოვანია ქიმიური რეაქციების გადინებისათვის და მიკროორგანიზმების ზრდისათვის. III ფაზაში ტენი არის 95%. საერთოდ კვების პროდუქტების სტაბილურობის ერთ-ერთი გარანტი არის მათში ტენის დაბალი შემცველობა. ოზოთერმიის სორბცია, რომელსაც წყლის დამატების შედეგად მშრალი ნიმუშისთვის ვიღებთ არ ხვდება მთლიანად იზოთერმთან, რომელიც მიიღება დესორბციის გზით. ამ მოვლენას ეწოდება ჰისტერიზისი. უმეტესი კვების პროდუქტების ტენის იზოთერმულ სორბციას გააჩნია ჰისტერიზისი.



ნახ.8 ტენის ჰისტერიზისის იზოთერმი სორბციისას

ჰისტერიზისის სიდიდე შეიძლება მნიშვნელოვნად შეიცვალოს, ეს დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორიცაა კვების პროდუქტების თვისება, ტემპერატურა, დესორბციის სიჩქარე, წყლის დონე. იზოთერმიის აბსორბცია საჭიროა ჰიდროსკოპული პროდუქტების კვლევისათვის, ხოლო დესორბცია – კი საჭიროა შრობის პროცესების შესასწავლად

სხვადასხვა ტემპერატურული რეჟიმის ზემოქმედების ობიექტურად შესაფასებლად გაყინულ პროდუქტში აუცილებელია განვსაზღვროთ მისი ფუნქციონალურ-ტექნოლოგიური თვისებები, ვინაიდან შემდგომი ტექნოლოგიური გადამუშავების პროცესში მათი გამოვლინების ხარისხი მეტად მნიშვნელოვანია. გაყინული ხორცის ხარისხი პირდაპირ კავშირშია მისივე ელემენტების მდგრადობასთან.

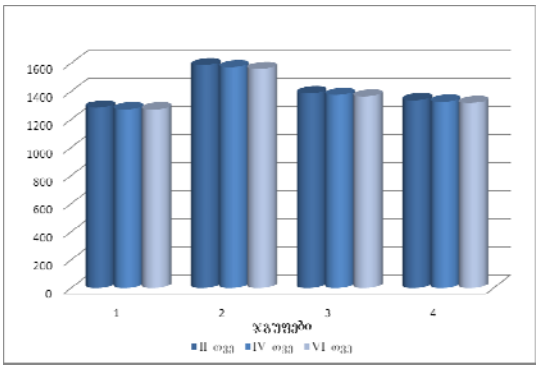
ფუნქციონალურ-ტექნოლოგიური თვისებების დახასიათების ქვეშ იგულისხმება, როგორც ტენის შემაკავშირებელი, ასევე ტენის შებოჭვის უნარი. ტენის შემაკავშირებელი უნარი წარმოადგენს ერთ-ერთ უმთავრეს მაჩვენებელს ხორცის ხარისხის შესაფასებლად. ცნობილია, რომ ცილები დაკავშირებულია ტენთან სხვადასხვა ბმით. ცილის მოლეკულას აქვს უბნები, რომლებიც თავისი იონური ბუნებიდან გამომდინარე ჰიდრარგირდებიან ანუ წარმოქმნიან წყალბადურ კავშირს წყლის მოლეკულასთან. აქედან გამომდინარე, წყლის შეკავშრების უნარი დამოკიდებულია ისეთ მახასიათებლებზე, როგორიცაა წვნიანობა, სინაზე, თერმული დამუშავების დროს დანაკარგები, სასაქონლო სახე და ტექნოლოგიური ღირებულება.

სწორედ გაყინვაზეა დამოკიდებულია ხორცში მიმდინარე აუტოლიტური პროცესები, რომელზედაც დამოკიდებულია ფერმენტაციული ცვლილებების სისწრაფე და გაყინული ტენის რაოდენობა. ამ დროს ფერმენტების მოქმედება ნელდება. აღნიშნული პროცესები დამოკიდებულია გაყინვის ხანგრძლივობაზე, რაც ნელა მიმდინრეობს, მით ღრმად ხდება აუტოლიტური პროცესები.

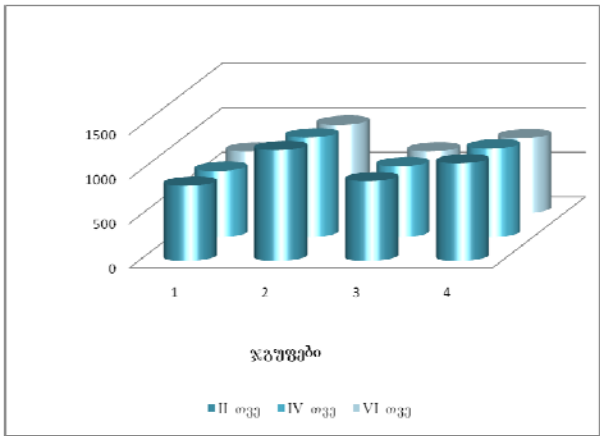
გარკვეული რეაქციის პროცესების სიჩქარის შემცირება ხდება კვების პროდუქტის -18 ^{0}C-ზე შენახვის პირობებში და ასეთ პირობებში ცილების ინსობილიზაცია მცირდება, შესაბამისად ეს პროცესი ქმნის კვების პროდუქტის შენახვის მაქსიმალურ პირობას [**113, 114, 115, 116, 117**].

-20^{0}C-ზე და -40^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის ტანხორცი ინახებოდა 6 თვის განმავლობაში -18^{0}C-ზე, სადაც ჰაერის მოძრაობის სისწრაფე იყო v=0.1 მ/წმ. ყოველი ორი თვის შემდეგ, დინამიკაში ვახდენდით დაკვირვებას ფრინველის ტანხორცის მასის შენარჩუნებაზე. (იხილეთ ნახ. მე-5 და მე-6).

კვლევიდან გამომდინარე -20^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასა, რომელიც ინახებოდა -18^{0}C-ზე აღმოჩნდა, რომ I ჯგუფის გაყინული ფრინველის ტანხორცის საშუალო მასა II თვის შემდეგ იყო 1285.8გრ, შემცირდა 1.0%-ით; II; III და IV (საცდელი) ჯგუფების გაყინული ფრინველის ტანხორცის საშუალო მასა 1586.1გ და შემცირდა – 0.85%-ით, 1386.8გ – 0.84%-ით და 1338 გ. _ 0.83%-ით. IV თვის შემდეგ I ჯგუფის გაყინული მასა იყო 1272.3გ. და შემცირდა 0.96%-ით; II; III და IV (საცდელი) –1572.6გ, შემცირდა 0.75%-ით, 1375.1გ – 0.72%-ით და 1326.8გ _ 0.71%-ით. გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასის წონებია VI თვის შემდეგ I (საკონტროლო) ჯგუფში იყო 1271.34გ და შემცირდა 0.86%-ით; II; IV და VI (საცდელი) იყო 1560.7გ – 0.62%-ით, 1364.6გ – 0.61%-ით და 1317.3გ _ 0.60%.-ით.



ნახ. 9. -20 ^{0C}-ზე გაყინული და -18 ^{0C}-ზე შენახული ფრინველის ტანხორცის მასა (გ-ში) II, IV და VI თვის შემდეგ.



ნახ. 10. -40 ^{0C}-ზე გაყინული და -18 ^{0C}-ზე შენახული ფრინველის ტანხორცის მასა გ-ში II, IV და VI თვის შემდეგ.

ნახ. 10-ის მიხედვით -40^{0}Cზე გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასა, რომელიც ინახებოდა -18^{0}C-ზე 6 თვის განმავლობაში პროცენტულად გამოისახება ასე: I ჯგუფის _ საშუალო მასა II თვის შემდეგ იყო 842.38გ, შემცირდა 0.44%-ით; II; III და IV (საცდელი) ჯგუფების გაყინული ფრინველის ტანხორცის საშუალო მასა იყო 1243.4გ და შემცირდა – 0.37%-ით, 893.6გ – 0.35%-ით და 1094 გ. _ 0.35%-ით. IV თვის შემდეგ I ჯგუფის გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასა იყო 742.5გ. და შემცირდა 0.32%-ით; II; III და IV (საცდელი) – 1119.9გ, შემცირდა 0.27%-ით, 795გ – 0.23%-ით და 994.2გ _ 0.23%-ით. გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასის წონებია VI თვის შემდეგ I (საკონტროლო) ჯგუფში იყო 692.5გ და შემცირდა 0.27%-ით; II; IV და VI (საცდელი) იყო 993.8გ – 0.25%-ით, 694გ – 0.24%-ით და 844გ _ 0.18%.-ით.

4.3. სელენშემცველი ხორცის კვებითი ღირებულების შესწავლა

ხორცის კუნთის კვებით ღირებულებაზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას. მათ შორის შესაძლებელია მნიშვნელოვანი იყოს ხორცის ხარსიხის გაუარესების შესამცირებლად კვებითი მანიპულაციების განხორციელება, კერძოდ მიკროელემენტ სელენს და სხვა ანტიოქსიდანტებს უნარი აქვთ დაიცვან კუნთის ქსოვილი დაზიანებისაგან, შესაბამისად აუმჯობესებენ ხორცისა და ხორცპროდუქტების გადამუშავებისა და შენახვის პირობებს.

ანტიოქსიდანტები ორგანიზმში თავისუფალი რადიკალების ჟანგვით ფუნქციას არეგულირებს, ქმნიან ოპტიმალურ პირობებს ნორმალური მეტაბოლიზმის, უჯრედებისა და ქსოვილების ფუნქციისათვის. მათი ძირითადი დანიშნულებაა ცოცხალ ორგანიზმში შეაფერხოს თავისუფალი რადიკალების განვითარება.

თავისუფალი რადიკალების ჩამოყალიბებაში მონაწილეობს ჟანგბადი, რომლებიც ერთის მხრივ ნორმის ფარგლებში აუცილებელია ცოცხალი ორგანიზმის უჯრედებისათვის და მეორეს მხრივ, ის ცხოველმოქმედების პროცესში ავლენს მკვეთრად გამოხატულ ტოქსიურ მოქმედებას. ცოცხალ ორგანიზმში ყალიბდება ჟანგბადის (H_2O_2, HO და სხვა) აგრესიული ფორმები. მათ შეუძლიათ დაარღვიონ უჯრედის მთლიანობა. ლიპიდური ზეჟანგური დაჟანგვის შედეგად ზიანდება ბიომემბრანა და საბოლოოდ იწვევს უჯრედის სიკვდილს. პროცესი ხდება მაშინ, როცა ანტიქოსიდანტური, დამცველობითი მექანიზმი შესუსტებულია [1118, 119, 120].

მაშასადამე, უჯრედის ანტიოქსიდანტური სისტემა უზრუნველყოფს ჯანგბადის აქტიური ფორმების და თავისუფალი რადიკალების დაშლას, ჰიდროზეჟანგის განადგურებას.

ანტიქოსიდანტური დაცვის შემდგომ საფეხურზე ერთვებიან დაბალმოლეკულური ნაერთები, რომლებიც ამჟღავნებენ დაჟანგვის საწინააღმდეგო თვისებებს. ამ ჯგუფის ბუნებრივი ანტიქოსიდანტებია ტოკოფეროლი (E ვიტამინი) (α- ტოკოფეროლი), C ვიტამინი, უბიქინონი Q_{10}, გლუტატიონდამოკიდებული ფერმენტული სისტემით, რომლებშიც შედის 1. შე-შემცველი გლუტატიონპეროქსიდაზა; 2. გლუტატიონტრანსფერაზები 3. დაჟანგული გლუტატიონის (GSSG) ბიორეგენერაციის ფერმენტები.

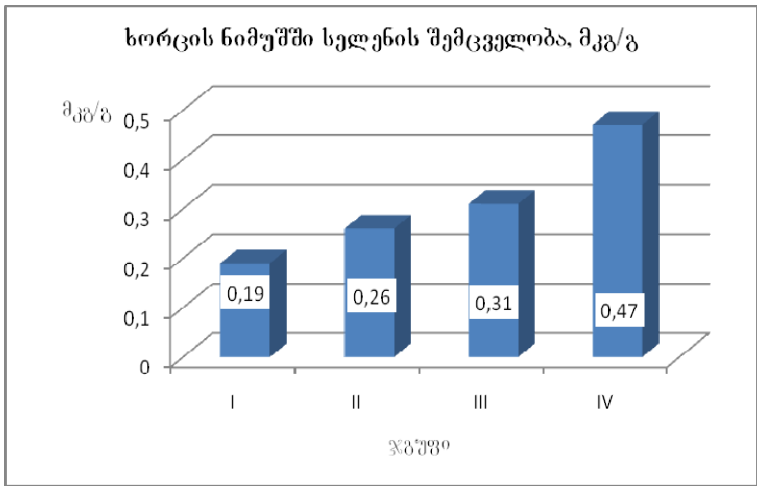
აღნიშნული ანალიზიდან გამომდინარე, პრევენციული ღონისძიებების თავლსაზრისით მნიშვნელოვანია სელენით გამდიდრებული ხორცის მიღება.

ახლად დაკლული ფრინველის ტანხორცის გულმკერდის კუნთში განვსაზღვრეთ რენტგენო-ფლუორესეცენტული სპექტომეტრის "ელვახ"–ის მეთოდით სელენის შემცვე-ლობა. კვლევის შედეგად I (საკონტროლო) ჯგუფის ხორცის საკვლევ ნიმუშში სელენის შემცველობამ შეადგინა 0.19 მკგ/გ-ზე; II, III და IV საცდელ ჯგუფებში – შესაბამისად, 0.26; 0.31 და 0.47 მკგ/გ-ზე, ამდენად, ცხადია, რომ საკვებ ულუფაში სელ-პლექსის მზარდი დოზის ჩართვამ გაზარდა სელენის შემცველობა ფრინველის ხორცში. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილი 6-ში და ნახ. მე-11 და მე-12.

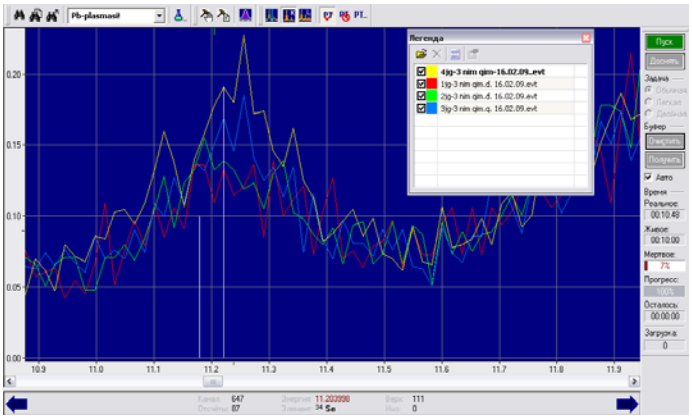
ცხრილი 6. ხორცის საკვლევ ნიმუშში სელენის ცვალებადობის დინამიკა მკგ/გ

მაჩვენებლები	ჯგუფები			
	Iსაკ n=3	II საც. N=3	III საც n=3	IV საც. N=3
M±m	0.19±0.006	0.26±0.007**	0.32±0.009***	0.47±0.003***
δ	0.010	0.012	0.015	0.006
C	5.26	4.38	4.82	1.21

** P<0.01
*** P<0.001



ნახ. 11 ფრინველის ხორცში სელენის კონცენტრაცია

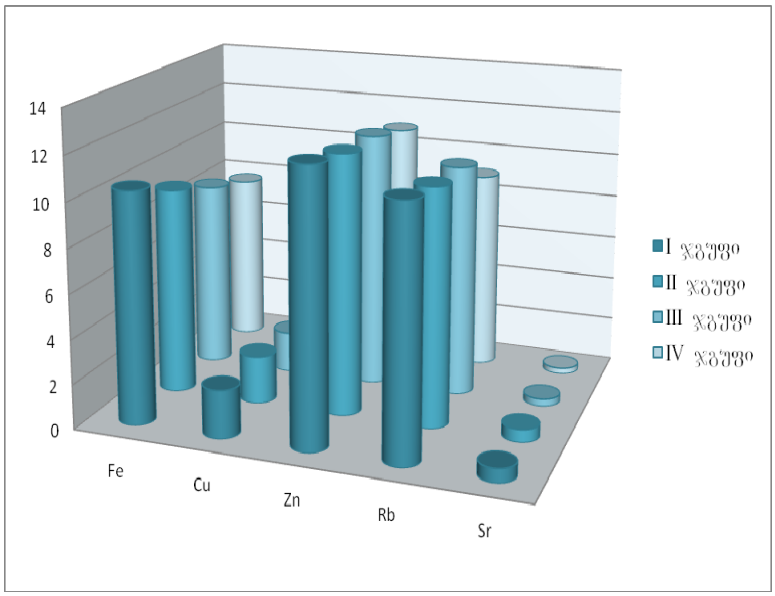


ნახ 12. *საკვლევ ხორცის ნიმუშში სელენის მატების დინამიკა რენტგენო-ფლუორესცენტული სპექტომეტრის ელვახ მეთოდით.*

ცხრილი 7. ხორცის საკვლევ ნიმუშში სელენის გავლენა ზოგიერთ მეტალზე მკგ/გ

ჯგუფები	მეტალები				
	Fe	**Cu**	**Zn**	**Rb**	**Sr**
I (საკ) n=3	**M±m 10.3±1 δ=2.1 C=20**	**M±m 2.1±0.1 δ=0.2 C=13**	**M±m 12.2±0.0 δ=0.1 C=1.3**	**M±m 11.1±0.6 δ=1.1 C=10.3**	**M±m 0.6±0.00 δ=0.01 C=2**
II (საც) n=3	**M±m 9.3±1.3 δ=2.3 C=25.5**	**M±m 2.1±0.1 δ=0.2 C=13.5**	**M±m 11.7 ±0.3 δ=0.5 C=4.7**	**M±m 10.6±0.7 δ=1.2 C=12.0**	**M±m 0.5±0.0 δ=0.1 C=26.8**
III (საც) n=3	**M±m 8.4±0.37 δ=0.6 C=7.6**	**M±m 1.8±0.10 δ=0.1 C=9.9**	**M±m 11.5±0.1 δ=0.2 C=2.2**	**M±m 10.4±1.3 δ=2.2 C=21.6**	**M±m 0.3±0.1 δ=0.2 C=72.9**
IV (საც) n=3	**M±m 7.73±0.1 δ=0.2 C=3.0**	**M±m 1.7±0.2 δ=0.3 C=22.0**	**M±m 10.9±0.9 δ=1.6 C=15.1**	**M±m 9.0±1.7 δ=3.0 C=33.5**	**M±m 0.26±0.04* δ=0.07 C=26.9**

შენიშვნა: *P<0,001



ნახ. 12 *სელენის კონცენტრაციის გავლენა საკვლევ ნიმუშში მეტალების შემცველობაზე მკგ/გ.*

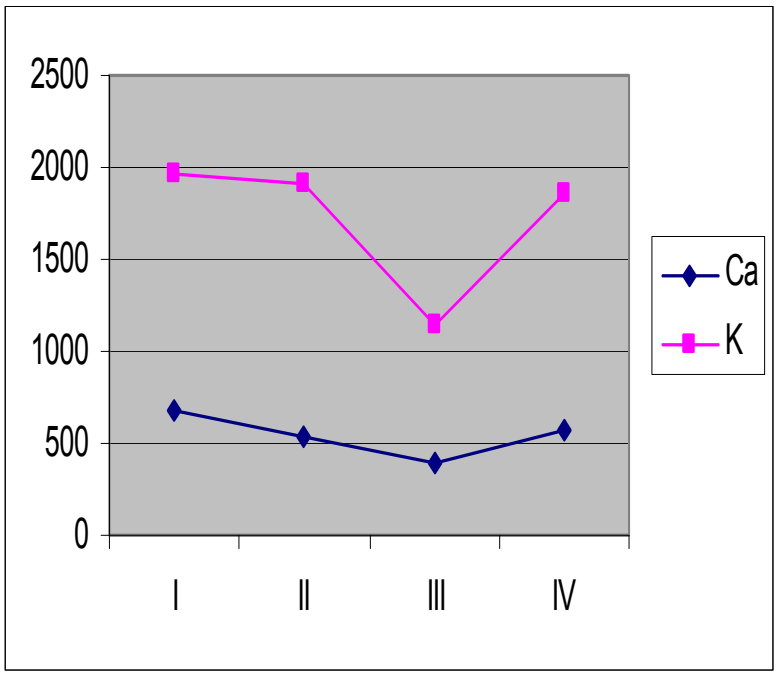
კვლევიდან გამომდინარე სელენის მზარდმა რაოდენობამ გავლენა იქონია მეტალების კონცენტრაციის შემცირებაზე. მაგალითად რკინის, სპილენძის, თუთიის, რუბიდიუმისა და სტრონციუმის შემცველობა შემცირდა ჯგუფების მიხედვით. I (საკონტროლო) ჯგუფში რკინის შემცველობა შეადგენდა 10.39 მკგ/გ, შემცირდა II (საცდელ) ჯგუფში და შეადგინა 9.36 მკგ/გ. III და IV (საცდელ) ჯგუფებში _ 8.46 და 7.73 მკგ/გ. სპილენძი I (საკონტროლო) ჯგუფში იყო 2.16 მკგ/გ, ხოლო II, III და IV (საცდელ) ჯგუფებში მისი შემცველობა იყო _ 2.16; 1.85 და 1.73 მკგ/გ. თუთია I (საკონტროლო) ჯგუფში იყო 12.23 მკგ/გ, ხოლო II, III და IV(საცდელ) ჯგუფებში _ 11.72 მკგ/გ; 11.56 მკგ/გ; 10.96 მკგ/გ. რუბიდიუმი I (საკონტროლო) ჯგუფში იყო 11.16 მკგ/გ; II, III და IV(საცდელ) ჯგუფებში _ 10.66; 10.49 და 9.06 მკგ/გ. სტრონციუმი I (საკონტროლო) ჯგუფში იყო 0.63 მკგ/გ; II, III და IV(საცდელ) ჯგუფებში _ 0.58; 0.33 და 0.26 მკგ/გ.

საკვლევ ნიმუშში განისაზღვრა Ca-სა და K-ის შემცველობა. ფრინველის გულმკერდის კუნთოვან ნაწილში რენტგენო-ფლუეროესცენტული სპექტრომეტრის ,,elvax”-ის მეთოდით.

ცხრილი 8. ხორცის საკვლევ ნიმუშში სელენის გავლენა Ca –ზე და K –ზე მკგ/გ

ჯგუფები	Ca	K
I (საკ) n=3	M±m 670.64±36.816 δ=63.76 C=9.5	M±m 1960.7±2.691 δ=4.66 C=0.2
II (საც) n=3	M±m 531.7±52.34 δ=90.67 C=17.05	M±m 1904.5±218.3 δ=378.1 C=19.8
III (საც) n=3	M±m 388.6±105.56 δ=182.8 C=47.0	M±m 1142.71±136.2 δ=235.9 C=20.6
IV (საც) n=3	M±m 578.97±86.68 δ=150.1 C=25.9	M±m 1848.8±132.125 δ=228.848 C=12.3

კვლევის შედეგად მივიღეთ: I (საკონტროლო) ჯგუფის ხორცის საკვლევ ნიმუშში Ca-ის შემცველობამ შეადგინა 670.6 მკგ/გ-ზე; II; III და IV საცდელ ჯგუფებში _ 531.7; 388.6 და 578.97 მკგ/გ-ზე. ხოლო K-ის შემცველობამ I (საკონტროლო) ჯგუფის ხორცის საკვლევ ნიმუშში შეადგინა 1960.7 მკგ/გ; II; III და IV საცდელ ჯგუფებში _ 1904.5; 1142.71 და 1848.8 მკგ/გ.



ნახ. 13 ხორცის ნიმუშში სელენის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა Ca და K შემცველობაზე, მკგ/გ

შევისწავლეთ ახალადდაკლული და VI თვის შემდეგ -20^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის ხორცში ტენის ცვალებადობის დინამიკა [121]. როგორც ანალიზებიდან ირკვევა მნიშვნელოვანი ცვლილება არ მომხდარა. ორივე მაჩვენებელი ახლადდაკლულ და გაყინულ ხორცში ტენის შემცველობა შეესაბამება სტანდარტს.

ცხრილი 9. ახლადდაკლული და VI თვის შემდეგ -20^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის ხორცში ტენის ცვალებადობის დინამიკა

ჯგუფები	ახლადდაკლული ფრინველის ხორცში ტენის შემცველობა	VI თვის შემდეგ -20^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის ხორცში ტენის შემცველობა
I (საკ) n=3	M±m 73.0±0.1 δ=0.2 C=0.2	M±m 72.3±0.5 δ=0.9 C=1.2
II (საც)	M±m	M±m

n=3	74.5±0.2 δ=0.2 C=0.3	71.6±1.0 δ=1.7 C=2.4
III (საკ) n=3	M±m 73.6±0.1 δ=0.2 C=0.3	M±m 73.4±0.5 δ=0.1 C=0.1
IV (საკ) n=3	M±m 72.4±0.2 δ=0.4 C=0.6	M±m 70.5±3.1 δ=5.5 C=7.8

ცხრილი 10. ახლადდაკლული და VI თვის შემდეგ -40^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის ხორცში ტენის ცვალებადობის დინამიკა

ჯგუფები	ახლადდაკლული ფრინველის ხორცში ტენის შემცველობა	VI თვის შემდეგ -40^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის ხორცში ტენის შემცველობა
I (საკ) n=3	M±m 73.3±0.3 δ=0.5 C=0.7	M±m 73.2±0.1 δ=0.2 C=0.2
II (საკ) n=3	M±m 75.2±0.2 δ=0.4 C=0.5	M±m 74.3±0.2 δ=0.4 C=0.6
III (საკ) n=3	M±m 74.9±0.14 δ=0.2 C=0.3	M±m 74.8±0.1 δ=0.2 C=0.2
IV (საკ) n=3	M±m 75.1±0.3 δ=0.6 C=0.8	M±m 74.7±0.1 δ=0.2 C=0.3

4.4 ახალადდაკლული და 2, 4, 6 თვის განმავლობაში შენახული გაყინული ფრინველის ხორცში pH-ის ცვალებადობის შესწავლა დინამიკაში

-20^{0}C-ზე და -40^{0}C-ზე გაყინული ფრინველის მასისა და შემდგომ -18^{0}C-ზე ექვსი თვის განმავლობაში შენახვის დროს დინამიკაში აწონვასთან ერთად, საკვლევი ხორცი ფასდებოდა ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებით, ვსაზღვრავდით მჟავე არეს აქტიურ რეაქციას (pH) [121], ეს მაჩვენებლი მეტად მნიშვნელოვანია, ვინაიდან ის ზემოქმედებს ცილების სტრუქტურაზე, იწვევს მის ხსნადობასა და ჰიდროფილურ ცვლილებას.

ახლად დაკლული და გაყინული ფრინველის ხორცში განისაზღვრა არეს აქტიური რეაქცია (pH). დინამიკაში, დაკვლიდან 4 სთ-ს და გაყინვის 2,4,6 თვის პერიოდში. შედეგები მოცემულია მე-9 და მე-10 ცხრილში.

pH-ის განსაზღვრის მეთოდი:

ნიმუშის მომზადება: ხორცში pH-ის განსაზღვრისას მზადდება წყლიანი გამონაწური 1:10 შეფარდებით. ხორცის ნიმუშს (10.00±0.02) გრ აქუცმაცებენ. ათავსებენ ქიმიურ ჭურჭელში 100სმ^{3}სმ-ის ტევადობით და გამოხდილ წყალთან ერთად ესტრაგირდება 30 წთ-ის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე. პერიოდულად ხდება მინის წკირით მორევა. მიღებული ექსტრაქტი იფილტრება და pH –მეტრის საშუალებით ისაზღვრება ხორცში არეს აქტიური რეაქცია.

შევისწავლეთ ხორცის მჟავე არეს აქტიური რეაქცია (pH) დინამიკაში, დაკვლიდან 4 სთ-ს და გაყინვის 2,4,6 თვის პერიოდში. შედეგები მოცემულია მე-11 და მე-12 ცხრილში.

ცხრილი 11. ახლადდაკლულ და დაკვლიდან მე-2, 4 და 6 თვის შემდეგ ფრინველის ხორცის კუნთის ქსოვილის pH-ის მონაცემები

ჯგუფები	4 სთ		2 თვე		4 თვე		6 თვე	
	მკერდ.	ბარ	მკერდ.	ბარკ.	მკერდ.	ბარ.	მკერდ.	ბარკ.
I	5,7	6,4	5,4	6,22	6,27	6,3	5,6	6,1
II	6,0	6,4	5,6	6,3	6,3	6,2	5,6	6,15
III	6,1	6,5	5,8	6,3	6,35	6,3	5,7	6,0
IV	6,4	6,7	5,9	6,4	6,8	6,6	5,7	6,2

ცხრილი 12. ახლადდაკლულ და დაკვლიდან მე-2, 4 და 6 თვის შემდეგ ფრინველის ხორცის კუნთოვანი ქსოვილის pH-ის მონაცემები

ჯგუფი	4 სთ		2 თვე		4 თვე		6 თვე	
	მკერ.	ბარკ.	მკერდი.	ბარკ.	მკერდი	ბარკ	მკერდი	ბარკ
I	5,9	6,4	5,4	6,4	6,35	6,4	5,65	6,0
II	6,05	6,4	5,6	6,3	6,3	6,55	5,7	6,15
III	6,1	6,55	5,9	6,3	6,29	6,35	5,7	6,0
IV	6,35	6,8	5,9	6,32	6,85	6,6	5,75	6,25

როგორც ცხრილიდან ჩანს გაყინული ფრინველის ხორცის შენახვისას pH უმნიშვნელოდ გაიზარდა. იმ ჯგუფში სადაც მეტია სელენის შემცველობა, შესაბამისად, მეტია pH-ის დონე. მე-IV ჯგუფში არეს აქტიური რეაქცია უახლოვდება ნეიტრალურს. ხოლო ცხრილი 10 – ში გაყინული ფრინველის ხორცის შენახვისას pH უმნიშვნელოდ გაიზარდა. იმ ჯგუფში სადაც მეტია სელენის შემცველობა, შესაბამისად, მეტია pH-ის დონე. მე-IV ჯგუფში არეს აქტიური რეაქცია უახლოვდება ნეიტრალურს.

დიდი მნიშვნელობა აქვს pH გავლენას ხორცის ხარისხზე, რომელიც აქტიურად მონაწილეობს ტენის შებოჭვაში. ჩვენს მიერ ჩატარებულ კვლევაში IV ჯგუფში, სადაც ფრინველის ხორცში სელენის კონცენტრაცია მეტი იყო, შესაბამისად არეს აქტიური რეაქცია უახლოვდება ნეიტრალურს. შევადარეთ -20^{0}C-სა და -40^{0}C-ზე გაყინულ ხორცს შორის pH-ის სიდიდე, აღმოჩნდა, რომ რაც დაბალია ტემპერატურა და მეტია ჰაერის მოძრაობის სისწრაფე, შესაბამისად არეს აქტიური რეაქცია ნეიტრალურთან ახლოსაა. ხორცში მჟავიანობის ზრდას იწვევს ფრინველთა ულუფაში ორგანული სელენის დამატება.

ამასთანავე ტემპერატურის შემცირება და გაყინვის ტემპერატურის სისწრაფე გავლენას ახდენს ხორცის ფუნქციურ-ტექნოლოგიურ თვისებაზე _ pH-ის სიდიდესა და ტენის მასურ წილზე და ეს ცვლილებები შეცვლილია უკეთესობისაკენ.

თავი V.
სელენშემცველი გაყინული ფრინველის ტანხორცის გალღობის (დეფორსტაციის) თავისებურებანი

5.1 საწარმოო პირობებში სელენით გამდიდრებული ფრინველის ტანხორცის გალღობის კანონზომიერებები

განვიხილოთ გაყინვის შებრუნებითი პროცესი დეფორსტაცია, რომელიც მიმდინარეობს შემდეგი ფაზის მიხედვით - ზედაპირიდან სიღრმემდე. განსხვავება ის არის, რომ პროდუქტის სიღრმეში უფრო მეტი წილია გაყინული. გაუყინავი ნაწილის კუთრი სითბო აღინიშნება λ_0.

დეფორსტაციის პროცესი გაგრძელებისას, შესაძლებელია გამოვიყენოთ ფორმულა 2.3.5, მაგრამ უნდა შეიცვალოს გაყინული სხეულის ნაწილის თბოფიზიკური თვისებების ნაცვლად p C და λ, გაუყინავი სხეულის თბოფიზიკური თვისებებით p_0 C_0 და λ_0.

$$\tau_1 = \frac{\rho \cdot C \cdot R^2}{\lambda} \cdot \frac{1+\ln\left(1+\frac{0{,}65}{Bi^*}\right)}{4+2|k-1|} \quad Bi^* = \begin{cases} Bi+1-k & \text{როცა} \quad k<1 \\ Bi & \quad\quad\quad\quad k>1 \end{cases}$$

თანდათანობითი ლღობისას გამოყოფილი ტენი τ_2 გავიანგარიშეთ შემდეგი ფორმულით:

$$\tau_2 = \frac{q \cdot w \cdot \rho \cdot R^2}{\lambda(t_{kr}-t_{cl})} \cdot F(Bi,a,k); \qquad a = \frac{t_0 - t_{kr}}{t_{kt} - t_{cl}} \quad \textbf{(5.1.1)}$$

სადაც $t_0=0^0C$ – გაყინული სუფთა წყლის ტემპერატურაა, α – ზოგიერთი უსაზღვრო კონსტანტაა, α<<1; ფუნქციის მნიშვნელობისათვის F(Bi,α,k) k=0,1,2

$$\tau_3 = \Phi \cdot \frac{q \cdot w \cdot \rho \cdot R^2}{(t_{kr}-t_{cl})} \cdot \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda^2} \cdot \frac{b(Bi+2)}{2Bi} \cdot \ln\left(1+\frac{Bi}{b(Bi+2)}\right)$$

$$b = \frac{2\lambda_0 + \lambda}{3\lambda_0} \cdot a \quad \textbf{(5.1.2)}$$

სადაც λ_0 არის გაუყინავი პროდუქტის თბოგამტარობა (კრიოსკოპული ტემპერატურისას), b – უსაზღვრო კონსტანტაა.

სხეულს, რომელსაც კრიოსკოპულზე მაღალი ტემპერატურა აქვს, სიცივის არეში მოხვედრისას სწრაფად არ იწყებს გაყინვას. დასაწყისში მისი ზედაპირი ცივდება კრიოსკოპულ ტემპერატურამდე, ამასთანავე საშუალოცვალებადობის ტემპერატურა მაღალია. ამის შემდეგ იწყება გაყინვის პროცესი.

$$\tau_4 = \Phi \cdot C_0 \cdot \rho \cdot R \cdot \frac{\bar{t}_0 - t_{kr}}{t_{kr} - t_{cl}} \cdot \left(\frac{R}{\lambda} \left(2 + \frac{A \cdot \chi_0}{k+1} \cdot \frac{Bi+2}{Bi} \right)^{-1} + \frac{1}{\alpha} \right)$$

$$\mathrm{A} = \frac{\lambda_0 \cdot q \cdot w}{C_0 (t_{kr} - t_{cl}) \lambda}; \quad \chi_0 = \frac{(k+1) \cdot (k + 5 + 2\sqrt{2 \cdot k + 6})}{4}$$

დროებითი გაყინვის გარდა პრაქტიკაში აუცილებელია ვიცოდეთ პროდუქტის გაყინვის დამთავრებისას საშუალოცვალებადობის ტემპერატურა, ამასთანავე პროდუქტის დიდი ხნით შენახვის თვალსაზრისით ის არა მარტო უნდა იყოს გაყინული, არამედ გაცივებული საშუალოცვალებადობის ტემპერატურამდე (-18^{0}C). თუ პროდუქტის გაყინვის პროცესის დამთავრებისას საშუალოცვალებადობის ტემპერატურა არის
-18^{0}C მეტი, მაშინ აუცილებელია მოცემულ ტემპერატურამდე დაყვანა. ეს პროცესი გამოვსახეთ შემდეგი ფორმულით:

$$t = \begin{cases} t_{cl} + \dfrac{(1-\kappa)\cdot(Bi+2)}{2\cdot(Bi+1-k)} \cdot (tkr - tcl) & \text{როცა } \kappa < 1 \\ t_{cl} & \kappa > 1 \end{cases}$$

სითბო, რომელიც გაყინვისას გამოიყოფა:

$$Q = G \cdot \left\{ C_0 (t_{start} - t_{kr}) + r \cdot w \cdot \omega + C (t_{kr} - \bar{t}_{end}) \right\}$$

სადაც G არის გაყინული პროდუქტის მასა, კგ; C_0 კუთრი სითბო გაუყინავი ობიექტის, კჯ/(კგ•K); $t_{საწ}$- საწყისი საშუალოცვალებადობის ტემპერატურა, ^{0}C; $t_{კრ}$- კრიოსკოპული ტემპერატურა, ^{0}C; r- ყინულისწარმოქმნისას გამოყოფილი სითბო ჯ/კგ; w-პროდუქტში ტენის წილი; ω- გაყინული ტენის წილი; C – გაყინული პროდუქტის კუთრი სითბო, (ჯ/კგ•K); $\bar{t}_{საბ}$ - საბოლოო საშუალოცვალებადობის ტემპერატურა, ^{0}C.

პროდუქტიდან გამოყოფილი სითბო გალღობამდე:

$$Q = G \cdot \left\{ r \cdot w \cdot (\omega_k - \omega') + C (\bar{t}' - \bar{t}_{end}) \right\}$$

სადაც $\bar{t}'$ - პროდუქტის საწყისი საშუალოცვალებადობის ტემპერატურაა, ^{0}C, $\bar{t}' \langle \bar{t}_{\text{საბ}}$; ω, ω'- გამოყინული წყლის წილი

$\bar{t}_{\text{საბ}}$ და $\bar{t}'$ ტემპერატურისას.

ხორცის ხარისხი დიდაა დამოკიდებული გალღობის პროცესის მეთოდზე. ვინაიდან დიდი ხნის გალღობისას ხდება ყინულის კრისტალის ნელ-ნელა რღვევა, 0-დან +4^{0}C-ზე ხორცის გალღობისას შეიმჩნევა ცილების დიდი ნაწილის სითხის ანუ პლაზმის სახით გამოყოფა მასიდან, ხოლო +18^{0}C-ზე უკეთესი შედეგი მიიღწევა. ხორცის ასეთ პირობებში გალღობისას შედარებით უკეთ ინახება მისი შიდა სტრუქტურა [170; 171; 172].

5.2 გალღობილი ფრინველის ტანხორცის მაჩვენებლის შესწავლა და მათი ანალიზი

II, IV და VI თვის შემდეგ -20^{0}Cზე გაყინული ფრინველის ტანხორცი გავალღვეთ +20^{0}C-ზე, სადაც ჰაერის ტენიანობა იყო 60%. გალღობილი ფრინველის მასა კვლავ ავწონეთ. მონაცემები მოცემულია მე-11 ცხრილში.

ცხრილი 13. -18^{0}C-ზე შენახული გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასის შენარჩუნება გალღობის პირობებში

ჯგუფები	გაყინული ფრინევლის ტანხორცის მასა			გალღობილი ფრინველის ტანხორცის მასა		
	-18^0 C t			+20^0 C t. ჰაერის ტენიანობა 60%		
	2 თვის შემდეგ	4 თვის შემდეგ	6 თვის შემდეგ	2 თვის შემდეგ	4 თვის შემდეგ	6 თვის შემდეგ
I	1272.3	1271.34	1260.34	1242.3	1233.34	1210.34
II	1572.6	1560.7	1550.9	1545.4	1524	1502.1
III	1375.1	1364.6	1356.2	1350.1	1339.1	1311.2
IV	1326.8	1317.3	1309.3	1301.9	12953	1289.3

კვლევიდან გამომდინარე I (საკონტროლო) ჯგუფში II თვის შემდეგ გალღობილი ფრინველის ტანხორცის მასა შემცირდა 2.3%-ით, IV თვის შემდეგ – 2.9%-ით, VI თვის შემდეგ _ 3.9%-ით. II (საცდელი) ჯგუფში გალღობილი ფრინველის ტანხორცის მასა II თვის შემცირდა _ 1.7%-ით, IV და VI თვეების შემდეგ _ 2.3%-ით და 3.1%-ით. III (საცდელი) ჯგუფში გალღობილი ფრინველის ტანხორცის მასა II თვის შემდეგ შემცირდა 1.8%-ით, IV თვის შემდეგ _ 1.8%-ით, VI თვის შემდეგ _ 3.3%-ით, IV (საცდელი) ჯგუფში II თვის შემდეგ - 1.8%-ით, IV _ 1.6%-ით, VI _ 1.5%-ით. როგორც ცხრილიდან ირკვევა IV საცდელ ჯგუფში გალღობილი ფრინველის ტანხორცის მასის დანაკარგი სხვა ჯგუფებთან შედარებით მცირეა.

ანალოგიურად გავალღვეთ +20^{0}C-ზე II, IV და VI თვის შემდეგ მინუს 40^{0}Cზე გაყინული ფრინველის ტანხორცი, სადაც ჰაერის ტენიანობა იყო 60%. გალღობილი ფრინველის მასა კვლავ ავწონეთ.

ცხრილი 14. -18^{0}C-ზე შენახული გაყინული ფრინველის მასის შენარჩუნება გალღობის პირობებში

ჯგუფები	გაყინული ფრინველის მასა გ-ში			გალღობილი ფრინველის მასა გ-ში		
	- 18^0 C			20 C. ჰაერის ტენიანობა 60%		
	2 თვის შემდეგ	4 თვის შემდეგ	6 თვის შემდეგ	2 თვის შემდეგ	4 თვის შემდეგ	6 თვის შემდეგ
I (საკ)	838.15	743.08	689	820	718.08	659
II (საცდ)	1239.9	1116.65	990.6	1225	1094.15	963
III (საცდ)	890.4	792	691.15	880	770	673.15
IV (საცდ)	1090.6	991.2	840.8	1080	969.2	828

კვლევიდან გამომდინარე I (საკონტროლო) ჯგუფში II თვის შემდეგ გალღობილი მასა შემცირდა 2.1%-ით, IV თვის შემდეგ – 3.3%-ით, VI თვის შემდეგ _ 4.3%-ით. II (საცდელი) ჯგუფში გალღობილი მასა II თვის შემცირდა _ 1.2%-ით, IV და VI თვეების შემდეგ _ 2.0%-ით და 2.7%-ით. III (საცდელი) ჯგუფში გალღობილი მასა II თვის შემცირდა 1.16%-ით, IV თვის შემდეგ _ 1.5%-ით, VI თვის შემდეგ _ 2.6%-ით, IV (საცდელი) ჯგუფში II თვის შემდეგ - 0.97%-ით, IV _ 1.1%-ით, VI _ 1.5%-ით. როგორც ცხრილიდან ირკვევა IV საცდელ ჯგუფში გალღობილი ფრინველის ტანხორცის მასის დანაკარგი სხვა ჯგუფებთან შედარებით მცირეა.

როგორც ცნობილია, ოთხი დღის განმავლობაში ხორცის 4^0C- ზე შენახვისას, მასში ლიპიდების დაჟანგვა შემცირდა [173; 174]. მოგვიანებით დოუნსმა ჩაატარა კვლევები იგივე პირობებში ხორცზე, რომლის შედეგადაც ჟანგვითი პროცესების შეფერხებისას გულ-მკერდის კუნთში ტენის დაკარგვა შემცირდა 17%-ით [124].

შევისწავლეთ სელენის გავლენა გალღობილი ხორცის ქიმიური შემადგენლობაზე.

ტენის განისაზღვრის მეთოდი (103P±2)^0 C ტემპერატურის ქვეშ

მეთოდური მითითება: ხორცში ტენიანობის განსაზღვრა წარმოადგენს მისი ხარისხის შეფასების მთავარ მაჩვენებელს, რომელიც გავლენას ახდენს პროდუქტის შენახვაზე, გამოსავლიანობაზე, კონსისტენციასა და სხვა ტექნოლოგიურ თვისებებზე.

ნიმუშის მომზადება: ხორცის ნიმუშს მოვაცილეთ გარსი და დავაქუცმაცეთ დანის საშუალებით, ის მოვათავსეთ 200-400 სმ^3 ტევადობის მინის ჭურჭელში და შევინახეთ 3-დან 5^0 C –მდე ტემპერატურის პირობებში, დავაყოვნეთ 24 საათი.

ანალიზის მსვლელობა: საშრობ კარადაში ცარიელი ბიუქსები დავაყოვნეთ (103±2)^0 C ტემპერატურის ქვეშ 30 წთ-ის განმავლობაში. შემდეგ გამოვიღეთ, გავაცივეთ ექსიკატორში ოთახის ტემეპრატურამდე და ავწონეთ ანალიზურ სასწორზე, სადაც ნიმუშები იწონება P0.001 გ სიზუსტით.

გამოშრობის პროცესი გრძელდება მანამ, სანამ არ მიიღება მუდმივი მასის წონა. გამოშრობის შემდეგ (103±2)^0 C ტემპერატურის ქვეშ ყოველი განმეორებითი აწონვა მიმდინარეობს 1 სთ-ის განმავლობაში. ბოლო ორი გამოწონილი ნიმუშის მასის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 0.1%-ს. ტენის მასური X% წილი გამოვთვალეთ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \right) \bullet 100$$

სადაც m_1და m_2 არის ბიუქსის წონა ნიმუშიანად გამოშრობამდე და გამოშრობის შემდეგ გ-ში.

m არის ბიუქსის მასა გამოშრობის შემდეგ გ-ში.

ნაცარის გასაზღვრა: ნაცრის განსაზღვრისათვის ვახდენთ მინერალიზაციას ფაიფურის ტიგელში, ტიგელს წინასწარ ვაწრთობთ, შემდეგ ნიმუშთან ერთად ელექტრო ღუმელში მუდმივ წონამდე. I აწონვა მოვახდინეთ 1 სთ-ის გამოწრთობის შემდეგ. II გამოწრთობიდან აწონვა ხდება 30 წთ–ის შემდეგ. ნიმუში მუდმივ წონამდე მიღწეულად ითვლება თუ სხვაობა ნიმუშის ორ ანაწონს შორის არ იქნება 0.0002 გ-ზე მეტი. გამოწრთობილ და მუდმივ წონამდე მიყვანილ ტიგელში ვდებთ ნიმუშის 2-3 გ წონაკს 0.0002გ-ის სიზუსტით. დასაწყისში დაწვას ვახდენთ ელექტრო ღუმელის დაბალ

ტემპერატურაზე გახურებით, შემდეგ ვუმატებთ ტემპერატურას 600-800^{0}C-მდე. ნიმუშს ვწვავთ 1-2 სთ-ის განმავლობაში. ნაცრის შემცველობას X%-ს გამოვიანგარიშეთ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot 100}{b}$$

სადაც a არის ნაცრის წონა გ-ში.
b არის ნიმუშის წონა გ-ში

პროტეინის გასაზღვრა კელდალის მეთოდით:

მეთოდი დაფუძვნებულია ორგანული ნივთიერების იმ თვისებაზე, რომ ადუღებული გოგირდმჟავას მოქმედებით, დაიშალოს ნახშირირჟანგად და წყლად. საკვლევ ნიმუშში არსებული ცოლოვანი აზოტი ჰიდროლიზდება ამინომჟავებამდე და შემდეგ ამიაკამდე, რომელიც დისტიალციის პროცესში უკავშირდება მიმღებ კოლბაში არსებულ გოგირდმჟავის ან ბორის მჟავის ხსნარს.

რეაქტივები:_კონცენტრირებული გოგირდის მჟავა (ხვ. წონა 1.84); 0.1 ნორმალობის გოგირდმჟავას ან მარილ მჟავას ხსნარი; 0.1 ნორმალობის მწვავე ნატრიუმის ხსნარი; 33-40% მწვავე ნატრიუმის ხსნარი; 2%-იანი ბორის მჟავას ხსნარი; ინდიკატორები: მეთილწითელი (0.2 გ ინდიკატორი გახსნილი 100 მლ 60%-იან ეთილის სპირტში) ან შერეული ინდიკატორი, ტაშიროს (0.125 გ მეთიწითელი და 0.0825 გ მეთილლურჯის ნარევი გახსნილინ 100 მლ 90%-იან ეთილის სპირტში); კატალიზატორები: გოგირდმჟავა კალიუმი და გოგირდმჟავა სპილენძი, ან ამ მარილების ნარევი ელემენტ სელენთან შეფარდებით 100:10:5. ნარევი კარგად ისრისება როდინში; ქაღალდი (წითელი ან ნეიტრალური).

ანალიზის მსვლელობა: ნიმუში უნდა გამოშრეს ჰაერმშრალ მდგომარეობამდე. საანალიზოდ წონაკის რაოდენობა დამოკიდებულია აზოტის შემცველობაზე საწყის ნიმუშში, რომელსაც წონიან ანალიზურ სასწორზე. ხორცის ნიმუში იწონება 0.3 გ ოდენობით, რომელიც თავსდება კელდალის კოლბაში. ვუმატებთ კატალიზატორს და გოგირდის მჟავას 10-15 მლ რაოდენობით.

გოგირდმჟავიან კელდალის კოლბებს ვახურებთ მინის სახურავს და ვდგამთ 30 წთ. რის შემდეგ დახრილ მდგომარეობაში ვწვათ. პროცესი შეიძლება ჩავთვალოთ დასრულებულად, როდესაც ორგანული ნივთირების დაშლა მთლიანდ დამთავრდება და ხსნარი მიიღებს გამჭირვალე ფერს, რის შემდეგ კოლბას ვაცივებთ, ჩავრეცხავთ 25-30 მლ გამოხდილი წყლით 3-4-ჯერ და გავასხამთ ამიაკის გამოსახდელ ჭურჭელში, რომელსაც ვათავსებთ სპეციალურ კელდალის აპარატთან ამიაკის გამოსახდელად.

მიმღებში ბიურეტეკიდან ვასხამთ 25-30 მლ 0.1% გოგირდის მჟავას ან 2% ბორის მჟავას ხსნარს. ვუმატებთ რამდენიმე წვეთ ინდიკატორს. ვდგამთ გამოსახდელ აპარატთან ისე, რომ მაცივრის მილაკის ბოლო ჩაშვებული იყოს მჟავაში (წინააღმდეგ შემთხვევასი ამიაკი დაიკარგება). გადასადენ კოლბაში კოვზით წვერით ვუმატებთ პენზას, რაც აუცილებელია შიგთავსის თანაბარი დუღილისათვის, როცა მჟავიანი მიმღები დაიდგმება,

გამოსახდელ კოლბაში ძაბრის საშუალებით ვასხმათ 50-60 მლ 33-40%-იან მვავე ნატრიუმის ხსნარს, მსუსბუქად შევანჯღრევთ, რომ ხსნარების შერევა მოხდეს. ამასთან ერთად ყურადღება უნდა მივაქციოთ, რომ გამოსახდელი კოლბა ჰრემეტიულად იყოს დაკავშირებული წვეთდამჭერთან და მაცივართან. რისი დამადასტურებელიც იქნება ჰაერის ბუშტები გაჩენა მიმღებში.

ჩავრთავთ ელექტრო ღუმელს და გამოვხდით ამიაკს, რომელიც შეკავშირდება 0.1%-იან გოგირდის მჟავის ან 2%-აინი ბორის მჟავის ხსნართან. კარგი დუღილის შემთხვევაში გამოხდა მთავრდება 30-40 წთ-ის განმავლობაში, რომელსაც ვამოწმებთ ლაკმუსის ქაღალდით, რისთვისაც ვასველებთ მას მაცივრის ბოლო მილაკიდან გამოსული წვეთით (დამთავრების შემთხვევაში რეაქცია ნეიტრალურია). ამის შემდეგ მაცივრის გადასადენი მილაკის ბოლოს კარაგად ჩავრეცხავთ როგორც შიგნით, ისე გარეთ. მიმღებ კოლბაში და მიღებულ ხსნარს ვტიტრავთ გოგირდმჟავით ან ბორისმჟავით. ნიმუშში არსებული აზოტის და ნედლი პროტეინის გაანგარიშების დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ 0.1%-იანი გოგირდმჟავის 1 მლ ბოჭავს 0.0014 გ. აზოტს, ხოლო 1 გ აზოტი საშუალოდ წარმოქნის 6.25 გ ნედლ პროტეინს.

ნიმუშში ნედლი პროტეინის შემცველობას გავიანგარიშეთ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{0.0014 \cdot a \cdot 100 \cdot k \cdot 6.25}{b}$$

სადაც X არის ხორცის ნიმუშში პროტეინის პროცენტული შემცველობა.

a _ არის დატიტვრაზე დახარჯული 0.1%იან გოგირდმჟავის ან მწვავე ნატრიუმი რაოდენობა, მლ.

b _ არის ხორცის ნიმუშის წონა, გ.

K _ არის 0.1% გოგირდის მჟავის შესწორების კოეფიციენტი.

6.25 _ არის აზოტის ნედლ პროტეინში გადასაყვანი კოეფიცინეტი.

100 _ არის პროცენტული გამოსახულება.

ცხიმის განსაზღვრა სოქსლეტის მეთოდით

მეთოდი ითვალისწინებს ცხიმის ექსტრაგირებას პროდუქტში. პროცესის მსვლელობისას გამომშრალი წონაკიდან ეთილის ეთერით ხდება ცხიმის გამორეცხვა.

ანალიზის მსველობა: 100-105^{0}C-ზე ხორცში ტენის განსაზღვრის შემდეგ ავწონეთ მშრალი ნიმუში, მოვათავსეთ წინასწარ 100-105^0 C –ზე გამომშრალ და აწონილ ფილტრის ქაღალდზე. შემდეგ ნიმუში მოვათავსეთ ფილტრის ქაღალდიანად სოქსლეტის აპარატში, რომლის მიმღებ კოლბაში ვასხამთ 2/3 მოცულობის ეთერს. ის შევუერთეთ ექსტრაქტორს და ვდგამთ ქვიშის აბაზანაზე. მაცივარში ვუშვებთ წყალს, ქვიშა ცხელდება 50-55^0 C-მდე. ექსტრაგირება

ხდება 6-7 სთ-ის გამნმავლობაში, ამ პერიოდის განმავლობაში 1 სთ-ში 5-6 ჯერ ხდება კოლბის ეთერით ჩამორეცხვა. ექსტრაგირების დასრულებას ვამომწმებთ, ექსტრაქტორიდან გამოსული ეთერის წვეთს, ვათავსებთ ფილტრის ქაღალდზე ან საათის მინაზე. ეთერის აორთქლების შემდეგ თუ არ დარჩა ფილტრის ქაღალდზე ცხიმის კვალი ე.ი გამოხდა დასრულებულია. ამის შემდეგ ვიღებთ ნიმუშიან პაკეტს ექსიკატორიდან და ვაშრობთ საშრობ კარადაში 100-105^{0}C-ზე მუდმივ წონამდე. I აწონვა ხდება 1 სთ. გამოშრობის შემდეგ, ხოლო შემდეგი აწონვა ყოველი 30 წთ-ის შემდეგ. აწონვის წინ ნიმუშებს ვაცივებთ 20 წთ-ის განმავლობაში. ცხიმის X% შემცველობა გავიანგარიშეთ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{a - á \cdot 100}{b}$$

AN

სადაც a არის ნიმუშის წონა ფილტრის ქაღალდით ექსტრაქტამდე; $á$ არის ნიმუშის წონა ფილტრის ქაღალდით ექსტრაქტის შემდეგ; $á$ - წონაკი გ-ში.

ცხრილი 15. ფრინველის ხორცის გულმეკრდის კუნთის ქიმიური შემადგენლობა (100 გ.)

ჯგუფები	ტენიანობა	პროტეინი	ცხიმი	ნაცარი	კალორიულობა კჯ/გ
I (საკ)	72.4	22.1	2.3	1.2	469
II (საცდ)	72.7	22.4	2.7	1.2	490
III (საცდ)	74.2	22.2	2.4	1.2	475
IV (საცდ)	74.5	21.6	2.7	1.2	476

ცხრილი 16. ფრინველის ხორცის ბარკალის კუნთის ქიმიური შემადგენლობა (100გ-ში)

ჯგუფები	ტენიანობა	პროტეინი	ცხიმი	ნაცარი	კალორიულობა კჯ/გ
I (საკ)	77.2	17.5	4.3	1.0	468
II (საცდ)	77.2	17.5	4.3	1.0	468
III (საცდ)	77.1	17.1	4.8	1.0	480
IV (საცდ)	77.0	17.1	4.9	1.0	484

როგორც მე-15 და მე-16 ცხრილების მონაცემიდან ირკვევა, სელენს ხორცის ქიმიურ შემადგენლობაზე მნიშვნელოვანი ცვლილება არ მოუხდენია, ამასათნავე გაყინული ხორცის კვებითი ღირებულება VI თვის შემდეგ შენარჩუნებული იქნა.

დასკვნები

- ორგანული სელენის (სელენპლექსი) დამატება კომბინირებულ საკვებში ხელს უწყობს ფრინველის ზრდა-განვითარებას და იწვევს საკვების დანახარჯის შემცირებას ერთეულ ცოცხალ მასაზე.
- ორგანული სელენით გამდიდრებული ფრინველის ულუფა ზრდის სელენის საერთო შეთვისებადობის უნარს და მისი რეზერვი გროვდება ხორცის კუნთოვანი ქსოვილის უჯრედში.
- სელენის მზარდი შემცველობა ფრინველის ხორცში ამცირებს ზოგიერთი მეტალების (Ca, K, Fe, Zn, Cu, Rb, Sr) კონცენტრაციას.
- მზარდი დოზით ორგანული სელენის პრეპარატის დამატება ბროილერის წიწილების ულუფაში დადებით გავლენას ახდენს გაყინული და დაბალ ტემპერატურაზე შენახული ხორცის ხარისხზე. რაც განპირობებულია სელენით გამდიდრებული ხორცის pH დონის გაზრდით, რის შედეგადაც ფრინველის ხორცში არეს აქტიური რეაქცია უახლოვდება ნეიტრალურს.
- -18^0 C-ზე გაყინული ხორცის 6 თვით შენახვისას შენარჩუნდა ხორცის კვებითი ღირებულება და საგემოვნო თვისებები.

- სელენის კონცენტრაციის ზრდა ფრინველის წითელი და თეთრი ხორცში არ იწვევს ქიმიური ცვლილებს.
- სელენის კონცენტრაციის გაზრდა ფრინველის ხორცში ხელს უწყობს მასში ტენის შებოჭვას და დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის პროცესში ფრინველის ტანხორცის მასის შენარჩუნებას.
- დადგენილია, რომ სელენით გამდიდრებული ფრინველის ტანხორცისათვის ოპტიმალურია სწრაფი გაყინვის მეთოდი
  -40^{0}C-ზე ტემპერატურამდე. რაც უზრუნველყოფს მთელ გასაყინ მასაში ყინულის კრისტალების თანაბარ წარმოქმნას და შედეგად მაღალი ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების შენარჩუნებას.
- საქართველოს საწარმოო პირობები უზრუნველყოფს ფრინველის ტანხორცის გაყინვას -20^{0}C-ზე და შენახვას -18^{0}C-ზე. ასეთ პირობებში შენახული ხორცის კვებითი ღირებულების შენარჩუნებასთან ერთად ადგილი აქვს ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების გარკვეულ ცვლილებებს, რაც დაკავშირებულია ყინულის კრისტალების ლოკალური წარმოქმნასთან.
- გაყინვის რეჟიმები გავლენას ახდენენ შენახვისა და დეფორსტაციის შედეგად მიღებული პროუქტის მაჩვენებლებზე, კერძოდ -40^{0}C-ზე გაყინული ტანხორცის გალღობის შედეგად მიღებულ პროდუქტს ახასიათებს უკეთესი კუნთოვანი ქსოვილის სტრუქტურა ვიდრე -18^{0}C-ზე ტემპერატურაზე.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Нечаева А.П – Пищевая химия/Санкт-Петербург- ГИОРД. 2004 г. с 632.
2. Tomson CD, Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. Eur J Clin Nutr 2004; 58:391-402.
3. Goldhaber SB. Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2003;38:232-42.
4. Combs GF., Clark LC., Turnbull BW. An analysis of cancer prevention by selenium. Biofactors 14. 2001;153-9.
5. Meyer F, Galan P, Douville P, Bairati I, Kegle P, Bertrais S, et al. Antioxidant vitamin and mineral supplementation in the SU.VI MAX trial. Int J Cancer 2005 ;116:182-186.
6. Lippman SM., Klein EA., Goodman PJ., Lcia MS., Thompson IM., Ford LG, et al the effect of selenium and vitamin E on risk of prostate cancer and other cancers: the Selenium and Vitamin E Cancer Prevencion Trial (SELECT). JAMA 2009;301:39-51.
7. Голубкина Н. А., Папазян Т. Т. Селен в питании – Растеныя, Животные, Человек./Москва 2006 г. с 9-16.
8. Whanger, P.D.,: Selenocompounds in Plants and Animals and their Biological Significance. Journal of the American College of Nutrition, Vol. 21, No. 3, 2002. p.223-232.
9. Zhou BF, Stamler J, Dennis B, Moag-Stahlberg A, Okuda N, Robertson C, Zhao L, Chan Q, Elliott P for the INTERMAP Research Group. Nutrient intakes of middle-agd men and

women in China, Jpan, United Kingtom, and United States in the alte 1990s:The INTERMAP Study. J of Human Hypertension. 2003; 17:623-30.
10. Levander OA. Coxsackievirus as a model of viral evolution driven by dietary oxidative stress. Nutr Rev. 2000;58(2Pt2):S17-24.
11. Mc Kenzie RC., Beckett GJ., Arthur JR. Effects of selenium on immunity and aging. In:Hatfield DL, Berry MJ, Gladishev VN, eds. Selenium: Its Molecular Biology and Role in Human Health. 2nd ed. New York: Springer; 2006:311-323.
12. Kantola M., Vartianen T. Changes in trace element contacts in Finish maternal milk during selenium supplementation in fertilizers//Proc. 7th Nordic Symp. „Trace elements in human health and disease" Espoo-1999. p15-18
13. Mc Kenzie R.C., Arthur J.R., Miller S.M., Rafeerty T.S., Beckett G.J. Selenium and the immune system//in Nutrition and immune function. P.C. Calder, CJ Field, H.C. Gill (eds)-2002-CABI Publishing. Wallingford. UK.P.239-250.
14. Rayman M.P. The argument for increasing selenium intake//Proc.Nutr.Soc.-2002-Vol.61-P.203-215.
15. Combs GF. Food system-based approaches to improving micronutrient: the case for selenium. Biofactors 2000; 12:39-43.
16. Zimmerman MB and Kohrle J. The impact of iron and selenium deficiencies on iodine and thyroid metabolism: biochemistry and relevance to public heath. Thyroid 2002; 12:867-78.
17. Beck MA, Levander O, Handy J. Selenium deficiency and viral infection. J.of Nutr 2003; 133:1463S-67S.
18. Levander OA and Beck MA. Interacting nutritional and infections etiologies of Kashan disease. Insights from coxcackie virus B-induced myocarditis in mice deficient in selenium or vitamin E. Biol Trace Elem Res 1997; 56:5-21.
19. Ellis DR and Salt DE. Plants, selenium and human health. Curr Opin Plant Biol. 2003; 6:273-9.
20. Rayman M.P. The argument for increasing selenium intake//Proc.Nutr.Soc.-2002-Vol.61-P.203-215.
21. Shrauzer G .N., Selenium and human health: the relationship of selenium status to cancer and viral diseases//Proc, of Alltech's 18 th Annual Symposium Nutritional biotechnology in feed and food industries-ed. T.P.Lyons, K.A. Jacques-Nottingham – 2002 – P.263-272.
22. CombsG Selenium in Nutrition//Enciclopedia of human biology, 2d ed.-1997-Vol.7-P.743-754.
23. Гичева Ю. П., Огановой Э. Введение в общую микронутриентологию/Новосибирск 1998 г. с 216.
24. Burck RF, Olson GE, Hill KE. Deletion of seleoprotein P gene in the mouse. In: Hatfield DL, Berry MJ, Gladishev VN, eds. Selenium: Its Molecular Biology and Role in Human Health. 2nd ed. New York: Springer;2006:111-122.
25. Mustacich D., Powis G. Thiredoxin reductase. Biochem J. 2000;346 Pt 1:1-18.
26. Reiter R., Wendel A. Selenium and drug metabolism. I. Multiple modulations of mouse liver enzymes//Biochem. Pharmacol. 1983. Vol. 32. P. 3063-3067.
27. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А., Голубкина Н.А., Кушлинский Н.Е., Соколов Я. А – Селен в организме человела//Москва Изд. РАМН 2002г с. 219.

28. Arthur JR. The role of selenium in thyroid hormone metabolism. Can J Physoil Pharmacol 1991;69:1648-52.
29. Derumeaux H., Valeix P., Castetbon K, Bensimon M, Boutron-Ruault MC, Arnaud J, Hercberg S. Association of selenium with thyroid volume and echostrcture in 35-to 60-year-old French adults. Eur J Endocrinol 2003; 148(3):309-15.
30. Gladishev V.N. Selenoproteins and selenoproteomes. In: Hatfield DL Berry MJ, Gladishev VN, eds. Selenium: Its molecular biology and role human health. 2nd ed. New York: Springer; 2006:99-114.
31. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. –СПБ. ГИОРД, 2004.-С.240.
32. Рогожин В.В., Верхотуров В.В., Рогожина Т.В. Пероксидазный катализ многокомпонентных систем. –Якутск,Сахаполи-графиздат, 2003. с. 165.
33. Рогожин В.В. Биохимия Мышц и Мяса, Санкт-Петербург Гиорд 2009. с. 237.
34. Parizek J. et al.,//The detoxifying effects of selenium, in:Mertz, W&Cornatzer W.E. ed. Newer trace elements in nutrition, N,Y., M. Dekker, inc., 1971. p.85-122.
35. KOSTA, L. et al.,//Correlation between selenium and mercury in man following to inorganic mercury//. Nature (london) 1975: 7,p.40-44
36. Thomas D.J., Smith J.C. Effects of coadministrated sodium selenite on short-term distribution of methylmercury in the rat//environ Res. 1984. Vol. 34.p. 287.
37. Komsta-Szumska E., Reubt K.R., Mittler D.R. //Effect of selenium on distribution, demethylation and excretion of methylmercury by the guinea pig//J. toxicol. Environ. Health. 1983. Vol. 12. p. 775.
38. Masukava N., Nisbimura T., Kito H., lwata H. influence of diethymalate on the formation of bis (methylmercuric) selenide and methylmercury distribution in rats//J.Pharm. Dyn. 1983. Vol.6.p.950.
39. Cbang L.W. Pathological effect of mercury poisoning//The biochemistry of mercury in the environment/ Ed. J.O. Nraigu. N.Y.:Elsevier, 1979.p.51.
40. Holmberg R. E., Fern V.H., interrelationships of selenium, cadmium and arcenic in mammalian teratogencesis//Rch.Environ. Health 1969. Vol. 18.p. 873.
41. Gasiewitz T.A., Smith J.C. interactions of cadmium and selenium in rat plasma in vivo and in vitro//Biochim.Biophys.Acta.1976.Vol.428.p.113.
42. Nordberg G.F. Cadmium metabolism and toxicity. Experimental studies on mice with special reference to the use of biological materials as induces of retention and the possible role of metallothionein in transport and detoxification of cadmium//Environ. Physiol.Biochem.1972.Vol.2.P.7.
43. Gantber H.E. Modification of methylmercury toxicity and metabolism by selenium and vitamin E: possible mechanism//Environ. Health Perspect. 1978. Vol. 25.P.71.
44. Clark L. C., Combs G. F,\., Turnbull B.W. et. Effects of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin//JAMA. 1996. Vol. 276, N 26. p. 1957-1963.
45. Dietary Guidelines Advisory Cmmitte, Agricultural Research Service, United States Departament of Agriculture (USDA). HG Bulletin No.232,2000.
46. Сидельникова В.Д.-Геохимия селена и в биосфере //Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. М: Наука, 1999г. Т.23. с. 81-99.

47. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А., Голубкина Н.А., Кушлинский Н.Е., Соколов Я. А – Селен в организме человела//Москва Изд. РАМН 2002г с. 219.
48. Gissel-Nilsen G., Selenium fertilizers and foliar application, Danish experiments//Ann.Clin. Res.-1986-Vol.18-No 1-P.61-64.
49. Aro A., Alfthan G. Effect of supplementation of fertilizers on human selenium status in Finlad//Analyst-1995-Vol. -P.841-843.
50. Aspila P. The history supplemented fertilization in Finlad//Proceedings „Twenty years of selenium fertilization-2005,8-9 Sept., Helsinki, ed-M.Eurola-P.8-13.
51. Schrauzer G.N. Nutritional selenium supplements: product types, quality//J.Am coll. Nutr. - 2001-Vol. 20-P. 1-4
52. Shrauzer GN., The nutrition significance, metabolism and toxicology of selenmethionine. Adv Food Nutr Res 2003:47:73-112.
53. Golubkina N.A., Alfthan G. The human selenium status in 27 regions of Russia//J.Biomed.Sci.- 1999-Vol6-P.141-160.
54. Arthur D, Selenium content of Canadian foods//Can.inst.Food Sci. technol. J-1972-Vol.5-P.165.
55. Terry N., Zayed A.M., de Souza M.P., Tarun A.S. Selenium in higher plants//Ann.Rev.Plant PHYSIOL.Plant Mol. Biol.-2000-Vol.51-p.401-432.
56. De Souza M.P., Lytle C.M., Mulholland M.M., Otter M.Z., Terry N. Selenium assimilation and volatilization from dimethhylselenon---by Indian mustard//Plant Physiol -2000-Vol. 122-P.1281-1288.
57. Brown N., Shrift A. Exclusion of selenium from proteins of selenium-tolerant Astragalus species//Plant Physiol.-1981-Vol.67-P. 1051-1059.
58. Neuhierl B., Thanbichler M., Lottspeich F., Bock A. Afamily of S-methylmethionine-dependant thiol/selenol methyltransferases. Role in selenium tolerance and evolutionary relation//J. Biol.Chem.-1999-Vol.274-P.5407-5414.
59. Shrauzer G.N., Selenium and human health: the relationship of selenium status to cancer and viral diseases//Proc, of Alltech's 18 th Annual Symposium Nutritional biotechnology in feed and food industries-ed. T.P.Lyons, K.A. Jacques-Nottingham – 2002 –P.263-272.
60. Голубкина Н. А., Старцев В. И ., Беспалько А.В., Темичев А.В. Роль некоторых антиоксидантов китайской капусты//Аграрная наука – 2002-№12-с.14-15.
61. Блинехватов П.Ф. ред. Селен в биосфере-Пенза ПСХА-2002. с.130.
62. Голубев Ф.В., Голубкина Н.А., Горбунов Ю.Н., Минеральный состав многолетних луков и их пищевая ценность//Прикладная биохимия и микробиология- 2003-Т.39-№5-с.565-569.
63. Longnecker MP., Taylor PR., Levander OA., Howe M., Veillon C., McAdam PA., Patterson KY., Holden JM., Stampfer MJ., Morris JS., Willet WC., Selenium in diet, blood, and toenails in relation to human health in seleniferous area. Am J Clin Nutr 1991. 53:1288-94.
64. Мерецька В.В., Капрельянц Л.В.Показники якостітселеновмісних дріжджів// Розробка новых видів харчових продуктів з нетрадиційних видів сировин.- Наук. Праці ОДАХТ.-ОДЕСА, 1999 г. Вип.20.-С.178-180.
65. Жильцова Т.С., Белов А.П., Градова Н.Б. Накопление и распределение селена в клетках, обогащенных селеном дрожей рода Candida//Прикл. Биохимия и микробиология.-1998.-Т.34,№2.-С.186-188.

66. Шатнюк Л.Н., Воробьева В.М., Козлова Ю.А., Шагова М.В., Лечебно-профилактические продукты, обогащенные селеном //Хранение и переработка с/х сырья-1998.-№1.-С.38.
67. Струппуль Н.Э. Акумулация селена гидробионтами Японского моря в естественных и экспериментальных условиях. Дисс. К.б.н.Владивосток-2003. С.200.
68. Pennington JA., and Shoen SA. Contributions of food groups to estimated intakes of nutritional elements: Results from the FDA total diet studies, 1982-91. int J Vitam Nutr Res 1996;66:342-9.
69. US. Departamnet for Agriculture, Agricultural Research Service. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 16. Nutrient Data Laboratory Home Page, http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp. 2003
70. Mahan D.C. Effects of organic andinorganic selenium sources and levels on sow colostrums and milk selenium..J. Animal Science – 2000 – Vol.78 – P.100-105.
71. Smith K.L., Hogan J.S., Weiss W.P. Dietery vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality//J/Anim. Sci.-1997-Vol.75-P.1659-1665.
72. Givens D.I., Allison R., Cottrill B.R., Blake J. S. Enhancing the selenium content of bovine milk through alteration of the from and concentration of selenium in the diet of the dairy cow//J. Sci. Food Agric. -2004-Vol.84-P.811-817.
73. Ruan H., Tang X.D., Chen M.L., et al, High-quality life extension be the enzyme peptide methionine sulfoxide reductase//PNAS-2002-vol.99_p.2748.
74. Levine R.L., Mosoni B.S., Berlett D.S., Stadtman E.R. Methionine residues as endogenous antioxidants in proteins//Proc. Natl.Acad. USA-1996-Vol.93-p.15036-15040.
75. Stagsted et, al,2005 J., Hoac T., Akesson B., Nielsen J.H. Dietary supplementation with organic selenium (sel-Plex) alters oxidation in raw and pasteurized milk//Proc. Alltech's 21 st Ann. Symp. „Nutritional Biotechnology in Feed and Food Industries"-Nottingham-Univ.Press-2005-P.249-257.
76. Surai PF., Drovska J.E. Is Organic selenium letter for animals than inorganic sources?//Feed Mix-2001-Vol.9-P/8-10.
77. Paton N.D., Cantor A.J., Effect of dietary selenium source and storage on internal quality and shell strength of eggs//Poultry Science-2000-Vol.70 (supp-1)-P.116
78. Cantor A.H., The role of selenium in poultry nutrition//in Biotecnhology in the Feed industry. Proc.13th Alltech's Annual Symposium. Ed. Lyons T.P., Jacques K.A.Nottingham University Press. Nottingham, UK-1997-pp.155-164.
79. Фисинин В.И., Папазян Т.Т. Обогащенные куриные яйца – новый продукт питания//Птица и птицеводство -2003-№2-С.22-23.
80. Downs K.M., Hess J.B., Bilgili S. Selenium source effect on broiler carcass characteristics, meat quality and drip loss//J. Appl. Res.-2000-Vol.18-P.61-72.
81. Shi, B., and J. Spallholz. 1994a. Bioavailability of selenium from raw and cooked ground beef assessed in selenium-deficient Fischer rats. J. Am. Coll. Nutr. 13:95-101.
82. Meltzer, H., K. Bibow, I. Paulsen, H. Mundal, G. Norheim, and H. Holm.//Different bioavailability in humans of wheat and fish selenium as measured by blood platelet response to increased dietery Se//. 1993. Biol. Trace Elem. Res. 36:229-241.

83. Wen, H.Y., R.L. Davis, B. Shi. J.J. Chen, M. Boylan and J. E. Spallholz.//Bioavailability of selenium from veal, chiken, beef, pork, lmb, flounder, tuna, selenomethionine, and sodium selenite assessed in selenium-deficient rats.//1997. Biol. Trace Elem. Res.58:43-53.
84. Shi B., and J. Spallholz.//Selenium from beef is highly bioavailable as assessed by liver glutathione peroxidase (EC1.11.1.9) activity and tissue selenium. //1994.Br. J. Nutr. 72:873-881.
85. Van Der Torre, H., W. Van Dokkum, G. Schaufsma, M. Wedel, and T. Ockhuizen.//Effect of various levels of selenium in wheat and meat on blood Se status indices and on Se balance in Dutch men// 1991. Br. J. Nutr. 65:69-80.
86. Finley, J., and J. Penland//Adequacy or deprivation of dietary selenium in healthy men: Clinical and psychological findings. J. Trace Elem. 1998. Exp. Med. 11:11-27
87. Hawkes, W., and L. Hornbostel//Effects of dietary selenium on mood in Heathy men living in a metabolic research unit//.Biol.Psichiatry 39:121-128
88. Finley J.W., Grusak V.A., Keck A., Gregoire B.R. Bioavailability of Selenium from Meast and Broccoli As Determined by terention and distribution of Se 75. //Biological Trace Element Research. 2004. 99:191-209.
89. Mahan, D.C., T.R. Cline and B. RichertEffects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing-finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics and loin quality. . 1999. J. Anim. Sci. 77:2172-2179.
90. De Lyons, M.S. Organic selenium as a supplement for Atlantic salmon: effects on meat quality. In: Biotechnology in the Feed Industry: Proceedings of Alltech's 14 th Annual Symposium (T.P.Lyons and K.A. Jacques, eds). 1998. Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp.505-508.
91. Baker, R.T.M. The effects of dietary α- tocopherol and oxidised lipid on post-thaw drip from catfish muscle. 1997.Anim. Feed Sci. Tech. 65:35- 43.
92. Ferket, P.R. and E.A. Foegeding. 1994. How nutrition and management influence PSE in poultry meat. Broiler Ind. 57(9):23-28.
93. Mihailovic, M., P. Radetic and I. Vukovic. 1984. The influence of selenium deficiency on the incidence of PSE-muscle in pigs. Acta Veterinaria 34:279-286.
94. მამუკელაშვილი ნ, გაბისონია ტ, ნაჭყებია ჟ. ,,სხვადასხვა სისტემით გამოზრდილი ახლად დაკლული და გაყინული ბროილერის ხორცში მიკრობთა სახეობრივი და რაოდენობრივი ცვლილებები", ,,აგრარული მეცნიერების პრობლემები" სამეცნიერო შრომათა კრებული ტ. XVIII თბილისი 2002 წ. გვ. 329-332
95. Парцхаладзе К.Г, Тортладзе Л.А. - ,,Пути увеличения товарного количества кондиционной животноводческой продукции" საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის ,,სურსათის უვნებლობის პრობლემები" შრომათა კრებული. თბილისი 2008 წ.
96. Тортладзе Л., Парцхаладзе К. ,,О сохранении скоропортящихся продуктов,, საქართველოს ქიმიური ჟურნალი ISSN 1512-0886 Vol.9, #3, 2009, gv.231-236.
97. Shi, B., and J. Spallholz. 1994. Selenium from beef is highly biovailable as assessed by liver glutathione peroxidase (EC 1.11.1.9) activity and tissue selenium. Br. J. Nutr. 72:873-881. Snook, J.,D. Kinsey, D.L. Palmquist, J.P. DeLany, V.M. Vivian, and A.L. Moxon. 1987. Selenium content of foods purchased or produced in Ohio. J. Am. Diet. Assoc. 87:744-749.

98. Бабакин С.Б, Плешанов С.А. „Производство быстрозамореженные продуктов по современным технологиями" Мясная индустрия –№7 с 21-24, 2001г.
99. Рогов И. А, Забашта А.Г, Ибрагимов Р.М., Забашта Л. К. „Производство мясных полуфабрикатов и быстро замороженных блюд"– М:Колос,. 1997 г. с.336
100. Рогов И. А, Бабакин С.Б, Фатыхов Ю,А. - „Производсва быстрозамореженных пищевых продуктов" Инт.Ж. Холодильник 2006 г.с. 1
101. Яблоненко Л.А. Жильцова В.В. „Влияние различных температурных режимов на продолжительность процесса замораживания и качество мясного сырья" Инт. газета Холодильщик 2009г. № 9(57), с 3.
102. Устинова А.В., Любина Н.В., Белякина Н.Е., Солдатова Н.Е.//Мясная индустрия. 2006г. С. 31-34.
103. WHANGER, P.D.,: Selenocompounds in Plants and Animals and their Biological Significance. Journal of the American College of Nutrition, Vol. 21, No. 3, 2002. p.223-232
104. Ланкин В.З. Котельцева Н.В. Степень окисленности мембранных фосфолипидов и активность микросомальной системы гидроксилирования холестеринов в печени животных при атеросклерозе. Вопр. Мед. Химии, 1981:27:1:133-36.
105. Зленов Г.Н., Наумова В.В., // Переработка мяса птицы// Ульяновск, 2008. с. 72
106. Гусев Н.Б. //Внутриклеточные Са-связывающие белки. Ч. 1. Классификация и структура//Соросовский Образовательный журнал. 1998. - №5. с.2...9.
107. Васильева Е.А., Давтян. Д.А., Папазян Т.Т., Рыжий Н.Ю. Садовникова Э.Л., Пцидеводства проблемы и решения. Москва 2005. с. 29-69.
108. Мартычник А.Н., Маев И.В., Янушевич О.О – М.:МЕДпресс-информ, 2005 г. с.392.
109. Рубцов В.В.,,Коррекция иммунной защиты у кур при селеновой недастаточности селенорганическими препаратами". Автореферат, Иваново – 2007.с.200
110. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. - М.:Высш. Школа. 2001. с 527.
111. Honikel, K.O. and R. Hamm, Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products: Advances in Meat Research. (A.M. Pearson and T.R. Dutson, eds). Vol. 9, Blackie Academic and Professional, London, UK, 1994.p. 125-159.
112. М: АГРОНИИТЭММП Значечение показателя „активность воды„ в оценке селскохозяйственного сырья. 1987. с.36.
113. De Man J.M. Principles of Food Chemistry, - Wesport, Connecticut Avi. Publish Co Inc., 1976.-426р.
114. Fennema O.R. (ed). Food chemistry. – New York; Bassel; Marcel:Denker inc., 1985. p. 991.
115. Karel M., Pongs S., Antioxidation intiated reactions//Food Water Activity Influence on Fod Quality (Ed.LB. Rockland-New-York, 1981.P.551-629.
116. Luyet B.J., Anatomy of the freezing process in physical systems in Cryobiology/Ed.H.T.Meryman. –New-York, Acad. Press:1986.P.115-138.
117. Labuza T.P. et.al. Water content &Stability of low moisture & intermediatemoisture foods//Food Tecnology. 1970.w.24.P..543-551.

118. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. –СПБ. ГИОРД, 2004.-С.240.
119. Ланкин В.З. Котельцева Н.В. Степень окисленности мембранных фосфолипидов и активность микросомальной системы гидроксилирования холестеринов в печени животных при атеросклерозе. Вопр. Мед. Химии, 1981:27:1:133-36.
120. Фридович И. Радикалы кислорода пероксид водорода и токсичность кислорода В.кн:свободные радикалы в биологии. Пер. С. Анг. М.: Мир, 1979:1:272-314.
121. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Москва ,,Колосс,, 2004 г. с. 570.
122. De Vorte V.R., Colnago G.L., Jensen L.S., Greene B.E. Thiobarbituric acid values and glutathione peroxidase
123. Douglass J. S., V. Morris, J. Soares Jr., O. Levander /Nutritional availability to rats of selenium in tuna, beef kidney and wheat/.1981. J.Nutr.111:2180-2187.
124. Surai P.F. National antioxidants in avian nutrition and reproduction-Nottingham University press-2003. p.16-18

სარჩევი

შესავალი;
თავი 1. ლიტერატურის ანალიზური მიმოხილვა;
1.1 სელენის მნიშვნელობა ცოცხალი
ორგანიზმისათვის;
1.2 სელენის გავრცელება ბუნებაში
და კევბის პროდუქტების სელენით
გამდიდრების მეთოდები;
ხორცის დაბალ ტემპერატურაზე
შენახვის აუცილებლობა;
თავი 2. სელენით გასამდიდრებელი ობიექტის
შერჩევა და მისი გამდიდრების მეთოდიკის
დამუშავება;
თავი 3. ორანული სელენით გამდიდრებული ფრინველის
ზრდა-განვითარების კანონზომიერების კვლევა;
3.1. სელენის გავლენის დადგენა
საკლავის პროდუქტიულობაზე;
თავი 4. სელენშემცველი ფრინველის
ტანხორცის გაყინვის მექანიზმის ანალიზი და
საწარმოო პირობებში დაბალ ტემპერატურებზე
მისი შენახვის კანონზომიერებები;
4.1. ხორცის გაყინვის მექანიზმი;
4.2. საწარმოო პირობებში დაბალ
ტემპერატურებზე სელენით გამდიდრებული
ფრინველის ტანხორცის შენახვის
კანონზომიერებები;
4.3. სელენშემცველი ხორცის კვებითი
ღირებულების შესწავლა;
4.4. ახლადდაკლული და 2, 4, 6 თვის განმავლობაში
შენახული გაყინულ ფრინველის ხორცში pH - ის
ცვალებადობის შესწავლა დინამიკაში;
თავი 5. სელენშემცველი გაყინული ფრინველის
ტანხორცის გალღობის (დეფორსტაციის) თავისებურებანი;
5.1. საწარმოო პირობებში სელენით გამდიდრებული
ფრინველის ტანხორცის
გალღობის კანონზომიერებები;
5.2 გალღობილი ფრინველის ტანხორცის
მაჩვენებელების შესწავლა და მათი ანალიზი;
დასკვნები.