საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტი

ეკატერინა მელიქია

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

ტექნოლოგიების დოქტორის
აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი
დისერტაცია

სპეციალობა – ხორცის, რძისა და თევზის გადამუშავების
ტექნოლოგია

სამეცნიერო ხელმძღვანელები:

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი,
სრული პროფესორი ლევან თორთლაძე
ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი
ასოცირებული პროფესორი თამაზ ჭუჭულაშვილი

თბილისი
2011 წელი

სარჩევი

შესავავალი;

თავი 1. ლიტერატურის ანალიზური მიმოხილვა;

1.1 სელენის მნიშვნელობა ცოცხალი ორგანზიმისათვის;

1.2 სელენის გავრცელება ბუნებაში და კვების პროდუქტების სელენით გამდიდრების მეთოდები;

1.3 სასოფლო-სამეურნეო ცხოველის ხორცის ბიოქიმიური თავისებურებანი;

1.4 ხორცის დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის აუცილეობლობა;

თავი 2. სელენით გასამდიდრებელი ობიექტის შერჩევა და მისი გამდიდრების მეთოდიკის დამუშავება;

2.1 სელენით გასამდიდრებელი ობიექტის შერჩევა;

2.2 ფრინველის ხორცის სელენით ფორთიფიცირების მეთოდიკა ;

თავი 3. ორგანული სელენით გამდიდრებული ფრინველის ზრდა-განვითარების კანონზომიერების კვლევა;

3.1 სელენის გავლენის დადგენა საკლავ როდუქტიულობაზე;

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 ახალადდაკლული და დაბალ ტემპერატურებზე 2, 4, 6 თვის განმავლობაში შენახული სელენშემცველ ფრინველის ხორცში pH-ის ცვალებადობის შესწავლის დინამიკა;

თავი 5. სელენშემცველი გაყინული ფრინველის ტანხორცის გალღობის (დეფორსტაციის) თავისებურებანი;

თავი 5.1 საწარმოო პირობებში სელენით გამდიდრებული ფრინველის ტანხორცის გალღობის კანონზომირებები ;

თავი 5.2 გალღობილი ფრინველის ტანხორცის მაჩვენებლების შესწავლა და მათი ანალიზი;

დასკვნა;

სადისერტაციო ნაშრომის ირგვლივ

გამოქვეყნებული შრომათა სია;

გამოყენებული ლიტერატურა.

შესავალი

თემის აქტუალობა 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.

ცოცხალი ორგანიზმის არსებობისათვის კვება ერთ-ერთ ძირითად პირობას წარმოადგენს. მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობას სწორედ სრულფასოვანი კვება განაპირობებს. იგი მოქმედებს ზრდაზე და ფიზიკურ განვითარებაზე, შრომის უნარიანობაზე, ორგანიზმის ადაპტაციურ შესაძლებლობებზე, ავადობასა და სიცოცხლის ხანგრძლივობაზე.

უკანასკნელ წლებში დიდი ყურადღება დაეთმო მინერალური ნივთიერებების მნიშვნელობას და როლს ცოცხალი ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციისათვის.

ცნობილია, რომ მინერალური მარილები, იონები, კომპლექსური შენაერთები და ორგანული ნივთიერებები შედის ცოცხალი ორგანიზმის შემადგენლობაში, რომლებსაც ეწოდებათ შეუცვლადი ნუტრიენტები. ისინი ორგანიზმში ხვდებიან საკვების სახით.

ცოცხალი ორგანიზმისათვის მინერალური ნივთიერებების როლი ძალიან მნიშველოვანია. მათ შეიცავს ციტოპლაზმა და ბიოლოგიური

სითხე. მინერალური ნივთიერებები უზრუნველყოფს ოსმოსური წნევის მუდმივობას, რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს ქსოვილებისა და უჯრედების ცხოველქმოქმედების წინაპირობას. ისინი რთული ორგანული შენაერთების (მაგ, ჰემოგლობინი, ჰორმონები, ფერმენტები, ვიტამინები) შემადგენლობაში შედიან, წარმოადგენენ ძვლოვანი და კბილის ქსოვილების პლასტიკურ მასალას. მინერალური ნივთიერებები უზრუნველყოფენ სისხლის მიმოქცევას და ორგანიზმში სხვა ფიზიოლოგიურ პროცესებს.

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). ცოცხალ ორგანიზმში ყოველ მაკრო-მიკრო ელემენტს აკისრია მისი ფუნქცია, მათი 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; კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში მათი შეთვისების დარღვევით ან სითხის მნიშვნელოვანი დანაკარგით (მაგ, სისხლდენა).

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

ერთ-ერთი ასეთი მიკროელემენტია სელენი. ის წარმოადგენს სიცოცხლისათვის აუცილებელ მიკროელემენტს. ანტიოქსიდანტური თვისებიდან გამომდინარე, სელენი ხელს უწყობს კვების პროდუქტების, მათ შორის ხორცის შენახვის ხანგრძლივობასა და კვებითი ღირებულების შენარჩუნებას.

კვლევის მიზანი და ამოცანები

სამეცნიერო ნაშრომის მიზანი. ხორცის სელენით გამდიდრების პროცესების შესწავლა. სელენით გამდიდრებული ხორცის მახასიათებლების დადგენა, საწარმოო პირობებისათვის სელენით გამდიდრებული ხორცის დაბალ ტემპერატურებზე შენახვის პროცესების შესწავლა, მისი კვებითი ღირებულების დადგენა.

ამოცანები:

- ხორცის სელენით გამდიდრების საჭიროების დადგენა.
- ორგანული სელენით გასამდიდრებელი ობიექტის შერჩევა.

- ფრინველის ულუფაში სელენის შეტანის მეთოდიკის დამუშავება.
- სელენით გამდიდრებული ხორცის მაჩვენებლების მეთოდიკის დამუშავება და ამ მაჩვენებლების დადგენა.
- სელენის სხვადსხვა კონცენტრაციის გავლენა ხორცის ქიმიურ შემადგენლობაზე. ანტიოქსიდანტ სელენის როლი ზოგიერთი მეტალების კონცენტრაციაზე.
- საწარმოო პირობებში დაბალ ტემპერატურებზე ფრინველის ტანხორცის შენახვა და ანალიზი.
- ახლადდაკლული ფრინველის ტანხორცის გაყინვა -20^{0}C-სა და -40^{0}C-ზე. სხვადასხვა კონცენტრაციის სელენის 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.
- დაბალ ტემპერატურაზე ფრინველის ტანხორცის შენახვის ოპტიმალური რეჟიმების დადგენა.
- საწარმოო პირობებში ფრინველის ტანხორცის გალღობის პროცესის (დეფორსტაცია) შესწავლა.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე

- ბროილერის ულუფაში სელ-პლექსის სხვადასხვა დოზების შეტანისას დადგენილია ფრინველის ხორცში სელენის მაქსიმალური კონცენტრაცია.
- შესწავლილია დაბალ ტემპერატურებზე სელენით გამდიდრებული ფრინველის ხორცის შენახვის კანონზომიერებები.
- შესწავლილია სელენშემცველი გაყინული ფრინველის ხორცის გალღობის (დეფორსტაციის) კანონზომიერებები.

სამეცნიერო-პრაქტიკული მნიშვნელობა

- დადგენილია ფრინველის ულუფაში სელენის შეტანის მეთოდიკა და საჭირო ნორმები.
- შესწავლილია სელენის გავლენა ფრინველის ზრდა-განვითარებასა და საკლავ პროდუქტიულობაზე.
- დადგენილია სელენის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა ხორცის ქიმიურ შემადგელობაზე.
- შესწავლილია საწარმოო პირობებში სელენით გამდიდრებული ფრინველის ტანხორცის დაბალ ტემპერატურებზე გაყინვისა და შენახვის პირობები.
- დადგენილია დეფორსტაციის საწარმოო პირობებისათვის გალღობილი პროდუქტის ქიმიური და ორგანოლეპტიკური მახასიათებლები.

დასაცავად გამოდის შემდეგი საკითხები:

- ბროილერის ულუფაში სელენის ოპტიმალური რაოდენობის დასაბუთება
- გაყინვის რეჟიმების გავლენა სელენის სხვადასხვა რაოდენობის შემცველი ფრინველის ტანხორცის ტენის დანაკარგებზე შენახვისას.
- სელენის სხვადასხვა რაოდენობის გავლენა ფრინველის ტანხორცში ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე.

თავი 1

ლიტერატურის ანალიზური მიმოხილვა

1.1 სელენის მნიშვნელობა ცოცხალი ორგანიზმისათვის.

სელენის ქიმიური ნიშანია Se (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].**

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 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].

შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს 2008 წლის სტატისტიკური მონაცემების თანახმად, სიმსივნურმა დაავადებებმა საქართველოში მოიმატა 2007 წელთან შედარებით სულ რეგისტრირებული შემთხვევაა - 47580, პრევალენტობა - 1085.4 [8].

სელენი ხასიათდება ანტიკანცეროგენური [9, 10] და ანტივირუსული თვისებებით [11].

სელენი იცავს იმუნურ სისტემას [12], გავლენას ახდენს ადამიანისა და ცხოველების რეპროდუქციულ ფუნქციაზე, აქვს უნარი შეამციროს ორგანიზმში მძიმე მეტალები, რაც დაადასტურა 1985-1995 წწ-ში

ფინეთში დედის რძეში ჩატარებულმა კვლევებმა, რომელშიც სელენთან ერთად განისაზღვრა მძიმე მეტალების კონცენტრაცია [13].

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 [14].

ამრიგად, სელენის მიღება აუცილებელია როგორც უჯრედის მთლიანობის შესანარჩუნებლად, ასევე იმუნიტეტის დასაცავად. ხოლო მისი კონცენტრაციის მომატებისას შესაძლებელია გაძლიერდეს იმუნური სისტემა, რომელიც ორგანიზმს ზოგიერთი ვირუსული ინფექციისაგან იცავს [15, 14].

სელენის დეფიციტი იწვევს იმუნური სისტემის შესუსტებას, ჰიპერთირეოზს [16, 17], კეშანის დაავადებას [18, 19].

სელენის დეფიციტს განიცდის გულ-სისხლძარღვთა სისტემით დაავადებული პაციენტები, ამ დროს ყალიბდება პროგრესირებადი ათეროსკლეროზი და სუსტდება გულის კუნთის მუშაობა, სელენის ქრონიკული დეფიციტის შემთხვევაში შესაძლებელია განვითარდეს კარდიომიოპათია [20].

ეპიდემიოლოგიური კვლევების შედეგებმა აჩვენეს, რომ სელენი ამცირებს გულ-სისხლძარღვთა და ონკოლოგიური დაავადებების წარმოქმნის რისკს [1].

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 [21]. კვლევის შედეგად ამერიკაში მამაკაცები სელენს მოიხმარდა – 153 მკგ, ხოლო ქალები – 109 მკგ **[22].**

აშშ-ს ჯანდაცვის მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ აშშ მოსახლეობა მოიხმარს სელენს რეკომენდებული ნორმით [23].

ცნობილია, რომ სელენი ადამიანის ორგანიზმს ესაჭიროება 50-100 მკგ/დღეში, ხოლო რეიმანის მიერ ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე, სელენი საჭიროა ადამიანის ორგანიზმისათვის 200 მკგ/დღეში [24]. ის ქვეყნები, რომლებიც სელენის მწვავე დეფიციტს განიცდის მიღებულია სელენის მიღების დღიური ნორმა 200 მკგ და ზევით [25, 26].

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. აშშ-ს ნაციონალურმა აკადემიამ დაადგინა, რომ 19 წლის ასაკში და ზევით სელენის მიღების ნორმას შეადგენს 400 მკგ/დღეში **[27].**

სელენი წარმოადგენს იოდპეროქსიდაზის აუცილებელ კოფერმენტს, ეს უკანასკნელი კი არის ფარისებრი ჯირკვლის სინთეზის ფერმენტი. სელენის დეფიციტმა შესაძლებელია გააღრმავოს იოდის დეფიციტი ცოცხალ ორგანიზმში **[28].**

საქართველოსათვის იოდდეფიციტური დაავადებები ყოველთვის სამხარეო პათოლოგიას წარმოადგენდა, ხოლო მისი მაღალმთიანი რაიონები ოდითგანვე ჩიყვის ენდემიის კერად იყო ცნობილი **[29]**.

საქართველოში 2008 წელს ფარისებრი ჯირკვლის გადიდების შემთხვევაა სულ - 24288, გამოკვლეულთა საერთო რაოდენობიდან 53.9%, მ.შ ბავშვები სულ – 6845 – 41.7% **[8]**.

სელენის ბიოლოგიურ ფუნქციას სელენშემცველი ცილები განსაზღვრავენ **[30].** რომელთა როლი მნიშვნელოვანია ცოცხალი ორგანიზმისათვის **[31],** სელენის დეფიციტმა შესაძლოა გამოიწვიოს უჯრედის მთლიანობის დარღვევა **[32],** თირეოდჰორმონების მეტაბოლიზმის ცვლილება **[33]**. ის აფერხებს ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონის სინთეზს **[34].** სელენი მონაწილეობს იოდის მეტაბოლიზმში, ის შედის ტრიიოდთირონინ დეიოდინაზის შემადგენლობაში: **ID1** - ეს ფერმენტი მონაწილეობას იღებს T_4-ის დეიოდირებაში **[35].** სელენის დეფიციტი კი იწვევს მისი აქტიურობის დაქვეითებას. **[36, 37,38].**

კვების პროდუქტების სელენით გამდიდრებამ შესაძლოა იმოქმედოს ჩიყვის ჩამოყალიბების საწინააღმდეგოდ **[39].**

სელენშემცველი ცილებიდან მნიშვნელოვანია ანტიოქსიდანტი გლუტატიონპეროქსიდაზა – 4 მოლი Se, 1 მოლ ფერმენტზე, ის აქტიურად შლის და ახდენს წყალბადის ზეჟანგის დეტოქსიკაციას, იცავს უჯრედის მემბრანის სტრუქტურას – მიტოქონდრიებს. გლუტატიონპეროქსიდაზა ცოცხალ ორგანიზმში რამდენიმე სახითაა წარმოდგენილი: მნიშვნელოვანია GPX-1-ეუკარიოტი **[40],** რომელიც Se-შემცველი ცილაა:

$$2GSH+H_2O_2 \longrightarrow GSSG+2H_2O$$

გარდა ამისა GPX-I მონაწილეობს ჟანგვა-აღდგენით რეაქციაში, რომლიც ხასიათდება პეროქსინიტრირედუქტაზით.

GPX-I –ის ფუნქციური აქტიურობა დამოკიდებულია სასოფლო-სამურნეო ცხოველთა ულუფასა და ადამიანის კვებაში სელენის არსებობაზე. თუ ცხოვლეთა და ფრინველთა ულუფაში სელენის კონცენტრაცია არის 0.001-0.02 მგ/კგ, ამ დროს GPX-I–ი არა აქტიურია. თუ სელენის კონცენტრაცია არის 0.2-0.5მგ/კგ, მაშინ GPX-1–ის ნორმალური ფუნქცია აღდგება.

მეორე ფორმა არის GPX-II, ეს არის ფერმენტი, რომელიც გულსა და ღვიძლში სინთეზირდება. მონაწილეობას იღებს ლიპიდების ზეჟანგის დაჟანგვის რეაქციაში, რომელიც თავის მხრივ ჰიდროზეჟანგის (ROOH) კონცენტრაციას ამცირებს **[41, 42].**

$$2G\text{-}SH+ROOH \longrightarrow G\text{-}S\text{-}S\text{-}G+ROH+H_2O_2$$

GPX-II – ფერმენტის აქტიურ ცენტრში სელენის ატომი დაკავშირებულია ცისტეინთან.

გლუტატიონპეროქსიდაზის GPX-III აქტიურობა გამოვლინებულია სისხლის პლაზმაში. GPX-I და GPX-II-ის განსხვავებით ის წარმოადგენს გლიკოპროტეინს. გლუტატიონის ჟანგვის ხარჯზე კატალიზებას უწევს წყალბადის ზეჟანგის ჟანგვას. GPX-III –ის სინთეზი ხდება ღვიძლში [43].

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 ანეიტრალებს მძიმე მეტალების მოქმედებას ცოცხალ ორგანიზმში **[44, 45]**.

ექსპერიმენტული ცხოველების ღვიძლში ჩატარებული კვლევის შედეგად სელენის კონცენტრაციამ შეამცირა მეთილური ვერცხლის წყლის დონე **[46, 47, 48],** ამასთანავე შემცირდა ვერცხლის წყლის ორგანული და არაორგანული ფორმაც **[49].** აგრეთვე სელენი იცავს ორგანიზმს კადმიუმის ტოქსიურობისაგან. მათი ორგანიზმში ერთდროულად მოხვედრისას პრაქტიკულად, მთლიანად იხსნება კადმიუმის ტერატოგენური ეფექტი **[50].** სელენის მოქმედების მექანიზმი კადმიუმის მიმართ განპირობებულია, მისი ცილოვან ნაერთებთან მდგრადობით. კადმიუმი სელენთან - 1:1-თანაა შეფარდებით **[51].**

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 **[52].**

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 **[53]**. 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 **[54].**

1.2. სელენის გავრცელება ბუნებაში და კვების პროდუქტების სელენით გამდიდრების მეთოდები

ზემოთ ჩატარებული ანალიზიდან ცხადი ხდება, სელენის მნიშვნელობას ცოცხალი ორგანიზმისათვის. სელენის დეფიციტური

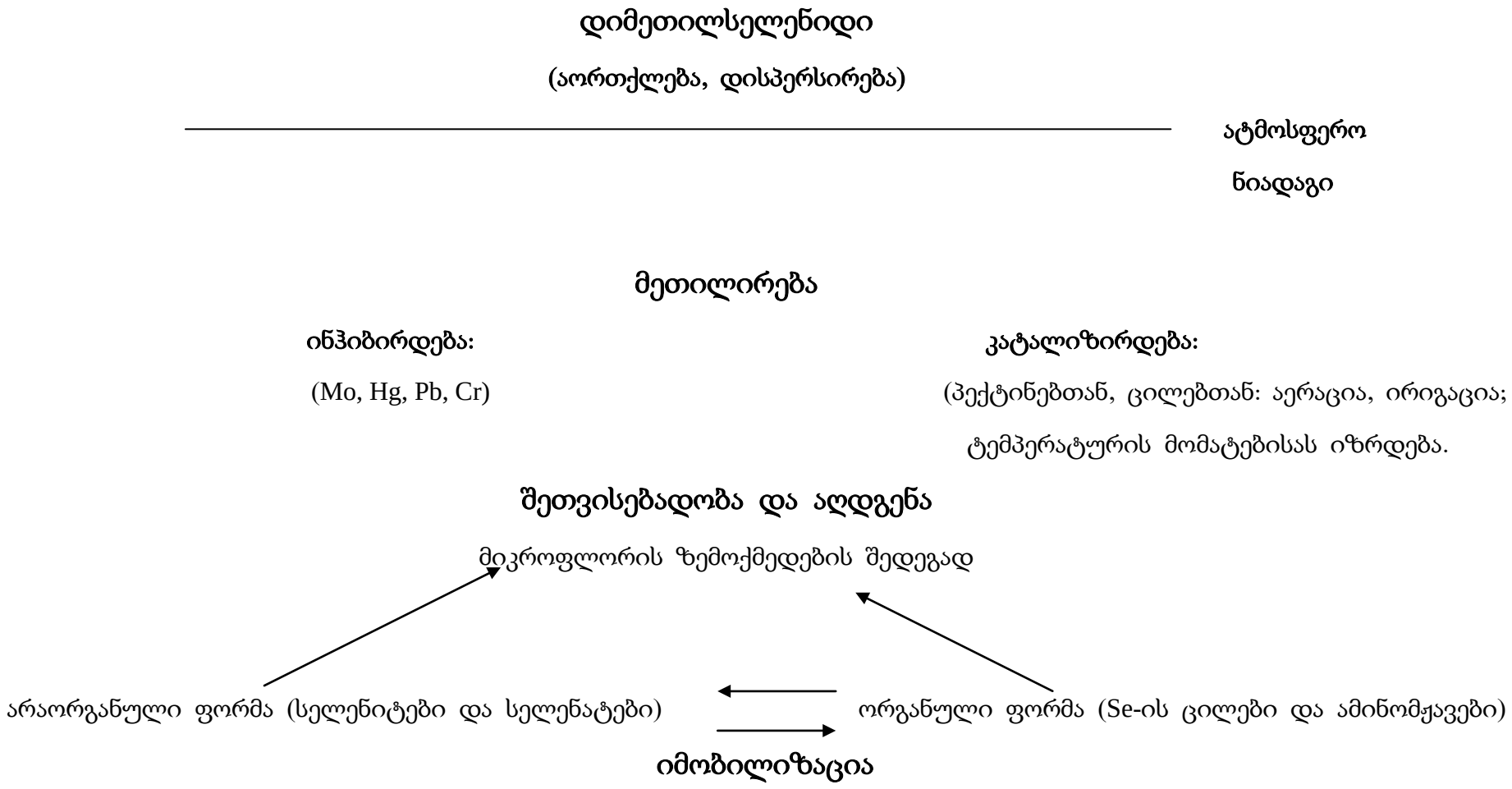
პრევენციის მიზნით მიმართავენ კვების პროდუქტებისა და სასოფლო-სამურნეო ცხოველთა ულუფის გამდიდრებას **[55]**.

კვების პროდუქტებში სელენი ხვდება ნიადაგიდან. მისი შემცველობა დამოკიდებულია დედამიწის ქერქის გეოქიმიურ და ნიადაგის ქიმიურ შედგენლობაზე. დედამიწის ქერქში სელენის კლარკი შეადგენს 1-5•10^{-6} %-ს **[56].**

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 **[57].**

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. ნიადაგის მიკრობების მიერ სელენის მეტაბოლიზმი წარმოდეგნილია ნახ. 1-ის მიხედვით.



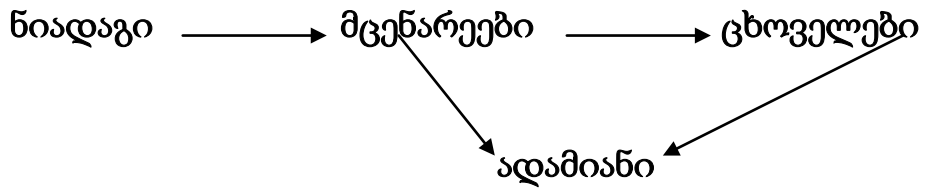
ნახ. 1 ნიადაგის მიკრობების მიერ სელენის მეტაბოლიზმი

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. 2

სელენის მიგრაცია ბიოსფეროში



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 **[56]**.

ნიადაგის სელენით გამდიდრება ყველაზე გავრცელებული და ხელსაყრელი მეთოდია **[58].** იქ სადაც გამამდიდრებელ წყაროს წარმოადგენს ნატრიუმის სელენატი, შესაბამისად ამ რეგიონის მოსახლეობის თრომბოციტებში გლუტატიონპეროქსიდაზის აქტივობაც აისახა **[59, 60].** ეკოლოგების მიერ ჩატარებულმა კველევებმა აჩვენეს, რომ გამდიდრების ასეთი მეთოდის შედეგად მცენარეები სელენს 10%-ით შეითვისებენ, ნატრიუმის სელენატი აღდგება სელენიტად.

სელენის ძირითად წყაროს წარმოადგენს მცენარეული წარმოშობის კვების პროდუქტები. იგი ხორბალსა და სოიოში სელენმეთიონინის სახითაა ფორმირებული **[61; 62],** 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 **[63]**.

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 **[63].** 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 **[64].** ამ მიკროელემენტის კარგ წყაროს განსაკუთრებით წიწიბურა წარმოადგენს. როგორც ცნობილია ამ კულტურაში მეთიონინის რაოდენობა საკმაოდ მაღალია. ამინომჟავის წყალობით ცოცხალი ორგანიზმის მიერ სელენის შეთვისების დონეც მაღალია.

მცენარეების მიერ Se-ის შეთვისება დამოკიდებულია ნიადაგის აერაციაზე, pH-ის მაღალ მაჩვენებელზე, ორგანული ნივთიერებების მცირე რაოდენობასა და სელენატების (Se^{+6}) არსებობაზე.

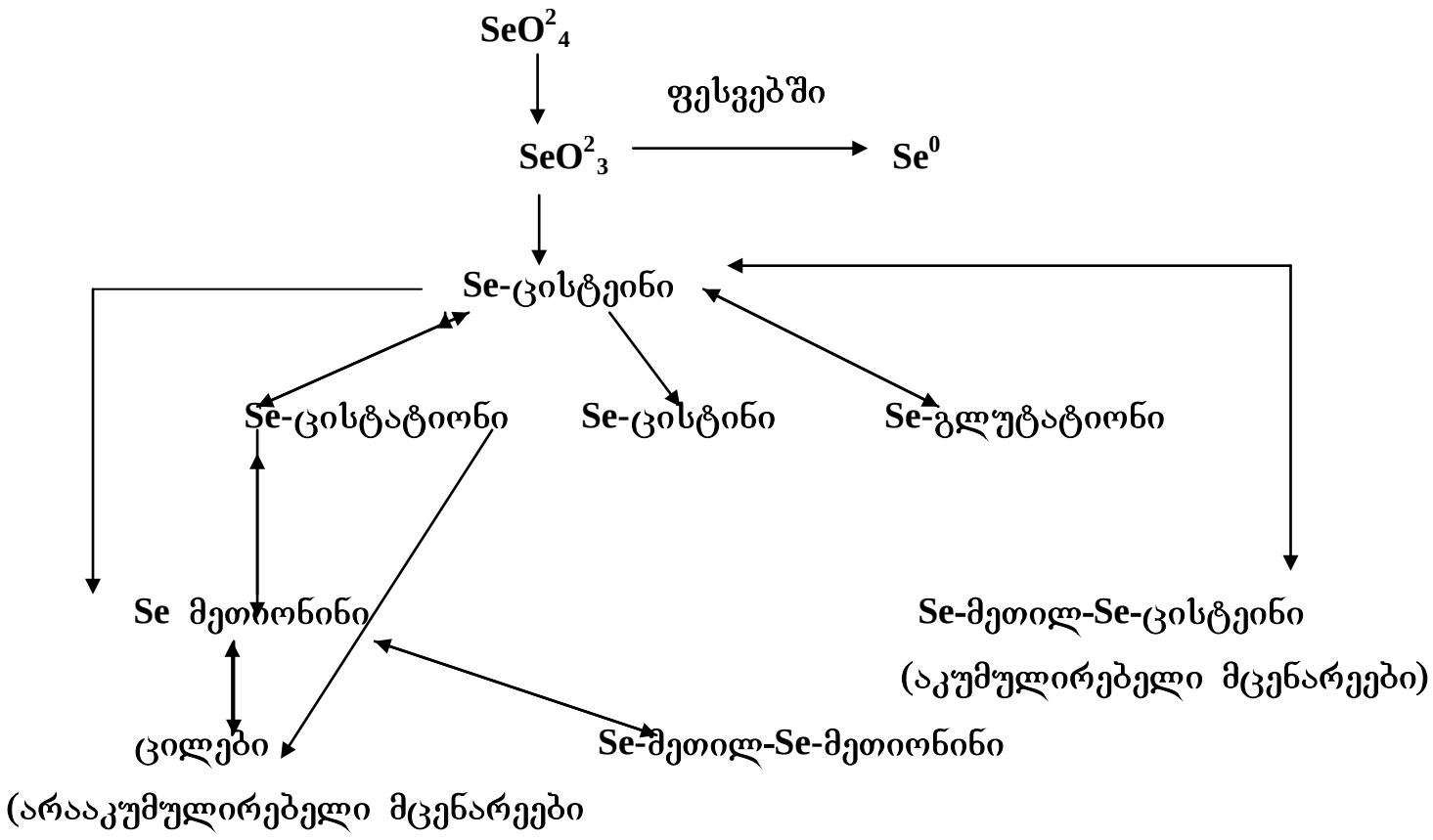
მჟავე, ჭარბ ტენიან ნიადაგში ის გვხვდება – Se^{+4} –ის სახით, რომელიც ფორმირდება უხსნადი არააქტიური რკინისა და ალუმინის კომპლექსით.

მცენარეები, რომლებიც ახდენენ სელენის აკუმულაციას, იყოფიან 3 ჯგუფად: I ***Asragalus, Brassica, Xylarhiza, Oonopsis, Stagley, Morinda eremka, მდოგვი, Acacia eremka, Neptunia amplexicaulis (ველური მიმოზა)***, ამ ჯგუფის მცენარეებში სელენის კონცენტრაცია მერყეობს 60-დან 1000მგ/კგ-მდე. II ჯგუფის მცენარეებს – ***Aster, Grindelia, Gutierrezia, Atriplex, Penstemon, Castilleja*** - შეუძლიათ სელენის დაგროვება 200 მგ-მდე/კგ მშრალ მასაზე, თუ ნიადაგში სელენის საშუალო შემცველობა 2-5 მგ/კგ-ია. III ჯგუფის მცენარეებია სასოფლო-სამერნეო კულტურები. მათ მშრალ ნივთიერებაში სელენის საშუალო კონცენტრაციაა 100-1000 მკგ/კგ. ხოლო ნიადაგში სელენის დამატებით, შესაძლებელია ეს კონცენტრაცია 10000-50000 მკგ/კგ-ით გაიზარდოს.

სელენის აკუმულატორი მცენარეები ახდენენ მეთილური ფორმის სელენშემცველი ამინომჟავების სინთეზს, რომელიც შემდგომში ცილების ბიოსინთეზში არ იღებს მონაწილეობას. მცენარეებში სელენის მეტაბოლიზმი შესწავლილი აქვთ სხვადასხვა მეცნიერებს **[65; 66; 67; 68].**

მცენარეები, რომლებსაც არ აქვთ სელენის დაგროვების უნარი ახდენენ სელენშემცველი ამინომჟავების სინთეზს. სელენის მაღალი კონცენტრაციისას ფერმენტების მნიშვნელოვანი ნაწილის

დეზაქტივაცია ხდება, რასაც მივყავართ მცენარის დაღუპვამდე. სელენის დამგროვებელი მცენარეები მას მოიხმარენ ამინომჟავების ბიოსინთეზის დროს და ის მცენარეებისათვის არის უვნებელი. სელენის მეტაბოლიზმი მცენარეებში წარმოდგენილია ნახ. 3–ის მიხედვით.



ნახ. 3 სელენის მეტაბოლიზმი მცენარეებში

მცენარეებში სელენშემცველი ძირითადი ნაერთებია: სელენატი, სელენოცისტეინი, სელენომეთიონინი, სელენოჰომოცისტეინი, Se-მეთილსელენოცისტეინი (SeMetSeCys), γ-გლუტამილ-Se–მეთილსელენოცისტეინი, Se–მეთილსელენოცისტეინი, სელენოცისტატიონინი, დიმეთილსელენოპროპიონატი და დიმეთილდისელენიდი. სელენის მიმართ აკუმულირებელ მცენარეებს შეუძლიათ დააგროვონ დიდი რაოდენობით (1000-დან 10 000-მდე მგ Se/კგ) სელენი, რომელიც ამინომჟავების ხარჯზე ხდება **[67].**

მარცვლოვანი და საკვები კულტურები სელენს უმეტესად გარდაქმნიან სელენმეთიონინად, რომელსაც მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს **[69].**

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 **[70].**

ბულგარული (ტკბილი) წიწაკის ***(Capsicum annumL.)*** ნაყოფსა და ფოთლებში სელენის კონცენტრაციის შემცირება იწვევს ვირუსულ დასნებოვნებას. ამრიგად, სელენი ზრდის მცენარეების მდგრადობას სტრესული ფაქტორების მიმართ **[71].**

როგორც მკვლევარები აღნიშნავენ სელენის წყალში უხსნადი ფორმაც ბიოლოგიურად აქტიურია, მისი დაცვითი მექანიზმი ვლინდება თესლის გარსში მისი გაზრდისას. კვლევები ჩატარდა კომბოსტოსა და ხახვში **[72]**. თესლის ჩანასახსა და გარს შორის სელენი ასრულებს ანტიოქსიდანტურ დაცვით ფუნქციას, რაც ხელს უწყობს თესლის ზრდა-განვითარებას.

კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ექვსვალენტიანი სელენი (სელენატის ფორმით) უკეთ შეითვისება მცენარეების მიერ, ვიდრე ოთხვალენტიანი. სელენის ამ ფორმამ ესენციური ელემენტების (N, S, Cu, Zn, Mr, Fe) უმნიშვნელო რაოდენობით შემცირება გამოიწვია **[58].**

მაშასადამე სელენის კონცენტრაცია დამოკიდებულია ნიდაგზე, ეს მნიშვნელოვანია იმ ქვეყნებისათვის, რომლებიც აწარმოებენ მცენარეული წარმოშობის კვების პროდუქტებს ადამიანებისათვის და საკვებწარმოებას ცხოველებისათვის. აშშ-ს ნიადაგი მდიდარია სელენით **[73].**

მერეცკამ და კაპრელიანცმა აღნიშნეს, რომ შესაძლებელია სელენის წყაროდ გამოყენებულ იქნას სელენის გამამდიდრებელი საფუარი პურისა და პურფუნთუშეულის ნაწარმში **[74].**

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 **[75].**

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 **[76].** წყალში

გახსნილი სელენის საფუარი ემატება ცომის მასაში მოზელისას, 100გ პროდუქტში 38მკგ სელენი. პურის ექპსერიმენტალური 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.

სელენით მდიდარია თევზი და ზღვის პროდუქტები, სტრუპულის მიერ ჩატრებულმა კველევებმა აჩვენეს, რომ იაპონიის ზღვაში თევზსა და ზღვისპროდუქტებში სელენის საერთო კონცენტრაცია დასაშვები ნორმის ფარგლებშია **[77].**

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 **[78]** ასევე საკმაოდ მაღალია ბრაზილიურ თხილში მისი შემცველობა და შეადგენს 544 მკგ **[79].**

სელენის ყველაზე საუკეთესო წყაროდ ითვლება სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა ორგანოები: ღვიძლი, თირკმელები, რეპროდუქციული ორგანოები, ხოლო გულში მისი კონცენტრაცია შედარებით ნაკლებია **[64].**

ორგანული სელენით გამდიდრებული საკვები ულუფა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მსხვილფეხა პირუტყვის რძის პროდუქტიულობაზე [80], ამცირებს მასტიტიანი რძის რისკს [81].

გამამდიდრებელი სელენის საფუარი, რომელიც ორგანული სელენის წყაროა, უფრო ეფექტურად გადადის რძეში – დაახლოებით 10-13%, ვიდრე არაორგანულიდან, დაახლოებით – 2-4% [82].

ორგანული სელენი გავლენას ახდენს აგრეთვე რძის შენახვის ხარისხზე, ცნობილია, რომ ცილის მეთიონინი მდებარეობს ცილის გლობულზე და ასრულებს ანტიოქსიდანტურ ფუნქციას, იცავს აქტიურ ცილებს დაჟანგვისაგან, მეთიონინს ჟანგავს სულფოქსიდ მეთიონინამდე, აგრეთვე წარმოადგენს პირველადი ფერმენტული რეაქციის რეგენერაციას **[83, 84].**

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 **[85].** აქ შესაძლებელია საუბარი იყოს უფრო ღრმა ანტიოქსიდანტურ დაცვით ფუნქციაზე. ცილებში სელენმეთიონინის აქტიური მონაწილეობა მიუთითებს იმაზე, რომ შენახვის პირობებში რძის ლიპიდების დაჟანგვის დონე მცირდება, შესაბამისად ხელს უწყობს ნედლეულის შენახვას და ზრდის დაჟანგული ცილების რიცხვს.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით სელენით გამდიდრებული სასოფლო-სამეურნეო ფრინველთა ულუფის წყალობით, ეს მიკროელემენტი უკეთ ტრანსპორტირდება კვერცხის ყვითრში **[86, 87, 88].** სელენ-პლექსის გამოყენება კვერცხმდებელი ქათმის ულუფაში და მის მიერ წარმოებულ კვერცხში სელენი არ იწვევს ტოქსიურობას **[88],** მკვლევარი სურაის მონაცმების მიხედვით სელენის შემცველობა კვერცხში მერყეობს 40-50 მგკ-მდე **[89]**.

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. **[90, 90ა, 90ბ]**.

კვლევა ჩაატარა მელცერმა და სხვებმა, მათ დაადგინეს, რომ სელენის ბიოშემთვისებლობა ნაკლებია თევზიდან, ვიდრე ხორციდან **[91, 92, 93],** თუმცა სელენის ყველაზე მაღალი კონცენტრაცია გვხვდება შინაგან ორგანოებში: თირკმელებში, ღვიძლში, ელენთასა და პანკრეასის ქსოვილებში.

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 **[94].**

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 **[95, 96].**

სელენით გამდიდრებული ხორცი საუკეთესო წყაროა ცოცხალი ორგანიზმისათვის, ვიდრე მცენარეული პროდუქტიდან მიღებული ეს მიკროელემენტი. კვლევები ჩატარდა ვირთაგვებში, რომელთაც ეძლეოდათ სელენშემცველი ხორცი და ბროკოლი. აღმოჩნდა, რომ ბროკოლიდან მიღებული სელენი არ რეზერვირდება სელენპროტეინში. ბროკოლიდან მიღებული სელენი მეტი გამოიყო ორგანიზმიდან შარდის სახით ვიდრე ხორციდან. კვლევიდან გამომდინარე, ამ უკანასკნელიდან მიღებული სელენი ცოცხალი ორგანიზმის მიერ შეთვისებადობის თვალსაზრისით უფრო ეფექტური აღმოჩნდა, ვიდრე ეს იყო ბროკოლიდან **[97].**

სელენი, როგორც უჯრედშორისი GSHPx –ის კომპონენტი, მოქმედებს E ვიტამინთან ერთად დამჟანგავი სტრესის შესამცირებლად უჯრედში. ამასთან ერთად მან შესაძლებელია ხორცის ხარისხის შენარჩუნებასაც შეუწყოს ხელი. რამდენიმე კვლევის საფუძველზე დადგინდა ანტიქოსიდანტების E ვიტამინისა და სელენის ურთიერთკავშირი, რომლებიც ხელს უწყობს ხორცის ხარისხის მაჩვენებლების გაუმჯობესებას. კვლევები ჩატარდა ღორის, ფრინველის და თევზის ხორცში **[106; 107; 108; 109; 110; 111; 112; 113].** უჯრედის დაცვას დაზიანებისაგან გარდა, სელენის წყაროს შეუძლია ხორცის ხარისხის შეცვლა, განსაკუთრებით თუ გავამახვილებთ ყურადღებას კუნთის ქსოვილში წყლის ზედმეტ კარგვას. მაჰანმა **[107]** 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 ppm) ბროილერის კვებაში ქათმის გულმკერდის კუნთში 17%-ით შემცირდა წყლის კარგვა. დოუნსმა და სხვებმა [90] 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 **[110].** 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 [114]. 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 **[115; 1116].**

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

1.3 სასოფლო-სამეურნეო ცხოველის ხორცის ბიოქიმიური თავისებურებანი

კვების პროდუქტები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ბიოლოგიური და ენერგეტიკული ღირებულებების მიხედვით. ბიოლოგიური სრულფასოვნების ქვეშ იგულისხმება მათი ხარისხი, ამნიმომჟავების, ვიტამინების, მიკრო-მაკროელემენტების, შეუცვლადი

პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების, ლიპიდებისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემადგენლობა. ენერგეტიკული ღირებულება განსაზღვრავს ენერგიის რაოდენობას, რომელიც მიიღება ორგანიზმში კვების პროდუქტის სახით, მათი დაჟანგვის ხარჯზე. ხოლო კვებითი ღირებულება დამოკიდებულია მათ საგემოვნო თვისებებზე, ადამიანის ორგანიზმის მიერ ძირითადი საკვები ნივთიერებების შემთვისებლობის ხარისხზე, რომელიც პირდაპირ კავშირშია ბალანსირებულ კვებასთან.

ბალანსირებული, სრულფასოვანი კვება განსაზღვრავს ზემოთ ჩამოთვლილი კომპონენტების სრულყოფას კვების პროდუქტებში, რომელიც ხელს შეუწყობს ადამიანის ორგანიზმის სიცოცხლის ხანგრძლივობას. ერთ-ერთ ასეთ კვების პროდუქტად გვევლინება ხორცი და ხორცპროდუქტები. მათი როლი დიდია ადამიანის ჯანსაღ კვებაში.

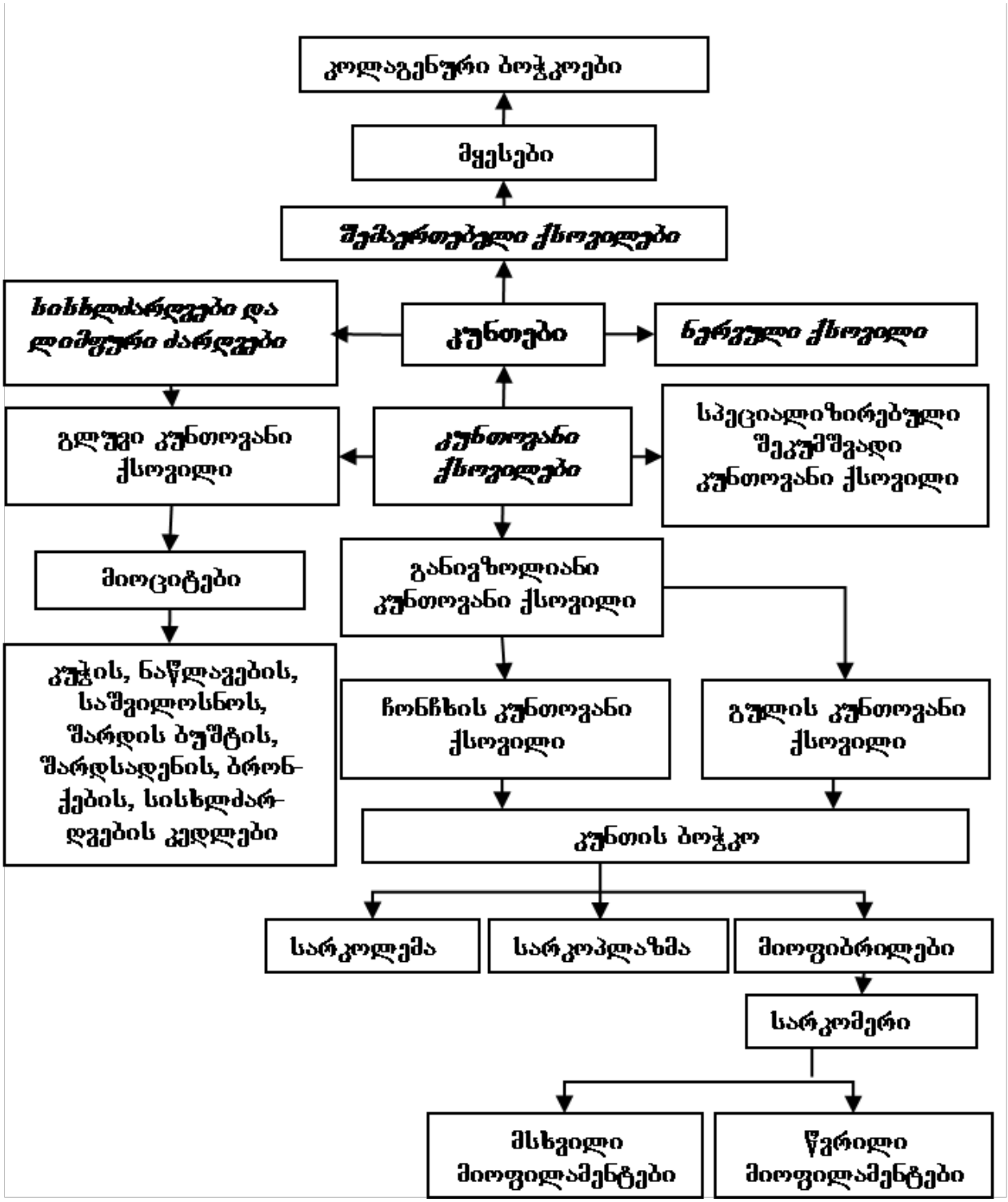
სურსათის სფეროში ერთ-ერთი ძირითადი და წამყვანი ადგილი უჭირავს მეცხოველეობის განვითარებას, მისი ძირითადი ამოცანაა უზრუნველყოს კვების მრეწველობა ცხოველური წარმოშობის ნედლეულით და შესაბამისად დააკმაყოფილოს მოსახლეობა ხორცისა და ხორცპროდუქტებით, კვერცხისა და კვერცხპროდუქტებით, რძე და რძის პროდუქტებით.

კვების პროდუქტებიდან ადამიანის კვებაში მნიშვნელოვანია ხორცი და ხორცპროდუქტები. ის სრულფასოვანი ცილების ძირითად წყაროს წარმოადგენს, რომელიც მდიდარია ყველა შეუცვლადი ამინომჟავებით. ხორცში ძირითადი საკვები ნივთიერებების (ცილები, ცხიმები), ვიტამინებისა და მინერალური ნივთიერებების რაოდენობა

დამოკიდებულია ცხოველისა და ფრინველის სახეობაზე, ჯიშზე, ასაკზე, კვებაზე [98; 98ა].

ხორცი ადამიანის საკვებად ვარგისია, თუ ის მიღებულია ჯანმრთელი ცხოველის დაკვლის შედეგად და მასში არ გვხვდება პათოგენური მიკროფლორა, მძიმე მეტალები და ტოქსინები, ამასთან ორგანოლეპტიკური მაჩვენებელები, მათ შორის ფერი, სუნი, კონსისტენცია აკმაყოფილებს სტანდარტსა და რეგლამენტირებულ მოთხოვნებს.

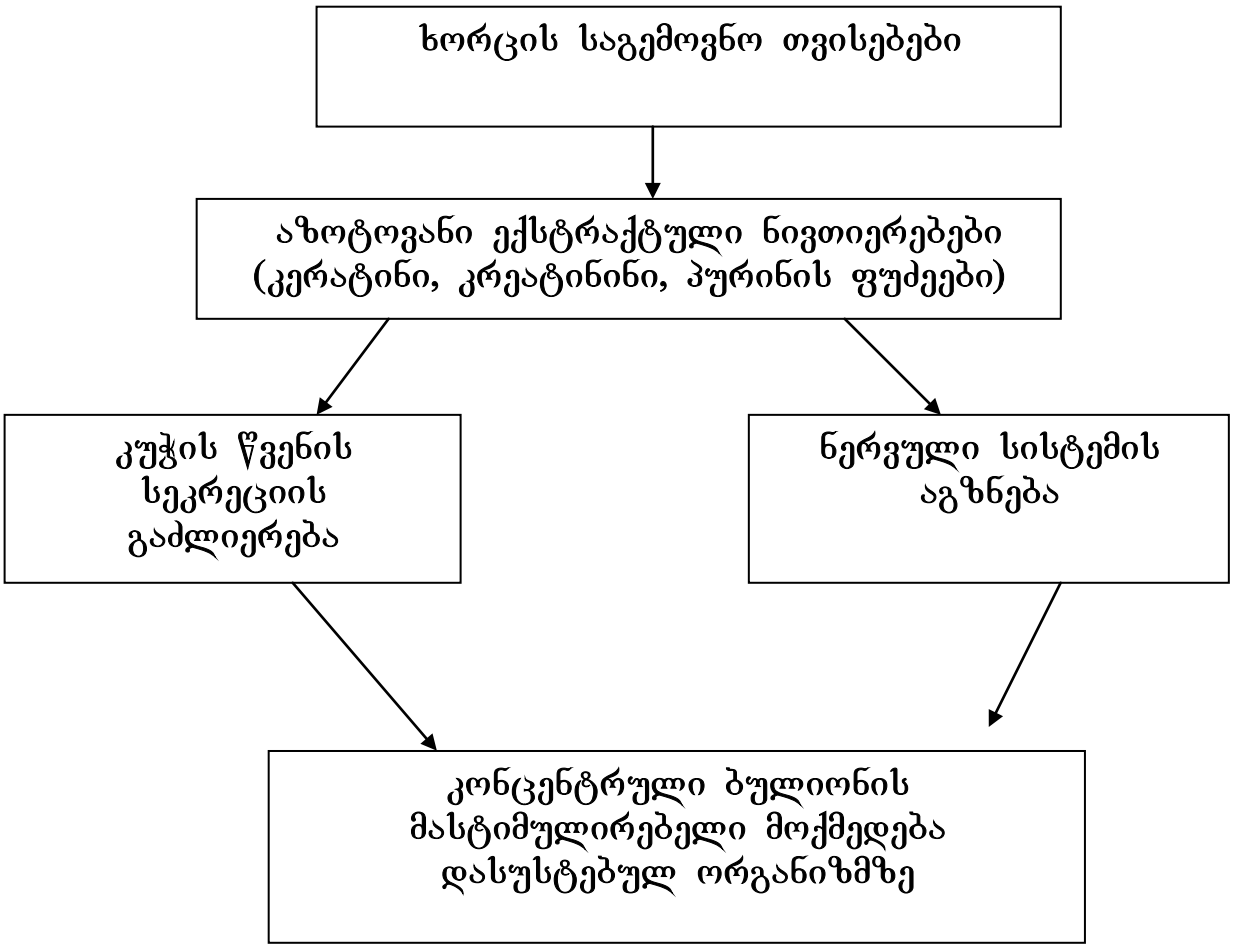
ხორცი არის სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა და ფრინველთა პირველადი გადამუშავების ძირითადი პროდუქტი, რომელიც წარმოადგენს კუნთოვანი, ცხიმოვანი, შემაერთებელი და სხვა ქსოვილების ორგანულად დაკავშირებულ ერთობლიობას. განვიხილოთ ნახ. 4 –ის მიხედვით [41; 41ა].



ნახ. 4 ხორცის კუნთოვანი ქსოვილის კლასიფიკაცია და მისი ძირითადი კომპონენტები

კუნთოვან ქსოვილებში ძირითადი საკვები ნივთიერებების რაოდენობა სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო ცხოველისა და ფრინველის ტანხორცში განსხვავებულია და მერყეობს შემდეგ ფარგლებში: წყალი 72-80%, ცილა 17-22%, ცხიმი 2-3%, მინერალური ნივთიერებები 0,7-1,3%, ნაკლები რაოდენობითაა აზოტური და უაზოტო ექსტრაქტული ნივთიერებები, ვიტამინები და ფერმენტები.

კუნთოვანი ქსოვილის ექსტრაქტული ნივთიერებები არამდგრადია და დამოკიდებულია დაკვლის შემდგომ ხორცში მიმდინარე ღრმა ცვლილებებზე. ცალკეული ექსტრაქტული ნივთიერებები ან მათ მიერ გარდაქმნილი ნაერთები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხორცის თვისებაზე. კერძოდ ხორცის კონსისტენციაზე, ცილების, ტენის შემცველობაზე და გასნაზღვრავენ აგრეთვე ხორცის გემოსა და არომატს. აზოტურს მიეკუთვნება: კარნიზინი, კრეატინი, ადენოზინტრო ფოსფორმჟავა და მათი დაშლის შედეგად მიღებული თავისუფალი ამინომჟავები, გლუტატიონი, პურინული და პირიმიდირებული წარმონაქმნები. უმრავლესობა დაბალმოლეკულური შენაერთებია, მონაწილეობს ხორცის გემოსა და არომატის ჩამოყალიბებაში. კრეატინის შემცველობა გავლენას ახდენს ბულიონის სიმაგრეზე. გლუტატიონი ააქტიურებს ფერმენტებს და აუმჯობესებს ხორცის კონსისტენციას. ექსტრაქტული ნივთიერებების მნიშვნელოვანი წილი გამოიყოფა ხორცის მოხარშვის შედეგად. განვიხილოთ ნახ. №5, სადაც წარმოდგენილია ხორცის საგემოვნო თვისებები.



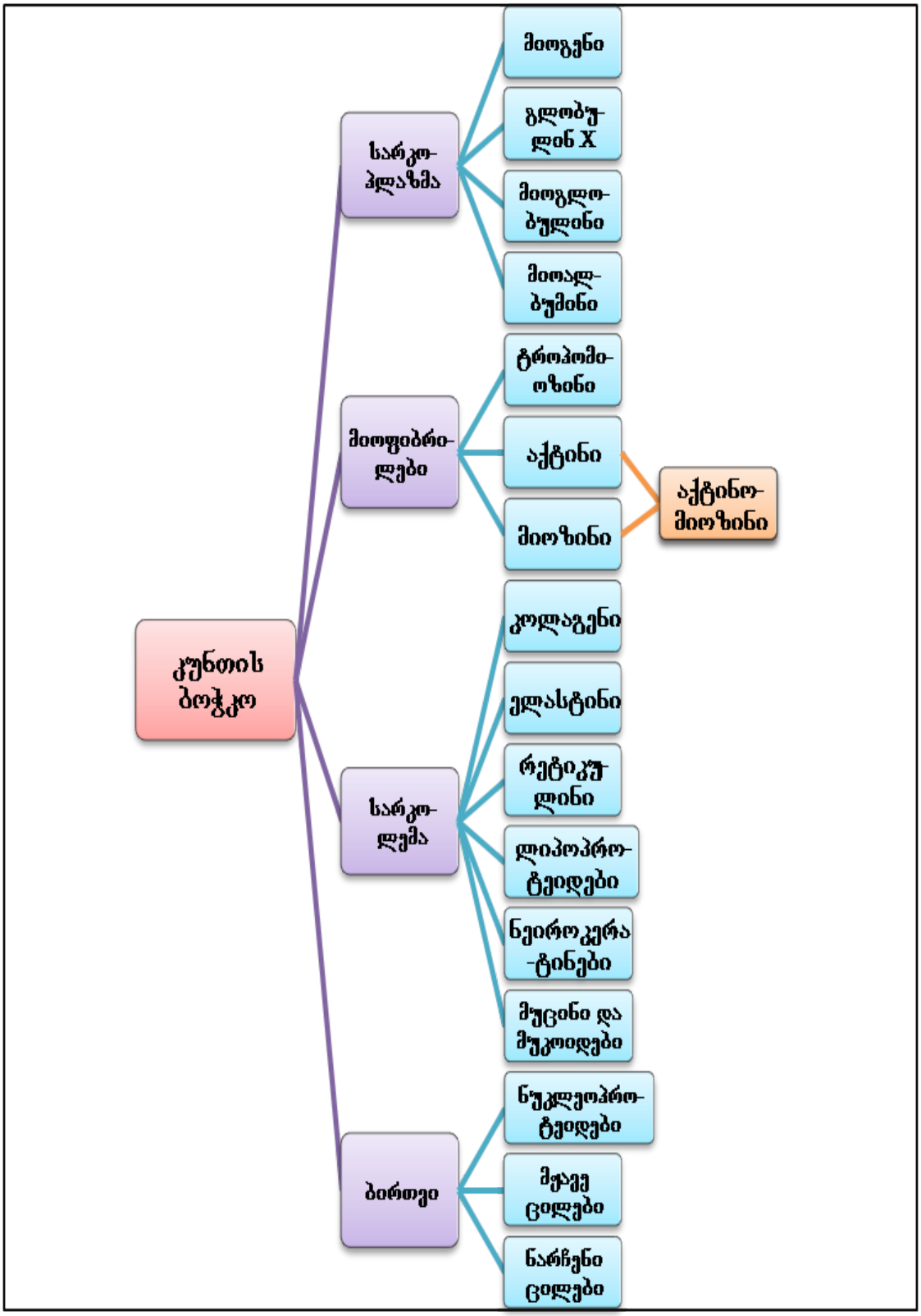
ნახ. 5 ხორცის საგემოვნო ნივთიერებები

უაზოტო ექსტრაქტულ ნივთიერებებს მიეკუთვნება გლიკოგენი, დექსტრინები, მალტოზა, გლუკოზა, რძემჟავა და პიროყურძენმჟავა. მათი რაოდენობა და თანაფარდობა დამოკიდებულია ცხოველის მდგომარეობასა და ხორცის შენახვის ხანგრძლივობაზე. გლიკოგენს უწოდებენ ცხოველის სახამებელს, მისი მნიშვნელობა დიდია, როგორც ენერგეტიკული ღირებულების მქონე ნივთიერება, ხელს უწყობს კუნთის მუშაობას. კუნთის ქსოვილის შემადგენლობაში შემავალი გლიკოგენი არის როგორც თავისუფალი, ისე ცილასთან

ერთად. მისი შემცველობა კუნთში დაახლოებით არის 0,8%, უფრო მეტია ღვიძლში. დაკვლის პროცესის შემდეგ გლიკოგენის შემცველობა მცირდება, ფორმირდება ძირითადად რძემჟავად, რომელზედაც დამოკიდებულია მრავალი პროცესები. აგრეთვე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხორცის კონსისტენციასა და არომატულ, საგემოვნო თვისებებზე. გარდა ამისა მჟავე გარემო ხელს უწყობს რძემჟავის დაგროვებას, ხელს უშლის ლპობითი ბაქტერიების წარმოქნას.

კუნთოვანი ქსოვილის ცილები, ძირითადად შედიან ბოჭკოს შემადგენლობაში. სარკომელას შემადგენლობაში შედის ცილები – კოლაგენი, ელასტინი, რეტიკულინი, მუცინი, მუკოიდები და ლიპოპროტეიდები, ისინი შეადგენენ ბოჭკოში არსებული ცილების საერთო რაოდენობის 2-2,5%-ს და მიეკუთვნებიან არასრულფასოვან ცილათა ჯგუფს. ვინაიდან არ შეიცავენ შეუცვლად ამინომჟავებს; სარკოპლაზმაში გხვდება წყალში ხსნადი სრულფასოვანი ცილები – მიოგენი, X გლობულინი, მიოგლობინი, მიოალბუმინი და ნუკლეოპროტეიდები; მიოფიბრილების შემადგენლობაში ძირითადად შედიან მიოზინი და აქტინი, რომლებიც არიან სრულფასოვანი ცილები და მათი ხვედრითი წილი კუნთის ბოჭკოს ცილების საერთო რაოდენობის 55%-ს შეადგენს; ბირთვის შემადგენლობაში შედის რთული ცილები – ნუკლეოპროტეიდები (დეზოქსირიბონუკლეინის მაჟავა ანუ დრნმ), აგრეთვე მჟავე არე და ნარჩენი ცილები, რომლებიც თავიანთი თვისებებით ჰგვანან გლობულინსა და კოლაგენს.

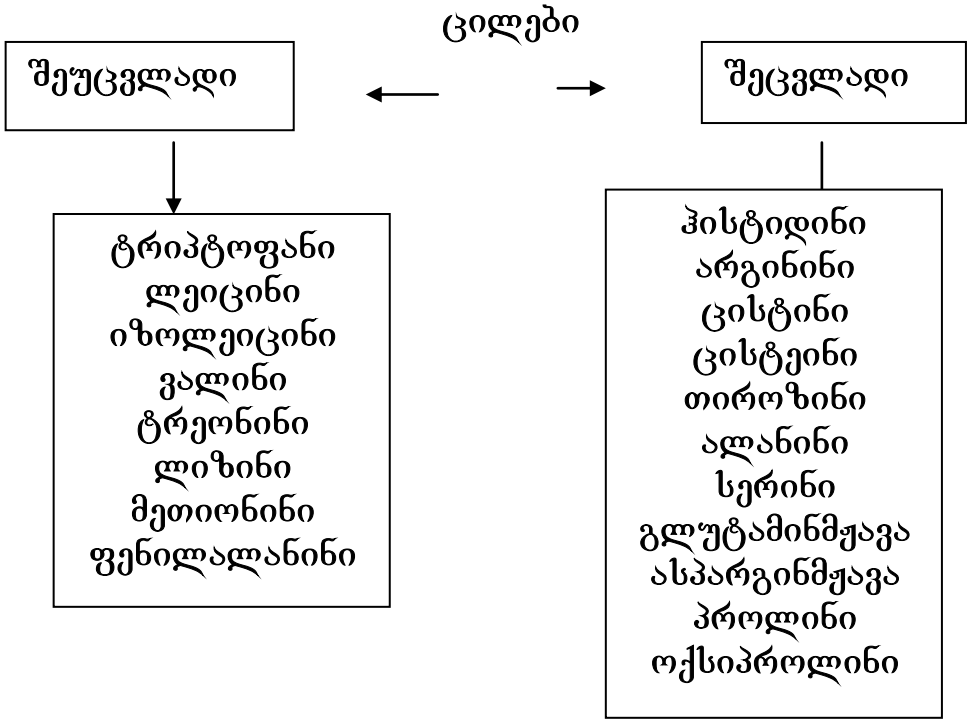
განვიხილოთ კუნთის ბოჭკოს სტრუქტურული ელემენტების ცილოვანი შემადგენლობის სქემა №6:



ნახ. 6 კუნთის ბოჭკოს ცილოვანი შემადგენლობა

კუნთოვანი ქსოვილი, რომელიც ხასიათდება მაღალი ბიოლოგიური სრულფასოვნებით და მასში შემავალი ცილების ოპტიმალურად დაბალანსებული ამინომჟავური შემადგენლობით **[99, 100; 100ა]**.

განვიხილოთ ამინომჟავები, რომელიც ხორცის შემადგენლობაშია. ამინომჟავები არის შეუცვლადი და შეცვლადი,



ნახ. 7 შეუცვლადი და შეცვლადი ამინომჟავები

კუნთოვანის შემდეგ ცხიმოვანი ქსოვილი არის ხორცის ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტი და განსაზღვრავს მის ხარისხს. ცხიმოვანი ქსოვილი წარმოადგენს გადაგვარებულ შემაერთებელ ქსოვილს (ე.წ. უჯრედშორის ნივთიერებას), რომელშიც დიდი რაოდენობითაა დაგროვილი ცხიმი.

ამ ქსოვილის ხვედრითი წილი ტანხორცში დამოკიდებულია ცხოველის სახეობაზე, ჯიშზე, პროდუქტიულ მიმართულებაზე, ასაკსა და ნაკვებობაზე. ცხოველთა სახეობის მიხედვით ტანხორცში

ცხიმოვანი ქსოვილის ხვედრითი წილი შეიძლება ცვალებადობდეს 3-16%-ის, ღორში 15-45%-ის, ცხვარში 4-18%-ის ფარგლებში .

ცხიმოვანი ქსოვილის შემადგენლობაში შედის ცხიმები 73-დან 97%-მდე, წყალი, ცილები, ვიტამინები და ფერმენტები.

ცხიმები წარმოადგენს ტრიგლიცერიდებს, ანუ სამ ატომიანი სპირტის გლიცერინისა და მაღალმოლეკულური ცხიმოვანი მჟავების რთულ ეთერებს. ცხიმებს ყოფენ უჯერ და ნაჯერ ცხიმოვან მჟავებად. მოლეკულაში ორმაგი კავშირის მიხედვით იყოფა მონო (ერთი ორმაგი კავშირით) და პოლი (ერთზე მეტი ორმაგი კავშირით) უჯერ ცხიმოვან მჟავებად. ცხიმების კვებითი ღირებულება დამოკიდებულია მათ სახეობასა და შემადგენლობაზე. ღორის ცხიმში პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები უფრო მეტია, ვიდრე ძროხისა და ცხვრის ტანხორცში.

ტრიგლიცერიდები ხასიათდებიან განსხვავებული ლღობის ტემპერატურით, რაც დაკავშირებულია მათში ამა თუ იმ ცხიმოვანი მჟავის ხვედრით წილზე, რაც მეტია ცხიმში მაღალმოლეკულური ცხიმოვანი მჟავა, მით მეტია მისი ლღობის ტემპერატურა, ამასთან პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების ლღობის ტემპერატურა, მიუხედავად მათი მაღალი მოლეკულური მასისა (მაგ, ლინოლის $–C_{18}=2$), გაცილებით დაბალია, ვიდრე იმავე მოლეკულური მასის (მაგ, სტეარინის $–C_{18}=0$) ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავა .

ტრიგლიცერიდებთან ერთად ცხიმოვანი ქსოვილი შეიცავს ფოსფოლიპიდებს და ქოლესტერინს. ამ უკანასკნელის როლი დიდია ათეროსკლეროზის განვითარებაში.

ხორცში არსებული ცხიმები ხასიათდებიან მაღალი ბიოლოგიური აქტივობის მქონე ნივთიერებებად, განსაკუთრებით ყურადღებას იპყრობს მასში არსებული პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავაბის (ლინოლის, ლინოლენის, არაქიდონის, და სხვა) შემცველობა, ვინაიდან მათი სინთეზის უნარი ადამიანის ორგანიზმს არა აქვს, ამ

ნივთიერებების დეფიციტი იწვევს ათეროსკლეროზის განვითარებას, ბავშვებში აფერხებს ზრდის პროცესს, საშიშროებას უქმნის ადამიანი ჯანმრთელობას **[101].**

საერთოდ ცხიმების შემცველობა ხორცში დამოკიდებულია ცხოველის ჯიშზე, ასაკზე, ნაკვებობაზე. ბიოლოგიური თვისებებიდან გამომდინარე ყველაზე საუკეთესოდ ითვლება ცხიმი, რომელიც შეიცავს პოლიუჯერ ცხიმოვან მჟავებს და მისი ლღობის ტემპერატურა ახლოსაა ადამიანის ორგანიზმის ტემპერატურასთან. ასეთია ღორის ცხიმი, რომლის ლღობის ტემპერატურაა 37^0C, მასში თავმოყრილია ყველა პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები. ძროხის – 47^0C, ცხენის – 50^0C. ცხიმში არის ნივთიერება, რომელიც ხასიათდება ანტისკლეროზული თვისებებით და თან ახლავს ქოლესტერინს, – ლეციტინი. მაგალითად ცხვრის ცხიმში ლეციტინის შემცველობაა 10 მგ%, ძროხაში – 70, ხოლო ღორში – 50 მგ%.

ცხიმი ხელს უწყობს საკვებიდან ათვისების პროცესს ორგანიზმის მიერ. ცხიმი შეიცავს ცხიმში ხსნად A, D, და E ვიტამინებს, დიდია მათი როლი ადამიანის ფიზიოლოგიაში. ადამიანის ბალანსირებულ კვებისათვის ხორცის ცხიმი არის ერთ-ერთი აუცილებელი და ძირითადი ნივთიერება, ვინაიადან ის წარმოადგენს ენერგეტიკულსა და ბიოლოგიურ ასპექტებს. ცხიმების დღე-ღამური მოთხოვნილება ზრდასრული ადამიანის ორგანიზმისათვის არის 80-100 გ (20-25გ მცენარეული ცხიმები).

ხორცი მდიდარია განსაკუთრებით წყალში ხსნადი B ჯგუფის ვიტამინებით: თიამინი (B1), რიბოფლავინი (B2), პირიდოქსინი, ნიკოტინმჟავა ანუ ნიაცინი (PP), პანტოთენის მჟავა (B3), B12, და სხვა ვიტამინის მაგვარი ნივთიერებით - ქოლინი. ვიტამინებით განსაკუთრებით მდიდარია ღვიძლი ცხიმში ხსნადი A ვიტამინით **[102].**

1.4 ხორცის დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის აუცილებლობა

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 [103].

მნიშვნელობა აქვს ხორცისა და ხორცპროდუქტების შენახვის პირობებსაც, ვინაიდან სამაცივრო ტექნოლოგიის დარღვევის შემთხვევაში შესაძლებელია ხორცის ხარისხი დაქვეითდეს და მივიღოთ მასის მნიშვნელოვანი დანაკარგები [104; 104ა].

ხორცის გადამუშავებისა და შენახვის პროცესში სელენის ანტიოქსიდანტური თვისება უნარჩუნებს უჯრედის მემბრანისა და ციტოპლაზმას მთლიანობას [90] რაც დადებით გავლენას ახდენს, აგრეთვე ხორცის შენახვის ხანგრძლივობაზე.

ნეილორის (N.J. Neylor) კვლევებიდან გამომდინარე, ბროილერის კვების ულუფაში სხვადასხვა დოზით სელენის შეტანამ გამოიწვია ხორცის ტენის შებოჭვის უნარის გაუმჯობესება საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით [105].

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 **[117; 118].**

წელიწადში სწრაფად გაყინული კვების პრდუქტების წარმოება განვითარებულ ქვეყნებში ერთ სულ მოსახლეზე შეადგენს 20-40კგ-ს. ამასთანავე პროდუქტის წარმოება ყოველწლიურად 5-7%-ით იზრდება **[119].**

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 t=-30C, ჰაერის ხარჯი იყო L=26600 მ3/სთ და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე V= 9,4მ/წმ. მიმდინარეობდა 1 სთ და 10წთ. t=-25^{0}C, V=1,5 მ/წმ ქვეშ გაყინვა გაგრძელდა 1სთ და 45 წთ. ხოლო t=-32^{0}C, V= 0,1 მ/წმ – 2 სთ. t=-17^{0}C, სადაც V= 0,1 მ/წმ – 4 სთ და 15 წთ **[120].**

გაყინვის პროცესისას ყურადღებას ამახვილებენ ჰაერის მოძრაობის სისწრფესა და ხორცის ხარისხის შენარჩუნებაზე. ამასთანავე მოახდინეს დაკვირვება ხორცის ჰისტოლოგიურ სტრუქტურაზე, რომლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ t=-32^{0}C, v=0,1 მ/წმ და -18^{0}C, v=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 t=-25^{0}C, v=1.5მ/წმ-ზე, მისი სტრუქტურა თითქმის არ იცვლება, ხოლო უკეთესი შედეგი მიიღება შოკური გაყინვის პირობებში სადაც t=-30^{0}C, v=9.4 მ/წმ, პრაქტიკულად უცვლელია ხორცის ჰისტოლოგიური სტრუქტურა [121].

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 [122, 123]. 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 2. სელენით გასამდიდრებელი ობიექტის შერჩევა და მისი გამდიდრების მეთოდიკის დამუშავება

2.1 სელენით გასამდიდრებელი ობიექტის შერჩევა

ფრინველის ხორცი ნაკლები რაოდენობით შეიცავს შემაერთებელ ქსოვილებს, ამიტომ მისი ხორცი გამოირჩევა სინაზით, კუნთი რბილია, ხოლო ცხიმოვანი ქსოვილები მოთავსებულია კანქვეშ და შინაგან ორგანოებზე. განსაკუთრებული რბილი კონსისტენციით გამოირჩევა ბროილერის წიწილის ხორცი, რომელიც უფრო სახორცე მიმართულებისაა, ვიდრე მეკვერცხულის. მისი ხორცის კუნთოვანი ბოჭკო სქელია, ხოლო შემაერთებელი ქსოვილები მასში მცირე რაოდენობითაა. ამიტომ ბროილერის ხორცი ნაზია. 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 **[124].**

სასოფლო-სამეურნეო ცხოველის ხორცი მინერალური ნივთიერებებიდან მდიდარია ფოსფორით, კალიუმით, კალციუმით **[125]** და სხვა, ხოლო მიკროელემენტების რაოდენობა მცირეა.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ფრინველის ხორცს, როგორც მოზრდილთა ასევე ბავშვთა კვებაში **[126].** ბავშვთა კვების რეკომენდაციის მიხედვით, მათი კვების საერთო რაციონის 30% შეიძლება მოდიოდეს ფრინველის ხორცზე **[127].** ვინაიდან ფრინველის ხორცი, განსაკუთრებით ბროილერის წიწილი, წარმოადგენს სრულფასოვანი ცილების წყაროს და ორგანიზმის მიერ ადვილად შეითვისება. ფრინველის ხორცში ლიპიდებს აქვთ დაბალი დნობის ტემპერატურა, მასში უჯერი ცხიმოვანი მჟავები დიდი რაოდენობითაა, რომელიც ამსუბუქებს მათ ემულგირებასა და შეთვისებას. ამიტომ ფრინველის ხორცის ბიოლოგიური ღირებულება უფრო მაღალია ვიდრე ღორის, მსხვილფეხა პირუტყვის. ფრინველის ხორცის პროდუქტები გამოირჩევა მაღალი კვებითი ღირებულებით, რომელიც ორგანიზმს უზრუნველყოფს არა მარტო ცილებით და ლიპიდებით, არამედ მინერალური ნივთიერებებით **[128, 121].**

სელენის კონცენტრაცია უფრო მეტია ქათმის ბარკალში ანუ წითელ ხორცში, ვიდრე ეს გულმკერდის კუნთშია **[129].**

2.2 ფრინველის ხორცის სელენით ფორთიფიცირების მეთოდიკა

მინერალური ნივთიერებები ასრულებენ ცოცხლ ორგანიზმში სასიცოცხლო ფუნქციას, ისინი მონაწილეობენ მეტაბოლურ და ფიზიოლოგიურ პროცესებში. მინერალური ნივთიერებების კვებისა და მათი გამოვლენის შესაძლებლობების განვითარებასთან ერთად მაკრო – (Ca, P, Na, Cl, K, S) და მიკროელემენტების (Co, Cu, Fe, I, Mn, Se, Zn) საკმარისი რაოდენობით მიღებამ კიდევ უფრო მეტი მნიშვნელობა შეიძინა. გარდა ამისა დღევანდელ მეცნიერებაში განისაზღვრა მათი ფუნქცია და როლი ცოცხალ ორგანიზმში, დეფიციტური და ტოქსიურობის სინდრომები.

მიკროელემენტები გავლენას ახდენს ცხოველთა პროდუქტიულობასა და იმუნიტეტზე, კერძოდ სელენს შეუძლია აღძრას ფიზიოლოგიური ცვლილებები და შესაბამისად შეცვალოს როგორც მსხვილფეხა პირუტყვის ისე ფრინველის ხორცის ხარისხი. ცნობილია, რომ კუნთის ხორცად გარდაქმნა მოიცავს დინამიურ ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ პროცესებს, რასაც თან ახლავს კუნთის ქსოვილის მახასითებლის ცვლილება.

ხორცის ხარისხს შეუძლია გავლენა მოახდინოს გემოზე, კვების როლზე და სამომხმარებლო თვისებებზე. მისი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლებია ფერი, სუნი, არომატი-გემო, სტრუქტურა (სირბილე), წვნიანობა (წყლისა და ცილის ურთიერთმოქმედება). აგრეთვე ხორცის წარმოების ხარისხზე გავლენას ახდენს შინაგანი და გარეგანი ფაქტორები, როგორიცაა გენეტიკა, ასაკი, სქესი, კვება, ცოცხალი საქონლისა თუ ფრინველის მოვლა და დაკვლის წინა და დაკვლის შემდგომი ღონისძიებები **[130].**

ცოცხალი ორგანიზმის ქსოვილებში სელენის შენახვასა და შენარჩუნებაზე ზეგავლენას რამოდენიმე ფაქტორი ახდენს, მათ შორის ამ მიკროელემენტის მდგომარეობა და დანამატის წყარო,

კანტორა **[131]** და ომსონი **[132]** თავიანთ კვლევებში ასახავენ იმას, რომ ფრინველის კუჭის კუნთში, მკერდის კუნთსა და პანკრეასში სელენის კონცენტრაცია გაიზარდა მას შემდეგ, რაც მათ კვებაში დაემატა სელენმეთიონინი **[90; 133]**.

ცოცხალი ოგანიზმის სისტემაში სელენის უმთავრესი ფუნქციაა გლუტატიონპეროქსიდაზის (GSH-Px), პლაზმისა და ციტოზოლის ფერემენტის ფუნქცია, რომელიც ორგანიზმის ქსოვილებში პასუხისმგებელია პოტენციურად საშიში წყალბადის ზეჟანგის და ორგანული ზეჟანგების დაშლაზე **[134].**

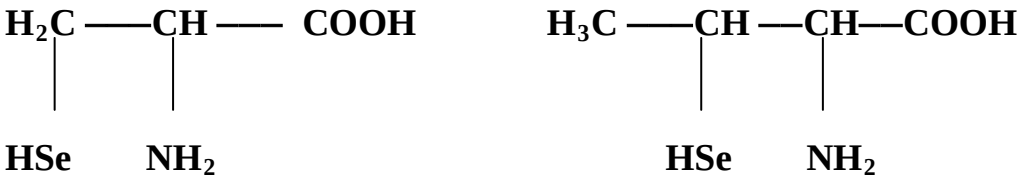
გარდა ამ აღნიშნული კომპონენტების როლისა, სელენი მონაწილეობას იღებს აგრეთვე რამდენიმე ფერმენტულ სისტემაში, რომლებიც არეგულირებს ენერგიისა და ცხიმოვანი მჟავის მტაბოლიზმს, პურინის და პრიმადინის ფუძის სინთეზს, ცხოველის იმუნიტეტს **[133].**

ეჭვგარეშეა, რომ სელენის შემცველობა ორგანიზმში დამოკიდებულია კვებაზე **[135].** მაგრამ უკანასკნელ წლებში ჩატარებულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ არსებითი განსხვავებაა ორგანულსა და არაორგანულ სელენს შორის. ხორვატიელი მკვლევარების მიერ ჩატარებული კვლევის მიზანი იყო სხვადასხვა წყაროთი მიღებული სელენის კონცენტრაციის რაოდენობის დადგენა. ბატკნის სისხლში, ხორცის კუნთსა და ორგანოებში (ღვიძლი და თირკმელები). კვლევიდან გამომდინარე, ორგანულმა და არაორგანულმა სელენმა სისხლში გავლენა იქონია ფერმენტ გლუტატიონპეროქსიდაზის (**GSH-Px)** აქტიურობაზე **(P<0,01),** ვიდრე ეს იყო საკონტროლო ჯგუფში **[136],** ანალოგიური შედეგები მიიღეს: ფაიქსოვამ **[137],** ქინმა **[138]** და ჰადრისმა **[139].** რაც შეეხება ხორცის კუნთსა (184.3 მკგ/კგ) და ორგანოებში (ღვიძლი – 737.3 მკგ/კგ; თირკმელები – 71.1 მკგ/კგ) ორგანული სელენის კონცენტრაცია

მნიშვნელოვნად მეტი **(P<0,05)** აღმოჩნდა ვიდრე იყო არაორგანული **[140; 141; 142].**

მენდელეევის პერიოდული სისტემის მიხედვით, სელენი ხასითდება მაღალი ელექტრო-დონორული თვისებით. მას აქვს თავისუფალი რადიკალების, პეროქსიდების, ელექტროფილური და კანცეროგენური ნაერთების დეზაქტივაციის უნარი. ის ხელს უწყობს გლუტატიონპეროქსიდაზის აქტივობას. აგრეთვე ახდენს მეთიონინის ცისტეინად გარდაქმნის სტიმულაციას, ხელს უწყობს გლუტატიონის სინთეზს, ლიპოპეროქსიდების დეტოქსიკაციას, ზრდის ანტიქოსიდანტურ თვისების პოტენციას ორგანიზმში.

სელენის მნიშვნელოვანი ფორმაა სელენოცისტეინი და სელენომეთიონინი.



SeCys - სელენოცისტეინი **SeMet – სელენომეთიონინი**

სელენმეთიონინი მეთიონინის ნაცვლად სხვადასხვა ცილებშია წარმოდგენილი. სელენოცისტეინის სინთეზის კოდირება ხდება ცხოველებისა და ადმიანის ორგანიზმში. ის გლუტატიონპეროქსიდაზის (GPX) იოდთირონინდეიოდინაზის (ID) და სელენოპროტეინის (SeP) აქტივობაში მონაწილეობს **[143],** რომელიც ანტიქოსიდანტური დაცვით უზრუნველყოფს უჯრედის კედლის ლიპიდურ ზეჟანგს დაჟანგვისაგან.

სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა და ფრინველთა კვებაში ფართო გამოყენება ჰპოვა პრეპარატმა სელენ-პლექსმა, ის არის ორგანული სელენის წყარო, რომელიც შეიცავს სელენამინომჟავას – სელენმეთიონინს. ამ სახით სელენი იოლად შეითვისება ორგანიზმის

მიერ და გამოიყენება ცილის სინთეზში. სელენმეთიონინს აქვს უნარი შეერწყას ნებისმიერი ორგანიზმის ცილას, ზრდის სელენის საერთო შეთვისებადობის უნარს და მისი რეზერვი გროვდება კუნთოვანი ქსოვილის უჯრედსა და კვერცხში.

ფრინველის ხორცი მდიდარია შეუცვალდი ამინომჟავებით, ამასთანავე პრეპარატი სელენ-პლექსი წარმოადგენს სელენ-მეთიონინ - ცილა-ამინომჟავას წყაროს.

ცნობილია, რომ ამინომჟავა - მეთიონინი ხელს უწყობს მოზარდებში ფიზიკური განვითარების პროცესს **[144]**.

1კგ პრეპარატში 100 მგ სელენია. გარდა სელენომეთიონინისა სელენ-პლექსის ქიმიურ შემადგენლობაში შედის სელენოცისტეინი. მისი სტრუქტურაა **[145]:**

HOOC-CH-CH2-SeH
|
NH2
სელენოცისტეინი

CH3-Se-CH2- CH2-CH-COOH
|
NH2
სელენომეთიონინი

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

თავი 3. ორგანული სელენით გამდიდრებული ფრინველის ზრდა-განვითარების კანონზომირების კვლევა

3.1 სელენის გავლენის დადგენა საკლავის პროდუქტიულობაზე

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 საკამო 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 ნაზი, ელასტიური კანი და ძვლები.

ბროილერის ხორცი ხასიათდება მაღალი კვებითი ღირებულებით და ბიოლოგიური სრულფასოვნებით. კარგი, ჯანსაღი პრუდქტის მისაღებად სხვა რიგ ფაქტორებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს მათ კვებას, რომელზეც დამოკიდებულია ხორცის ქიმიური შემადგენლობა. 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.

პირველი კვლევა ჩატარდა სსიპ მეცხოველეობისა და საკვებწარმოების ინსტიტუტის ვივარიუმში (იხ. ნახ. №8). საცდელი ობიექტი იყო ერთდღიანი ბროილერის წიწილა Ross - 300, რომელიც მოვათავსეთ R - 15 ტიპის გალიებში 4 ჯგუფად თანაბარი რაოდენობით. კვლევის მიზანი იყო ბროილერის წიწილის ულუფის გამდიდრება ორგანული სელენით. ცდის სქემა წარმოდგენილია ცხრილი №1-ში.

ნახ. 8 სსიპ. მეცხოველეობისა და საკვებწარმოების ინსტიტუტის ვივარიუმი

ცხრილი 1

ცდის სქემა

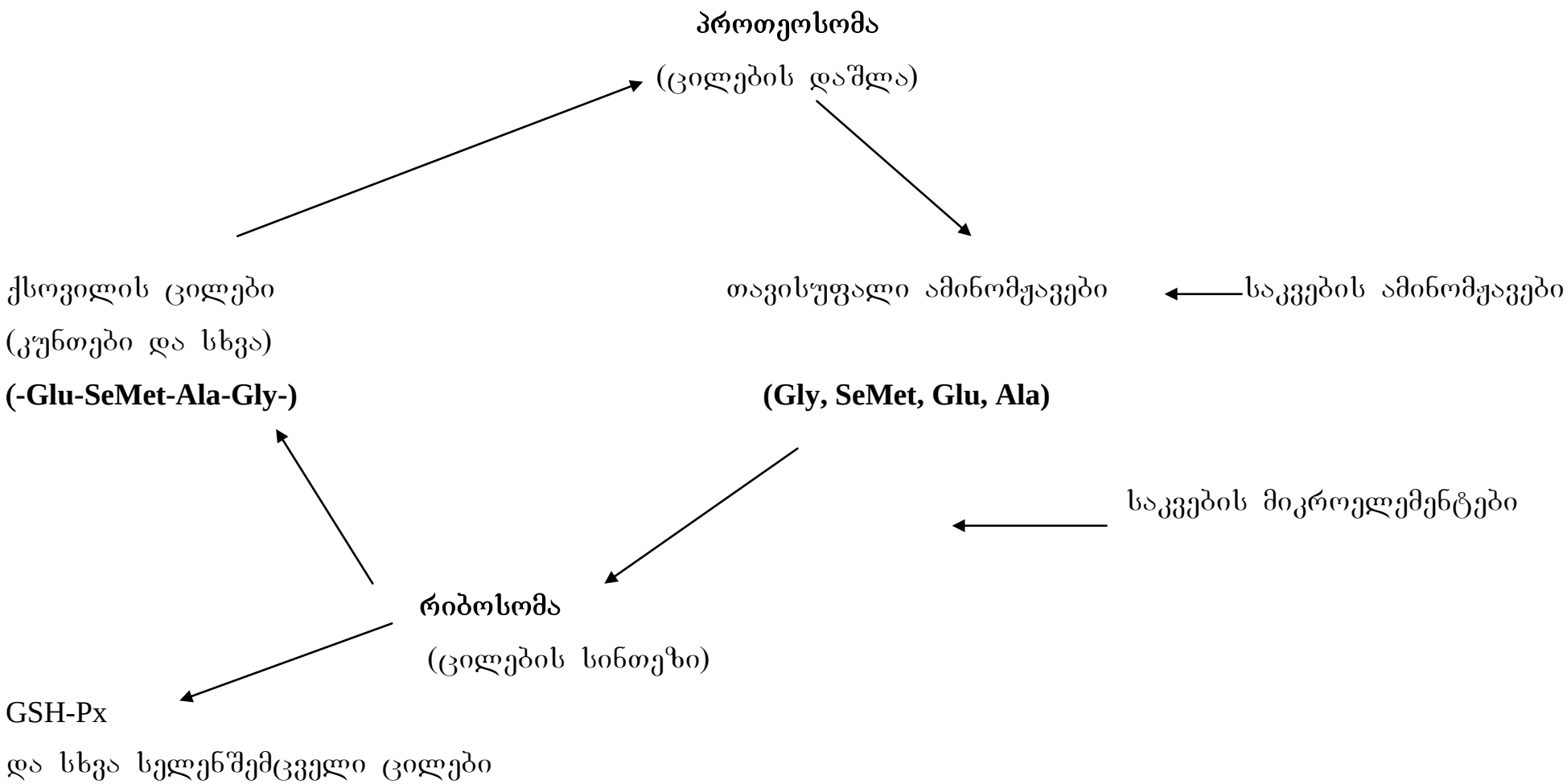
ჯგუფები	საცდელი ულუფის შემცველობა	ცდის ხანგრძლივობა (დღე)
I საკონტროლო	ძირითადი საკვები	1 – 42
II საცდელი	ძირითადი საკვები +0,2გ/კგ სელ-პლექსი	1 – 42
III საცდელი	ძირითადი საკვები +0,25გ/კგ სელ-პლექსი	1 – 42
IV საცდელი	ძირითადი საკვები +0,3 გ/კგ სელ-პლექსი	1 – 42

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.

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. **[146].**

მეცნიერების **[147, 148]** 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, ეს შესაძლებელია წარმოვიდგინოთ შემდეგი ნახ. №9 –ის მიხედვით.



ნახ. 9 სასოფლო-სამეურნეო ცხოველის ორგანიზმში სელენმეთიონინის ბრუნვა

როგორც უკვე ავღნიშნეთ სელენმეთიონინი, რომელიც არის საკვები საფუარის ***(Saccaromycess serevisiae)*** 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 elvax მეთოდით.

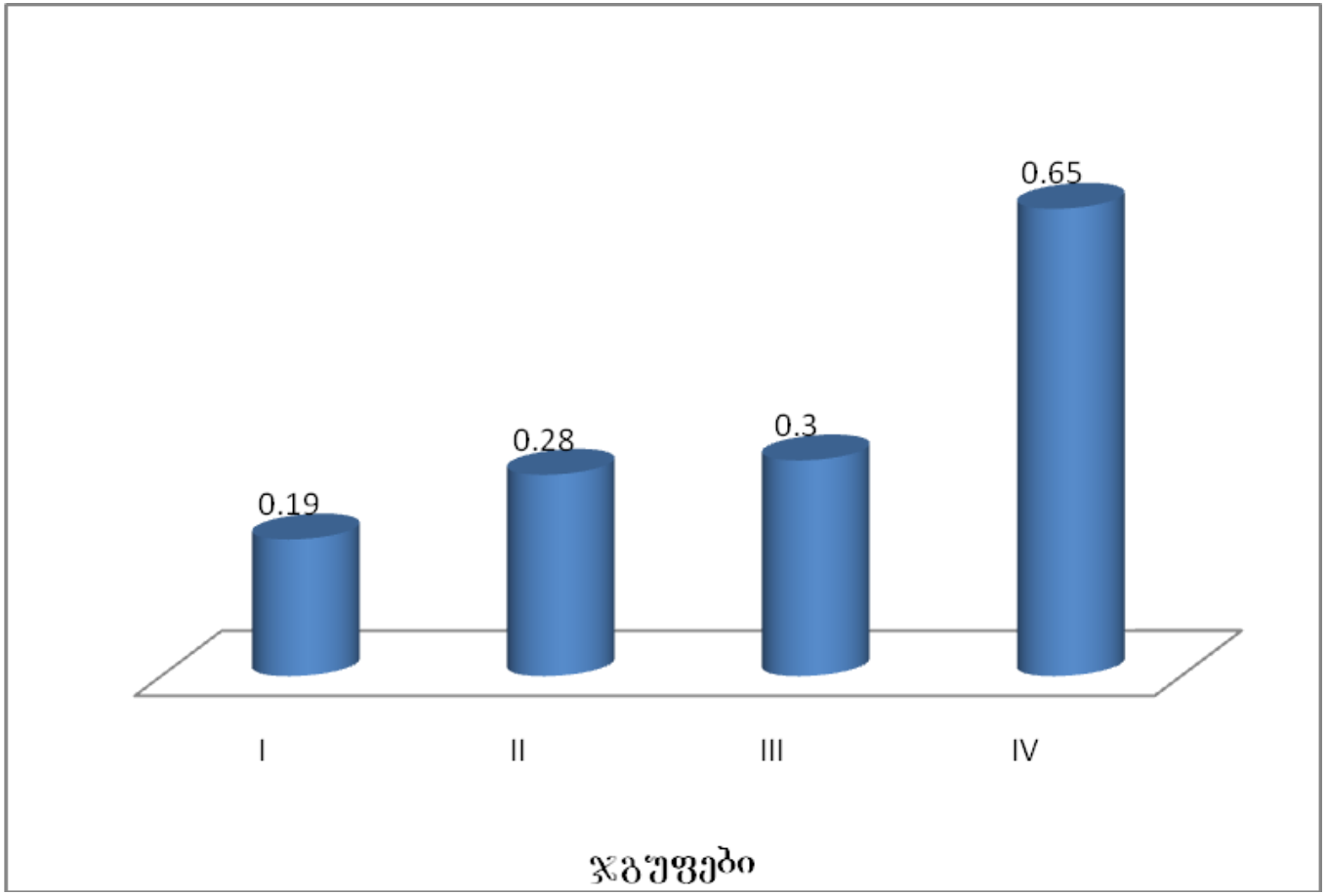
რენტგენულ-ფლუორესცენტული ანალიზატორი **ElvaX** წარმოადგენს ახალი თაობის ანალიტიკურ მოწყობილობას სხვადასხვა ნივთიერების ელემენტური შემადგენლობის კვლევისათვის. **ElvaX**-ი არის ენერგოდისპერსიული რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტრომეტრი, რომელიც არ საჭიროებს თხევად აზოტს ექსპლუატაციისა და შენახვისათვის.

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 ppm –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. 10-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. 10 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. <u>I ცდის</u> 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 საკონტროლო	**M±m**=1775.0±22.66 **δ =**71.68 **C=**4.03	2.18	100
II საცდელი	**M±m**=2085.0±73.42*** **δ =**232.19 **C=**11.3	1.85	100
III საცდელი	**M±m**=1895.0±32.01** **δ =**73.78 **C=**3.96	2.03	100
IV საცდელი	**M±m**=1860.0±23.33* **δ =**101.24 **C=**5.34	2.08	100

მასალების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ 42 დღის ასაკში I

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 (საკონტ.)	II (საცდელი)	III (საცდელი)	IV (საცდელი)
დაკვლისწინა ცოცხალი მასა, გ	**M±m** 1775±22.7 **δ=** 71.68 **C** =4.03	**M±m** 2085±73.4*** **δ=** 232.19 **C** =11.3	**M±m** 1895±32.0** **δ=** 73.78 **C** =3.96	**M±m** 1860±23.3* **δ=** 101.24 **C** =5.34
გამოუშიგნავი ნაკლავის მასა, გ	**M±m** 1622±21.7 **δ=**68.824 **C** =4.24	**M±m** 1942±71.5. *** **δ=226.271** **C =11.65**	**M±m** 1763±37.0** **δ=85.37** **C =4.98**	**M±m** 1713±26.9* **δ=117.214** **C =6.65**
გამოუშიგნავი ნაკლავის მასა, %	91%	93.1%	**92.1%**	93%
ნახევრად გამო-შიგნული ნაკლავის მასა, გ	**M±m** 1477±20.4 **δ=64.82** **C=** 4.39	**M±m** 1789±68.1*** **δ=215.504** **C =12.04**	**M±m** 1596±31.4** **δ=71.680** **C =4.57**	**M±m** 1566.±22.6** **δ=99.409** **C =6.23**
ნახევრად გამო-შიგნული ნაკლავის მასა,%	83.2%	85.8%	84.2%	84.2%

გამოშიგნული ნაკლავის მასა, გ	**M±m** 1313±12.7 **δ=40.425** **C=** 3.08	**M±m** 1617±67.0*** **δ=212.022** **C =13.11**	**M±m** 1396±20.1** **δ=63.685** **C =4.56**	**M±m** 1439±30.3** **δ=95.853** **C =6.66**
გამოშიგნული ნაკლავის 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 იქონია 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)	საკვების დანახარჯი 1 კგ წონამატზე (კგ, ცოცხალი მასა)	შენარჩუნება %-ში
I საკონტროლო	**M±m**=1885.0±139.4 **δ** =261.5 **C**=13.8	1.84	100
II საცდელი	**M±m**=2104.2±33.8 **δ** =2104.2 **C**=33.8	1.63	100
III საცდელი	**M±m**=2048.1±36.8 **δ** =2048.1 **C**=36.8	1.66	100
IV საცდელი	**M±m**=2016.0±44.4 **δ** =294.9 **C**=14.06	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%.

თვი 4. 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 **[149].**

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 ρ, კგ/მ^3 ფორმულის მიხედვით იქნება:

$$a = \frac{\lambda}{C \cdot \rho} \quad \textbf{(3.1.1)}$$

თბოფიზიკურ თვისებებს მიეკუთვნება კვების პროდუქტის საწყისი ტემპერატურა, რომელსაც ეწოდება კრიოსკოპული ტემპერატურა $t_{კრ}$ ^{0}C; ტენის სითბოს კრისტალიზაცია r 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 სტრუქტურაზე, 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 **[150].**

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 ρ, კგ/მ^3	**999.5**	**916**

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 $t \leq t_{კრ.}$ 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 $\mathbf{t_{კრ}=1}$, აღნიშნული ფორმულის საფუძველზე მივიღეთ:

$$\frac{1-\omega(t)}{1}=\frac{t_{kr}-t_0}{t-t_0}; \qquad \omega(t)=\frac{t-t_{kr}}{t-t_0}=1-\frac{t_{kt}}{t} \quad \textbf{(3.1.2)}$$

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

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:

$$q=33.4+2.12t+0.0042t^2 \quad \textbf{(3.1.3)}$$

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

$$q=q_0\cdot W\cdot\omega(t)=q_0\cdot W\cdot\frac{t-t_{kr}}{t-t_0} \quad \textbf{(3.4)}$$

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 **[145].**

4.2 საწარმოო პირობებში დაბალ ტემპერატურებზე სელენით გამდიდრებული ფრინველის ტანხორცის შენახვის კანონზომიერებები

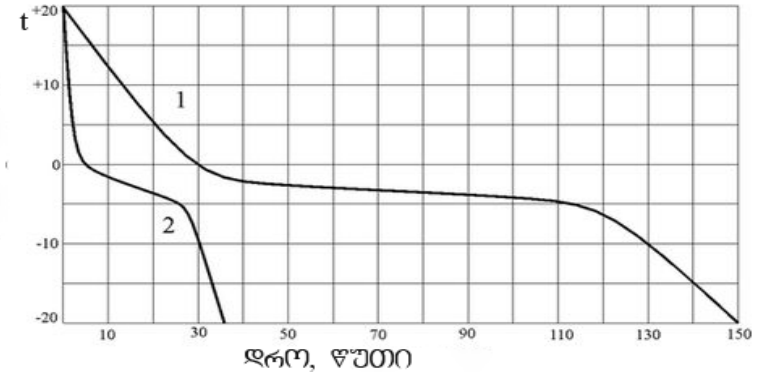
ფრინველის ხორცი მიეკუთვნება მალფუჭად კვების პროდუქტს. კვების პროდუქტების უჯრედის სტრუქტურებსა და სითხეებში ყინულის ფორმირებას აქვს შემდეგი სახე: ა) უწყლო კომპონენტები კონცენტრირდებიან გაუყინავ ფაზაში (კვების პროდუქტებში გაუყინავი ფაზა არსებობს გარკვეული ტემპერატურის პირობებში შენახვისას), ბ) ყველა წყალი, 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 **[151].**

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. 11. 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^{0}C-ზე, სადაც ჰაერის მოძრაობის სისწრაფე იყო v= 1.5 მ/წმ და -40^{0}C-ზე, v= 4.9 მ/წმ. ვიკვლევდით სელენის გავლენას ფრინველის ტანხორცის მასის დანაკარგებზე.

-20^0-C და -40^{0}C 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, მიივიღეთ შემდეგი ფორმულა:

$$\tau_0 = \Phi \cdot \frac{R \cdot \rho \cdot q \cdot w}{t_{kr} - t_{cl}} \cdot \left(\frac{R}{2\lambda} + \frac{1}{\alpha} \right) \quad \textbf{(3.2.1)}$$

სადაც $t_{კრ}$ არის კრიოსკოპული ტემპერატურა ^{0}C; $t_{გ.ს}$ – გარემოს სიცივის მატარებელი ტემპერატურა ^{0}C; q=3,3•10^{5}ჯ/კგ-წყლის კრისტალიზაციისას გამოყოფილი ტემეპრატურა; ω – სხეულში ტენის შემცველობა კგ ტენი/კგ; p-სხეულის სიმკვრივე, კგ/მ^3; R – სხეულის ზომა, მ; λ – გაყინული სხეულის ნაწილის თბოგამტარობის კოეფიციენტი, BT/(m^{2}K); α–სხეულის ზედაპირის სითბოგაცემის კოეფიციენტი; Φ – სხეულის ფორმის კოეფიციენტი.

გაყინვის პროცესის გასახანგრძლივებლად სწორკუთხოვანი ზღვრულ ზონასა და პარალილეპიპედს აქვს უფრო ზუსტი ურთიერთობა. სწორკუთხოვან ზღვრულ ზონას აქვს $2R_1$ და $2R_1$ (შიდა და აგრე წახნაგი), თუ $R_2 \leq R_1$, მაშინ მისი თვისობრივი ზომა იქნება $R=R_2$, შეგვყავს უსაზღვრო პარამეტრი $\beta=R_1/R_2 \geq 1$.

პარალილეპიპედის ანალოგიური ზომაა $2R_1$; $2R_2$ და $2R_3$; $R=R_3 \le R_2 \le R_1$; $\beta_1=R_1/R_3 \ge \beta_2=R_2/R_3 \ge 1$. შესაბამისად მივიღეთ:

$$\tau_0 = \frac{R \cdot \rho \cdot q \cdot w}{t_{kr} - t_{cl}} \cdot \left(Q \cdot \frac{R}{2\lambda} + \Phi \cdot \frac{1}{\alpha} \right) \quad \textbf{(3.2.2)}$$

ზღვრული ფაზისათვის : $Q_{br} = \dfrac{\beta}{\beta + 0{,}7}$; $\Phi_{br} = \dfrac{\beta}{\beta + 1}$

ხოლო პარალილეპიპედისათვის:

$$Q_n = \frac{\beta_1 \cdot \beta_2}{\beta_1 \cdot \beta_2 + 0{,}7 \cdot (\beta_1 + \beta_2) - 0{,}15};$$

$$\Phi_n = \frac{\beta_1 \cdot \beta_2}{\beta_1 \cdot \beta_2 + \beta_1 + \beta_2} \quad \textbf{(3.2.3)}$$

2.3.1 ფორმულა გვაძლვეს გაყინვის დროის სრულ ხანგრძლივობას, გაყინვის (მოყინვის) პროცესი იწყება სხეულის ზედაპირიდან ცენტრში. შემდეგი ფორმულით განვსაზღვრეთ გაყინვის პროცესისას სისქის ფენა Δ:

$$\tau(\Delta) = \frac{\Phi \cdot q \cdot \rho \cdot R^2 \cdot w}{\lambda(t_{kr} - t_{cl})} \cdot \left\{ \left(\frac{1}{Bi} + \frac{\Phi}{2\Phi - 1} \right) \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{\Delta}{R} \right)^{\frac{1}{\Phi}} \right) - \frac{1 - \left(1 - \frac{\Delta}{r} \right)^2}{2(2\Phi - 1)} \right\} =$$

$$= \frac{q \cdot \rho \cdot R^2}{\lambda(t_{kr} - t_{cl})} \cdot \left\{ \frac{\Phi \cdot \nu}{Bi} + \frac{\Phi^2 \cdot \nu}{2\Phi - 1} - \frac{\Phi(1 - (1 - \nu)^{2\Phi})}{2(2\Phi - 1)} \right\};$$

(3.2.4)

მაგრამ ზოგჯერ თბოგამტარობის კოეფიციენტი სხეულის სხვდასხვა ნაწილში განსხვავებულია. გაყინული პროდუქტის კონტეინერი მოთავსებული იყო მაცივრის თაროებზე, თბოგამტარობის კოეფიცინეტი ქვედა და ზედა მხარის α_1 და α_2 არის საგრძნობლად განსხვავებულია. ანალოგიურად ხდება კრიოგენური გაყინვისას, ეს მდგომარეობა გამოვსახეთ შემდეგი ფორმულით:

$$\tau_0 = \frac{q \cdot \rho \cdot R^2}{\lambda(t_{kr} - t_{cl})} \cdot \left\{ \frac{\Phi^2 \cdot \nu}{2\Phi - 1} - \frac{\Phi(1-(1-\nu)^{2\Phi})}{2(2\Phi - 1)} + \Phi \cdot \frac{2(\nu(Bi_1 + Bi_2)+1)(\nu^2 Bi_1 Bi_2 + 1) - 2 + 1{,}5\nu^2 (Bi_1 + Bi_2)^2}{(2\nu Bi_1 Bi_2 + Bi_1 + Bi_2)^2} \right\}$$

(3.2.5)

სადაც $Bi_{1,2}$ არის ბიო რიცხვი, რომელიც გამოთვლილია თბოგამტარობის კოეფიციენტთან შესაბამისად $\alpha_{1,2}$.

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:

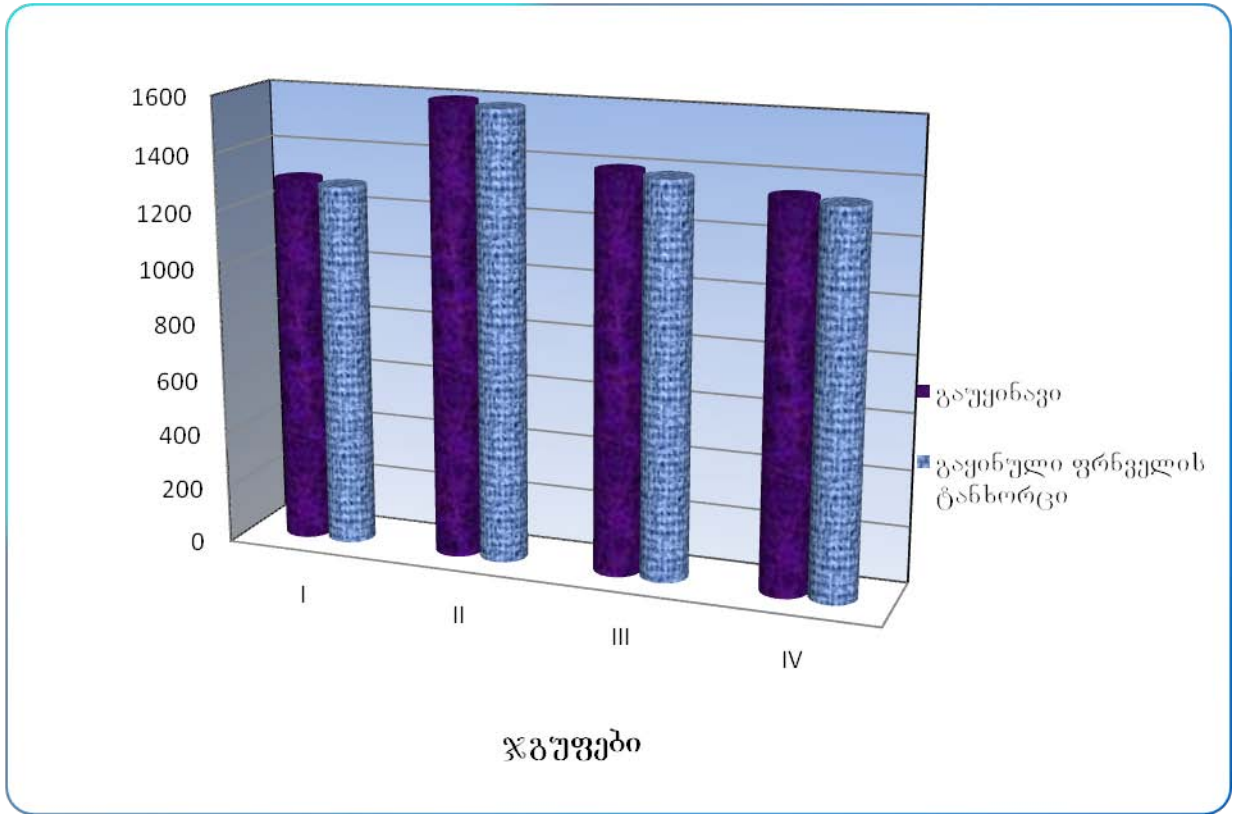
$$\tau_0 = \Phi \cdot \frac{R \cdot \rho \cdot q}{t_{kr} - t_{cl}} \cdot \left(\frac{R}{2\lambda} + \frac{1}{\alpha} + \sum_n \left(\frac{\delta_D}{\lambda_D} \right)_n \right) \qquad \textbf{(3.2.6)}$$

სადაც $\lambda_д$- დამატებითი თბოგამტარობაა, $\delta_д$ არის დამატებითი სისქე.

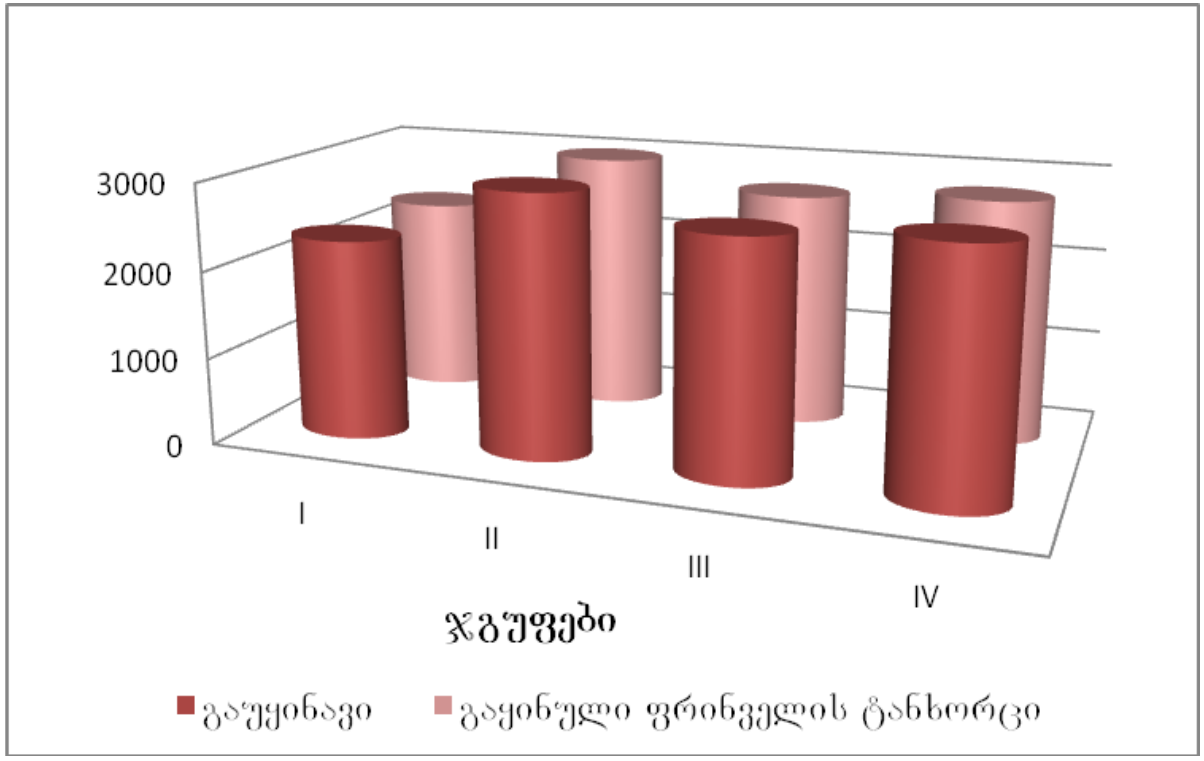
ჩვენს მიერ ჩატარებულ კვლევაში დაკვირვება მოვახდინეთ ფრინველის ტანხორცის გაყინვაზე სხვადასხვა ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში. როგორც უკვე ავღნიშნეთ საკვლევი ნიმუშები გაყინვისას შეფუთული იყო პოლიეთილენის ცელოფანში.

კვლევიდან გამომდინარე I საკონტროლო ჯგუფში გაუყინავი ფრინველის ტანხორცის მასა იყო 1300გ. და -20^0-Cზე 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. 12 გაუყინავი და -20°C-ზე გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასა გ-ში



ნახ. 13 გაუყინავი და –40°C-ზე გაყინული ფრინველის ტანხორცის მასა გ-ში

ნახ. 14. ა) ფრინველის ტანხორცის გასაყინი დანადგარი -20°C-ზე ბ) ფრინველის ტანხორცის გასაყინი დანადგარი -40°-C-ზე

ცნობილია, რომ ხორცის კუნთში წყალი სამ ერთამანეთთან დაკავშირებულ მდგომარეობაში გვხვდება: უჯრედის შემადგენელი სახით ანუ ორგანულში, სასაზღვრო და გარეუჯრედულში [152]. 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.

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, აგრეთვე ხარშვის პროცესი. ჰონიკელისა და ჰემის, თანახმად, დინამიკაში, კუნთის ქსოვილის წყლის კარგვისას, სამი მთავარი ფაქტორი მონაწილეობს: 1. წყლის მდგომარეობა ხორცში, 2. უჯრედულ და სუბუჯრედულ სტრუქტურებში კომპარტმენტალიზაცია (სივრცითი დაყოფა), 3. ქსოვილის სიკვდილის შემდგომ ცვილებები. 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 სპეციფიკურ უჯრედებს იცავს დაზიანებისაგან **[153; 154].**

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. ასეთი სენსიბილიზატორების როლი ბიოლოგურ სისტემაში შესაძლებელია იყოს მრავალი ნაერთი არომატული მინომჟავების ჩათვლით (ფენილალანინი, თიროზინი, ტრიპტოპანი). ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედებისას ფორმირდება თავისუფალი რადიკალები. გარდა ამისა თავისუფალი რადიკალები ფორმირდებიან ქსოვილებში ცვლადი ვალენტობის მეტალებად (Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, V^{2+}, Mn^{2+}, Co^{2+}), ერთ ელექტრონიანი ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები მიმდინარეობს შემდეგი სქემის მიხედვით:

$$R\text{-}OH + Co^{3+} \longrightarrow Co^{2+} + H^{+} + RO$$

$$R' - OOH + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + OH^{-} + R'O$$

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 რექციული უნარი და შეუძლია რეაგირება მოახდინოს ჰაერში ჟანგბადთან. შედეგად ვიღებთ ზეჟანგის რადიკალს. ეს რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი მსვლელობით:

$$A + RH \longrightarrow AH + R$$

$$R + O_2 \longrightarrow RO_2$$

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

$$RO_2 + RH \longrightarrow ROOH + R$$

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.

ამ ცვლილებებმა შესაძლოა გამოიწვიოს რეაქციის დაჩქარება. გაყინვას აქვს ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო გამოვლინება რეაქციის სიჩქარეზე: დაბალი ტემპერატურის პირობებში ის ნელდება, რაც შეეხება კონცენტრირებულ კომპონენტებს, ის არ იყინება წყალში.

კვების პროდუქტებში წყლის აქტივობის როლი დიდია, ვინაიდან მისი არსებობა ყინულში დაკავშირებულია კვების პროდუქტების სწრაფად გაფუჭებისა და ბიოლოგიური ნივთიერებების არსებობასთან დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის პირობებზე.

მიუხედავად იმისა, რომ განსხვავებული კვების პროდუქტები შეიცავს ტენს ერთი და იგივე რაოდენობით, მათი გაფუჭების პროცესი სხვადასხვანაირია. ეს დაკავშირებულია იმაზე თუ რამდენადაა წყალი ასოცირებული უწყლო კომპონენეტებთან. კვების პროდუქტების გაფუჭება დაკავშირებულია მიკროორგანიმზებისა და ჰიდროლიტურ ქიმიურ რეაქციებზე.

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):

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

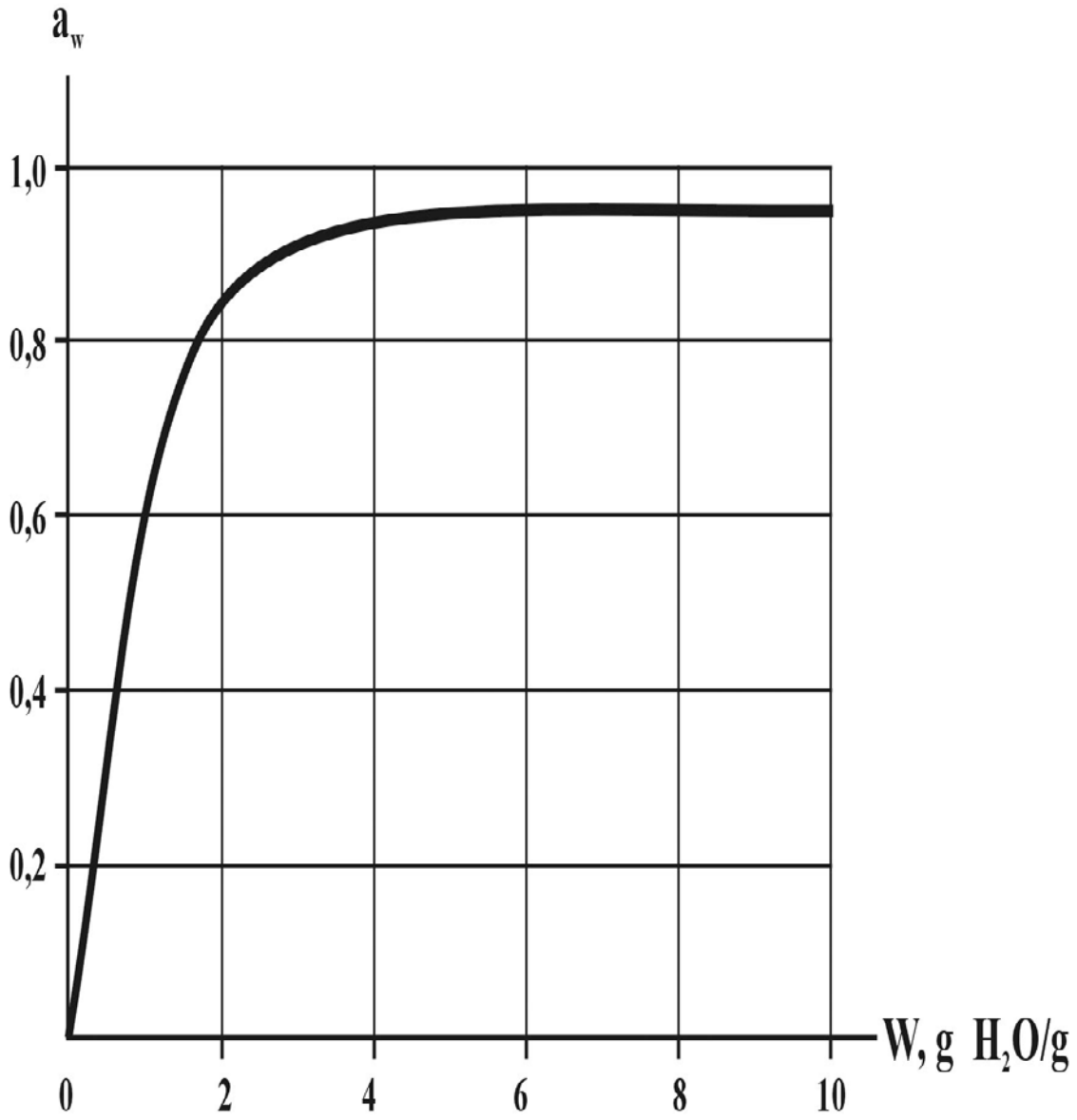
სადაც ΔF არის თავისუფალი ენერგიის შემცირება (მუდმივი ტემპერატურისას); L – მშრალი ჩონჩხის 1 მოლი წყლის ნიმუში (შემადგნელობა უცვლელია); R – უნივერსალური გაზური მუდმივობა.

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

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, %.

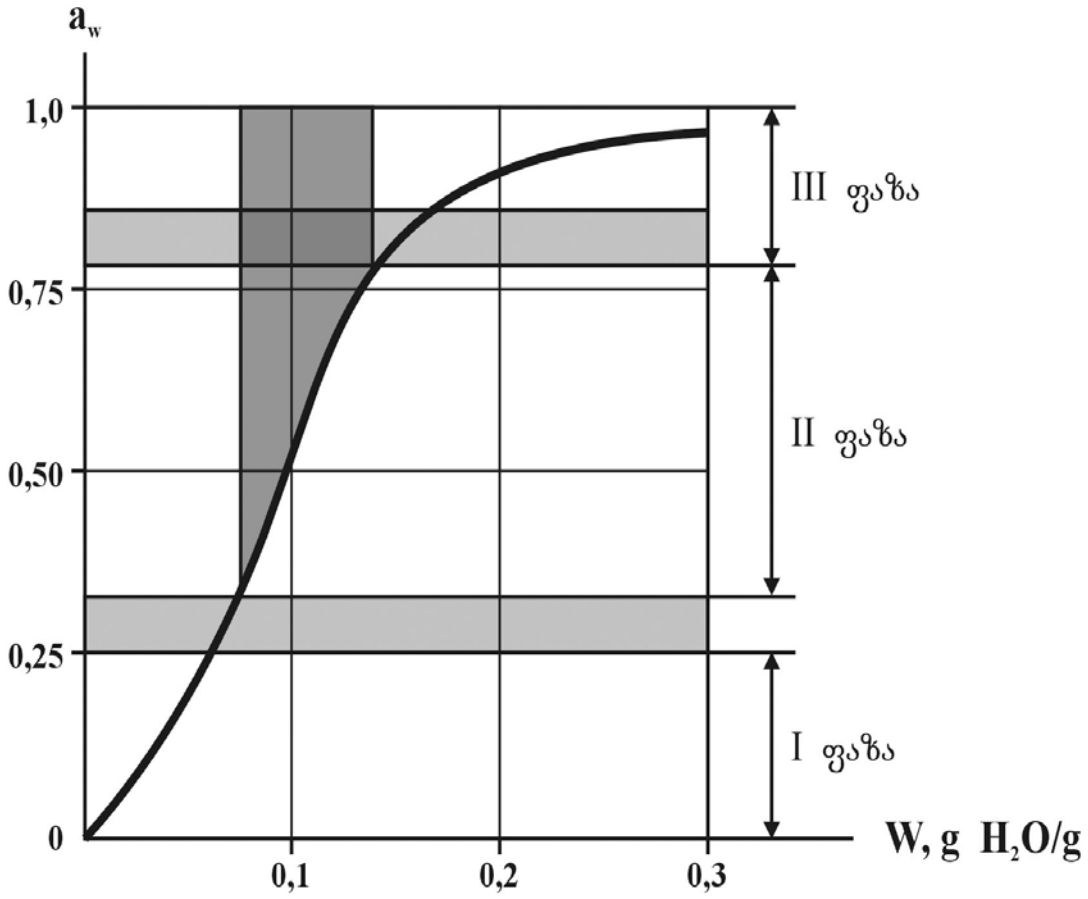
კვების პროდუქტებს წყლის აქტიურობის სიდიდის მიხედვით ყოფენ შემდგენაირად: პროდუქტები, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალშემცველი ტენით (a_w=1,0-0,9); შუალედური ტენშემცველობით (a_w=0,9-0,6) და პროდუქტები დაბალი ტენშემცველობით, მაგალითად

ხორცში ტენის შემცველობა მერყეობს 60-70%-ით, ხოლო წყლის აქტიური სიდიდეა a_w= 0,97 **[163].**



ნახ 15. 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.



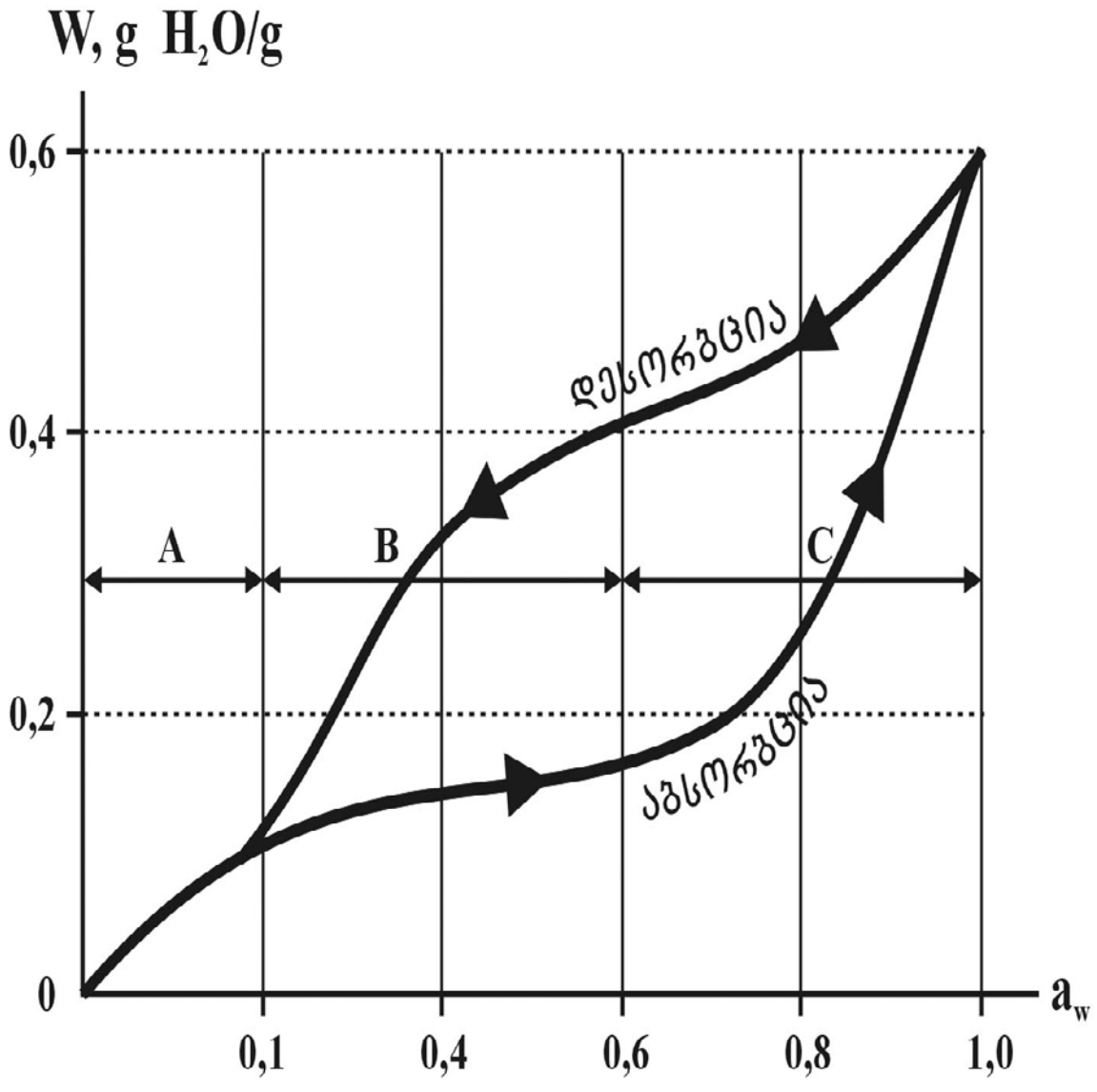
ნახ. 16. მცირე ტენშემცველ კვების პროდუქტებში ტენის იზოთერმული სორბცია

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 – 40^0C-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 –40^0C-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.16 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 **[164]**.

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.

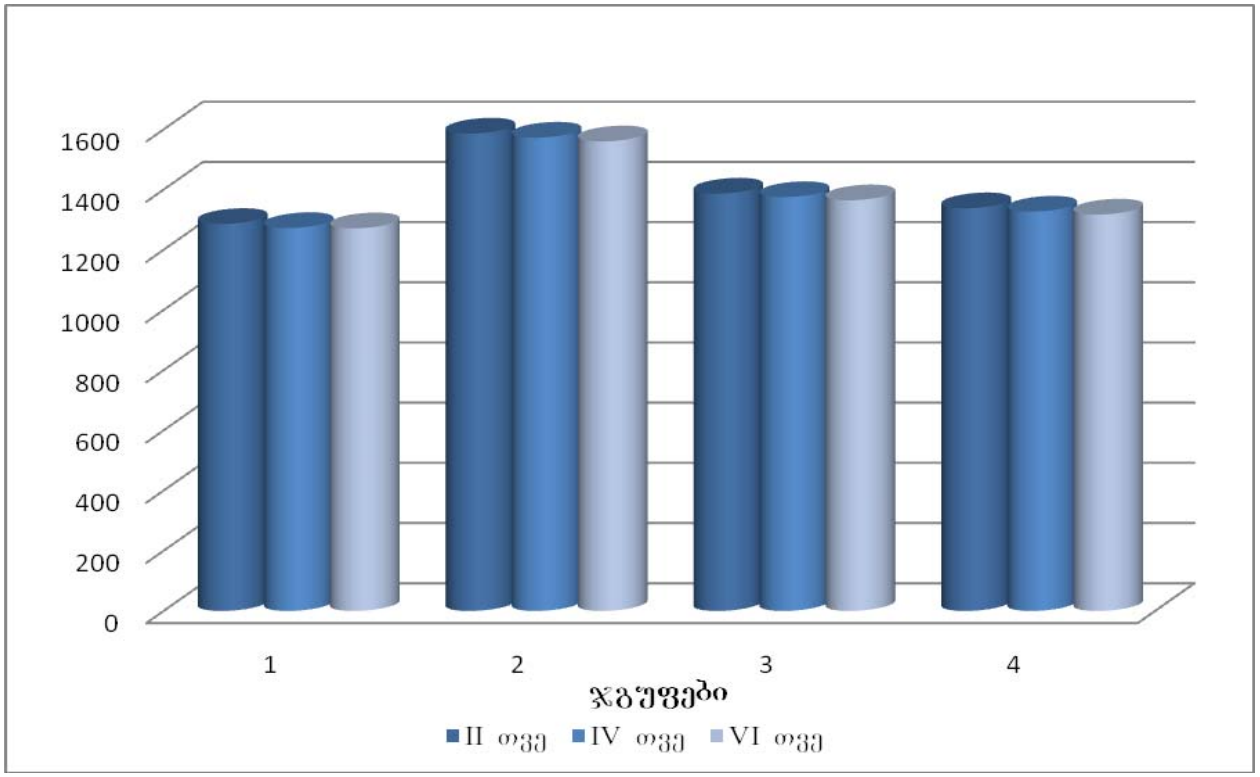
ფუნქციონალურ-ტექნოლოგიური თვისებების დახასიათების ქვეშ იგულისხმება, როგორც ტენის შემაკავშირებელი, ასევე ტენის შებოჭვის უნარი. ტენის შემაკავშირებელი უნარი წარმოადგენს ერთ-ერთ უმთავრეს მაჩვენებელს ხორცის ხარისხის შესაფასებლად. ცნობილია, რომ ცილები დაკავშირებულია ტენთან სხვადასხვა ბმით. ცილის მოლეკულას 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.

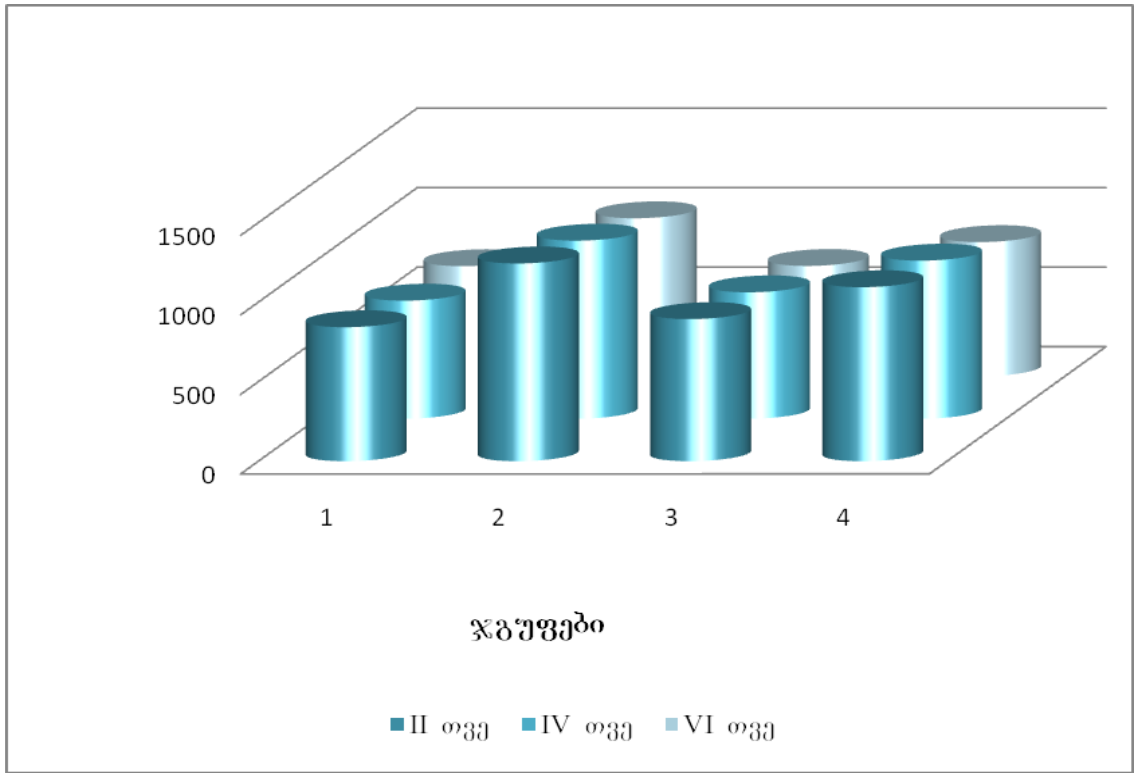
გარკვეული რეაქციის პროცესების სიჩქარის შემცირება ხდება კვების პროდუქტის -18^{0}C-ზე შენახვის პირობებში და ასეთ პირობებში ცილების ინსობილიზაცია მცირდება, შესაბამისად ეს პროცესი ქმნის კვების პროდუქტის შენახვის მაქსიმალურ პირობას **[165, 166, 167, 168, 169]**.

-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-17 და მე-18).

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. 17. -20^{0}C-ზე გაყინული და -18^{0}C-ზე შენახული ფრინველის ტანხორცის მასა (გ-ში) II, IV და VI თვის შემდეგ



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

ნახ. 18-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 **[155].**

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.

ანტიოქსიდანტები მოქმედების მექანიზმის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: 1. მაღალ მოლეკულური ნაერთები – ანტიქოსიდანტური თვისების ფერმენტები (სუპეროქსიდისმუტაზა, პეროქსიდაზა, კატალაზა და სხვა), ცილები (ალბუმინი, ტრანსფერინი, ფერიტინი და სხვა), მას აქვს უნარი დაუკავშირდეს Fe და Cu ის იონებს, რომლებიც თავისუფალი რადიკალების პროცესების კატალიზატორს წარმოადგენენ; 2. დაბალ მოლეკულური ნაერთები, რომელთა რიცხვს ეკუთვნის სტეროიდები, უბიხინები, ფოსფოლიპიდები, ზოგიერთი ამინომჟავები, პოლიამინები, შარდმჟავა, გლუტატიონი, ბილირუბინი, ტოკოფეროლი და სხვა.

ლიპიდების ანტიოქსიდანტური აქტიურობა დამოკიდებულია ანტიოქსიდანტების რაოდენობაზე და მათ ურთიერთკავშირზე. აგრეთვე იმ ნივთიერებების არსებობაზე, რომლებსაც არ აქვთ ანტიოქსიდანტური ან პროანტიოქსიდანტური მოქმედება, მაგრამ აქვთ უნარი გააძლიერონ ბიოანტიოქსიდანტების მოქმედება.

დაბალმოლეკულური ანტიოქსიდანტებს ყოფენ ნაერთებად, რომლებსაც აქვთ ანტირადიკალური და ანტიოქსიდანტური თვისებები. ამავე დროს ისინი წარმოადგენენ წყალბადის ატომებისა და ელექტრონების დონორებს, ამიტომ მონაწილეობენ უშუალოდ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში. ანტიოქსიდანტების როლი იმაში მდგომარეობს, რომ დაბალი კონცენტრაციისას მათ აქვთ უნარი მოახდინონ თავისუფალი რადიკალების პროცესის ინიცირება პროოქსიდანტური თვისების გამომჟღავნების დროს, ხოლო სიჭარბის შემთხვევაში თრგუნავენ თავისუფალი რადიკალების ფორმირებას ცოცხალ ორგანიზმში.

ნაერთებს, რომლებსაც აქვთ მაღალი პროოქსიდანტური თვისება, აქვთ უნარი დაარღვიონ ბიოგენური სისტემა და ამიტომაც წარმოადგენენ აპოპტოზის ინსტრუმენტს – ეს არის ცოცხალი ორგანიზმის უჯრედების სიკვდილი.

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 **[156].**

ცოცხალ ორგანიზმში ჟანგბადის აქტიური ფორმის ჩამოყალიბებაში ძირითად როლს ასრულებს გემშემცველი ცილები, რომლებიც ბიოგენურ სისტემაში სხვადსხვა ფუნქციას ასრულებენ. სწორედ მათ აქვთ ჟანგბადის უჯრედებში ტრანსპორტირების უნარი, დანარჩენები კატალიზებას უწევენ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებს, ასეთი ფერმენტები ეკუთვნის ოქსიდორედუქტაზის ჯგუფს. ამ რექციების მიმდინაროების შედეგად კატალიზირებული ქსანტინოქსიდაზა, ალდეჰიდოქსიდაზა და მრავალრიცხოვანი ფლავოპროტეიდები შესაძლებელია ჩამოყალიბდნენ ჟანგბადის აქტიურ ფორმებად (სუპეროქსიდ-ანიონ-რადიკალი და წყალბადის ზეჟანგი). ანალოგიური რეაქციები შესაძლებელია მოხდეს ჰემოგლობინის, ფერიდოქსინების, ადრენალინის და სხვა მიმდინარეობისას.

ჟანგბადის აქტიური ფორმის უტილიზაციაში მონაწილეობას ღებულობს შემდეგი ფერმენტები: სუპეროქსიდდისმუტაზა (სოდ), კატალაზა, პეროქსიდაზა. სოდ-ის მოქმედების შედეგად ხდება 0_2-ის აღდგენა H_20_2-მდე **[157, 158].**

$$\mathbf{20_2+2H^+ \quad H_20_2+0_2}$$

წარმოქმნილ წყალბადის ზეჟანგს კი შემდგომ კატალაზა შლის წყლად და მოლეკულურ ჟანგბადად [159].

$$H_20_2 \qquad 2H_20+0_2$$

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} და სხვა. მესამე საფეხური წარმოდგენილია გლუტატიონდამოკიდებული ფერმენტული სისტემით, რომლებშიც შედის 1. Se-შემცველი გლუტატიონპეროქსიდაზა; 2. გლუტატიონტრანსფერაზები 3. დაჟანგული გლუტატიონის (GSSG) ბიორეგენერაციის ფერმენტები.

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

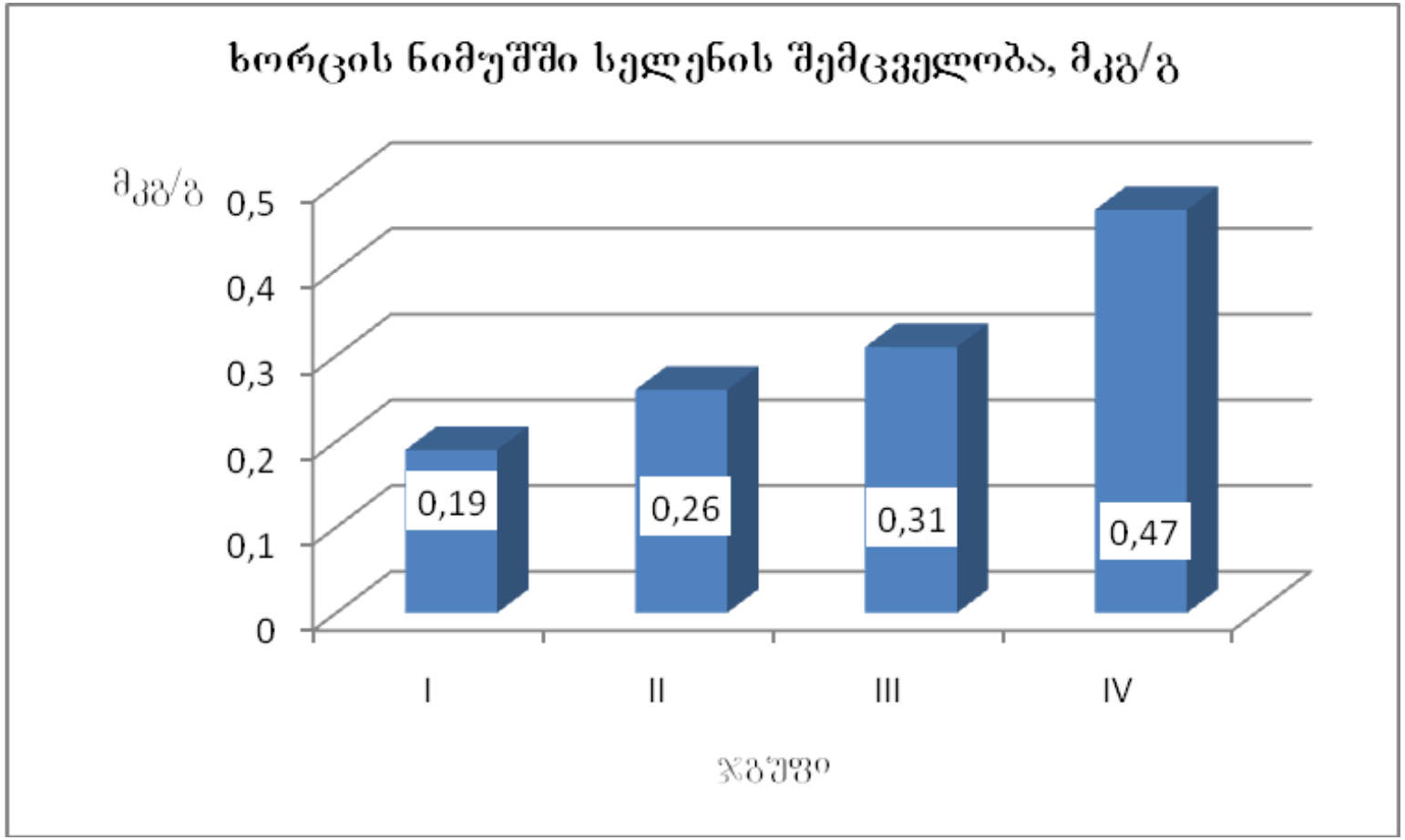
ახლად დაკლული ფრინველის ტანხორცის გულმკერდის კუნთში განვსაზღვრეთ რენტგენო-ფლუორესცენტული სპექტომეტრის “elvax”–ის მეთოდით სელენის შემცველობა. კვლევის შედეგად I (საკონტროლო) ჯგუფის ხორცის საკვლევ ნიმუშში სელენის შემცველობამ შეადგინა 0.19 მკგ/გ-ზე; II, III და IV საცდელ ჯგუფებში – შესაბამისად, 0.26; 0.31 და 0.47 მკგ/გ-ზე, ამდენად, ცხადია, რომ საკვებ ულუფაში სელ-პლექსის მზარდი დოზის

ჩართვამ გაზარდა სელენის შემცველობა ფრინველის ხორცში. მიღებული შედეგები მოცემულია ნახ.18-ში

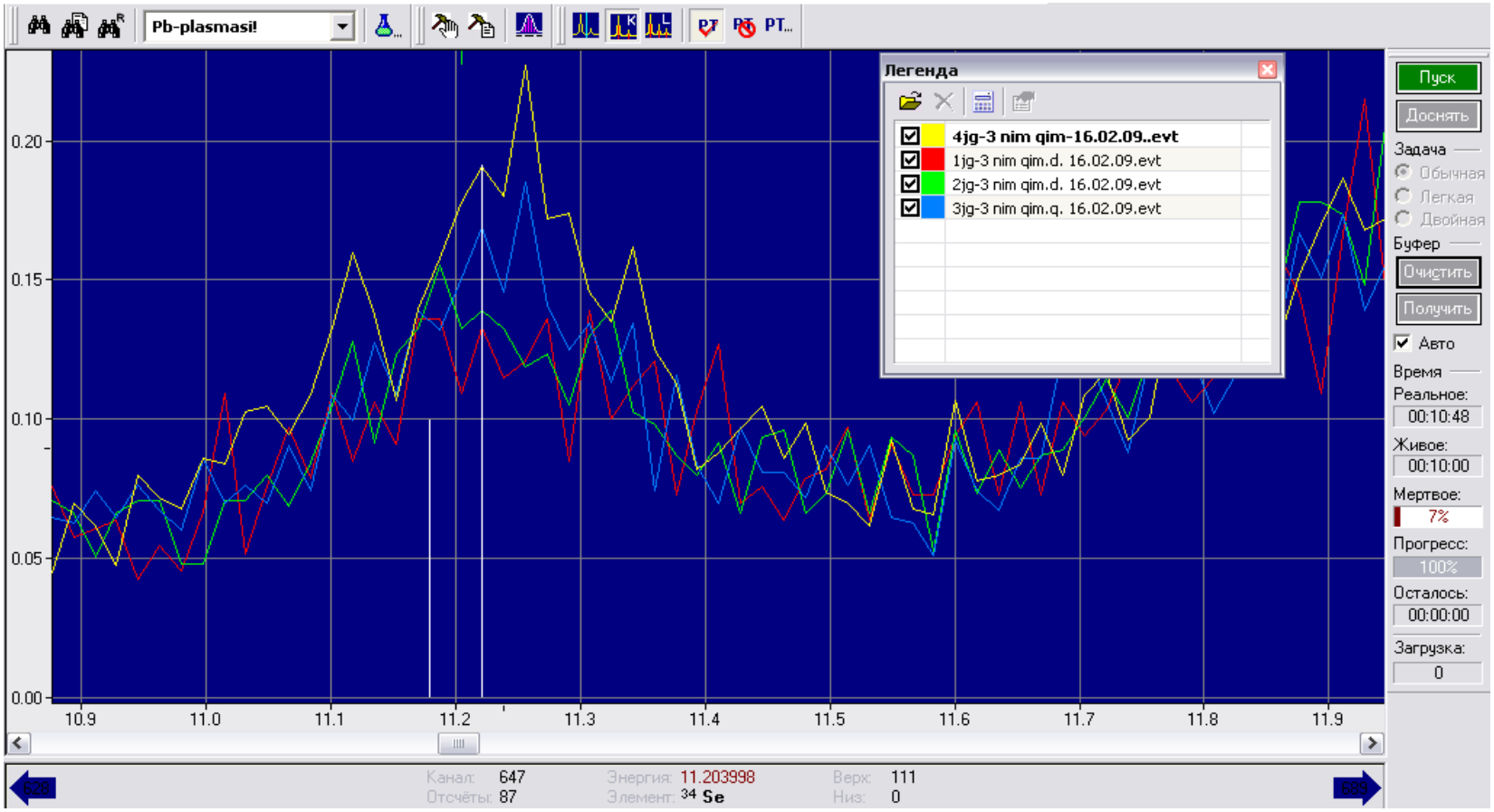
ცხრილი 6. ხორცის საკვლევ ნიმუშში სელენის ცვალებადობის დინამიკა მკგ/გ

მაჩვენებლები	ჯგუფები			
	1. საკ **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.19 ფრინველის ხორცში სელენის კონცენტრაცია



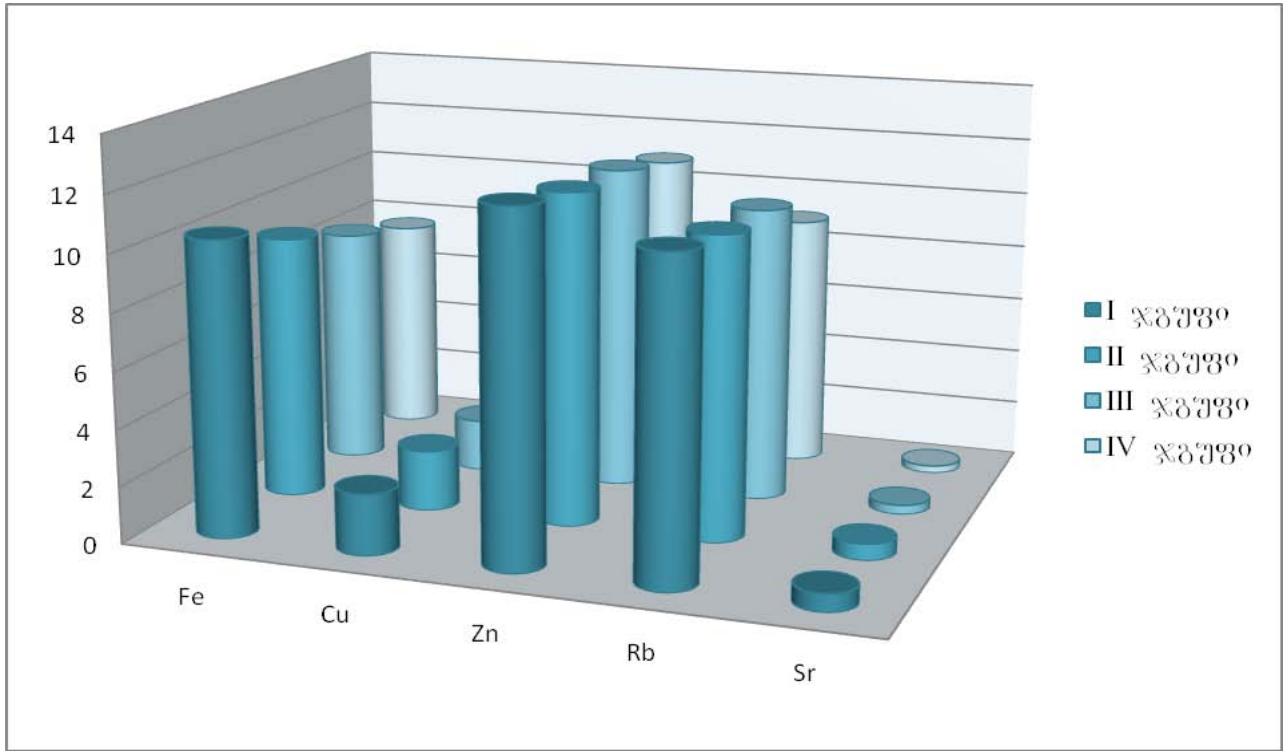
ნახ 20. *საკვლევ ხორცის ნიმუშში სელენის მატების დინამიკა რენტგენო-ფლუორესცენტული სპექტრომეტრის* **elvax** *მეთოდით.*

განვსაზღრეთ ხორცის საკლევ ნიმუშში ზოგიერთი ელემენტის კონცენტრაცია, რომელიც მოცემულია ცხრილი 7-ში

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

ჯგუფები	მეტალები				
	Fe	**Cu**	**Zn**	**Rb**	**Sr**
I (საკ) n=3	**M±m 10.39±1.25 δ=2.175 C=20.92**	**M±m 2.16±0.17 δ=0.29 C=13.5**	**M±m 12.23±0.09 δ=0.16 C=1.3**	**M±m 11.16±0.66 δ=1.15 C=10.3**	**M±m 0.63±0.009 δ=0.015 C=2.41**
II (საც) n=3	**M±m 9.36±1.38 δ=2.395 C=25.58**	**M±m 2.16±0.17 δ=0.29 C=13.5**	**M±m 11.72±0.39 δ=0.55 C=4.7**	**M±m 10.66±0.74 δ=1.28 C=12.0**	**M±m 0.58±0.09 δ=0.15 C=26.8**
III (საც) n=3	**M±m 8.46±0.37 δ=0.651 C=7.68**	**M±m 1.85±0.10 δ=0.18 C=9.9**	**M±m 11.56±0.14 δ=0.25 C=2.2**	**M±m 10.49±1.31 δ=2.26 C=21.6**	**M±m 0.33±0.13 δ=0.24 C=72.9**
IV (საც) n=3	**M±m 7.73±0.13 δ=0.237 C=3.06**	**M±m 1.73±0.22 δ=0.38 C=22.0**	**M±m 10.96±0.95 δ=1.65 C=15.1**	**M±m 9.06±1.75 δ=3.04 C=33.5**	**M±m 0.26±0.04* δ=0.07 C=26.9**

შენიშვნა: *P<0,001



ნახ.21. სელენის კონცენტრაციის გავლენა საკვლევ ნიმუშში მეტალების შემცველობაზე მკგ/გ.

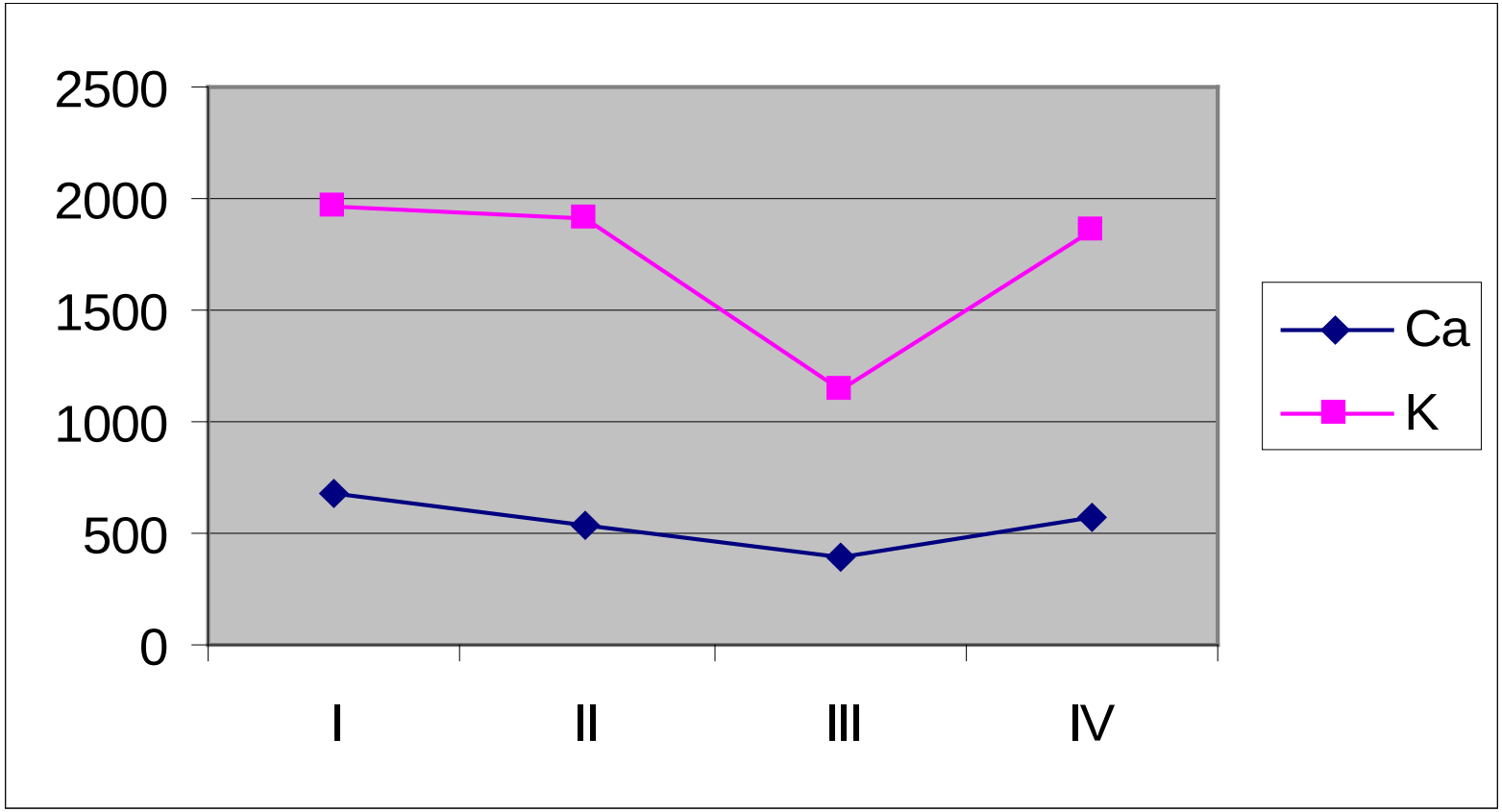
კვლევიდან გამომდინარე სელენის მზარდმა რაოდენობამ გავლენა იქონია მეტალების კონცენტრაციის შემცირებაზე. მაგალითად რკინის, სპილენძის, თუთიის, რუბიდიუმისა და სტრონციუმის შემცველობა შემცირდა ჯგუფების მიხედვით. I (საკონტროლო) ჯგუფში რკინის შემცველობა შეადგენდა 10.39 მკგ/გ, შემცირდა II (საცდელ) ჯგუფში და შეადგინა 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. 22. ხორცის ნიმუშში სელენის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა **Ca** *და* **K** *შემცველობაზე, მკგ/გ*

განვსაზღვრეთ ფრინველის ხორცის სხვადსხვა ნაწილში: ტენიანობა **[160]**, პროტეინი **[161]**, ცხიმი, ნაცარი **[162]** და გამოვთვალეთ კჯ-ი.

<u>ტენის განისაზღვრის მეთოდი (103 ±2)^0 C ტემპერატურის ქვეშ.</u>

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

<u>ნიმუშის მომზადება:</u> 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.

<u>ანალიზის მსვლელობა:</u> 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.

<u>**ნაცარის გასაზღვრა:**</u> 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

<u>პროტეინის გასაზღვრა კელდალის მეთოდით:</u>

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 მიმდებ კოლბაში არსებულ გოგირდმჟავის ან ბორის მჟავის ხსნარს.

<u>რეაქტივები:</u> 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).

<u>ანალიზის მსვლელობა:</u> 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. არგი 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). მის 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.

<u>ცხიმის განსაზღვრა სოქსლეტის მეთოდით.</u>

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:

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

სადაც a არის ნიმუშის წონა ფილტრის ქაღალდით ექსტრაქტამდე; $\acute{a}$ არის ნიმუშის წონა ფილტრის ქაღალდით ექსტრაქტის შემდეგ; $\acute{a}$ - წონაკი გ-ში.

დაკვირვება მოვახდინეთ ტენის შემცველობაზე ახალადდაკლული და გაყინული ფრინველის ხორცზე VI თვის შემდეგ. როგორც ანალიზებიდან ირკვევა მნიშვნელოვანი ცვლილება არ მოხდა. 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 73.07±0.120 δ=0.208 C=0.28	M±m 72.35±0.53 δ=0.917 C=1.27
II (საც) n=3	M±m 74.53±0.231 δ=0.231 C=0.31	M±m 71.63±1.00 δ=1.73 C=2.42
III (საც) n=3	M±m 73.6±0.13 δ=0.22 C=0.3	M±m 73.4±0.58 δ=0.1 C=0.14
IV (საც) n=3	M±m 72.46±0.274 δ=0.475 C=0.66	M±m 70.57±3.185 δ=5.516 C=7.82

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±0.0.318 δ=0.5 C=0.7	M±m 73.2±0.115 δ=0.2 C=0.2
II (საც) n=3	M±m 75.27±0.233 δ=0.40 C=0.5	M±m 74.33±0.260 δ=0.4 C=0.6
III (საც) n=3	M±m 74.97±0.145 δ=0.25 C=0.3	M±m 74.83±0.120 δ=0.2 C=0.2
IV (საც) n=3	M±m 75.17±0.376 δ=0.65 C=0.8	M±m 74.73±0.145 δ=0.25 C=0.3

4.4 ახალადაკლული 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), 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) [160].

<u>pH-ის განსაზღვრის მეთოდი:</u>

<u>ნიმუშის მომზადება:</u> 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 რევადობით და გამოხდილ წყალთან ერთად ესტრაგირდება 30 წთ-ის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე. პერიოდულად ხდება მინის წკირით მორევა. მიღებული ექსტრაქტი იფილტრება და pH –მეტრის საშუალებით ისაზღვრება ხორეცში 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.	ბარკ.	მკერდ.	ბარკ.	მკერდ.	ბარ.	მკერდ.	ბარკ.
I	5,7	6,4	5,4	6,22	6,27	6,3	5,65	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	5,75	6,2

ცხრილიდან ჩანს, რომ 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.

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	
	მკერდ.	ბარკ.	მკერდ.	ბარკ.	მკერდ	ბარკ	მკერ	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

ცხრილიდან ჩანს, რომ 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 5. 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. შესაძლებელია აქ გამოვიყენოთ 2.3.1 – 2.3.4 ფორმულა. ერთადერთი განსხვავება ამ ფორმულაში ის არის, რომ სხეულის გაყინული ნაწილის თბოგამტარობის λ ნაცვლად, გამოიყენება გაუყინავი ნაწილის კუთრი სითბო 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.

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

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.

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

$$A = \frac{\lambda_0 \cdot q \cdot w}{C_0(t_{kr} - t_{cl})\lambda}; \qquad \chi_0 = \frac{(k+1) \cdot (k + 5 + 2\sqrt{2 \cdot k + 6})}{4} \qquad \textbf{3.2.8}$$

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:

$$t = \begin{cases} t_{cl} + \dfrac{(1-\kappa)\cdot(Bi+2)}{2\cdot(Bi+1-k)}\cdot(tkr - tcl) & \text{როცა } \kappa < 1 \\ t_{cl} & \kappa > 1 \end{cases} \quad \textbf{(2.3.9)}$$

სითბო, რომელიც გაყინვისას გამოიყოფა:

$$Q = G\cdot\left\{C_0(t_{start} - t_{kr}) + r\cdot w\cdot\omega + C(t_{kr} - \bar{t}_{end})\right\} \quad \textbf{(2.3.10)}$$

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:

$$Q = G\cdot\left\{r\cdot w\cdot(\omega_k - \omega') + C(\bar{t}' - \bar{t}_{end})\right\} \quad \textbf{(2.3.11)}$$

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

ამასთანავე 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-13 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.

ამასთანავე 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 **[90; 175].**

შევისწავლეთ სელენის გავლენა გალღობილი ხორცის ქიმიური შემადგენლობაზე.

ცხრლი 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.

სადისერტაციო ნაშრომის ირგვლივ გამოქვეყნებული შრომათა სია

1. ლ. თორთლაძე, თ. ჭუჭულაშვილი, ე. მელიქია „სელენის როლი სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა და ადამიანის კვებაში". საერთაშორისო კონფერენციის სურსათის უვნებლობის პრობლემები" შრომათა კრებული თბილისი 2009 წ. გვ. 141-144.
2. ე. მელიქია „ორგანული სელენის გავლენა ბროილერის ზრდა-განვითარებასა და საკლავ პროდუქტიულობაზე" საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული ტომი 3, №1 (50) 2010 წ. გვ. 114-116.
3. ე. მელიქია „ორგანული სელენის გავლენა ფრინველის ხორცის ქიმიურ შემადგენლობაზე" საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომათა კრებული ტომი 3, №2 (51) 2010 წ. გვ. 112-114.
4. ე. მელიქია „სელენის როლი გაყინული ხორცის ხარისხის შენარჩუნებაზე". ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. საერთაშორისო სამევნიერო-პრაქტიკული კონფრენციის შრომები „ინოვაციური ტექნოლოგიები და თანამედროვე მასალები" ქუთაისი 2010 წ. გვ 44-46.
5. ე. მელიქია, თ. ჭუჭულაშვილი, ლ. თორთლაძე „სელენის გავლენის შესწავლა ფრინველის მასის შენარჩუნების პროცესზე, დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის პირობებში". საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტომი 3, თბილისი 2010 წ. გვ.264-274
6. ლ თორთლაძე, ე. მელიქია, მ. ყურაშვილი, ნ. მჭედლიძე „სელენის გავლენა ფრინველის თეთრი და წითელი ხორცის

ქიმიურ შემადგენლობაზე” საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტომი 3, თბილისი 2010 წ. გვ. 256-260.

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. დაავადებათა კონტროლის და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრი – ჯანმრთელბის დაცვა, სტატისტიკური ცნობარი, საქართველო 2008 / თბილისი 2009 წ. გვ.171.
9. **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.**
10. **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.

11. **Levander OA. Coxsackievirus as a model of viral evolution driven by dietary oxidative stress. Nutr Rev. 2000;58(2Pt2):S17-24.**
12. **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.**
13. **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**
14. **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.**
15. **Rayman M.P. The argument for increasing selenium intake//Proc.Nutr.Soc.-2002-Vol.61-P.203-215.**
16. **Combs GF. Food system-based approaches to improving micronutrient: the case for selenium. Biofactors 2000; 12:39-43.**
17. **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.**
18. **Beck MA, Levander O, Handy J. Selenium deficiency and viral infection. J.of Nutr 2003; 133:1463S-67S.**
19. **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.**

20. **Nomura AM., Lee J, Stemmermann GN., Combs GF., Jr. Serum Selenium and subsequent risk of prostate cancer. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2000;9(9):883-887.**
21. **Ellis DR and Salt DE. Plants, selenium and human health. Curr Opin Plant Biol. 2003;6:273-9.**
22. **Zhuo H, Smit AH, Steinmaus C. Selenium and lung cancer: a quantitative analysis of heterogeneity in the current epidemiological literature. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2004;13(5):771-778.**
23. **Bialostoky K, Wright JD, Kennedy-Stephenson J, McDowell M, Jonson CL. Dietary intake of macronutrients, micronutrients and other diatery constituents: United States 1988-94. Vital Health Stat. 11. (245) ed: National center for Health Statistics, 2002.**
24. **Rayman M.P. The argument for increasing selenium intake//Proc.Nutr.Soc.-2002-Vol.61-P.203-215.**
25. **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.**
26. **Combs G Selenium in Nutrition//Encyclopedia of human biology, 2d ed.-1997-Vol.7-P.743-754.**
27. **Surai P.F. National antioxidants in avian nutrition and reproduction-Nottingham University press-2003.**
28. **Гичева Ю. П., Огановой Э. Введение в общую микронутриентологию/Новосибирск 1998 г. с 216.**
29. სეხნიაშვილი ზ. გორდელაძე მ, სვანიძე მ. იოდდეფიციტური დაავადებები// გამომცემლობა „მეცნიერება” – 2000წ–გვ. 101.
30. **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.

31. **Mustacich D., Powis G. Thiredoxin reductase. Biochem J. 2000;346 Pt 1:1-18.**
32. **Reiter R., Wendel A. Selenium and drug metabolism. I. Multiple modulations of mouse liver enzymes//Biochem. Pharmacol. 1983. Vol. 32. P. 3063-3067.**
33. **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.**
34. **Arthur JR. The role of selenium in thyroid hormone metabolism. Can J Physoil Pharmacol 1991;69:1648-52.**
35. **Berry M.J., Banu I., Gben Y.Y. et al. Recognition of UGAas a selenocysteine codon in type I deiodinase requires sequence in the 3-untranslated region//Nature.1991.Vol.353.P.273-276.**
36. **Davery J.C., Becker K.B., Schneider M.J. Cloning of a cDNA for the type II iodonthyronine deiodinase//J.Biol.Chem.1995.Vol.270.P.26 786-26 789.**
37. **Croteau W., Wbittemore S.L., Schneider M.J., Germain D.L., Cloning of the mammalian type II iodothyronine deiodinase – a selenoproteins differentially ezpresses and regulated in human and rat brain and other tissues//J.Clin. Invest.1996.Vol.98.P.405-417.**
38. **Beck C., Jensen S.B., Reglinski J. The selen-medited de-ionisation of icdophenols: A selenium modei for the mechanism of 5-thyronine de iodinase//Thyroid. 1994. Vol.4. P. 1353-1356.**
39. **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.**

40. 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.
41. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. –СПБ. ГИОРД, 2004.-С.240.
41.ᴅ. Тортладзе Л. Гоциридзе Н. ,,Определение биологической ценности говядины,, Ж.,,Зоотехния,, №8,2001 с.31-32.
42. Рогожин В.В., Верхотуров В.В., Рогожина Т.В. Пероксидазный катализ многокомпонентных систем. –Якутск,Сахаполи-графиздат, 2003. с. 165.
43. Рогожин В.В. Биохимия Мышц и Мяса, Санкт-Петербург Гиорд 2009. с. 237.
44. 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.
45. KOSTA, L. et al.,//Correlation between selenium and mercury in man following to inorganic mercury//. Nature (london) 1975: 7,p.40-44
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. 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.

50. **Holmberg R. E., Fern V.H., interrelationships of selenium, cadmium and arcenic in mammalian teratogencesis//Rch.Environ. Health 1969. Vol. 18.p. 873.**
51. **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.**
52. **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.**
53. **Gantber H.E. Modification of methylmercury toxicity and metabolism by selenium and vitamin E: possible mechanism//Environ. Health Perspect. 1978. Vol. 25.P.71.**
54. **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.**
55. **Dietary Guidelines Advisory Cmmitte, Agricultural Research Service, United States Departament of Agriculture (USDA). HG Bulletin No.232,2000.**
56. **Сидельникова В.Д.-Геохимия селена и в биосфере //Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. М: Наука, 1999г. Т.23. с. 81-99.**
57. **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.**
58. **Gissel-Nilsen G., Selenium fertilizers and foliar application, Danish experiments//Ann.Clin. Res.-1986-Vol.18-No 1-P.61-64.**
59. **Aro A., Alfthan G. Effect of supplementation of fertilizers on human selenium status in Finlad//Analyst-1995-Vol. -P.841-843.**

60. **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.**
61. **Schrauzer G.N. Nutritional selenium supplements: product types, quality//J.Am coll. Nutr. - 2001-Vol. 20-P. 1-4**
62. **Shrauzer GN., The nutrition significance, metabolism and toxicology of selenmethionine. Adv Food Nutr Res 2003:47:73-112.**
63. **Golubkina N.A., Alfthan G. The human selenium status in 27 regions of Russia//J.Biomed.Sci.- 1999-Vol6-P.141-160.**
64. **Arthur D, Selenium content of Canadian foods//Can.inst.Food Sci. technol. J-1972-Vol.5-P.165.**
65. **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.**
66. **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.**
67. **Brown N., Shrift A. Exclusion of selenium from proteins of selenium-tolerant Astragalus species//Plant Physiol.-1981-Vol.67-P. 1051-1059.**
68. **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.**
69. **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.**

70. Голубкина Н. А., Старцев В. И ., Беспалько А.В., Темичев А.В. Роль некоторых антиоксидантов китайской капусты//Аграрная наука – 2002-№12-с.14-15.
71. Блинехватов П.Ф. ред. Селен в биосфере-Пенза ПСХА-2002. с.130.
72. 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.
73. 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.
74. 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.
75. 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.
76. 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.
77. Струппуль Н.Э. Акумулация селена гидробионтами Японского моря в естественных и экспериментальных условиях. Дисс. К.б.н.Владивосток-2003. С.200.
78. 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.
79. 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

80. 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.

81. 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.

82. 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.

83. 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.

84. 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.

85. 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.

86. Surai PF., Drovska J.E. Is Organic selenium letter for animals than inorganic sources?//Feed Mix-2001-Vol.9-P/8-10.

87. 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

88. 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.

89. **Фисинин В.И., Папазян Т.Т. Обогащенные куриные яйца – новый продукт питания//Птица и птицеводство -2003-№2-С.22-23.**
90. **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.**

90 a. 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.

90 b. Shi, B., and J. Spallholz. 1994b. Selenium from beef is highly bioavailable 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.

91. **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.**
92. **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.**
93. **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.**
94. **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.

95. **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**

96. **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**

97. **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.**

98. გოგოლო გ., გოგოლი პ. ხორცისა და ხორცპროდუქტების ტექნოლოგია //თბილისი, 2006 წ.- გვ. 431.

98 ა. **Тортладзе Л. Мясная продуктивностъ бычков кавказкой бурой породы. Сб. Научных трудов. ГГСХУ. Т.1 №1 (42) 2008. С.97ю**

99. **Березов Т.Т., Коровкин Б. Ф. //Биологическая химия. _ М:Медицина, 2002. С. 528.**

100. Гельфман М.И., Ковалевич О. В., Юстратов В.П. Коллоидная химия._СПБ:изд-во „Лань", 2003. с. 336.

100 ა. **Тортладзе Л. „Законерности изменений содержания оксипролина в белках мяса. С.б. научных трудов ГГЗВА посвященный 100 летию со дня рождения проф. Д. Агдадзе. 2002, с. 18-25.**

101. Тюкавкина Н.А., Баукова Ю. И. //Биоорганическая химия._М:Медицина, 2000. с. 815

102. **Рогов И.А., Антипова Л.В., Днученко Н.И., Жеребцов Н.А. Химия пищи. _ В.2кн._М.:Колос, 2000. с. 384.**

103. 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

104. **Парцхаладзе К.Г, Тортладзе Л.А. -** ,,Пути увеличения товарного количества кондиционной животноводческой продукции" საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის „სურსათის უვნებლობის პრობლემები" შრომათა კრებული. თბილისი 2008 წ.

104 ა. Тортладзе Л., Парцхаладзе К. „О сохранении скоропортящихся продуктов,, საქართველოს ქიმიური ჟურნალი **ISSN 1512-0886 Vol.9, №3, 2009,** გვ.231-236.

105. **N.J. Neylor, K.a. Jacques, „Влияние источника и уровня селена на продуктивность, сохранность и качество мяса самцов бройлеров". 2000. Sothern Poltry Science, Atlanta, Georgia**

106. **Nielsen, H.E. and O.K. Rasmussen. 1979. The influence of selenium on performance, meat production and the quality of some edible tissues in pigs. Acta Agriculturae Scandinavica Supplementum 21:246-257**.

107. **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**.

108. **Higgins, F.M., J.P. Kerry, D.J. Buckley and P.A. Morrissey. Assessment of α-tocopheryl acetate supplementation, addition of salt and packaging on the oxidative stability of raw turkey meat. 1998. Brit. Poultry Sci. 39:596-600.**

109. **Combs, Jr. G.F. and J.M. Regenstein. Influence of selenium, vitamin E and ethoxyquin on lipid peroxidation in muscle tissues from fowl during low temperature storage. 1980.Poultry Sci. 59:347-351.**

110. **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 14th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, eds). 1998.Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 505-508.**

111. **Edens, F.W. Potential for organic selenium to replace selenite in poultry diets. 1997.Zootechnica International 20:1, 28-31.**

112. **Mahan, D.CHow organic selenium may help reduce drip loss. . 1996. Misset World Poultry 12:19-21**.

113. **Bartov, I. 1977. Pro- and antioxidants in the diets of broilers and their effects on carcass quality: copper, selenium and acidulated soybean-oil soapstock. Poultry Sci. 56:829-835.**

114. **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.**

115. **Ferket, P.R. and E.A. Foegeding. 1994. How nutrition and management influence PSE in poultry meat. Broiler Ind. 57(9):23-28**.

116. **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**.

117. **Бабакин С.Б, Плешанов С.А. „Производство быстрозамореженные продуктов по современным технологиями'' Мясная индустрия –№7 с 21-24, 2001г.**

118. **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**

119. Рогов И. А, Бабакин С.Б, Фатыхов Ю,А. - „Производсва быстрозамореженных пищевых продуктов” Инт.Ж. Холодильник 2006 г.с. 1.

120. 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.

121. Устинова А.В., Любина Н.В., Белякина Н.Е., Солдатова Н.Е.//Мясная индустрия. 2006г. С. 31-34.

122. 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

123. 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.

124. Зленов Г.Н., Наумова В.В., // Переработка мяса птицы// Ульяновск, 2008. с. 72

125. Гусев Н.Б. //Внутриклеточные Са-связывающие белки. Ч. 1. Классификация и структура//Соросовский Образовательный журнал. 1998. - №5. с.2...9.

126. Боровик, Т.Э., Ладодо К.Г., Значение диетотерапии в процессе реабилитации в детей с различными видами хронической патологии/ /Отраслевое питание. - 2006-№2

127. Тимошенко Н.В., Стефанова И.Л. Детские мясные продукты из птицеводческого сыря с использованием нутриентов ценаправленного действия Москва, 2001 г.-с. 209

128. Позняковский В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов/Изд-во Новосибирск. Ун-та, 2001 г. с.526.

129. **Гоноцкий В А., Федина Л.П., Гоноцкая В А., Голубкина Н.А., Продукты профилактического назначения с повышенным содержанием селена// Птица и ее переработка -2002-№2-С. 28-31.**

130. **Шарафутдинов Г.С., Аскаров Р.Ш., Каримуллин Ф.В. //Технология переработки, хранения и стандартизации продуктов животноводства/ Казань., Изд. Казанского университета , 2000. с. 176.**

131. **Cantor, A.H., P.D. Moorhead and M.A. Musser. Comparative effects of sodium selenite and selenomethionine upon nutritional muscular dystrophy, selenium-dependent glutathione peroxidase and tissue selenium concentrations of turkey poults. 1982.Poultry Sci. 61:478-484**.

132. **Osman, M. and J.D. Latshaw. Biological potency of selenium from sodium selenite, selenomethionine and selenocystine in the chick. 1976.Poultry Sci. 55:987-994.**

133. **McDowell, L.R. Selenium. In: Minerals in Animal and Human Nutrition. 1992.Academic Press, Inc., San Diego, CA, pp. 294-311.**

134. **Burk, R.F. Recent developments in trace element metabolism and function: newer roles of selenium in nutrition. 1989. J. Nutr. 119:1051-1054.**

135. **Gristaldi L.A., Mc.Dowell R.L, Buerglet C.D., Davis P.A., Wilkinson N.S., Martin F.G. 2005. Tolerance of inorganic selenium in wether sheep. Small Rum. Res. 56(1-3):205-213.**

136. **Antunovic Z., Novoselec J., Klapec T., Cavar S., Mioc B., speranda M. 2009. Influence of different selenium sources on performance, blood and meat selenium content of fattening lambs. Ital. J. Anim. Sci. vol. 8 (suppl.3), 163-165.**

137. **Faixova Z., Faix S., Leng L., Vaczi P., Makova Z., Szaboova R. 2007//Haematological, blood and rumen chemistry changes in lambs following supplementation with Se-yeast. Acta Vet. Brno 76(1):3-8.**

138. **Qin S.Y., Gao J.Z., Huang K.H. Effects of different selenium sources on tissue selenium concentrations, blood GSH-Px activities and plasma interleukin levels in finishing lambs. Bio. Trace element 2007.Res. 116(1):91-102.**

139. **Hadrys M., Kinal S., Antonowicz-Juchniewicz J., Jedrychowska I. 2007. Influence of selenium compounds on glutathione peroxisase (GSH-Px) level in lamb Blood. Vet. Med. 10 (1):1-6.**

140. **Steen A., Strom T., Bernhoft A. Organic selenium supplementation increased selenium concentrations in ewe and newborn lamb blood and slaughter lamb meat compared to inorganic selenium supplementation. Acta Vet. 2008.Scand. 50:7.**

141. **Vignola G., Lambertini M., Giammarco P., Pezzi P., Mazzone G. Effects of Se supplementation on growth rate and blood parameters in lambs. Ital. J. Anim. 2007.Sci. 6(1):383-385.**

142. **Vignola G., Lambertini L., Mazzone G., Giammarco M., Tassinari M., Marteli G., Bertin G. Effects of selenium source and level of supplementation on the performance and meat quality of lambs. 2009.Meat Sci. 81(4):678-685.**

143. **Gladishev V.N., Hatfield D.L. Selenocysteine-containig proteins in mammals//J. Biomed. Sci. 1999. Vol. 6, N 3. P.151-160.**

144. **Мартычник А.Н., Маев И.В., Янушевич О.О – М.:МЕДпресс-информ, 2005 г. с.392.**

145. **Васильева Е.А., Давтян. Д.А., Папазян Т.Т., Рыжий Н.Ю. Садовникова Э.Л., Пцидеводства проблемы и решения. Москва 2005. с. 29-69.**

146. **Рубцов В.В.,,Коррекция иммунной защиты у кур при селеновой недастаточности селенорганическими препаратами". Автореферат, Иваново – 2007.с.200**

147. Swanson C. A., Patterson B.H., Levander O.A., Vellon C. Human (75Se) selenium amino acids metabolism//Biofactors. 1991. Vol. 10. P. 257—262.

148. Jasques KA Selenium metabolism in animals. The telationship between dietary selenium form and physiological response//Proc. 17 th Alltech Ann. Symp „Science and Technology in the Feed Industry`` ed. T.P.Lyons, K.A Jacques 2001. P. 319-348.

149. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. - М.:Высш. Школа. 2001. с 527.

150. Бараненко А.В., Куцакова В.Е., Борзенко Е.И., Фролов С.В. 2008г. Санкт-Петербург Гиорд. С.268.

151. Роуленд /Вода в полимерах – М.:Мир,1984-315с.

152. 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.

153. Combs, Jr., G.F. Influences of dietary vitamin E and selenium on the oxidant defense system of the chick. 1981.Poultry Sci. 60:2098-2105.

154. Combs, Jr., G.F.T. Noguchi and M.L. Scott. Mechanisms of action of selenium and vitamin E in protection of biological membranes. 1975.Fed. Proc. 34:2090-2095

155. Joseph B., Hess, Kevin M. Downs and Sacit F. //Selenium nutrition and poultry meat quality//Bilgili-Auburn Universitety, Middle Tennese State University (Counrtesy of Alltech inc) 2007. p. 1-4.

156. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. –СПБ. ГИОРД, 2004.-С.240.

157. 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.

158. Фридович И. Радикалы кислорода пероксид водорода и токсичность кислорода В.кн:свободные радикалы в биологии. Пер. С. Анг. М.: Мир, 1979:1:272-314

159. Chance B., Sies H., Boveris A. Hydroperoxide metabolism in mamalin organs. Physiol. Rev. 1979:59:527-605.

160. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Москва „Колосс„ 2004 г. с. 570.

161. Скурихина И.М., Тутелян В.А. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. Москва „Брандес„ „Медицина„ 1998 г. с. 341

162. Волкова А.Г., Подлегаев М.А., Русаков В.Н., Солнцева Г.Л., Тетерник Д.М., Фрейдлин Е.М., Цысс Е.Ф. „Производственно-технический контроль и методы оценки качества мяса, мясо- и птицепродуктов„ Изд. „Пищевая промышденность„ 1974 г. С. 93-97. и с. 99-100.

163. М: АГРОНИИТЭММП Значечение показателя „активность воды„ в оценке селскохозяйственного сырья. 1987. с.36.

164. Belitz H.-D., Grosh W. Food chemistry.-Berlin; New-York; London; Paris; Tokyo: Springer Verlag, 1987.-635p.

165. De Man J.M. Principles of Food Chemistry, - Wesport, Connecticut Avi. Publish Co Inc., 1976.-426p.

166. Fennema O.R. (ed). Food chemistry. – New York; Bassel; Marcel:Denker inc., 1985. p. 991.

167. **Karel M., Pongs S., Antioxidation intiated reactions//Food Water Activity Influence on Fod Quality (Ed.LB. Rockland-New-York, 1981.P.551-629.**

168. **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.**

169. **Labuza T.P. et.al. Water content &Stability of low moisture & intermediatemoisture foods//Food Tecnology. 1970.w.24.P..543-551.**

170. **Богданова С/Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойствоа веществ:Справ.-СПБ:СПБГАХПТ, 1999г.с.320.**

171. **Фролов С.В.., Куцакова В.Е., Кипнис В.Л. Тепло-и массобмен в расчетах процессов холодильной технологии пищевых продуктов._М:Колос-Пресс, 2001.с.144.**

172. **Куцакова В.Е., Рогов И.А., Фролов С.В., Филиппов В.И. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов (Часть I. Теоретические основы консервирования). – М.:Колос, 2001.с.134.**

173. **De Vorte V.R., Colnago G.L., Jensen L.S., Greene B.E. Thiobarbituric acid values and glutathione peroxidase activity in meat from chikens fed a selenium-supplemented diet//J.Food Science-1983-Vol.48-P.300-301.**

174. **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.**

175. **Surai P.F. National antioxidants in avian nutrition and reproduction-Nottingham University press-2003. p.16-18**