სამაგისტრო ნაშრომი

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

სამაგისტრო პროგრამა გამოყენებითი ბიომეცნიერებები

ქეთევან ფანჩვიძე

ნედლი საქონლის ხორცის ფიზიკურ-ქიმიური ხარისხობრივი მაჩვენებლების ცვლილების შესწავლა ცივად შენახვის ვადის გახანგრძლივებისას

ხელმძღვანელები: PhD. ასოცირებული პროფესორი ილია გოროზია

PhD. ასისტენტ-პროფესორი ზურაბ ქუჩუკაშვილი

სამაგისტრო ნაშრომი წარდგენილია გამოყენებითი ბიომეცნიერებების მაგისტრი ბიოტექნოლოგიებში აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

თბილისი 2018

სარჩევი

ანოტაცია.....5

Abstract.....6

შესავალი.....7

ლიტერატორული მიმოხილვა.....10

თავი I. ხორცი და მისი მნიშვნელობა.....10

1.1. ხორცის ადგილი ადამიანის კვების რაციონში.....10

1.2. ხორცის შენახვის პირობები და ვადები.....11

1.3. ხორცის გაფუჭებაზე მოქმედი ფაქტორები.....12

თავი II - ოქსიდაციური სტრესი და ანტიოქსიდანტები.....14

2.1. ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვა.....14

2.2. ანტიოქსიდანტური სისტემა.....17

თავი III. ორგანული მჟავები.....19

3.1.ორგანული მჟავები და მათი როლი ადამიანის კვების რაციონში…….....…..19

3.2.კრებსის ციკლი.....21

მეთოდები.....26

1. კვლევის ობიექტი.....26

2. ჰომოგენიზაცია.....28

3. სპექტროფოტომეტრია.....30

4. ფერმენტ კატალაზას აქტივობის განსაზღვრა.....31

5. ფერმენტ სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობის განსაზღვრა.....33

6. მალონის დიალდეჰიდის განსაზღვრა.....34

7. ცილის განსაზღვრა.....34

8. ხორცის წყლიანი ექსტრაქტის მომზადება.....35

9. ხორცის pH-ის განსაზღვრა.....35

10. ხორცში გოგირდწყალბადის განსაზღვრა.....35

11. ხორცის სიახლის განსაზღვრა.....36

12. სტატისტიკური ანალიზი.....37

შედეგები და მათი განხილვა.....39

დასკვნა.....45
გამოყენებული ლიტერატურა.....46

ანოტაცია

მალფუჭებადი საკვები პროდუქტების, განსაკუთრებით ხორცის, ნედლ მდგომარეობაში შენახვის გახანგრძლივება აქტუალური პრობლემაა. ამ მიზნით ხდება სხვადასხვა სტრატეგიული მიდგომებისა თუ ტაქტიკური ტექნოლოგიური გზების ძიება. თუმცა, დღემდე მეტ-ნაკლებად ეფექტური და ეკონომიკურად გამართლებული ტექნოლოგიების დამუშავება ვერ მოხერხდა სხვადასხვა მიზეზების გამო. ამ კუთხით, დღეს პერსპექტიულ მიგნებად გამოიყურება ორგანული მჟავების გამოყენება ხორცის ცივად შენახვის ვადის გახანგრძლივების მიზნით. ამასთან, მნიშვნელოვანია ცივად შენახვის ვადის გახანგრძლივებისას, ბიოქიმიური პარამეტრების ცვლილება, რაც უშუალოდ იწვევს ხორცის ხარისხის გაფუჭებას.

სამაგისტრო ნაშრომი ითვალისწინებს შენახვის ვადის გახანგრძლივებისას ხორცის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილების შესწავლას ორგანული მჟავების (ლიმონმჟავა, მჟაუნმჟავა, ვაშლმჟავა) წინასწარ განსაზღვრული კონცენტრაციის ზემოქმედებით. აქედან გამომდინარე, საინტერესოა, ხომ არ იწვევს გაცივებული ხორცის შენახვის ვადის გახანგრძლივების მიზნით მისი ორგანული მჟავებით დამუშავება, ხორცის ვარგისიანობის ბიოქიმიური მაჩვენებლების გაუარესების საპირისპირო პროცესს, განსაკუთრებით ცხიმების ზეჟანგური ჟანგვის კუთხით, რომლის ერთ-ერთი საბოლოო პროდუქტები ალდეჰიდები და კეტონებია, რომლებიც თავის მხრივ ტოქსიკურ ნაერთებს წარმოადგენე. შესაბამისად, კვლევა მოიცავს, ხორცის ანტიოქსიდანტური სტატუსის შემოწმებას დაფერმენტების-კატალაზასა და სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობის განსაზღვრას, ასევე, ლიპიდების ზეჟანგურიჟანგვის ერთ-ერთი საბოლოოპროდუქტის-მალონის დიალდეჰიდის განსაზღვრას აღნიშნული ორგანული მჟავებით დამუშავებულ, ცივად შენახულ ხორცში. კვლევის პროცესში, განისაზღვრება ცილაც. ყურადღება მიექცევა, ასევე, ამიაკისა და გოგირდწყალბადის განსაზღვრას საკვლევ ნიმუშებში.

კვლევის შედეგად ნაჩვენები იქნება ხორცის ხარისხზე სხვადასხვა ორგანული მჟავის განსხვავებული გავლენა. კონკრეტულად, მოხდა თუ არა ცივად შენახვისას ხორცის ხარისხის შენარჩუნება ან გაფუჭება.

Abstract

It is an actual problem to prolong the keeping process of perishable food in damp condition, especially, this is difficult for meat. For this purpose, many different strategic or tactical technologies are being researched. Although there isn't any effective or economically realized technology because of different causes.

Nowadays, the most perspective way is cooled meat treatment with organic acids for abatement or braking of development and accordingly, for prolongation of keeping time.

The research foresees beef treatment with organic acids for study influence on biochemical qualitative indexes with organic acids, especially if there is a worsening process of biochemical indexes.

The research includes determination of antioxidant activity, which implies definition of the enzymes - catalase and superoxid dismutaza. Also, it includes determination of malondialdehyde (MDA), ammonia and hydrogen sulfide in cold meat, manufactured with different organic acids (citric acid, oxalic acid, malic acid).

After the research there will have shown influence of different acids on cooled meat. Concretely, the organic acids improved or worsed the cooled meat quality.

შესავალი

ხორცი ძვირფასი საკვები პროდუქტია. მის შემადგენლობაში შედის ცილები, ცხიმები, მინერალები და B ჯგუფის ვიტამინები. ხორცისგან დამზადებული პროდუქტები ადამიანის ორგანიზმისთვის საჭირო ცილების წყაროდ ითვლება (www. Intermedia.ge). მსოფლიოში, ხორცს საკვებად უამრავი ადამიანი მოიხმარს. მის გარეშე წარმოუდგენელია ადამიანის უმეტესობის კვების რაციონი. Oxford Martin Programme-ის ცნობით, თუ მსოფლიოში ხორცის მიღებაზე ყოველი ადამიანი უარს იტყვის, 2050 წლამდე ტრილიონობით დოლარის დაზოგვა გახდება შესაძლებელი.

საკვები პროდუქტების შენახვის ვადის გახანგრძლივება კი, წარმოადგენს მსოფლიოში, ყველა საწარმოს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან და ამავდროულად, გადაუჭრელ პრობლემას. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ხორცს, რომელიც მალფუჭებადი პროდუქტების რიგს განეკუთვნება და მისი შენახვის ვადა, მეტისმეტად მცირეა. პრობლემა, განსაკუთრებით, რთულდება მაშინ, როდესაც, ადგილი აქვს ხორცის ცივად შენახვას არასათანადო პირობებში, რაც, თავის მხრივ, ზრდის ხორცის ხარისხის, ვადაზე ადრე დაქვეითების რისკს.

ბუნებრივია, ხორცის ცივად შენახვის ვადის გახანგრძლივებისათვის არაერთი კვლევა ტარდება, თუმცა, ხორცის ცივად შენახვის ვადის გახანგრძლივების კუთხით, მნიშვნელოვანი ნაბიჯები არ გადადგმულა. ხორცის ცივად შენახვის პირობებსა და ვადებს ადგენს და არეგულირებს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო.

მეორეს მხრივ, გასათვალისწინებელია, ხორცის ცივად შენახვის ვადის გახანგრძლივების პროცესში, გათვლილ იქნას, არა მხოლოდ ხორცის ხარისხზე მოქმედი ერთი რომელიმე ფაქტორი, არამედ ყველა ფაქტორთა ერთობლიობა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ხორცის ცივად შენახვის ვადის გახანგრძლივება არ მოხდება, თუ არ იქნება შესწავლილი ცივად შენახვის პროცესში, ხორცში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესები, რაც ხორცის გაფუჭების გარდაუვალი წინაპირობაა.

ხორცის გაფუჭებაზე მოქმედი უმნიშვნელოვანესი ბიოქიმიური პროცესია ოქსიდაციური სტრესი, რომლის დროსაც პროოქსიდანტური სისტემის აქტიური მოქმედების შედეგად, ხდება თავისუფალი რადიკალების დიდი რაოდენობით წარმოქმნა. ადგილი აქვს ლიპიდების ზეჟანგურ ჟანგვას, მემბრანული სტრუქტურის რღვევას, უჯრედების კვდომას და შესაბამისად, ხორცის გაფუჭებას. ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის გამოწვევის ერთ-ერთი

მნიშვნელოვანი ფაქტორია, ტემპერატურული რეჟიმის დარღვევა და ხორცის შენახვა დაშვებულზე მაღალი ტემპერატურის პირობებში. ვარშავას უნივერსიტეტში ჩატარებული კვლევის თანახმად, რომელიც ითვალისწინებდა ღორის ხორცში ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ცვლილების შესწავლას მაღალ ტემპერატურაზე, დადგინდა, რომ აღნიშნული პროცესის წარმართვაში მნიშვნელოვანი როლის შესრულება შეუძლია მაღალ ტემპერატურულ პირობებს (Journal – Meat science 84 (2010).

პროოქსიდანტური სისტემის წინააღმდეგ, მიმართულია ანტიოქსიდანტური სისტემა, რომლის მოქმედებაც იწვევს თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნის ინჰიბირებას და ოქსიდაციური სტრესის შეჩერებას. ანტიოქსიდანტებად გვევლინებიან სხვადასხვა ნივთიერებები, მათ შორის ფერმენტები - კატალაზა, სუპეროქსიდდისმუტაზა, რომლებიც ხასიათდებიან რა ანტიოქსიდანტური თვისებებით, აქვთ ოქსიდაციური სტრესის წინააღმდეგ მოქმედების უნარი.

ფერმენტ კატალაზასა და სუპეროქსიდდისმუტაზას ანტიოქსიდანტური აქტივობა შესწავლილ იქნა სხვადასხვა სამეცნიერო კვლევის შედეგად. ჟურნალ Meat Science-ში აღწერილი იყო ერთ-ერთი კვლევა, რომელიც ჩატარდა ამერიკული სირაქლემის ხორცზე, სადაც, განსაზღვრულ იქნა აღნიშნული ფერმენტების ანტიოქსიდანტური მოქმედება კუნთოვან ქსოვილში. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ამერიკული სირაქლემას ხორცი გამოირჩევა ანტიოქსიდანტური სტაბილურობით, რაც მას უპირატესობას ანიჭებს სხვა სახის ხორცთან შედარებით (Journal – Meat science 91 (2012).

ჩვენი კვლევის მიზანს, სწორედ გაცივებული ხორცის ზოგიერთ ფიზიკურ-ქიმიურ ხარისხობრივ პარამეტრზესხვადასხვა ორგანული მჟავის გავლენის შესწავლა წარმოადგენდა. ჩვენ გამოვიყენეთ ორგანული მჟავები (რომლითაც, დამუშავდა ხორცი) - ლიმონმჟავა, ვაშლმჟავა, მჟაუნმჟავა იმ კონცენტრაციით, რაც დადგინდა მიკრობიოლოგიური კვლევის შედეგად, რომელიც გულისხმობდა ნედლი საქონლის ხორცის ცივად შენახვის ვადის გახანგრძლივებას ორგანული მჟავების ზემოქმედებით.

კვლევის მიზნის მისაღწევად, დასახული გვქონდა შემდეგი ამოცანები:

- ცივად შენახულ, ორგანული მჟავებით დაუმუშავებელ ხორცში ფერმენტული ანტიოქსიდანტური აქტივობის შესწავლა;
- მიკრობიოლოგიური ცდების შედეგად შერჩეული ორგანული მჟავების დადგენილი კონცენტრაციის გავლენა ცივად შენახული ხორცის ანტიოქსიდანტურ პარამეტრებზე;

- ორგანული მჟავებით დამუშავებულ და დაუმუშავებელ ცივად შენახულ ხორცში ბიოქიმიური პარამეტრების (მჟავიანობის, გოგირდწყალბადის, ამიაკის შემცველობის, პეროქსიდაზული აქტივობისა და ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის) კვლევა;
- მიღებული შედეგების ინტერპრეტაცია და სტატისტიკური დამუშავება.

ლიტერატურული მიმოხილვა

თავი I. ხორცი და მისი მნიშვნელობა

1.1.ხორცის ადგილი ადამიანის კვების რაციონში

ადამიანი მთელ ენერგიას საკვებიდან იღებს. საკვები წარმოადგენს ენერგიის წყაროს, რომლის საშუალებით ადამიანის ორგანიზმი ძლიერი და ქმედითუნარიანი ხდება. სწორ, რაციონალურ კვებას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ადამიანის ჯანმრთელობისა და სიცოცხლის ხანგრძლივობისათვის. ამიტომ, მნიშვნელოვანია, კვების რაციონი შეიცავდეს მაღალი კვებითი ღირებულების მქონე საკვებს.

ხორცი კვების რაციონში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ადგილს იკავებს. იგი წარმოადგენს სრულფასოვანი ცილების, ცხიმების, B ჯგუფის ვიტამინებისა და მინერალური ნივთიერებების უმნიშვნელოვანეს წყაროს. ადამიანი ცდილობს, ხშირად მოიხმაროს ხორცი საკვებად. ხორცზე მოთხოვნილება დამოკიდებულია ასაკზე, სქესზე, ფიზიკურ დატვირთვაზე, შესრულებული სამუშაოს ხასიათზე, ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე.
ხორცის მეტად მცირე რაოდენობით მიღების ან რაციონიდან სრული ამოღების შედეგად ადამიანის ორგანიზმში წარმოიქმნება რიგი შეუცვლადი ამინომჟავების, აგრეთვე D და B2 ვიტამინების დეფიციტი, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ნერვული სისტემისმოშლა, ძვლების სიმყიფე, იმპოტენცია. ხორცის ნაკლებობა განსაკუთრებით საშიშია ბავშვებში და მოზარდებში. თუმცა, ამავე დროს, ხორცის გადამეტებული მოხმარებაც არ არის ადამიანისთვის სასურველი (www.momxmarebeli.ge).

საქართველოში მცხოვრებთა კვების რაციონში ხორცს საპატიო ადგილი უჭირავს. 2018 წელს, ACT-ის მიერ ჩატარებული კვლევის თანახმად, მოსახლეობის 96% მოიხმარს ხორცს, 4%-ის კვების რაციონი კი ხორცს საერთოდ არ შეიცავს. ამავე კვლევის თანახმად, მოსახლეობის 36 % უპირატესობას ანიჭებს საქონლის ხორცის საგემოვნო თვისებებს (allnews.ge).
აქვე, უნდა აღინიშნოს ის ფაქტიც, რომ ხორცის საკვებად მოხმარებამდე, მნიშვნელოვანია, მისი სწორი შენახვა და დამუშავება. ხორცი აუცილებლად უნდა იყოს, ახალი და ჯანსაღი, რომ მოხდეს უარყოფითი შედეგების თავიდან აცილება.

1.2.ხორცის შენახვის პირობები და ვადები

ხორცი მალფუჭებადი პროდუქტია, შესაბამისად, საჭიროებს შენახვის შესაბამის პირობებს იმისათვის, რომ მოხდეს მისი ხარისხისა და კვებითი ღირებულების შენარჩუნება. ძველი ხორცის განსხვავება ახალი ხორცისგან, მარტივი დაკვირვებითაც შეიძლება. ხორცი, დაძველებასთან ერთად, კარგავს ჯანსაღ შეფერილობას და მუქი ვარდისფერიდან მუქ წითელში ან მოყავისფროში გადადის. შესამჩნევია, მისი ტექსტურაც - ძველი ხორცი მოშვებულია, ახალი ხორცის ტექსტურა კი რბილი და მკვრივია. თუ ხორცს დავყნოსავთ, აუცილებლად ვიგრძნობთ განსხვავებას ახალი ხორცის ჯანსაღ არომატსა და ძველი ხორცის უსიამოვნო სურნელებას შორის (www.intermedia.ge).

საქართველოში, ხორცის შენახვა ხორციელდება დაწესებული სანიტარიული წესებისა და ნორმების შესაბამისად. იგი შემუშავებულია საქართველოს კანონების - ,,ჯანმრთელობის დაცვის შესახებ'' და მომხმარებელთა უფლებების დაცვის შესახებ'' საფუძველზე და ადგენს განსაკუთრებით მალფუჭებადი პროდუქტების შენახვის პირობებსა და ვადებს.

განსაკუთრებით მალფუჭებადს მიეკუთვნება პროდუქტი, რომლის შენახვაც შეუძლებელია სიცივის გარეშე. ასეთი პროდუქტების შენახვის მაქსიმალური ვადა 6-72 სთ-ია 6 ^{0}C - ზე.

განსაკუთრებით მალფუჭებადი პროდუქტის შენახვის დადგენილი ვადის ათვლა ხდება ტექნოლოგიური პროცესის, გაგრილება-გაყინვის დამთავრებიდან და მოიცავს დამამზადებელ საწარმოში დაყოვნების, ტრანსპორტირებისა და ვაჭრობის ან საზოგადოებრივი კვების ობიექტებში შენახვის დროს.

საქონლის ხორცის შენახვის ვადაა 48 სთ +2^{0}C - დან +6^{0}C -ის ტემპერატურულ პირობებში (განსაკუთრებით მალფუჭებადი პროდუქტების შენახვის პირობები და ვადები).

1.3.ხორცის გაფუჭებაზე მოქმედი ფაქტორები

ხორცის ხარისხისა და კვებითი ღირებულების შენარჩუნება შესაძლებელია შენახვის პირობებისა და ვადების დაცვით. ამასთან, უაღრესად მნიშვნელოვანია, საწარმოს ჰიგიენის პირობების დაცვა, მომსახურე პერსონალის მიერ ხორცის სწორად დამუშავება და ჰიგიენის დაცვა. დაუშვებელია, დაავადებული საქონლის დაკვლა და შემდგომ, მისი რეალიზაცია. დაკვლის პროცესში, საქონელი უნდა იყოს სრულიად ჯანმრთელი. სასაკლაოდან მომხმარებლის მაგიდამდე, ხორცი რამდენიმე ეტაპს გადის. აუცილებელია, ყოველი ეტაპის სრულყოფა და საჭირო წესების დაცვა.

თუმცა, ხორცის ეგზოგენური კონტამინაცია მიკროორგანიზმებით, მაინც ხდება დაკვლის, ტრანსპორტირების ან შენახვის პროცესში. ხორცში, შეიძლება აღმოჩნდეს მიკროკოკები, რძემჟავა ბაქტერიები, ლპობის ბაქტერიები, ობისა და საფუარი სოკოები, რაც იწვევს ხორცის ხარისხის გაფუჭებას. საპროფიტული ფლორისაგან დაცვის მიზნით, ახდენენ ხორცპროდუქტის გამოშრობას, დამარილებას, დაკონსერვებასა და გაყინვას.

რძემჟავა დუღილის ბაქტერიები - სოფლის მეურნეობაში დიდი მნიშვნელობა აქვს რძემჟავა დუღილის პროცესს, რომელიც გამოწვეულია რძემჟავა ბაქტერიების მიერ. რძემჟავა ბაქტერიების როლი მეტად დიდია რძემჟავა პროდუქტების მისაღებად, წარმოებაში, კონტროლირებული ფერმენტაციისათვის. თუმცა, მათი ზოგიერთი წარმომადგენელი იწვევს სურსათის გაფუჭებას. რძემჟავა ბაქტერიების შემადგენლობაში შედის 10 გვარი, რომლებიც გაერთიანებულია ნახშირწყლებიდან რძის მჟავის მეტაბოლიზმის უნარის მიხედვით: *Lactococcus, Leunostoc, Pediococcus, Streptococcus, Lactobacillus, Enterococcus, Aerococcus, Vagococcus, Tetragenococcus, Carnobacterium* (www.sciencedirect.com).

ობის სოკოები გამოყოფენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს - მიკოტოქსინებს, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი ტოქსიკურობით. მათი ძალიან მცირე რაოდენობაც ძლიერ ტოქსიკურია, შეუძლიათ ადვილად დიფუნდირდნენ სასურსათო ნედლეულისა და სასურსათო პროდუქტის ღრმა ფენებში. მათი უმრავლესობა თარმომდგრადია, უძლებენ კულინარულ დამუშავებას მაღალ ტემპერატურაზე. ინარჩუნებენ მდგრადობას მჟავე არეში. იშლებიან ტუტე არეში და წარმოქმნიან ნაკლებად ტოქსიკურ ან არატოქსიკურ ნაერთებს. ცნობილია, სურსათის დამაბინძურებელი 20-მდე დასახელების მიკოტოქსინი. რომელთაც საშიში დაავადებების გამოწვევა შეუძლიათ. მიკოტოქსინებს აქვთ მუტაგენური და

კანცეროგენული თვისებები. აქვეითებენ იმუნიტეტს, აზიანებენ ნერვულ, სისხლის მიმოქცევისა და საჭმლის მომნელებელ სისტემებს. აზიანებენ თირკმლებსა და ღვიძლს.

ხორცის ზედაპირზე მოხვედრილი საფუვრები კი იყენებენ რძემჟავას და იწვევენ ხორცის მჟავიანობის შეცვლას. პროდუქტის გამწარებას განაპირობებს თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, რომელიც წარმოიქმნება საფუვრების ცხიმებზე მოხვედრისას.

ხორცის გაფუჭების არამიკრობული ფაქტორი კი ოქსიდაციური ცვლილებებია, რომელიც შენახულ ხორცში მიმდინარეობს. ოქსიდაციური სტრესის წარმართვას ხელს უწყობს ტემპერატურული რეჟიმის დარღვევა და ხორცის არასათანადო პირობებში შენახვა.

თავი II ოქსიდაციური სტრესი და ანტიოქსიდანტები

2.1. ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვა

ხორცის შენახვის ვადა, ერთმნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ლიპიდების ზეჟანგურ ჟანგვაზე. შენახულ ხორცში მიმდინარეობს უჯრედების კვდომის პროცესი, აქტიურად მოქმედებს პროოქსიდანტური სისტემა და ხორცის ხარისხიანობა კლებულობს.

ჟანგვითი სტრესი წარმოადგენს სხვადასხვა სფეროსათვის, მეტად საყურადღებო საკითხს. გულისა და სხვადაავადებების პათოგენეზის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მათი დაზიანების ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორი არის ჟანგბადი.

ჟანგბადისაქტიური ფორმების წარმოქმნის ძირითად წყაროს უჯრედებში წარმოადგენს მიტოქონდრიები. ჩვეულებრივ, ჟანგბადის 98%, რომელიც შეაღწევს უჯრედებში, გამოიყენება სუბსტრატის დასაჟანგად, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ადენოზინტრიფოსფორმჟავა _ ატფ და სითბო და მხოლოდ 2% მონაწილეობს ჟანგბადის აქტიური ფორმების წარმოქმნის რეაქციებში. ჟანგბადის აქტიური ფორმების წარმოქმნამ შეიძლება მოიმატოს ჟანგბადის გაძლიერებული მიწოდების დროს ან მიტოქონდრიების ელექტრო-ტრანსპორტული ჯაჭვის მუშაობის დარღვევის შედეგად.

ჯანგბადის აქტიური ფორმები იყოფა სამ ჯგუფად:

1) პირველადი წარმოიქმნება ზოგიერთი მოლეკულის დაჟანგვით და ხასიათდება რეგულატორული და ანტიმიკრობული მოქმედებით. მათ მიეკუთვნება აზოტის ოქსიდი NO, რომელსაც, აქვს სისხლძარღვთა გამაფართოებელი მოქმედება და სუპეროქსიდი _ 00⁻. სპეციალიზირებული ფერმენტის _ სუპეროქსიდდისმუტაზას (სოდ.) მოქმედებით 00⁻ გარდაიქმნება ზეჟანგად _ H2O2 და შემდეგ _ ჰიპოქლორიდად _ CLO⁻. სწორედ ეს არის ანტიბაქტერიული დაცვითიმექანიზმი. _ ამ აქტიური ფორმების გარეშე ნეიტროფილებს და მაკროფაგებს არ შესწევთ ბაქტერიების განადგურების უნარი.
   იმ შემთხვევაში, თუ ხდება სუპეროქსიდის _ OO⁻ -ს არასრული ნეიტრალიზაცია, მაშინ მისი ზედმეტი ნარჩენი, შევა რა რეაქციაში აზოტის ოქსიდ _ NO-სთან, წარმოქმნის პეროქსინიტრატს ან _Fe3+ გადაჰყავს Fe2+-ში. (ეს უკანასკნელი აკატალაზებს თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნის რეაქციას) .

2) მეორადი. -OH' , LO' და პეროქსინიტრატი წარმოადგენს მეორად რადიკალებს. ისინი ხასიათდებიან ძლიერი ტოქსიკური მოქმედებით, შეუქცევადად აზიანებენ მემბრანულ ლიპიდებს, დნმ-ის მოლეკულას, ნახშირწყლებს და ცილებს.

3) მესამეული-მეორადი რადიკალების მიერთებით ანტიოქსიდანტების მოლეკულებთან და სხვა ადვილად დამჟანგავ შენაერთებთან, მიიღება მესამეული რადიკალები (www.mana.ge).

თავისუფალ რადიკალებს აქვთ გაუწყვილებელი ელექტრონი გარე ელექტრონულ ორბიტაზე. მათ გააჩნიათ სხვადასხვა რეაქციული თვისებები, რაც დამოკიდებულია რადიკალის ბუნებაზე, სარეაქციო გარემოს ტემპერატურასა და მოლეკულების ოდენობაზე. მათი სიცოცხლის ხანგრძლივობა ბიოლოგიურ სისტემაში რამოდენიმე ნანოსეკუნდს არ აღემატება. მათი რაოდენობის მკვეთრი მატების შემთხვევაში კი, ადგილი აქვს ჟანგვით ანუ ოქსიდაციურ სტრესს.

ჟანგბადის აქტიური ფორმები, რომლებიც წარმოიქმნებიან სხვადასხვა სუბსტრატის ჟანგვისას ან მოლეკულური ჟანგბადის საფეხურებრივი აღდგენის დროს, იწვევენ ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ინიციაციას. ეს პროცესი ენდოპლაზმურ ბადეზე მიმდინარეობს. ერთი ზეჟანგური რადიკალიდან ხდება რამდენიმე ასეული რადიკალის მიღება, რომლებიც თავის მხრივ, კვლავ წარმოქმნიან რადიკალებს და ჯაჭვი გრძელდება. ნაწილი, გარდაიქმნება მდგრად მოლეკულურ ტოქსიკურ ფორმად, როგორიცაა, ალდეჰიდები და კეტონები (Marisa Repetto, Jimena Semprine and Alberto Boveris. “Lipid Peroxidation: Chemical Mechanism, Biological Implications and Analytical Determination”)

ჟანგბადის აქტიური ფორმის წარმოქმნა ხდება, როგორც ფერმენტული, ისე არაფერმენტული გზით. მაგალითად, მოლეკულური ჟანგბადის ერთ-ერთი გაუწყვილებელი ელქტრონის სპინის შებრუნებით მიიღება სინგლეტური ჟანგბადი - $0'_2$. ჟანგბადის აქტიური ფორმის წარმოქმნა ხდება, ერთელექტრონული აღდგენითაც, მიიღება $O_2^{-\cdot}$ რომლის პროტონირების შედეგად წარმოიქმნება ჰიდროპეროქსიდ - რადიკალი $HO_2^{\cdot}$. ჟანგბადის აქტიური ფრომებიდან, ყველაზე საზიანო ეფექტის გამოწვევა ჰიდროქსილის რადიკალს -OH-ს შეუძლია.

დიდი რაოდენობით წარმოქმნილი რადიკალები იწვევენ უჯრედის მემბრანების რღვევას, ფერმენტების ინაქტივაციას, უარყოფით გავლენას ახდენენ გენეტიკურ მასალაზე. თავისუფალი რადიკალების სიჭარბე, ქმნის მრავალ პათოლოგიურ პრობლემას, როგორიცაა ჟანგბადის უკმარისობით გამოწვეული გულისა და ნერვული სისტემის დაავადებები. ოქსიდაციური სტრესი მთავარ როლს ასრულებს დაბერების, ათეროსკლეროზის, გულის იშემიური დაავადების, სარქვლოვანი დაზიანების, გულის უკმარისობის და სხვადასხვა დაავადებებისპათოგენეზში (www.mana.ge).

2.2. ანტიოქსიდანტური სისტემა

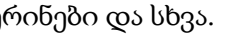
ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის წინააღმდეგ, ორგანიზმში მოქმედებს ანტიოქსიდანტური სისტემა. ტერმინი ,,ანტიოქსიდანტი'', თავდაპირველად, იმ ნაერთთან ასოცირდებოდა, რომელიც ურთიერთქმედებაში შედიოდა ორგანულ რადიკალთან და ახდენდა ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ინჰიბირებას.

ანტიოქსიდანტურისისტემები ორგანიზმში წარმოდგენილია :

1) ფერმენტულისახით;

2) არაფერმენტული სახით (Shafaq Noori/ An Overview of Oxidative Stress and Antioxidant Defensive System. Open Access Scientific Reports).

ფერმენტული ანტიოქსიდანტური სისტემებიდან აღსანიშნავია სუპეროქსიდდისმუტაზა. იგი არის დაცვითი მექანიზმის I რგოლი. ეს არის ფერმენტი, რომელსაც, სუპეროქსიდული რადიკალი 00^{-} გადაჰყავს ელექტრონეიტრალურ ფორმაში - $H_2 0_2$, მისი შემდეგი მდგომარეობა დამოკიდებულია ორ ფერმენტზე, ესენია : 1) კატალაზა, რომელიც, შლის წყალბადის ზეჟანგს, წყლისა და მოლეკულური ჟანგბადის წარმოქმნით.



$$2H_2O_2 = H_2 O + O_2$$

2) გლუტატიონპეროქსიდაზა, რომელიც, წარმოქმნის გლუტატიონს.

გარდა ფერმენტული სისტემებისა, არსებობს სხვადასხვა ნივთიერებები, რომელთაც, ასევე, აქვთ ანტიოქსიდანტური თვისებები. ასეთებია, ასკორბინისმჟავა, ვიტამინი E, α-ტოკოფეროლი, უბიქინონი, სტერინები და სხვა.

უბიქინონი _ კოენზიმი Q10 _ ეს არის აუცილებელი კომპონენტი ელექტრო-ტრანსპორტული ჯაჭვისა და ფოსფოლირებული ჟანგვისა. გარდა ამისა, უბიქინონის აღდგენილი ფორმა ძლიერი ანტიოქსიდანტია. ეს არის ერთადერთი ცხიმში ხსნადი ანტიოქსიდანტი, რომელიც, სინთეზირდება ადამიანის და ცხოველების უჯრედებში და ფერმენტული სისტემების საშუალებით მუდმივად განიცდის აღდგენას დაჟანგული ფორმიდან. ეს არის პროოქსიდანტი-ოქსიდანტური ჰომეოსტაზის რეგულატორი. უბიქინონის ორივე ფორმა არის როგორც უჯრედის მემბრანაში, ასევე სისხლის პლაზმასა და დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეინებში. უბიქინონის ძირითადი ბიოლოგიური როლი განისაზღვრება

მისიმონაწილეობით მიტოქონდრიულ ჯაჭვში კოფერმენტის სახით. იგი ქმნის უბიქინოლ-უბიქინონის ჟანგვა-აღდგენით სისტემას. მისი ფუნქციები:

- აბრკოლებს ალკილური რადიკალების წარმოქმნას პირველ ანუ ჯაჭვის ინიციაციის ფაზაში.

  _ იცავს მემბრანულ ლიპიდებს, ცილებს, დნმ-ს, ორგანელების მემბრანებს ჟანგბადის აქტიური ფორმების მოქმედებისგან.

უჯრედის ანტიოქსიდანტურ დაცვაში მნიშვნელოვანი როლი აკისრიათ ფლავონოიდებსაც. ერთ-ერთი აქტიური წარმომადგენელია კვერცეტინი, რომლითაც, ყველაზე მეტად მდიდარია კიტრი. კვერცეტინი, ასევე, აღმოჩენილია წითელ ღვინოში, წითელ და ყვითელ ხახვში. ეს არის ძლიერი ანტიკანცეროგენული ნივთიერება. მეცნიერების ვარაუდით, კვერცეტინი ინერტულ მდგომარეობაში იმყოფება, ვიდრე, მასზე არ იმოქმედებენ საჭმლის მომნელებელი სისტემის ბაქტერიები, ამის შემდეგ, იძენს იგი ანტიოქსიდანტურ თვისებებს.

მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისებებით გამოირჩევა ჩაი და კაკაო. ადამიანის მიერ სითხის მოხმარების სიხშირის მიხედვით, ჩაი იკავებს მეორე ადგილს წყლის შემდეგ. მისი აქტიური კომპონენტებია პოლიფენოლები - კატეხინები.

ბუნებრივი ანტიოქსიდანტები მიიღება ან საკვებთან ერთად, ან სინთეზირდება ორგანიზმში. უმეტეს შემთხვევაში, ეს ანტიოქსიდანტები გადიან იმ გამოკვლევებს, გამოცდებს, როგორსაც გადიან მედიკამენტები და რეგისტრირდებიან დარეკლამირდებიან, როგორც, ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები საკვებზე (www.mana.ge).

თავი III ორგანული მჟავები

3.1. ორგანული მჟავების დახასიათება და მათი როლი ადამიანის კვების რაციონში

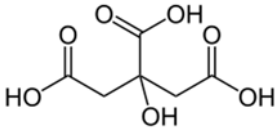
ორგანული მჟავები ხასიათდება დაბალი ენერგეტიკული ღირებულებით, მაგრამ აქტიურად მონაწილეობს ორგანიზმში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლაში. პროდუქტებს აძლევს სპეციფიკურ მომჟავო გემოს, რითაც აუმჯობესებს მათ ორგანოლეპტიკურ თვისებებს და ხელს უწყობს უკეთ შეთვისებას (გახოკიძე რამაზ, ტაბატაძე ლალი-,,კვების პროდუქტთა ქიმია''- თბილისი, 2016).

ორგანული მჟავები ანტიოქსიდანტური თვისებებით გამოირჩევიან. მათი წარმოქმნა ორგანიზმში კრებსის ციკლის საშუალებით წარმოებს, გარდა ამისა, რიგი საკვები პროდუქტები, რომელთაც ადამიანი მოიხმარს, შეიცავენ ორგანულ მჟავებს.

ორგანული მჟავების მნიშვნელობა ადამიანისათვის, განპირობებულია მისი კალორიულობითა და ნივთიერებათა ცვლაში მონაწილეობით. როგორც წესი, ორგანული მჟავები ორგანიზმში დამატებით მჟავიანობას არ წარმოქმნიან და ნივთიერებათა ცვლის პროცესში, სწრაფად იჟანგებიან. ორგანული მჟავების შემცველობით, განსაკუთრებით მდიდარია მცენარეული წარმოშობის საკვები, რომელსაც ადამიანი ყოველდღიურად მოიხმარს. ასევე, ტექნოლოგიური პროცესის დროს, pH-ის რეგულირებისათვის ხშირად მიმართავენ საკვები მჟავების გამოყენებას საკვებ დანამატებად.

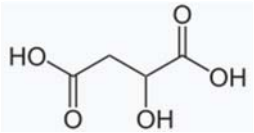
ლიმონმჟავა - $C_6H_8O_7$ მიიღება შაქრების ლიმონმჟავა დუღილის შედეგად. ლიმონმჟავასათვის დამახასიათებელია რბილი გემო და არ იწვევს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ლორწოვანი შრის გაღიზიანებას. ლიმონმჟავას მარილებსა და ეთერებს ციტრატებს უწოდებენ. ლიმონმჟავა გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობაში, უალკოჰოლო სასმელებისა და თევზეულის წარმოებაში.

ლიმონმჟავა შედის კენკროვნებისა და სხვადასხვა ხილის შემადგენლობაში - ანანასის (85 %), ალუბლის, ატმის, ბანანის, გარგარის. ლიმონმჟავას, შეიცავს ციტრუსები და პარკოსნების ზოგიერთი წარმომადგენელი. იგი, ასევე, გვხვდება ბოსტნეულში (პომიდორი, სტაფილო და სხვა).

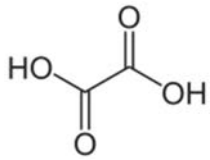


ვაშლმჟავასათვის - $C_4H_6O_5$- დამახასიათებელია ნაკლებად მჟავე გემო. წარმოებაში, მისი მიღება მალეინის მჟავისაგან ხდება. მის მარილებს მალატები ეწოდებათ. ვაშლმჟავაც, ასევე გამოიყენება საკონდიტრო და უალკოჰოლო სასმელების წარმოებაში.

ვაშლმჟავას შემცველობით გამოირჩევა შემდეგი მცენარეული საკვები : ვაშლი, კომში, ატამი, სტაფილო, ქლიავი, ხურტკმელი და სხვა. ვაშლმჟავას შეიცავს, ასევე ბოსტნეულის ზოგიერთი სახეობა - კარტოფილი, სტაფილო, ბროკოლი, პომიდორი. ვაშლმჟავა გვხვდება ბარდაშიც.



მჟაუნმჟავა $C_2H_2O_4$, რომელიც შედის დიდი რაოდენობით ისპანახსა და მჟაუნაში, ასევე გამოიყენება საკვები პროდუქტების წარმოებაში.



(www.sciencedirect.com)

3.2. კრებსის ციკლი

ცოცხალ ორგანიზმებში სუნთქვა კომპლექსური მექანიზმებით მიმდინარეობს, პირობითადკი 3 სტადიად იყოფა.

პირველ სტადიაზე ნებისმიერი ორგანული საწვავი იშლება 2 ნახშირბადატომიან ფრაგმენტამდე – აცეტილის ჯგუფამდე. იგი მიერთებულია კოფერმენტთან და წარმოქმნის აცეტილ-CoA-ს.

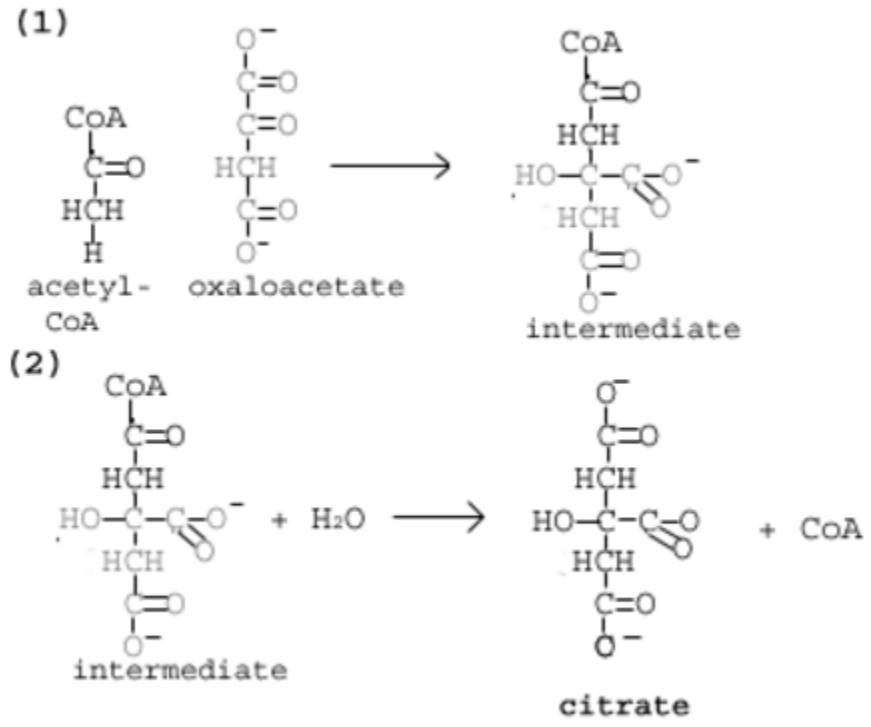
მე-2 სტადიაზე აცეტილის ჯგუფი ჩაერთვება ლიმონმჟავა ციკლში (კრებსის ციკლში). აქ, ფერმენტული გზით მასმოეხლიჩება წყალბადის ატომები და გამოთავისუფლდება ნახშირორჟანგი.

მე-3 სტადიაზე მოხლეჩილი წყალბადის ატომები იშლებიან პროტონებად და მაღალი ენერგიის შემცველ ელექტრონებად. ეს უკანასკნელნი გადაეცემიან ე.წ. ელექტრონების გადაცემის ანუ სუნთქვის ჯაჭვის გავლით მოლეკულურ ჟანგბადს და აღადგენენ მას წყლის მოლეკულამდე. ელექტრონების გადატანის ამ პროცესში გამოიყოფა დიდი რაოდენობით ენერგია, რომელიც, აკუმულირდება ატფ-ში. ამ ბოლო პროცესს კი ეწოდება ჟანგვითი ფოსფორილირება.

გლიკოლიზის შედეგად მიღებული პირუვატი არ ერთვება პირდაპირ კრებსის ციკლში. ამისთვის, მას სჭირდება ჟანგვა, რაც, კრებსის ციკლის მოსამზადებელ ეტაპს წარმოადგენს. პირუვატის ჟანგვა წარმოადგენს რეაქციას, რომელსაც, მულტიფერმენტული სისტემა აკატალიზებს.

საბოლოო ჯამში 3 ნახშირბადოვანი ჯაჭვიდან ვიღებთ 2 ნახშირბადიან მოლეკულას- აცეტილს- რომელიც, მიერთებულია კოფერმენტზე დაწარმოიქმნება აცეტილ-CoA, რომელიც, თავის მხრივ ერთვება ციკლში.

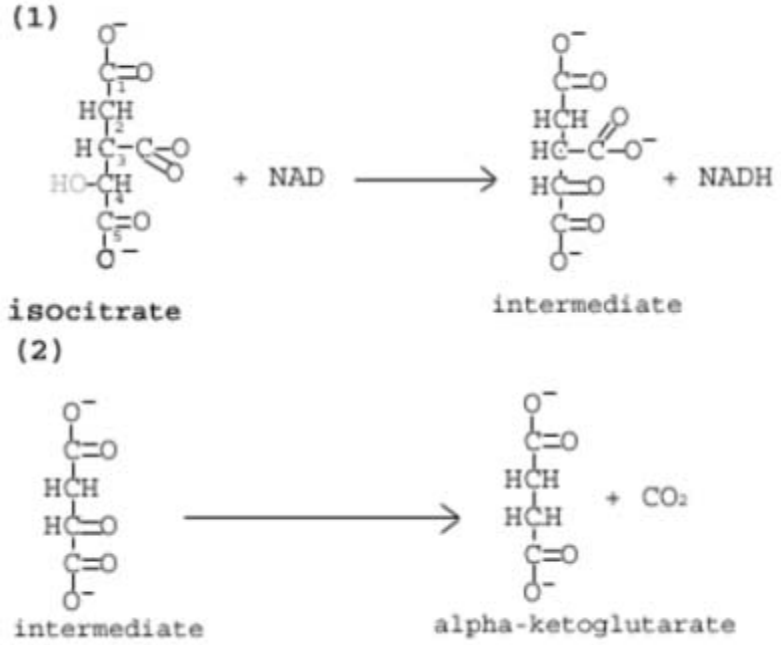
1. აცეტილ-CoA ურთიერთქმედებს ოქსალოაცეტატთან და მიიღება ლიმონმჟავა- ანუ ციტრატი. ჰიდროლიზის შედეგად CoA გამოიდევნება მოლეკულიდან.



2. რეაქციას აკატალიზებს ფერმენტი აკონტინაზა. ეს არის იზომერიზაციის რეაქცია. ციტრატიდან მიიღება იზოციტრატი, ანუ ხდება მოლეკულაში შემავალი ატომების გადაჯგუფება. რეაქციის შედეგად არაფერი გამოიყოფა. მე-3 ნახშირბადზე არსებული OH ჯგუფი გადადის მე-4 ნახშირბადატომზე.

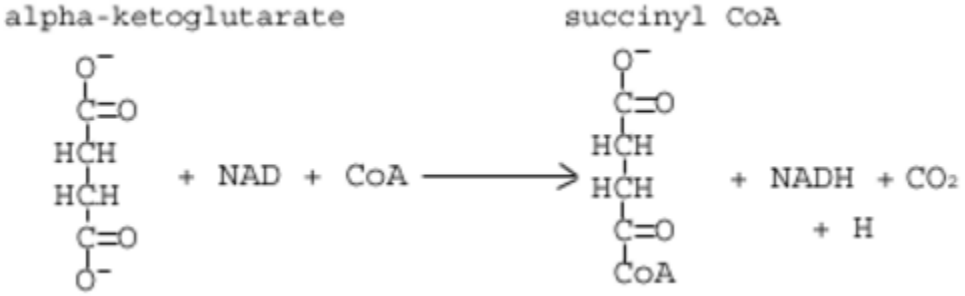
3. შემდგომ, რეაქციას აკატალიზებს ფერმენტი- იზოციტრატდეჰიდროგენაზა (იუდონსეი). მისი სახელიცმარტივი მისახვედრია, რადგან, ხდება იზოციტრატის

ჟანგვა წყალბადის ატომის ჩამოცილების ხარჯზე. ასევე, დეკარბოქსილირება-ნახშირბადის ატომის წართმევა. ამ რეაქციის მაკატალიზებელი ფერმენტის 2 სახე არსებობს.

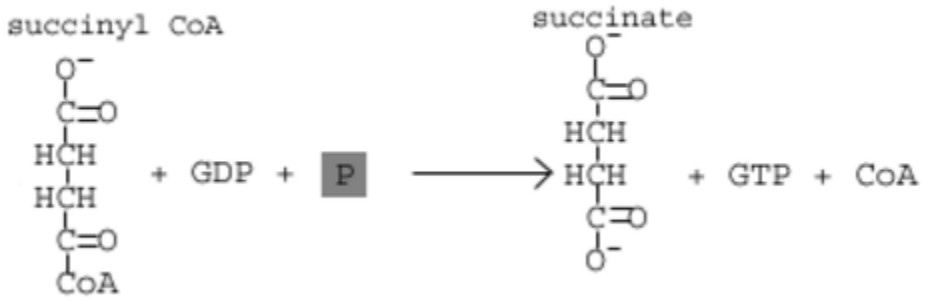


ასევე,

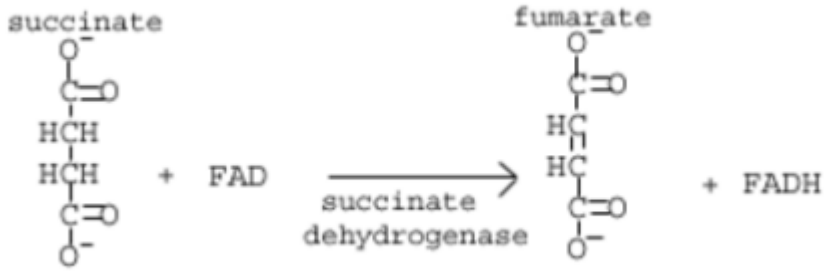
4. შემდგომ რეაქციაში ხდება ალფა-კეტო გლუკონმჟავას ჟანგვა და დეკარბოქსილირება. ამით, ძალიან ჰგავს პირუვატის ჟანგვის პროცესს.



5. შემდგომ, ენერგიით მდიდარი სუქცინილ-CoA იშლება და გამოიყოფა ერთი მოლეკულა GTP, რაც, ატფ-სეკვივალენტურია. შეტევას თავისუფალი ფოსფატური ჯგუფი ახორციელებს და კოენზიმ-ა-ს გამოძევების შემდეგ უერთდება გდფ-ს მოლეკულას. წარმოიქმნება სუქცინატი ანუ ქარვისმჟავა.



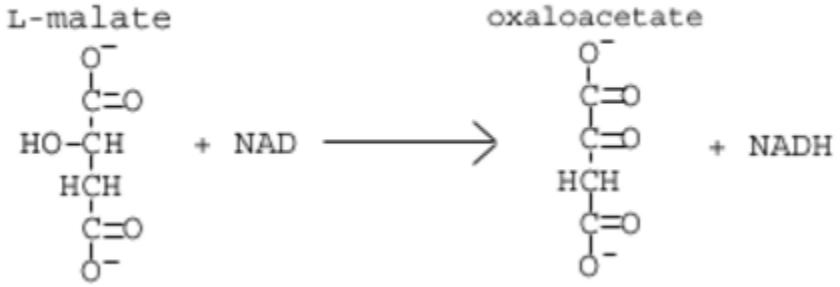
6. სუქცინატი განიცდის დეჰიდრირებას. ფერმენტი სუკცინატდეჰიდროგენაზა ართმევს სუბსტრატს 2 ატომ წყალბადს და გადააქვს კოფერმენტ ფად-ზე (ფლავინადენინდინუკლეოტიდი). ეს კოფერმენტინად-ის მსგავსად იერთებს წყალბადს. განსხვავება მხოლოდ იმაშია რომ ფად არ შორდება ფერმენტს და იერთებს წყალბადის 2 ატომს.



7. შემდეგი რეაქციის დროს წარმოიქმნება ვაშლმჟავა. ფუმარატი იერთებს წყლისმოლეკულას. OH-ჯგუფის მდებარეობა განაპირობებს მის სახელს-L-malate.

8. ბოლო რეაქციაში, ჩვენ ვიღებთ ისევ, ოქსალოაცეტატს, რომელიც, გვქონდა პირველ რეაქციაში. მარტივი მისახვედრია ფერმენტის სახელიც, რომელიც, აკატალიზებს რეაქციას-

მალატდეჰიდროგენაზა. აქაც, ხდება მალატის ჟანგვა წყალბადის ატომის წართმევის ხარჯზე (www.wordpress.com).



მეთოდები

1. კვლევის ობიექტი

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ნედლის საქონლის ხორცი და შემდეგი ორგანული მჟავები 0,4%-იანი კონცენტრაციით:

- ლიმონმჟავა (pH 2.94);
- ვაშლმჟავა(pH 2.98);
- მჟაუნმჟავა(pH 2.24);

თავდაპირველად, კვლევა მოიცავდა ხორცის დამუშავებას ორგანული მჟავებით. ქრომატოგრაფიულ კამერაში ვათავსებდით ნედლი საქონლის ბარკლის ხორცს პეტრის ჯამით, შემდეგ ვახდენდით ორგანული მჟავის (0.4%) შესხურებას, რის შემდეგაც ხორცი თავსდებოდა მაცივარში +2^{0}C- დან +6^{0}C-ის პირობებში სურ.1.

გვქონდა ოთხი საკვლევი ნიმუში, შემდეგი პირობითი დანომვრით:

- 1. კონტროლი (ორგანული მჟავით დაუმუშავებელი ხორცი);
- 2. ლიმონმჟავა (ლიმონმჟავით დამუშავებული ხორცი);
- 3. ვაშლმჟავა (ვაშლმჟავით დამუშავებული);
- 4. მჟაუნმჟავა (მჟაუნმჟავით დამუშავებული).

ნულოვან საათზე, ვახდენდით საკონტროლო ხორცის აწონვას 1-დან 2 გ-მდე და დაქუცმაცებას ცივ აბაზანაზე ლანცეტით, შემდგომ ვინახავდით მაცივარში -20^{0}C-ზე 2 სთ-ის განმავლობაში. 2სთ-ის შემდეგ ვახორციელებდით ჰომოგენიზაციას და სუპერნატანტის გამოყოფას.

სუპერნატანტის მიღების შემდეგ, ვსაზღვრავდით ცილას, მალონის დიალდეჰიდს, კატალაზასა სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობას საკვლევ ნიმუშში.

24 სთ-ის შემდეგ, იგივე პროცედურებს ვიმეორებდით, როგორც საკონტროლო, ისე ორგანული მჯავებით დამუშავებულ ხორცში.

პროცედურები მოიცავდა ნულოვან საათს, 24-სთ-ს, 48 სთ-ს, 72 სთ-ს და 96 სთ-ს.

სურ. 1 ქრომოტოგრაფიული კამერა ხორცის ნიმუშით და მათი შენახვა მაცივარში.

2. ჰომოგენიზაცია

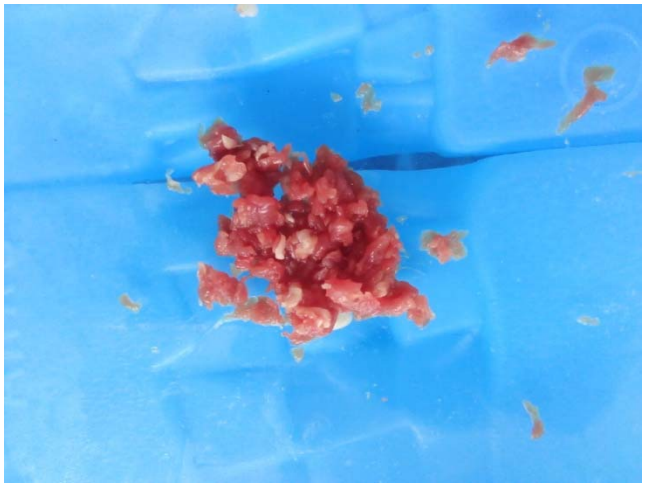
ჰომოგენიზაცია, ეს არის პროცესი, რომლის დროსაც ცალკეული ქსოვილიდან, დაქუცმაცებისა და სტრუქტრურული დარღვევის გზით მიიღება ერთგვაროვანი მასა. ჰომოგენიზაცია უნდა ჩატარდეს ისეთ პირობებში, სადაც, მისაღები უჯრედები, ორგანელები და ბიომოლეკულები შეინარჩუნებენ თავიანთ ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს. პროცესი მიმდინარეობს წყალხსნარებში, გამოყოფის პროცესები კი უნდა მიმდინარეობდეს 0-4^{0}C ტემპერატურაზე - ცივ ოთახში ან ყინულზე. ოთახის ტემპერატურის პირობებში, მისაღები ბიომოლეკულები განიცდიან სხვადასხვა ჰიდროლიზური ფერმენტების, პროტეაზებისა და ნუკლეაზების ზემოქმედებას, კარგავენ ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს. ექსტრაქციისთვის გამოიყენება 0.25 M საქაროზას იზოოსმოსური ხსნარი ან ფოსფატური ბუფერები, ხოლო pH-ს ნეიტრალურ (7.4) ნიშნულზე აყანებენ 0.05 M ტრისჰიდროქსიმეთილ-ამინომეთანჰიდროქლორიდის (მარილმჟავა-ტრისის) ბუფერით. ასევე, შესაძლებელია სხვა ბუფერული ხსნარების (ძმარმჟავა აცეტატის, ფოსფატური ბუფერის და სხვათა გამოყენება, გამოსაყოფი ობიექტის გათვალისწინებით.

ჰომოგენიზაცია მოიცავდა შემდეგ ეტაპებს:

- ხორცის აწონვა (საანალიზოდ ვიღებდით 1-2 გ ხორცს);
- დაქუცმაცება ლანცეტით ცივ აბაზანაზე;
- ნიმუშების გადატანა პეტრის ჯამზე და მაცივარში მოტავსება -20 ^{0}C-ზე 2 სთ-ის განმავლობაში.
- ჰომოგენიზაცია ,,vortex''-ით.

ჰომოგენიზაციისთვის ვიყენებდით10 მლ ექსტრაქციის ბუფერსა და ბურთულებს.

- ჰომოგენიზაციის შემდეგ, ჰომოგენატები თავსდება ყინულიან აბაზანაზე;
- ჰომოგენატის გადაწურვა ცენტრიფუგის სინჯარებში;
- ცენტრიფუგის სინჯარების გათანაბრება სასწორით, ექსტრაქციის ბუფერის წვეთ-წვეთობით დამატებით პასტერის პიპეტიდან;
- ცენტრიფუგირება 10 წთ-ის განმავლობაში 7000 ბრუნზე;
- სუპერნატანტის გამოყოფა;
- სუპერნატანტის გადატანა ეპენდორფებში.



სურ. 2. ლანცეტით დაქუცმაცებული ხორცი ცივ აბაზანაზე

სურ. 3 ,,vortex''-ის აპარატი ჰომოგენიზაციისთვის

სურ. 4. ეპენდორფები მიღებული სუპერნატანტით.

3. სპექტროფოტომეტრია

ორგანული ნაერთის მიერ გარკვეული ტალღის სიგრძის შთანქმა იწვევს ელექტრონების აღგზნებას. სხვადასხვა ნივთიერებას სხვადასხვა ტალღის სიგრძის შთანთქმის უნარი აქვს. შთანქმასა და ტალღის სიგრძეს შორის დამოკიდებულების მრუდს შთანთქმის სპექტრი ეწოდება. შთანთქმის სპექტრი ხილულ და ულტრაიისფერ უბნებს მოიცავს. შთანთქმის სპექტრის ხილული უბანი 400-დან 800 ნმ ტალღის სიგრძემდე მერყეობს, ულტრაიისფერი კი 100ნმ-დან 400 ნმ-მდე ტალღის სიგრძეს მოიცავს.

ჩვენი კვლევის შემთხვევაში, გამოყენებულ იქნა სხვადასხვა ტალღის სიგრძე:

- კატალაზას აქტივობის განსაზღვრა - 410 ნმ;
- სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობის განსაზღვრა - 540 ნმ;
- მალონის დიალდეჰიდის აქტივობის განსაზღვრა - 532 ნმ;
- ცილის განსაზღვრა -

სპექტროფოტომეტრში ვათავსებდით ორ კიუვეტას. ერთ კიუვეტაში გვქონდა ოპტიკურად სუფთა გამხსნელი, მეორე კიუვეტაში კი - იმავე გამხსნელში გახსნილი საკვლევი ნივთიერება. ნიმუშიდან ფოტოგამაძლიერებელს გადაეცემა სინათლის ნაკადი, რომელიც ელექტრონულ ენერგიად გარდაიქმნება. მარეგისტრირეებლი ხელსაწყო აღიქვამს ელექტრონულ იმპულსებს და ხდება მონაცემების დაფიქსირება.

სურ. 5. სპექტროფოტომეტრი

4. კატალაზას აქტივობის განსაზღვრა

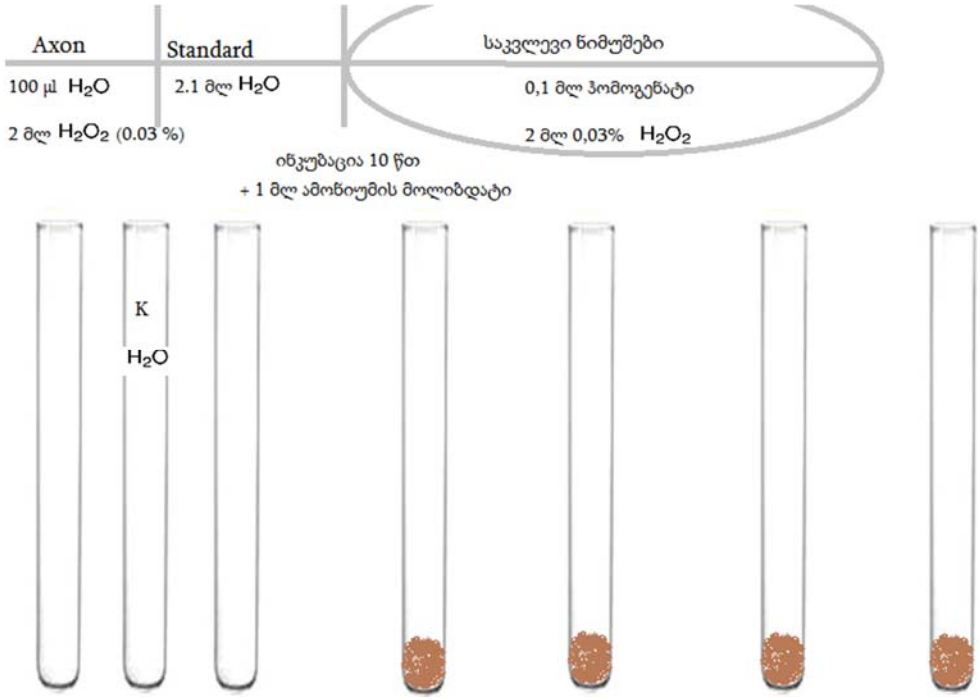
წყალბადის ზეჟანგი მოლიბდენის მარილთან წარმოქმნის ჩალისფერ კომპლექსს. კატალაზას განსაზღვრის მეთოდის პრინციპიც, სწორედ ამაში მდგომარეობს. კატალაზას აქტივობა განისაზღვრებოდა სპექტოფოტომეტრიით.

კატალაზას განსაზღვრისთვის, ვიღებდით ორგანული მჟავებით დამუშავებული და საკონტროლო ხორცისგან მიღებულ ჰომოგენატებს. 4%-იან ამონიუმის მოლიბდატს, 0,03%-იან წყალბადის ზეჟანგსა და დისტილირებულ წყალს.

- 0.1 მლ ჰომოგენატს ვუმატებდით 2 მლ 0.03%-იან წყალბადის ზეჟანგს;
- Standard--ის სინჯარაში ვამატებდით 2.1 მლ H_2O-ს;
- Axon-ის სინჯარაში ვამატებდით 100 მკლ წყალსა და 2 მლ წყალბადის ზეჟანგს.
- ინკუბაცია 10 წთ ოთახის ტემპერატურაზე;
- 4%-იანი ამონიუმის მოლიბდატის დამატება რეაქციის შესაჩერებლად ყველა სინჯარაში;
- გაზომვა სპექტროფოტომეტრით 410 ნმ-ზე 9ვანულებთ კონტროლის (წყალი) მიმართ).

კატალაზას აქტივობას ვითვლიდით შეტანილი ზეჟანგის ამონიუმის მოლიბდატთან წარმოქმნილი შეფერვის ინტენსივობისა ($A_{H_2O_2}$) და სუპერნატანტის შეფერვის ინტენსივობის (A ცდა) სხვაობით- $A_{H_2O_2}$- A ცდა.

მიღებული სხვაობით ვითვლიდით კატალაზას აქტივობას - გარდაქმნილიმკმოლ H_2O_2/1 მგცილაზეწთ-ში.



სურ. 6. კატალაზას აქტივობის განსაზღვრა

5. ფერმენტ სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობის განსაზღვრა

მეთოდისპრინციპიმდგომარეობსნიტროლურჯიტეტრაზოლიუმისაღდგენისრეაქციისშებოჭვ ისხარისხისგანსაზღვრაში.

ვამზადებდით R_1 დაR_2 რეაგენტებს.

R_1 - ის დამზადების სქემა:

- 6.8 მგ NTB ავწონეთ და დავამატეთ 20 მლ Na/Na ბუფერი;
- 0.6 მგ PMS ავწონეთ და დავამატეთ 20 მლ Na/Na ბუფერი;
- 2 მგ NADH ავწონეთ და დავამატეთ 2.5 მლ ტრის HCL (40mM).
- ყველაფერი შევურიეთ ერთმანეტს და მივიღეთ R_1რეაგენტი.

R_2 - ის დამზადების სქემა:

- 2 მგ NaDH + 2.5 მლ ტრის HCL (40mM).

ფერმენტ სუპეროქსიდდისმტაზას აქტივობის განსაზღვრის სქემა:

- ვიღებთ სინჯარებს ნიმუშებისთვის და ერთ სინჯარას Standard-ისთვის;
- თითოეულ სინაჯარაში ვამატებთ 200 მკლ R_1-ს;
- ყველა სინჯარაში ვამატებთ შესაბამის ნიმუშს (გარდა სტანდარტისა);
- სპექტროფოტომეტრია 540 ნმ ტალღის სიგრძეზე (ვანულებთ Na/Na ბუფერის მიმართ);
- სპექტროფოტომეტრიის შემდეგ 30 წმ-ის შუალედით ყველა სინაჯარაში ვამატებთ 100 მკლ R_2 -ს და სინჯარებს სათითაოდ ვათავსებთ წყლის აბაზანაში 37 ^{0}C-ზე, 20 წთ-ის განმავლობაში საინკუბაციოდ;
- ინკუბაციის შემდეგ ვზომავთ სპექტროფოტომეტრულად 540 ნმ ტალღის სიგრძეზე, ვანულებთ Na/Na ბუფერის მიმართ.

რეაქციის ინტენსივობაზ ევმსჯელობდით I და II მაჩვენებელს შორის სხვაობით.სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობას ვითვლიდით 1 მგ ცილაზე (A mM/მგცილა).

6. მალონის დიალდეჰიდის განსაზღვრა

მალონის დიალდეჰიდი წარმოადგენს ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ერთ-ერთ საბოლოო პროდუქტს. მისი განსაზღვრით საკვლევ ნიმუშებში, შესაძლებელია ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის შესახებ მსჯელობა.

მალონის დიალდეჰიდს ვსაზღვრავდით შემდეგნაირად:

- სინჯარებში ვამატებდით 2 მლ ჰომოგენატს;
- შემდეგ ვამატებდით 1.9 მლ TXY-ს (15 %-იანი);
- ვაცენტრიფუგირებთ.
- გადაგვაქვს სინჯარებში;
- ვამატებთ 1 მლ თიობარბიტურის მჟავას;
- ვადუღებთ 10 წთ-ის განმავლობაში;
- ვზომავთ სპექტროფოტომეტრით 532 ნმ ტალღის სიგრძეზე, ვანულებთ კონტროლის (წყალი) მიმართ.

7. ცილის განსაზღვრა ბიურეტის მეთოდით

ბიურეტის რეაგენტის ხსნარი უნდა განვაზავოთ დისტილირებული წყლით 1:19. გვაქვს საცდელი, საკალიბრო ხსნარი და ბრმა ცდა.

ინკუბაციას ვახდენდით ოთახის ტემპერატურაზე 30 წთ-ის განმავლობაში. ინკუბაციის შემდეგ, საკალიბრო და საკონტროლო ხსნარების შთანთქმას ვზომავდით სპექტროფოტომეტრულად 540 ნმ ტალღის სიგრძეზე.

ცილის კონცენტრაციის გამოსათვლელად ვიყენებდით ფორმულას:

$C = E_0 / E_k * 60$, სადაც,

C - ცილის კონცენტრაციაა;

E_0 - ნიმუშის შთანთქმა;

E_k-საკალიბრო ნიმუშის შთანთქმა;

8. ხორცის წყლიანი ექსტრაქტის მომზადება

50 მლ-იან კოლბაში ვათავსებდით წვრილად დაჭრილ ხორცს ცხიმისა და მყესების გარეშე. ვავსებდით დისტილირებული წყლით 50 მლ - იან ნიშნულამდე. ვურევდით ხელით ენერგიულად 3-5 ჯერ 5 წთ-ის განმავლობაში და ვფილტრავდით ქაღალდის ფილტრში. ახალი ხორცის ექსტრაქტი გამჭვირვალეა და კარგად იფილტრება, ხოლო საეჭვოხარისხისა - მუქია და ცუდად იფილტრება (ГОСТ 7269-79 Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести, ГОСТ 23392-78 Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести).

9. ხორცის pH-ის განსაზღვრა

ახალმომზადებულ ხორცის ექსტრაქტში ისაზღვრება მჟავიანობა დაკალიბრებული pH - მეტრით.

ახალი ხორცის pH — 5,9 — 6,5

საეჭვო ხარისხის ხორცის pH - 6,6

საკვებადუვარგისი ხორცის pH - 6,7 და მეტი(ГОСТ 7269-79 Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести, ГОСТ 23392-78 Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести).

10. ხორცში გოგირდწყალბადის განსაზღვრა

50 მლ - იანი კოლბას ¾-ზე ვავსებდით ხორცის ნაჭრებით, შემდეგ, საცობსა და კოლბის ყელს შორის ვათავსებდით ტყვიის აცეტატით გაჟღენთილ საშრობი ქაღალდის ზოლს. მანძილი საშრობი ქაღალდის კიდესა და ხორცს შორის უნდა იყოს დაახლოებით 1 სმ. 15 წთ-ში ვამოწმებდით ქაღალდის შეფერილობას. ახალი ხორცი არ იძლევა ქაღალდის

შეფერვას მუქფერად (ტყვიის სულფიდი). საეჭვო ხარისხის ხორცი ქაღალდს ღებავს მოყავისფროდ, ხოლო, უვარგისი - მუქ ყავისფრად ან მურაფერად(ГОСТ 7269-79 Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести, ГОСТ 23392-78 Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести).

11. ხორცის სიახლის განსაზღვრა

სინჯარაში ვასხამდით ხორცის ექსტრაქტს 2 მლ - ის ოდენობით და ვუმატებდით 1 %-იანი ძმარმჟავის 2-3 წვეთს. შემდეგ, სინჯარას ვათავსებდით წყლის აბაზანაში 75-80°C - ზე 2-3 წთ. ახალი ხორცის ექსტრაქტი არ მუქდება, ხოლო, საეჭვო და უვარგისი ხორცისა - მუქდება და წარმოქმნის ნალექს(ГОСТ 7269-79 Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести, ГОСТ 23392-78 Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести).

12. სტატისტიკური ანალიზი

მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავებისათვის გამოვიყენეთ ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი (Two-Way ANOVA), რათა შეგვედარებინა 2 დამოუკიდებელი ფაქტორის:

1. მჟავების ტიპი (4 დონით - კონტროლი, ლიმონმჟავა, ვაშლმჟავადამჟაუნმჟავა)
2. ტესტირების დრო (4 დონით - 24 სთ, 48 სთ, 72 სთ, 96 სთ)

ეფექტები და ამ ფაქტორების ურთიერთქმედების ეფექტები მალონის დეალდეჰიდის კონცენტრაციასა და კატალაზა/სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობაზე.

სტატისტიკურად სარწმუნო აღმოჩნდა, როგორც, ორივე ფაქტორის დამოუკიდებელი ეფექტები, ისე, მათი ურთიერთქმედების ეფექტი:

კატალაზას აქტივობისათვის - $F(9,51)=48,47$, $P<0,001$; სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობისათვის - $F(9,51)=32.04$, $P<0,001$; მალონის დეალდეჰიდის კონცენტრაციისათვის - $F(9,51)=144.73$; $P<0,001$

ტუკის ტესტით შედარდა ლიმონმჟავას, ვაშლმჟავას და მჟაუნმჟავას 24, 48, 72 და 96 სთ-იანი შედეგები კონტროლთან, რამაც, გამოავლინა ერთმანეთისაგან განსხვავებული კონკრეტული წყვილები, კერძოდ:

კატალაზას აქტივობისათვის:

24 სთ - კონტროლისაგან განსხვავდება ლიმონმჟავასა და ვაშლმჟავას შედეგები;

48 სთ - კონტროლისაგან განსხვავდება ლიმონმჟავასა და ვაშლმჟავას შედეგები;

72 სთ - ყველა ჯგუფი განსხვავდება კონტროლისაგან;

96 სთ - ყველა ჯგუფი განსხვავდება კონტროლისაგან.

სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობისათვის:

24 სთ - განსხვავება ჯგუფებში არვლინდება;

48 სთ - კონტროლისაგან განსხვავდება ლიმონმჟავასა და ვაშლმჟავას შედეგები;

72 სთ - კონტროლისაგან განსხვავდება მხოლოდ ლიმონმჟავას შედეგები;

96 სთ - კონტროლისაგან განსხვავდება ლიმონმჟავასა და ვაშლმჟავას შედეგები.

მალონის დეალდეჰიდის კონცენტრაციისათვის:

24 სთ - განსხვავება ჯგუფებში არ ვლინდება;

48 სთ - კონტროლისაგან განსხვავდება მხოლოდ ლიმონმჟავას შედეგები;

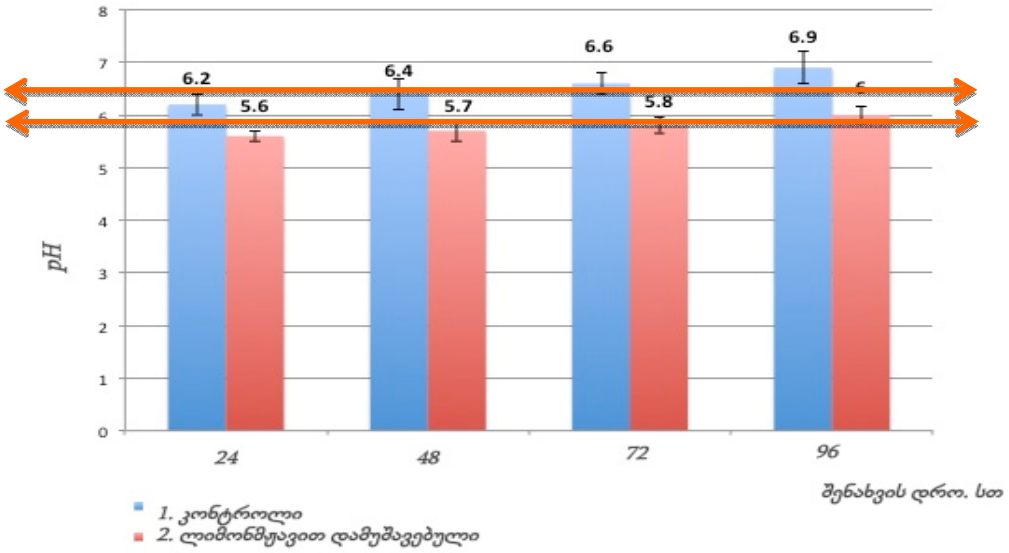
96 სთ - ყველა ჯგუფი განსხვავდება კონტროლისაგან;

96 სთ - ყველა ჯგუფი განსხვავდება კონტროლისაგან .

შედეგები და მათი განხილვა

ხორცის ხარისხის განსაზღვრის ყველა პარამეტრი განხორციელებულ იქნა 4 პარალელში. როგორც, ზემოთ აღწერილმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, ყველაზე პერსპექტიული ხორცის დამუშავების კუთხით არის ლიმონმჟავა. ამიტომ, ხორცის ხარისხის შემოწმება სწორედ ამ მჟავით დატვირთვის ფონზე წარიმართა.

საკონტროლო ხორცისა და ლიმონმჟავის 0.4%-იანი წყალხნარით დამუშავებული ექსტრაქტების მჟავიანობის ცვლილება შენახვის 24-48-72-96 სთ რეჟიმში მაცივრის პირობებში (+4°C) მოცემულია სურ. #7-ზე.



სურ. #7. ლიმონმჟავით ხორცის დამუშავების გავლენა მის მჟავიანობაზე შენახვის პროცესში. ისრებით ნაჩვენებია ვარგისიანობის დიაპაზონი - 5.9-6.5

სურათზე მოცემული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ შენახვის პერიოდში ხორცის მჟავიანობა არამდგრადი პარამეტრია. კონტროლში ეს მაჩვენებელი ვარგისიანობის დიაპაზონში იმყოფება 48 სთ-ის განმავლობაში, ოდნავ სცდება მას 72 სთ-იანი შენახვისას, ხოლო 96 სთ-იანი შენახვისას ამ მაჩვენებლის მიხედვით ხორცი უვარგისია. ლიმონმჟავით დამუშავებული ხორცი 48 სთ-ის შენახვის პერიოდში ნაკლებია კიდეს ხორცისათვის

დამახასიათებელ ქვედა ზღვარზე, რაც, ხორცის სიახლისა დავარგისიანობის მაჩვენებელია უდავოდ, ხოლო 72-96 სთ-ის შენახვის განმავლობაში ხორცის მჟავიანობა ჯდება ვარგისიანობის ზღვარში. აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია დავასკვნათ, ხორცის ლიმონმჟავით დამუშავება არა თუ უნარჩუნებს მას მჟავიანობას სიახლის დიაპაზონში, არამედ, შენახვის პირველ ნახევარში ამ დიაპაზონის ქვემოთაც ხდის შესაძლებელს მის მნიშვნელობას.

შესწავლის შემდგომ პარამეტრს წარმოადგენდა ხორცის მიერ გოგირდწყალბადის წარმოქმნა, რაც, ბაქტერიული გაფუჭების მაჩვენებელია. ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილ #1-ში. ფილტრის ქაღალდის გამუქებასტყვიისსულფიდისწარმოქმნისშედეგადვაფასებდიტ 3 ბალიანისისტემით - 0 - რეაქციაარგანვითარდა, + - რეაქციაგანვითარდასუსტად, ++ - რეაქციაინტენსიურია.

ცდის ვარიანტი	შ ე ნ ა ხ ვ ი ს დ რ ო, სთ-ში			
	24	48	72	96
კონტროლი	0	0	+	+
ლიმონმჟავით დამუშავებული	0	0	0	0

ცხრილი #1.

გაცივებული ხორცის მიერ გოგირწყალბადის წარმოქნა მაცივარში შენახვის პირობებში.

ცხრილში მოცემული შედგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მაცივარში შენახვისას გაცივებულ ხორცში იწყება მიკრობიოლოგიური ლპობის პროცესები, რომლის ერთ - ერთი წამყვანი ფაქტორი გოგირდწყალბადის წარმომქმნელი მიკროორგანიზმები არიან. 72სთ-იანი - შენახვისას, შედარებით დაბალი ინტენსივობით იწყება მიკრობიოლოგიური ლპობა, რაზეც, მიუთითებს ტყვიის აცეტატის ხსნარით გაჟღენთილი ქაღალდის გამუქება. ეს მოვლენა იგივე ინტენსივობით გრძელდება 96 სთ-ის შენახვის დროისათვის მაშინ, როდესაც, ლიმონმჟავით ხორცის დამუშავება ლპობის პროცესებს მთლიანად გამორიცხავს 96 სთ-დე, რაზეც, მიუთითებს გოგირდწყალბადის არარსებობა ხორცში.

აქედან გამომდინარე, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ლიმონმჟავით დამუშავება აუმჯობესებს ხორცის სიახლის ამ პარამეტრსაც და უზრუნველყოფს გაციებული ხორცის არსებობას ახალის კატეგორიაში 0-96 სთ დიაპაზონში.

ბოლოს ჩატარებულ იქნა ხორცის სიახლის ტესტი ლიმონმჟავის ხსნარის გამოყენებით. ხორცის ექსტრაქტის სიმღვრივე და ნალექის წარმოქმნა ფასდებოდა +-ით, ხოლო გამჭვირვალება და ნალექის არარსებობა - - -ით.

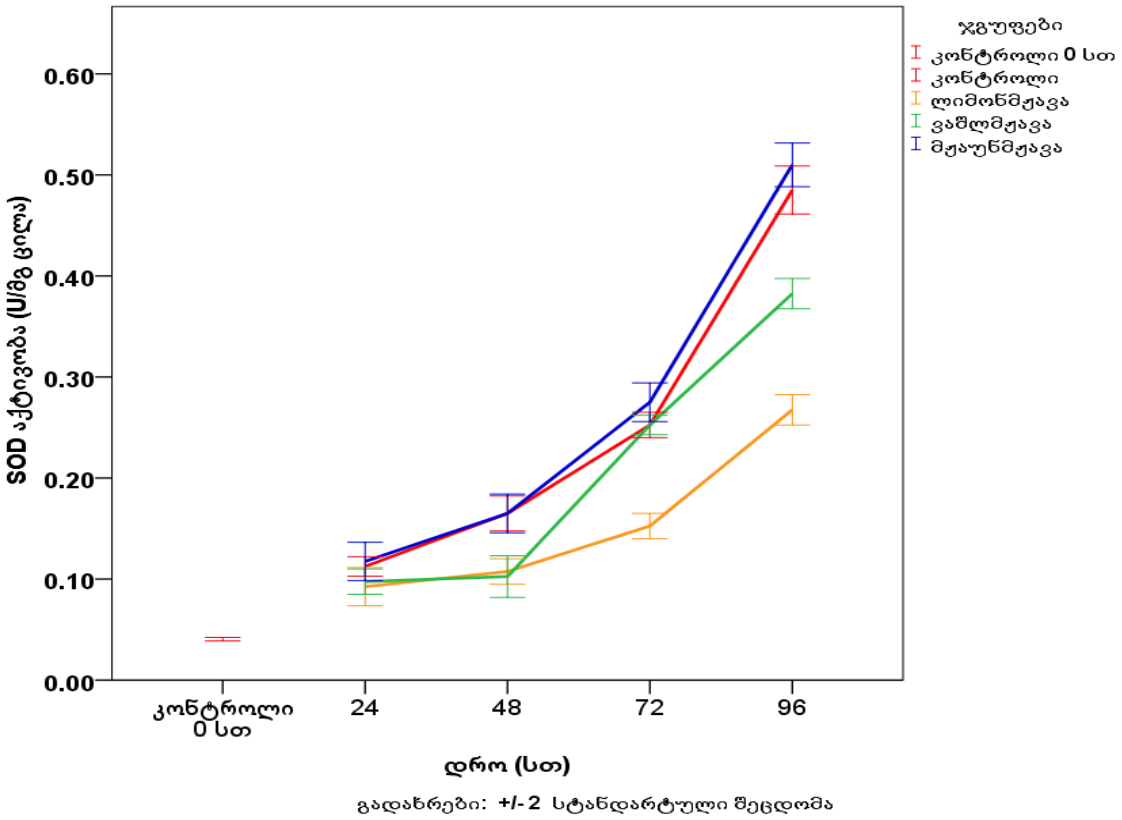
შედეგები მოცემულია ცხრილში # 2.

ცდის ვარიანტი	შ ე ნ ა ხ ვ ი ს დ რ ო, სთ-ში			
	24	48	72	96
კონტროლი	–	–	–	+
ლიმონმჟავით დამუშავებული	–	–	–	–

ცხრილი #2. გაცივებული ხორცის სიახლის მაჩვენებელი მაცივარში შენახვის პირობებში.

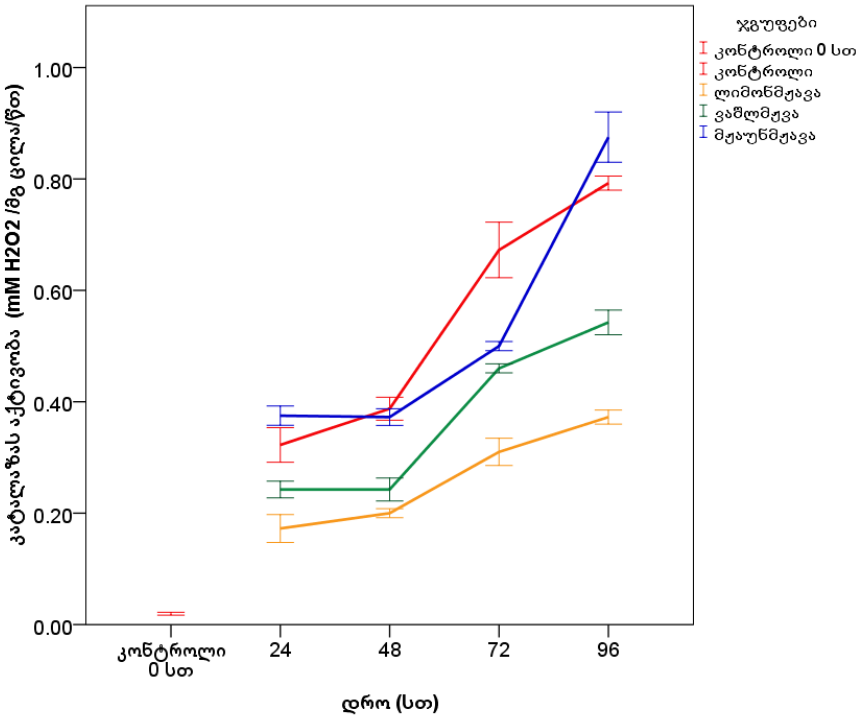
ამ შემთხვევაშიც, ლიმონმჟავით გაცივებული ხორცის დამუშავება უნარჩუნებს მას სიახლის კატეგორიას ექსპერიმენტის მთელპერიოდში - 0-96 სთ, მაშინ როდესაც, კონტროლში, შენახვის 96 სთ-ზე ხორცი უკვე საეჭვოს კატეგორიას მიეკუთვნება.

ანტიოქსიდანტური სტატუსის შესწავლას საცდელ ობიექტებში, ვახორციელებდით ფერმენტების: სუპეროქსიდდისმუტაზას და კატალაზას შესწავლით. ასევე ვსწავლობდით ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ერთ-ერთი საბოლოო პროდუქტის, მალონისდიალდეჰიდის შესწავლით. შედეგები მოცემულია სურათებზე - #8, #9 და #10.



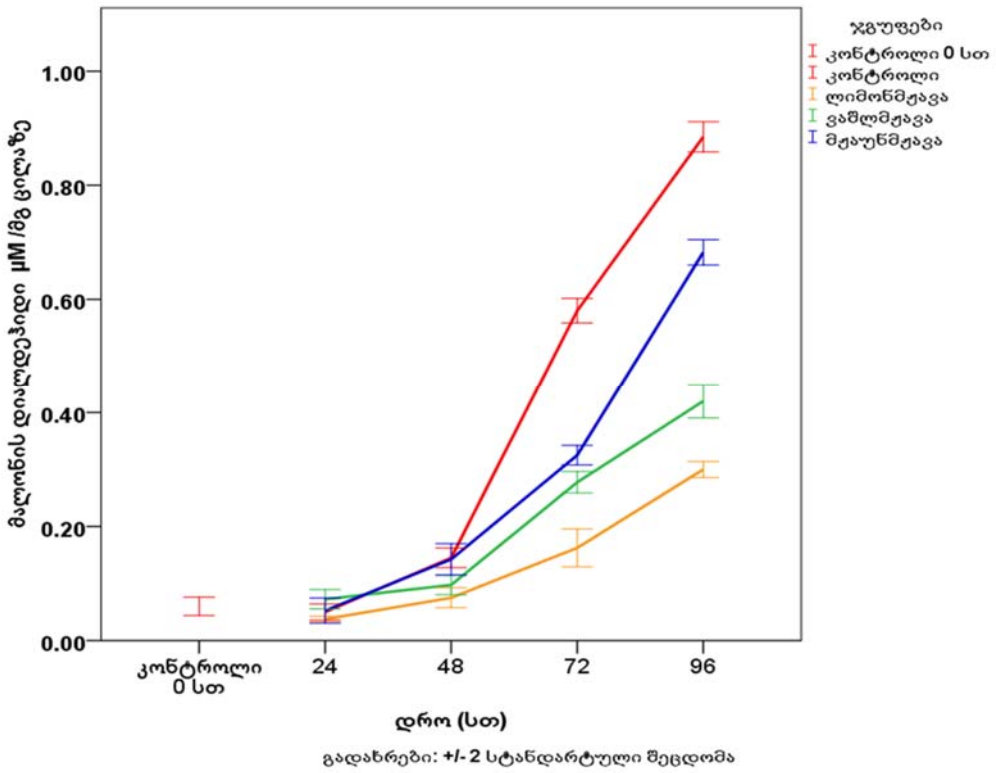
სურ#8. ფერმენტ სუპეროქსიდ დისმუტაზას აქტივობა კონტროლსა და ორგანული მჟავებით დამუშავებულ ხორცის საკვლევ ნიმუშებში 0, 24, 48, 72 და 96 საათის შემდეგ.

შედეგები გვიჩვენებს, რომ ნულოვანი საათის საკონტროლო ხორცში, შეინიშნება ფერმენტ სუპეროქსიდდისმუტაზას მცირედი აქტივობა. 24 სთ-ის შემდეგ, ფერმენტი აქტიურია და მისი აქტივობა იმატებს საათობრივი ინტერვალის ზრდასთან ერთად, რაც ცხადჰოფს პროოქსიდანტური სისტემის მოქმედების გაძლიერებას საათობრივი ინტერვალის შესაბამისად. ორგანული მჟავებით დამუშავებული ხორცის შემთხვევაში, ნათელია ფერმენტის აქტივობის სიმცირე კონტროლთან შედარებით. გამონაკლისია მჟაუნმჟავა, რომლის შემთხვევაშიც, ფერმენტის აქტივობა მცირედ მაღალია კონტროლთან შედარებით 72 და 96 სთ-ის შემდეგ. ფერმენტი სუპეროქსიდდისმუტაზა ყველაზე ნაკლებად აქტიურია ლიმონმჟავით დამუშავებულ ხორცში, რაც მიანიშნებს პროოქსიდანტური სისტემის მოქმედების შესუსტებაზე აღნიშნული მჟავით დამუშავებულ საკვლევ ნიმუშში.



სურ#9. ფერმენტ კატალაზას აქტივობა კონტროლსა და ორგანული მჟავებით დამუშავებულ ხორცის საკვლევ ნიმუშებში 0, 24, 48, 72 და 96 საათის შემდეგ.

შედეგები გვიჩვენებს, რომ 48 სთ-ის შემდეგ ადგილი აქვს ფერმენტ კატალაზას მაღალ აქტივობას საკონტროლო და მჟაუნმჟავით დამუშავებულ ხორცში. ფერმენტის აქტივობა შედარებით მცირეა, ვაშლმჟავითა და განსაკუთრებით, ლიმონმჟავით დამუშავებულ საკვლევ ნიმუშებში. ამ მჟავების შემთხვევაში, შესაძლებელია ვივარაუდოთ, პროოქსიდანტური სისტემის მოქმედებისა და შესაბამისად, ფერმენტ კატალაზას აქტივობის შემცირება. მჟაუნმჟავით დამუშავებულ ხორცში კი, კატალაზას მაღალი აქტივობა კონტროლთან შედარებით, მიუთითებს აღნიშნული მჟავის არასასურველ ეფექტზე ლიპიდების ზეჟანგური ჯანგვის შემცირების მხრივ.



სურ#10. მალონის დეალდეჰიდის კონცენტრაცია კონტროლსა და ორგანული მჟავებით დამუშვებულ საკვლევ ნიმუშებში 0, 24, 48, 72 და 96 საათის შემდეგ.

შედეგები გვიჩვენებს, რომ მალონის დიალდეჰიდის კონცენტრაცია ყველაზე მაღალია კონტროლში და ყველაზე მცირე - ლიმონმჟავით დამუშავებულ ხორცში. შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მალონის დიალდეჰიდის მცირე კონცენტრაცია ლიმონმჟავით დამუშავებულ ხორცში მიუთითებს ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის პროცესის შენელებაზე.

დასკვნა

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ გაცივებული ხორცის ლიმონმჟავით დამუშავება უნარჩუნებს მას ახალი ხორცის კატეგორიისათვის დამახასიათებელ ზოგიერთ მაჩვენებლებს. მიუხედავად ამისა, გაცივებული ხორცის გახანგრძლივებულ პირობებში შენახვის დროს მისი გამაფუჭებელი ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორის, ლიპიდების ზეჟანგური ჟანგვის ინტენსივობა მკვეთრად მატულობს 48 საათის შემდეგ და ამ პროცესის სრული დათრგუნვა ექსპერიმენტში გამოყენებული ორგანული მჟავების საშუალებით შეუძლებელია.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. გახოკიძე რამაზ, ტაბატაძე ლალი-,,კვების პროდუქტთა ქიმია''- თბილისი, 2016;
2. განსაკუთრებით მალფუჭებადი პროდუქტის შენახვის პირობები და ვადები;
3. Marisa Repetto, Jimena Semprine and Alberto Boveris. "Lipid Peroxidation: Chemical Mechanism, Biological Implications and Analytical Determination''
4. Shafaq Noori/ An Overview of Oxidative Stress and Antioxidant Defensive System. Open Access Scientific Reports.
5. Soumen Bhattacharjee: "Membrane lipid peroxidation and its conflict of interest: the two faces of oxidative stress" . University of Burdwan, december, 2014.
6. Journal- Meat science 91 (2012) – ,, Effect of heat treatment on protein oxidation in pig meat''.
7. Journal – Meat science 84 (2010) – ,, Oxidative status, in vitro iron-induced lipid oxidation and superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase activities in rhea meat''.
8. www.allnews.ge
9. www.intermedia.ge
10. www. mana.ge
11. www.momxmarebeli.ge
12. www. sciencedirect. Com
13. www.wordpress.com
14. ГОСТ 7269-79 Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести
15. ГОСТ 23392-78 Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести.