

ზოგიერთი კენკროვანი კულტურის ბიოქიმიური შედგენილობის შედარებითი
შეფასება და შენახვის ტექნოლოგია

თამარ თურმანიძე

სადისერტაციო ნაშრომი წარდგენილია
საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის
აგრარული მეცნიერებების საბჭოზე
აგრარულ მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელები: მერაბ ჟღენტი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა
დოქტორი
ლევან გულუა, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
თბილისი, 2017

დარგობრივი კომისიის რეკომენდაცია

დისერტანტი: თამარ თურმანიძე

დისერტაციის სათაური: „ზოგიერთი კენკროვანი კულტურის ბიოქიმიური შედგენილობის შედარებითი შეფასება და შენახვის ტექნოლოგია“

დისერტაციის დაცვის თარიღი:

ოპონენტი 1: /სახელი, გვარი/

ოპონენტი 2: /სახელი, გვარი/

რეკომენდებულია დაცვისათვის /დარგის/ დარგობრივი კომისიის მიერ.

თავჯდომარე, /სახელი, გვარი/ : _____
(ხელმოწერა)

წევრი, /სახელი, გვარი/: _____
(ხელმოწერა)

წევრი /სახელი, გვარი/: _____
(ხელმოწერა)

სადოქტორო სკოლის კოორდინატორი: _____ / სახელი,
გვარი/
(ხელმოწერა)

თარიღი:

ავტორის დეკლარაცია

"როგორც წარმოდგენილი სადოქტორო დისერტაციის „ზოგიერთი კენკროვანი კულტურის ბიოქიმიური შედგენილობის შედარებითი შეფასება და შენახვის ტექნოლოგია“ ავტორი, ვაცხადებ, რომ ჩემი დისერტაცია წარმოადგენს ორიგინალურ ნაშრომს და მასში სხვა ავტორების აქამდე გამოქვეყნებული, გამოსაქვეყნებლად მიღებული ან დასაცავად წარდგენილი მასალები გამოყენებულია ციტირების სათანადო წესების დაცვით."

სახელი, გვარი თამარ თურმანიძე

(ხელმოწერა)

თარიღი:

აბსტრაქტი

საქართველო ტრადიციულად აგრარული ქვეყანაა, სადაც მევენახეობასთან ერთად მეხილეობა უძველეს და უნიკალურ დარგს წარმოადგენს. ქვეყნის ნიადაგურ-კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, მას დიდი პოტენციალი აქვს მაღალი კვებითი ღირებულების, ხარისხიანი, საექსპორტო ხილის წარმოებისთვის. საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებიდან გამომდინარე საჭიროა, არა მარტო მოსავლის რაოდენობრივი ზრდა, არამედ პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება, სასაქონლო დამუშავების, ტრანსპორტირების და შენახვის პროცესში დანაკარგების შემცირების მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიების შემუშავება და დანერგვა.

ჩვენს ქვეყანაში წარმოდგენილია კენკროვანი კულტურების, კერძოდ მარწყვის, ჟოლოს, მაცვლის პერსპექტიული ჯიშების და ფორმების ფართო ასორტიმენტი. აღნიშნული ხილი გამოირჩევა მიმზიდველი გარეგანი სახით, საუკეთესო არომატით და დაბალი კალორიულობით. ამავე დროს ის წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის აუცილებელი მნიშვნელოვანი ნივთიერებების - ანტიოქსიდანტების, ვიტამინების, მიკრო და მაკრო ელემენტების მნიშვნელოვანი ბუნებრივი წყაროა. მიუხედავად მთელი რიგი დადებითი თვისებებისა, კენკროვანი კულტურების დასახელებული ჯიშები მიეკუთვნება მალფუჭად პროდუქტთა კატეგორიას, ახასიათებს მსხმოიარობის მოკლე პერიოდი, შენახვისუნარიანობის დაბალი დონე, რაც არ იძლევა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მათი მოხმარების შესაძლებლობას.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, სადისერტაციო თემის მიზანს წარმოადგენს საქართველოში გავრცელებული მარწყვის, ჟოლოს და მაცვლის სამრეწველო ჯიშების კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულების შესწავლა; ამასთანავე, აღნიშნული კენკროვანი კულტურების შენახვისუნარიანობის გაუმჯობესება, მათი გაყინული სახით შენახვის ტექნოლოგიის შემუშავება; და, რაც მთავარია, გაყინულ ნიმუშებში დეფროსტაციის შემდეგ ცალკეული ჯიშების ბიოქიმიური და ქიმიური შემადგენლობის ცვლილების შესწავლა და კრიორეზისტენტობის დადგენა, შენახვის შემდეგ სასაქონლო

მაჩვენებლების და კვებითი ღირებულების შეფასება, შემუშავებული ტექნოლოგიის ეკონომიკური დასაბუთება.

საქართველოში გავრცელებული კენკროვანი კულტურების, მარწყვის, ჟოლოს და მაცვლის ჯიშებზე ჩატარებულია რიგი ქიმიური და ბიოქიმიური სახის გამოკვლევები, კერძოდ შესწავლილია ჯამური პოლიფენოლები, ანტოციანები, ვიტამინი C, ანტიოქსიდანტური აქტივობა, ნახშირწყლები, ორგანული მჟავები, ამინომჟავები და მათი ცვლილება შენახვის პროცესში. მიღებული შედეგების საფუძველზე გამოვლენილია მარწყვის, ჟოლოს და მაცვლის საუკეთესო ჯიშები და ფორმები, რომლებიც გამოირჩევიან საუკეთესო განსაკუთრებული გემური და სასარგებლო თვისებებით, ასევე შედარებით კარგი შენახვისუნარიანობით.

ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით გამოვლენილია კაცლიუმის ქლორიდის დადებითი გავლენა კენკროვანი კულტურების დასახელებული ჯიშების ნაყოფების ნედლად შენახვის ხანგრძლივობასა და დანაკარგებზე; შესწავლილია შენახვის პროცესში ხსნარის დამოკიდებულება ნაყოფში მიმდინარე რიგ ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიურ პროცესებზე; დადგენილია აღნიშნული ხსნარის ოპტიმალური კონცენტრაცია და ექსპოზიცია.

წარმოდგენილ ნაშრომში ასევე გამოკვლეულია და შემუშავებულია კენკროვანი კულტურების სწრაფი გაყინვის მეთოდით შენახვის ტექნოლოგია; ნაყოფების გაყინვის დროს ჟანგვითი პროცესების შემცირების მიზნით დადგენილია ასკორბინის მჟავას ოპტიმალური კონცენტრაცია; შესწავლილია სწრაფი გაყინვის მეთოდის გავლენა ნაყოფში მიმდინარე რიგი ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური სახის პროცესებზე. გარდა ამისა, ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევების საფუძველზე სახეობისა და ჯიშების მიხედვით დაზუსტებულია გაყინული პროდუქტის შენახვის ხანგრძლივობა და მათი კრიორეზისტენტობა.

საკვანძო სიტყვები: ხილი, შენახვა, ტექნოლოგია, ფიზიოლოგია, ბიოქიმია.

ხელმძღვანელები: სახელი, გვარი. (ხელმოწერა)

მერაბ ჟღენტი

ლევან გულუა

ABSTRACT

Georgia is a traditional agricultural country, which along with viticulture, has centuries-old unique history of horticulture. Due to its soil and climatic conditions, Georgia has great potential of producing nutritious, wholesome, high-quality exportable fruit. The market economy requires not only increase in yields, but also improvement of fruit quality, reduction of losses in postharvest handling, transportation and storage, elaboration and introduction of scientifically sound innovative techniques.

A wide variety of berries, including strawberries, raspberries, blackberries, etc. is found in Georgia. Georgian berries have attractive appearance, excellent flavour, and low calorie content. Berries are also a valuable natural source of elements essential to human health, such as antioxidants, vitamins, macro- and micronutrients. However, berries are also easily perishable, have short fruiting season and poor storability, which prevent their long-term consumption.

In view of the above, the purpose of this thesis research is to study nutritional and biological value of strawberry, raspberry and blackberry varieties grown in Georgia, improve their storability, develop freezing techniques, research the biochemical and chemical changes in defrosted samples of frozen berries and determine their cryoresistance, assess marketability and nutritional value of berries after storage, economic feasibility of the developed techniques.

A number of chemical and biochemical researches were carried out on strawberry, raspberry, and blackberry varieties grown in Georgia investigating their total polyphenols, anthocyanins, Vitamin C, antioxidant activity, carbohydrates, organic acids, amino acids, and changes during the storage. Based on the results of the said researches the varieties of strawberries, raspberries, and blackberries with the best flavour, the most useful qualities, and the good storability were selected.

The conducted researches showed the positive impact of calcium chloride on the storage period and storage losses of fresh berries. The influence of the solution on physiological-biochemical processes in stored berries was studied and the optimum concentration and exposition of the solution was determined.

The quick-freezing technique of berry storage was developed and studied. The optimum concentration of ascorbic acid was determined to reduce oxidation during the freezing of berries. The impact of quick freezing on biochemical and microbiological processes in berry fruits was studied. The storage period and cryoresistance of various berry varieties were determined based on the results of the researches.

Key words: fruits, storage, technology, physiology, biochemistry.

ხელმძღვანელები: სახელი, გვარი. (ხელმოწერა)

მერაბ ჟღენტი

ლევან გულუა

მადლობა

გამოვხატავ გულწრფელ მადლიერებას ჩემი ხელმძღვანელების სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორის ბატონ მერაბ ჟდენტის და ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორის ბატონ ლევან გულუას მიმართ გაწეული ხელმძღვანელობისთვის, გულისხმიერებისა და თანადგომისთვის. აქვე მინდა მადლობა გადავუხადო დახმარებისთვის ნატო კობახიძეს, თამარ ჯაფარიძეს, გია ხატისაშვილს, ლალი გოგინავას, მანანა გურიელიძეს, ქეთევან ბერიაშვილს, მურად გარუჩავას, ნანული ამაშუკელს, ლუიზა ვიკერს, აგრარული უნივერსიტეტის ლაბორატორია „Test Lab“-ს და მის კოლექტივს ლიანა შუბლაძის ხელმძღვანელობით.

მინდა განსაკუთრებული მადლობა გადავუხადო ჩემს ოჯახს, ერთგულებისა და მხარდაჭერისთვის.

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული პროექტის „კურკოვანი და კენკროვანი კულტურების შენახვის რაციონალური ტექნოლოგიის შემუშავება ბიოქიმიურ-ტექნოლოგიური კვლევის საფუძველზე“ და საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის შიდა გრანტის „კენკროვანი ხილის შენახვის რაციონალური ტექნოლოგიის შემუშავება“ დაფინანსების ფარგლებში.

სარჩევი

დარგობრივი კომისიის რეკომენდაცია-----	I
ავტორის დეკლარაცია-----	II
აბსტრაქტი-----	III
ABSTRACT-----	VI
მადლობა-----	VIII
სურათების სია-----	X
ცხრილების სია-----	X
გრაფიკების სია-----	XV
აბრევიატურა-----	XVIII
1. შესავალი-----	1
2. კენკროვანი კულტურების ბიოლოგიური თავისებურებანი და შენახვისუნარიანობაზე მოქმედი ფაქტორები (ლიტერატურული მიმოხილვა)----	5
2.1. ხილის ხარისხსა და შენახვისუნარიანობაზე მოქმედი ენდოგენური და ეგზოგენური ფაქტორები-----	7
2.1.1. მოსავლის აღებამდე ხილის ხარისხზე და შენახვისუნარიანობაზე მოქმედი ფაქტორები-----	7
2.1.2. სუნთქვის ინტენსივობა და მასზე მოქმედი ფაქტორები-----	9
2.1.3. ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა-----	11
2.1.4. დამატებითი ღონისძიებები შენახვის დროს-----	14
2.2. კალციუმის იონის გავლენა ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე-----	16
2.2.1. კალციუმის იონის გავლენა ინფექციური და ფიზიოლოგიური სახის დაავადებებზე-----	18
2.2.2. ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვლილება კალციუმით დამუშავებულ ნაყოფებში-----	21
2.2.3. კალციუმის იონის დამოკიდებულება მასაში ბუნებრივ კლებაზე-----	22
2.2.4. კალციუმის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა ნაყოფის	

შენახვისუნარიანობაზე-----	23
2.3. სწრაფი გაყინვის ტემპერატურის გავლენა ნაყოფის აგებულებაზე-----	24
2.3.1. ანტიოქსიდანტების გავლენა ჟანგვა-აღდგენით პროცესებზე სწრაფი გაყინვის დროს -----	26
3. მეთოდოლოგია და მეთოდები-----	29
3.1. კვლევის ობიექტი-----	29
3.2. კვლევის მეთოდები-----	31
3.2.1. ხსნადი მშრალი ნივთიერების განსაზღვრა რეფრაქტომეტრით-----	33
3.2.2. მონომერების რაოდენობრივი განსაზღვრა ბერტრანის მეთოდით-----	34
3.2.3. ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრა პირდაპირი გატიტრით-----	35
3.2.4. pH-ის განსაზღვრა pH-მეტრით-----	35
3.2.5. საერთო პოლიფენოლების განსაზღვრა სპექტროფოტომეტრული მეთოდით--	36
3.2.6. ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა სპექტროფოტომეტრული (FRAP)მეთოდით-----	37
3.2.7. საერთო ამინომჟავების განსაზღვრა ნინჰიდრინით სპექტროფოტომეტრული მეთოდით -----	37
3.2.8. მონომერული ანტოციანების განსაზღვრა pH-დიფერენციალური მეთოდით სპექტროფოტომეტრზე-----	38
3.2.9. სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრა ხილში ტიტრაციის მეთოდით-----	40
3.2.10. ვიტამინი C-ს განსაზღვრა - HPLC-ზე-----	42
3.2.11. მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების, საფუვრების, სოკოების, ენტერობაქტერიების და სტაფილოკოკის რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდი-----	42
3.2.12. მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება-----	43
4. კვლევის შედეგები-----	44
4.1 ზოგიერთი კენკროვანი კულტურის პერსპექტიული ჯიშების ქიმიური და ბიოქიმიური კვლევა -----	44
4.1.1. ქიმიური და ბიოქიმიური მაჩვენებლების კვლევის შედეგები -----	44

4.1.2. ანტიოქსიდანტური აქტივობა კენკროვან კულტურებში-----	47
4.1.2.1. კენკროვანი კულტურების ანტიოქსიდანტური აქტივობების ურთიერთშედარება სახეობისა და ჯიშების მიხედვით-----	51
5. კენკროვანი კულტურების ნედლად შენახვის ტექნოლოგია-----	52
5.1. კალციუმის ხსნარის კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა შენახვისუნარიანობაზე-----	53
5.2. კალციუმის იონის გავლენა კენკროვანი ხილის შენახვისუნარიანობაზე-----	58
5.2.1. კალციუმის ქლორიდის გავლენა ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებაზე შენახვის დროს -----	58
5.2.2. კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ კენკროვან კულტურებში ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვლილება შენახვის პროცესში-----	60
5.2.2.1. კალციუმის ქლორიდის გავლენა ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე კენკროვანი კულტურების შენახვისას-----	63
5.3. კალციუმის ზეგავლენა ნაყოფში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებზე-----	68
5.3.1. შენახვის დროს ნაყოფში მიმდინარე სუნთქვის პროცესების ცვლილება-----	68
5.4. კალციუმის ქლორიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის გავლენა დანაკარგებზე შენახვის დროს -----	72
5.4.1. მასაში ბუნებრივი დანაკარგები კენკროვანი კულტურების შენახვისას-----	72
5.4.2. მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგები კენკროვანი კულტურების შენახვისას-----	75
6. კენკროვანი კულტურების შენახვა სწრაფი გაყინვის მეთოდით-----	77
6.1. ასკორბინის მჟავას გავლენა ნაყოფში მიმდინარე პროცესებზე-----	79
6.1.1. ასკორბინის მჟავათი დამუშავების გავლენა ნაყოფის ქიმიურ შედგენილობაზე-----	79
6.1.2. ასკორბინის მჟავათი დამუშავების გავლენა კენკროვანი კულტურების ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე-----	83
6.1.3. გაყინვით შენახვის გავლენა კენკროვანი ხილის მიკროფლორაზე-----	92
6.1.4. კრიორეზისტენტობის შესწავლის შედეგები კენკროვან კულტურებში-----	97
7. კენკროვანი ხილის შენახვის ეკონომიკური ეფექტიანობა-----	100

7.1. კენკროვანი ხილის ნედლად შენახვის ეკონომიკური ეფექტიანობა-----	100
7.2. გაყინული კენკროვანი ხილის წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობა-----	102
8. დასკვნები და რეკომენდაციები-----	105
ბიბლიოგრაფია-----	107

სურათების სია

სურათი: 1 ნაყოფების კალციუმის ქლორიდით დამუშავების სქემა -----	32
სურათი: 2 ნაყოფების აკრობინის მჟავათი დამუშავების სქემა -----	33
სურათი: 3 მარწყვი “ვიქტორია“ მაფანმ -----	92
სურათი: 4 მარწყვი „ვიქტორია“ საფუვრები -----	92
სურათი: 5 მაცვალი კულტურული ფორმა ობის სოკოები -----	94
სურათი: 6 მაცვალი ველური ფორმა მაფანმ -----	94
სურათი: 7 ჟოლო „ნოვა“ ობის სოკოები -----	96
სურათი: 8 ჟოლო „კილარნი“ ობის სოკოები -----	96

ცხრილების სია

ცხრილი: 1 მარწყვის ზოგიერთი ჯიშის ქიმიური შედგენილობა -----	45
ცხრილი: 2 ჟოლოს ზოგიერთი ჯიშის ქიმიური შედგენილობა -----	46
ცხრილი: 3 მაცვლის კულტურული და ველური ფორმის ქიმიური შედგენილობა---	46
ცხრილი: 4 მარწყვის ზოგიერთი ჯიშის ბიოქიმიური კვლევის შედეგები-----	48
ცხრილი: 5 ჟოლოს ზოგიერთი ჯიშის ბიოქიმიური კვლევის შედეგები-----	50

ცხრილი: 6 მაყვლის კულტურული და ველური ფორმის ბიოქიმიური კვლევის შედეგები-----	51
ცხრილი: 7 კალციუმის ქლორიდის ხსნარის კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 14 დღე, $t= 1-0^{\circ}\text{C}$, $\varphi= 90-95\%$)-----	54
ცხრილი: 8 კალციუმის ქლორიდის ხსნარის კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა მასაში ბუნებრივ დანაკარგებზე შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 14 დღე, $t= 1-0^{\circ}\text{C}$, $\varphi= 90-95\%$)-----	56
ცხრილი: 9 კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციის გავლენა ზოგიერთ პარამეტრზე კენკროვანი კულტურების შენახვის პროცესში ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$)-----	58
ცხრილი: 10 კალციუმის იონის გავლენა მარწყვის ნაყოფების მასაში კლებაზე შენახვისას ($t=1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$) დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში-----	72
ცხრილი: 11 კალციუმის იონის გავლენა ჟოლოს ნაყოფების მასაში კლებაზე შენახვისას ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$ დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში)-----	73
ცხრილი: 12 კალციუმის იონის გავლენა მაყვლის ნაყოფების მასაში კლებაზე შენახვისას ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$). დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში-----	73
ცხრილი: 13 კალციუმის იონის გავლენა მარწყვის ნაყოფების მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვისას ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$) დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში-----	74

ცხრილი: 14 კალციუმის იონის გავლენა ჟოლოს ნაყოფების მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვისას ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$)	
დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში-----	75
ცხრილი: 15 კალციუმის იონის გავლენა მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე მაცვლის ნაყოფებში ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$).	
დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში-----	76
ცხრილი: 16 კენკროვანი კულტურების ნაყოფებში ხმნ-ს ცვლილება გაყინულ ნიმუშებში ვარიანტების მიხედვით (გაყინული -40°C ;	
შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)-----	78
ცხრილი: 17 კენკროვანი კულტურების გაყინულ ნაყოფებში ტიტრული მჟავიანობის ცვლილება (გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)-----	80
ცხრილი: 18 კენკროვანი კულტურების გაყინულ ნაყოფებში pH –ის ცვლილება (გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)-----	81
ცხრილი: 19 მარწყვის ნაყოფების მიკროფლორა გაყინვის წინ-----	92
ცხრილი: 20 ჟოლოს ნაყოფების მიკროფლორა გაყინვის წინ-----	93
ცხრილი: 21 მაცვლის ნაყოფების მიკროფლორა გაყინვის წინ-----	93
ცხრილი: 22 გაყინვის გავლენა მიკროფლორაზე მარწყვის ნაყოფებში-----	95
ცხრილი: 23 გაყინვის გავლენა მიკროფლორაზე ჟოლოს ნაყოფებში-----	95
ცხრილი: 24 გაყინვის გავლენა მიკროფლორაზე მაცვლის ნაყოფებში-----	96
ცხრილი: 25 ნედლად შენახული ჟოლოს ეკონომიკური ეფექტიანობის გამოთვლა-----	101
ცხრილი: 26 კრიორეზისტენტობის გათვალისწინებით ჟოლოს ჯიშების ეკონომიკური ეფექტიანობის დათვლა 1000 კგ ნედლეულზე ანგარიშით-----	103

გრაფიკების სია

გრაფიკი: 1 ჯამური პოლიფენოლების სტანდარტიზაცია გალის მჟავაზე (საკალიბრო მრუდი)-----	36
გრაფიკი: 2 ჯამური ამინომჟავების სტანდარტიზაცია ამინომჟავა არგინინზე (საკალიბრო მრუდი)-----	38
გრაფიკი: 3 კენკროვანი ხილის ანტიოქსიდანტური აქტივობების ურთიერთშედარება-----	52
გრაფიკი: 4 კალციუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 14 დღე, $t= 1-0^{\circ}\text{C}$, $\varphi= 90-95\%$)-----	55
გრაფიკი: 5 კალციუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა მასაში ბუნებრივ დანაკარგებზე შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 14 დღე, $t= 1-0^{\circ}\text{C}$, $\varphi= 90-95\%$)-----	57
გრაფიკი: 6 ჯამური ანტოციანების ცვლილება კენკროვანი კულტურების შენახვის პროცესში ვარიანტების მიხედვით (შენახვის ხანგრძლივობა 8 დღე, $t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$) -----	61
გრაფიკი: 7 ანტიოქსიდანტური აქტივობა მარწყვის ჯიშში „წითელი ოცნება“ და მისი ცვლილება შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 8 დღე, $t=1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi=90-95\%$) -----	63
გრაფიკი: 8 ანტიოქსიდანტური აქტივობა ჟოლო ჯიშში „კილარნეი“ და მისი ცვლილება შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 8 დღე, $t=1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi=90-95\%$)-----	65

გრაფიკი: 9 ანტიოქსიდანტური აქტივობა მაცვლის კულტურულ ფორმაში და მისი ცვლილება შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 8 დღე, $t=1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi=90-95\%$) -----	66
გრაფიკი: 10 მარწყვის ჯიშ „წითელი ოცნებას“ სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკა შენახვის პროცესში ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$) -----	69
გრაფიკი: 11 ჟოლოს ჯიშ „კილარნეის“ სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკა შენახვის პროცესში ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$) -----	69
გრაფიკი: 12 მაცვლის კულტურული ფორმის სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკა შენახვის პროცესში ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\varphi= 90-95\%$)-----	70
გრაფიკი: 13 ვიტამინი C-ს ცვლილება მარწყვის გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „წითელი ოცნება“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)-----	83
გრაფიკი: 14 ჯამური პოლიფენოლების ცვლილება მარწყვის გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „წითელი ოცნება“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)-----	84
გრაფიკი: 15 ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილება მარწყვის გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „წითელი ოცნება“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)-----	85
გრაფიკი: 16 ვიტამინი C-ს ცვლილება ჟოლოს გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „კილარნეი“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)-----	86
გრაფიკი: 17 ჯამური პოლიფენოლების ცვლილება ჟოლოს გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „კილარნეი“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)-----	86
გრაფიკი: 18 ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილება ჟოლოს გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „კილარნეი“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)----	87
გრაფიკი: 19 ვიტამინი C-ს ცვლილება მაცვლის გაყინულ ნაყოფებში	

	(კულტურული ფორმა, გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)-----	88
გრაფიკი: 20	ჯამური პოლიფენოლების ცვლილება მაცვლის გაყინულ ნაყოფებში (კულტურული ფორმა, გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)-----	89
გრაფიკი: 21	ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილება მაცვლის გაყინულ ნაყოფებში (კულტურული ფორმა, გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)-----	90
გრაფიკი: 22	კორელაცია ანტიოქსიდანტურ აქტივობასა და ჯამურ პოლიფენოლებს შორის კენკროვანი კულტურების ნიმუშებში (გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C -----	90
გრაფიკი: 23	კრიორეზისტენტობა მარწყვის ნაყოფებში-----	97
გრაფიკი: 24	კრიორეზისტენტობა ჟოლოს ნაყოფებში-----	98
გრაფიკი: 25	კრიორეზისტენტობა მაცვლის ნაყოფებში-----	98
გრაფიკი: 26	კენკროვანი ხილის წარმოება საქართველოში (2010-2014 წწ)-----	100

აბრევიატურა

ANOVA (Analysis of variance)-ვარიაციების ანალიზი

FAO (Food and Agriculture Organization) -სურსათისა და სოფლის მეურნეობის
ორგანიზაცია

FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma)-პლაზმის მიერ რკინის აღდგენის უნარი

HPLC (High performance liquid chromatography)-მაღალი გარჩევადობის სითხური
ქრომატოგრაფი

1-მცპ - 1-მეთილციკლოპროპენი

მაფანმ - მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმები

პფო-პოლიფენოლოქსიდაზა

ხმნ-ხსნადი მშრალი ნივთიერება

1. შესავალი

საქართველო ტრადიციულად აგრარული ქვეყანაა, სადაც მევენახეობასთან ერთად მეხილეობა უძველეს და უნიკალურ დარგს წარმოადგენს. ნიადაგურ-კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, ჩვენს ქვეყანას დიდი პოტენციალი აქვს მაღალი კვებითი ღირებულების, ხარისხიანი, საექსპორტო ხილის წარმოებისთვის.

ქვეყნის განვითარების ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებას აგრარული სექტორის აღორძინება და განვითარება წარმოადგენს. დაგეგმილია დიდი მოცულობის ხილის შესანახი საცავების მშენებლობა, გადასამუშავებელი მრეწველობის განვითარება და სხვ.

მიგვაჩნია, რომ დარგის რეაბილიტაციის შედეგად მნიშვნელოვნად გაიზრდება წარმოებული ხილის რაოდენობრივი მხარე. საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებიდან გამომდინარე საჭიროა, არა მარტო მოსავლის რაოდენობრივი ზრდა, არამედ პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება, სასაქონლო დამუშავების, ტრანსპორტირების და შენახვის პროცესში დანაკარგების შემცირების, მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიების შემუშავება და დანერგვა.

საქართველოში ხილის ნედლად შენახვის გარკვეული გამოცდილებაა დაგროვილი. შესრულებულია რიგი კვლევითი სამუშაოები ამ მიმართულებით, მაგრამ მიუხედავად ამისა, დარგში არსებობს რიგი პრობლემები, შედარებით დიდი დანაკარგები, ხარისხის არასტაბილურობა, შენახვის მოკლე პერიოდი, შენახვის მეთოდების თავისებურებები და სხვ. რაც მნიშვნელოვან უარყოფით გავლენას ახდენს ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკურ მდგომარეობაზე. აღნიშნული პრობლემების გადაწყვეტა შესაძლებელია თანამედროვე კვლევების საფუძველზე ისეთი ტექნოლოგიების შემუშავებით, რომელიც მინიმუმამდე დაიყვანს დანაკარგებს შენახვის პროცესში, უზრუნველყოფს შენახვის დროს ხილის ხარისხის მაქსიმალურად შენარჩუნებას და მნიშვნელოვნად გაზრდის შენახვის ხანგრძლივობას.

ჩვენს ქვეყანაში წარმოდგენილია კენკროვანი კულტურების, კერძოდ მარწყვის, ჟოლოს, მაცვლის პერსპექტიული ჯიშების და ფორმების ფართო ასორტიმენტი.

აღნიშნული ხილი გამოირჩევა მიმზიდველი გარეგანი სახით, საუკეთესო არომატით და დაბალი კალორიულობით. ამავე დროს ის წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის აუცილებელი მნიშვნელოვანი ნივთიერებების - ანტიოქსიდანტების, ვიტამინების, მიკრო და მაკრო ელემენტების მნიშვნელოვან ბუნებრივ წყაროს. აქედან გამომდინარე მათი წარმოების დონე ყოველწლიურად იზრდება მთელ რიგ ქვეყნებში, მათ შორის საქართველოშიც. ამაზე მეტყველებს FAO-ს მონაცემები. მარწყვის წარმოებამ მსოფლიოში 2014 წელს 8 მილიონ ტონას გადააჭარბა, ეს მაჩვენებელი დაახლოებით 25 %-ით მეტია 2010 წელთან შედარებით. ანალოგიური კანონზომიერებაა ჟოლოს წარმოებაში. 2014 წელს 613 ათას ტონას მიაღწია ჟოლოს წარმოებამ მსოფლიოში, რაც დაახლოებით 14 %-ით მეტია 2010 წელთან შედარებით (www.faostat.org). საქართველოში კენკროვანი ხილის წარმოება 2010 წელთან შედარებით 2014 წელს დაახლოებით 50 %-ით გაიზარდა.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე აშკარაა კენკროვანი ხილის რაოდენობრივი ზრდის ტენდენცია, მაგრამ მთელი რიგი დადებითი მხარეებისა ის მიეკუთვნება მალფუჭად პროდუქტთა კატეგორიას, ახასიათებს მსხმოიარობის მოკლე პერიოდი, შენახვისუნარიანობის დაბალი დონე, რაც არ იძლევა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მოხმარების შესაძლებლობას. ცნობილია, რომ შენახვის პროცესში დანაკარგების რაოდენობა აღწევს 25-30 % (Koraddi et al., 2011).

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე **სადისერტაციო თემის მიზანს** წარმოადგენდა:

- საქართველოში გავრცელებული მარწყვის, ჟოლოს და მაცვლის სამრეწველო ჯიშების კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულების შესწავლა;
- აღნიშნული კენკროვანი კულტურების შენახვისუნარიანობის გაუმჯობესება;
- გაყინული სახით შენახვის ტექნოლოგიის შემუშავება;
- გაყინულ ნიმუშებში დეფროსტაციის შემდეგ ცალკეული ჯიშების ბიოქიმიური და ქიმიური შემადგენლობის ცვლილების შესწავლა და კრიორეზისტენტობის დადგენა;
- შენახვის შემდეგ სასაქონლო მაჩვენებლების და კვებითი ღირებულების შეფასება;

- შემუშავებული ტექნოლოგიის ეკონომიკური დასაბუთება.

სადისერტაციო თემის კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა საქართველოში გავრცელებული მარწყვის შემდეგი ჯიშები:

- ✓ ვიქტორია (*Fragaria x ananassa* cv. Victoria);
- ✓ კამაროსა (*Fragaria x ananassa* cv. Camarosa);
- ✓ კასანდრა (*Fragaria x ananassa* cv. Cassandra (EM1064));
- ✓ წითელი ოცნება (*Fragaria x ananassa, framerry* cv. Red Dream).

ჟოლოს შემდეგი ჯიშები:

- ✓ კილარნეი (*Rubus Idaeus L:* cv. Killarney);
- ✓ ნოვა (*Rubus Idaeus L:* cv. Nova) ;
- ✓ ტულიმანი (*Rubus Idaeus L:* cv. Tulaimeen).

მაყვლის კულტურული და ველური ფორმები

- ✓ კულტურული ფორმა- ჩესტერი (*Rubus fruticosus* cv. Chester);
- ✓ მაყვლის ველური ფორმა (*Rubus Armeniacus*, Himalayan Blackberry).

კვლევის სიახლე. ჩვენ მიერ პირველად იქნა შესწავლილი:

- საქართველოში სამრეწველო მასშტაბით გავრცელებული ინტროდუცირებული კენკროვანი კულტურების ჯიშების ქიმიური, ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლები;
- კალციუმის იონის გავლენა კენკროვანი კულტურების შენახვისუნარიანობაზე და შენახვის პროცესში ნაყოფში მიმდინარე მეტაბოლიტურ პროცესებზე;
- კალციუმის ქლორიდის ოპტიმალური კონცენტრაცია სახეობისა და ჯიშების მიხედვით;
- კენკროვანი კულტურების სწრაფი გაყინვის დროს ასკორბინის მჟავას ხსნარის ოპტიმალური კონცენტრაცია სახეობისა და ჯიშების მიხედვით;
- კრიორეზისტენტობის თვალსაზრისით ცალკეული კულტურის ჯიშების გამოკვლევა.

კვლევა ითვალისწინებდა შემდეგი ამოცანების შესრულებას:

- საქართველოში გავრცელებული მარწყვის, ჟოლოსა და მაცვლის პერსპექტიული ჯიშებისა და ფორმების ბიოქიმიურ-მორფოლოგიური გამოკვლევა;
- კალციუმის იონის გავლენის შესწავლა ნედლად შენახვის ხანგრძლივობაზე;
- კალციუმის ქლორიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის დადგენა სახეობისა და ჯიშების მიხედვით;
- კალციუმის იონის გავლენის შესწავლა საქართველოში წარმოებულ მარწყვის, ჟოლოსა და მაცვლის ქიმიურ შედგენილობაზე ნედლად შენახვის პროცესში;
- კალციუმის იონის გავლენის შესწავლა დანაკარგებზე კენკროვანი კულტურების შენახვის პროცესში;
- ნაყოფების გაყინვის წინ ასკორბინის მჟავათი დამუშავება და ოპტიმალური კონცენტრაციის გამოვლენა;
- სწრაფი გაყინვის მეთოდის გავლენის შესწავლა გაყინვით შენახვის დროს კენკროვანი ხილის ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე;
- დეფროსტაციის შემდეგ ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვლილების შესწავლა;
- ღრმა გაყინვის მეთოდის ეფექტურობის დადგენა, მიკროორგანიზმების განვითარებაზე;
- კრიორეზისტენტობის დადგენა ცალკეული კულტურის ჯიშების მიხედვით.

სადისერტაციო ნაშრომის აპრობაცია. დისერტაციასთან დაკავშირებული საკითხები წარდგენილი იყო 6 საერთაშორისო და 1 ადგილობრივ კონფერენციაზე. დისერტაციის ძირითადი შედეგები ასახულია 10 სამეცნიერო ნაშრომში, მათ შორის 6 ადგილობრივ და 4 საერთაშორისო, მაღალრეიტინგულ, ციტირებად ჟურნალებში. კვლევის შედეგები 2014-2016 წლებში პერიოდულად მოხსენებული იყო დოქტორანტის სემინარებზე.

დისერტაციის სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 140 გვერდს. იგი შედგება შესავლის, 6 თავის, დასკვნებისა და რეკომენდაციებისაგან. ტექსტში ჩართულია 8 სურათი, 26 ცხრილი და 26 გრაფიკი, ნაშრომს ერთვის გამოყენებული ლიტერატურის სია (295 ერთეული).

2. კენკროვანი კულტურების ბიოლოგიური თავისებურებანი და შენახვისუნარიანობაზე მოქმედი ფაქტორები

(ლიტერატურული მიმოხილვა)

ხილი და ბოსტნეული გამოირჩევა მაღალი კვებითი ღირებულებით, განსაკუთრებით კი სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ნივთიერებების შემცველობით. კენკროვანი ხილი, მარწყვი, ჟოლო და მაცვალი, როგორც ვარდისებრთა ოჯახის წარმომადგენლები (Paliyath et al., 2008), გამოირჩევიან სახეობათა მრავალფეროვნებით, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალი კვებითი და ფიზიოლოგიური ღირებულებით. ამ ოჯახში შემავალი ხილის ჯიშები გაშენებულია და ხარობს სუბტროპიკულ და ზომიერ რეგიონებში (Robards et al., 1999; Heinonen et al., 1998; Kahkonen et al., 2001). ხილი მდიდარია პოლიფენოლებით, (Nigel et al., 2000), ფლავანოიდებით (Kalt et al., 1999; Parades-Lopez et al., 2010; Ali et al., 2012) ასკორბინის მჟავას (Ali et al., 2011) ხსნადი და უხსნადი ბოჭკოების, ელავის მჟავას მაღალი შემცველობით (De Antos et al., 2000; Rommel et al., 1991) რომლებიც, ადამიანის ჯანმრთელობაზე პოზიტიურ გავლენას ახდენს (Livani et al., 2013). კენკროვანი კულტურები უზრუნველყოფს რიგი დაავადებების განვითარების რისკ-ფაქტორების შემცირებას, როგორცაა სიმსივნე, გულ-სისხლძარღვთა და ქრონიკული დაავადებები (Poiana et al., 2010; Beattie et al., 2005; Karlund et al., 2014; Pantelidis et al., 2007).

კენკროვანი კულტურები, დამახასიათებელი სტრუქტურული აღნაგობიდან გამომდინარე, მიეკუთვნებიან მალფუჭად პროდუქტთა კატეგორიას (Kader 2000; Giacalone et al., 2012; Rahma et al., 2016) და მიკრობიოლოგიური დაავადებების მიმართ მაღალი მგრძობელობით ხასიათდებიან (Shin et al., 2008). შესაბამისად მათი ნედლად შენახვის ხანგრძლივობა განისაზღვრება რამოდენიმე დღით (Golding et al., 2012). მათთვის დამახასიათებელი სეზონურობისა და ნაკლებ ტრანსპორტაბელობის გამო (Wills 1998), შეუძლებელია მოსახლეობა უზრუნველყოფილი იქნეს ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. შესაბამისად, თანამედროვე შენახვის ტექნოლოგიაში

ძირითადად მიმართავენ სწრაფის გაყინვის მეთოდით შენახვას (Huang 2013; Panda 2013).

ნაყოფის პოტენციური შენახვისუნარიანობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. მათ შორის განმსაზღვრელია ჯიში, რაც გენეტიკურად არის განპირობებული. ნაყოფის ხარისხსა და შენახვისუნარიანობას განაპირობებს რიგი ეგზოგენური ფაქტორები: ნიადაგურ-კლიმატური პირობები, კვების არე, სიმწიფის დონე მოკრეფის დროს, შენახვის მეთოდები, რეჟიმი და სხვა (Khorshidi et al., 2010; Carmen et al., 2015; Blaszczyk 2010; Lammertyn et al., 2003; Schenk 2004; Richardson et al., 1997; Wawrzynczak et al., 2006).

ხილის შენახვის პერიოდში ხარისხის გაუარესება და დანაკარგები, ძირითადად გამოწვეულია მასაში კლებით, ფიზიოლოგიური და ინფექციური დაავადებებით (Belding 2006; Kasso et al., 2016; Idah et al., 2007). მათი მართვის ფუნქციას ძირითადად ასრულებს სუნთქვის ინტენსივობა და ეთილენის პროდუცირება, ნაყოფის ქიმიური შედგენილობა, სიმწიფის დონე კრეფის დროს და ჟანგვა-აღდგენითი პროცესები (Olayemi et al., 2010; Southon 2000; Tomas-Barberan et al., 1997).

შენახვისუნარიანობა დაკავშირებულია შენახვის დროს მიმდინარე ძირითად პროცესთან, ე.წ. გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობასთან. შენახვისუნარიანი ჯიშისათვის სახეობის მიხედვით ეს მაჩვენებელი დაბალია. სუნთქვის კლიმაქტერიქსული მატების ინდუცირებას ახდენს დამწიფების ჰორმონი ეთილენი. იგი წარმოიქმნება ბიოლოგიურად აქტიური რაოდენობით კლიმაქტერიქსის დაწყებამდე. გამოყოფის ინტენსივობა და ხანგრძლივობა კი განსაზღვრავს შენახვისუნარიანობას (Xu et al., 2015).

2.1 ხილის ხარისხსა და შენახვისუნარიანობაზე მოქმედი ენდოგენური და ეგზოგენური ფაქტორები

2.1.1 მოსავლის აღებამდე ხილის ხარისხზე და შენახვისუნარიანობაზე მოქმედი ფაქტორები

დღევანდელ მაღალკონკურენტულ ბაზარზე ხილის ხარისხი მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს. ის მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მომხმარებლის არჩევანს. ხარისხი გამოიხატება მის გარეგნულ მხარეში, არომატსა და კვებით ღირებულებაში. უპირველესად კი გასათვალისწინებელია გენეტიკური ფაქტორები, მოკრეფის პროცედურა, შესანახად მომზადება და სხვა (Wang et al., 2014; Cajewski et al., 2009; Ferguson et al., 1999; Arah et al., 2015).

მოსავლის აღებამდე მოქმედი ფაქტორები, რომელიც განსაზღვრავს ხილის და ბოსტნეულის ხარისხს, მრავალი ავტორის მიერაა გამოკვლეული (Beaudry et al., 1999; Weston et al., 1997; Arpaia et al., 1994; Crisosto et al., 1997; Matteis et al., 2009; Monselise et al., 1987; Prange et al., 1997). კულტურათა გენეტიკა და საძირეს მდგომარეობა (Sams 1999), კრეფის მეთოდები (Lee et al., 2000; Shewfelt 1990), სელექცია, ნიადაგი, კლიმატური პირობები და სხვ. კლიმატურ პირობებს, განსაკუთრებით კი ტემპერატურასა და განათების ინტენსივობას, ძლიერი ეფექტი აქვს ხილისა და ბოსტნეულის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შენარჩუნების საქმეში. ტემპერატურა გავლენას ახდენს რიგი მინერალური ნივთიერებების მეტაბოლიზმზეც. ამასთან, მდებარეობა და კრეფის სეზონი განსაზღვრავს ნაყოფში ასკორბინის მჟავას, კაროტინის, რიბოფლავინის, თიამინის და ფლავანოიდების შემცველობას (Shewfelt et al., 2000). წვიმიანმა ამინდებმა შესაძლოა გავლენა იქონიოს ნაყოფის ხარისხზე, რაც გამოიხატება მოკრეფისა და აღების პროცესში ხილის მექანიკური დაზიანებების სიხშირეში.

საძირის მდგომარეობა, მორწყვა და ნიადაგის ტიპი გავლენას ახდენს ვიტამინების შემცველობაზე მცენარეში (Shewfelt et al., 2000). ნიადაგის განოყიერება ნაკლებ გავლენას ახდენს ვიტამინების შემცველობაზე, მაგრამ განმსაზღვრელ როლს თამაშობს

მინერალებით გამდიდრების საქმეში (Kader 1988). მოკრეფის შემდეგ ხილის შენახვისუნარიანობა დამოკიდებულია კალციუმის შემცველობაზე, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს სუნთქვის პროცესებსა და ეთილენის პროდუცირებას. კალციუმისაგან განსხვავებით, აზოტის მაღალი შემცველობა უარყოფით გავლენას ახდენს ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე (Weston et al., 1997).

მოსავლის აღების შემდგომ პერიოდის განსაზღვრაზე დიდ გავლენას ახდენს სიმწიფის დონე მოკრეფის დროს. ხილი, სახეობების მიხედვით სიმწიფის სხვადასხვა სტადიაზე იკრიფება, რაც შენახვისას ხარისხობრივი მაჩვენებლების შენარჩუნების დონეს განსაზღვრავს. ამასთან გასათვალისწინებელია კრეფის მეთოდი, რომელიც დამოკიდებულია ხილისა და ბოსტნეულის სახეობაზე. მექანიკურმა დაზიანებებმა, როგორცაა ლაქები ზედაპირზე, დაჟეჟილობები და სხვა, შესაძლებელია ხელი შეუწყოს წყლისა და ვიტამინების დანაკარგს, რამაც მოსალოდნელია გამოიწვიოს პათოგენური მიკროორგანიზმების განვითარება (Pantelidis et al., 2007).

ასევე, არანაკლებ მნიშვნელოვანია მოსავლის აღების შემდგომი ფაქტორები. კერძოდ, ტრანსპორტირება, ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა, შენახვის წინ ნაყოფების საგანგებოდ მომზადება და სხვ.

აქედან გამომდინარე, სურსათის ინდუსტრიაში ბიზნესის შესანარჩუნებლად აუცილებელია ყურადღება გამახვილებული იქნეს ხარისხზე, რაც ეკონომიკურად გამართლებულია (Goldman et al., 1999). როდესაც საუბარია საკვების ხარისხზე, მოიაზრება მათი მახასიათებლების შესაბამისობა მომხმარებლის მოთხოვნებთან. კერძოდ: სენსორული მაჩვენებლების, ქიმიური შედგენილობის, ფიზიკური თვისებების, მიკრობიოლოგიური დაბინძურების დონის, ნედლად შენახვის პერიოდის და სხვა ფაქტორების გათვალისწინება.

ხილის ტექსტურის ცვლილება გამოწვეულია უჯრედის კედლის კომპოზიციისა და სტრუქტურის ცვლილებით ჰიდროლაზური ფერმენტების აქტივობის საფუძველზე. მარწყვის ტექსტურაში მნიშვნელოვან ადგილს პოლისაქარიდები და ჰემიციელოლაზი იკავებს (Montgomery 1997), დამწიფების პროცესში პექტინი უხსნადი ფორმიდან

გადადის ხსნადში (Mitcham 2007), შესაბამისად ნაყოფი რბილდება. ცელულოზას აქტივობა 6-ჯერ იზრდება და ეთილენი ვერ ახდენს გავლენას ცელულოზაზე (Proctor et al., 1989). მოცვში 60 %-მდე იზრდება ხსნადი პექტინის რაოდენობა დამწიფების პროცესში, შესაბამისად უხსნადი პექტინის შემცველობა მცირდება. გამოვლენილია, რომ მოცვის დარბილების პროცესზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჰემიცელულოზას მეტაბოლიზმი (Abeles et al., 1990).

ჟოლოს ნაყოფებში უჯრედის კედლის დაშლის პროცესი 3 ეტაპად მიმდინარეობს (Abeles et al., 1990). პირველ ეტაპზე მცირდება ცელულოზას შემცველობა და ბმული გლიკოგენების ხსნადობა, მეორე ეტაპზე იზრდება ხსნადი პექტინი და მცირდება არაბინოზას რაოდენობა. საბოლოო ეტაპზე საგრძნობლად მცირდება პექტინის მოლეკულების სიგრძე. ჟოლოს პექტინებში გამოვლენილია არაბინოზას კავშირი გალაქტოზასთან, ხოლო პომიდორისა და ნესვის ნაყოფებში ეს კავშირი პირიქითაა (Abeles et al., 1990). მაცვლის დამწიფების პროცესში ცელულაზას აქტივობა იზრდება, ხოლო პოლიგალაქტურონაზას აქტივობა მცირდება (Vicente 2006). ცელულაზა განიხილება როგორც მთავარი ფერმენტი მაცვლის დარბილების პროცესში. სიმწიფის დროს ცელულაზა ათავისუფლებს პექტინს უჯრედის კედლიდან და ხსნადი პექტინი უერთდება პოლიფენოლებს, მცირდება სიმწკლარტე და ნაყოფები ხდება უფრო გემრიელი (Abeles et al., 1989).

2.1.2. სუნთქვის ინტენსივობა და მასზე მოქმედი ფაქტორები

სუნთქვა და ეთილენის პროდუცირება წარმოადგენს ძირითად პროცესს ხილის დამწიფების დროს. ნაყოფის შენახვისადმი გამძლეობა დამოკიდებულია სუნთქვის ინტენსივობაზე. სუნთქვის პროცესის შედეგად გამოყოფილი ენერჯის ნაწილი ხმარდება უჯრედში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესს, რითაც შესაძლებელი ხდება გააგრძელოს თავისი სასიცოცხლო ციკლი ახალ პირობებში, მაგრამ ცალკეული კულტურები და ჯიშები სუნთქვის ინტენსივობის მხრივ განსხვავდებიან

ერთმანეთისგან (Wargovich 2000; Mangaraj et al., 2008; Alhamdan et al., 2015; Schaller 2007). ნაკლებად შენახვისუნარიანი ჯიშები სუნთქავენ უფრო ინტენსიურად (Anver et al., 2015).

დამწიფების პროცესში ეთილენის პროდუცირების ინჰიბირება გადამწყვეტ როლს ასრულებს. ეთილენი ჩართულია მრავალ პროცესში, რომელიც იწვევს რიგ ცვლილებებს. კერძოდ: ქლოროფილის შემცირება, დამწიფება, სუნთქვა და ა.შ. (Abdi et al., 1998; Palou et al., 2003; Crisosto et al., 2003; Stow et al., 2000; Johnston et al., 2001). ენდოგენური ეთილენის კონტროლი განაპირობებს მოსავლის აღების შემდგომ ფიზიოლოგიურ პროცესების ნორმალურ წარმართვას (Nilsson et al., 2007; Lelievre et al., 1997; Valero et al., 2005). ამასთან სუნთქვის ინტენსივობა, რომელიც გამოიხატება ჟანგბადის მოხმარებისა და წარმოქმნილი ნახშირორჟანგის რაოდენობით, განსაზღვრავს მეტაბოლიტური პროცესების აქტივობას (Menniti et al., 2004), სუნთქვის ინტენსივობის დონეს მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ტემპერატურა. ცნობილია, რომ ქიმიური რეაქციების სიჩქარე იზრდება 2 -3-ჯერ ტემპერატურის 10°C-ით მომატების დროს (Lee et al., 1996). გამოკვლეულია ვაშლის ნაყოფებში ძლიერი კორელაციური დამოკიდებულება ტემპერატურის მატებასა და სუნთქვის ინტენსივობის ზრდას შორის (Singh et al., 2013).

კენკროვანი კულტურების გაცილებით მაღალი მალფუჭადობის დონე, განსაკუთრებით ჟოლოსა და მაცვალში, გამოწვეულია ნაყოფების სუნთქვის მაღალი ინტენსივობით. მარწყვს შედარებით დაბალი სუნთქვის ინტენსივობა და ეთილენის პროდუცირების დაბალი დონე აქვს. მიუხედავად იმისა, რომ ეთილენი არაკლიმაქტერულ კენკრაში განიხილება სიმწიფის პროცესების რეგულატორად, აუქსინი არის ჰორმონი, რომელიც უშუალოდ აკონტროლებს სიმწიფის პროცესს მარწყვში (Mitcham 2007).

კენკროვანი ხილი რბილდება სიმწიფეში შესვლისთანავე. ჟოლოს ნაყოფებზე დაკვირვებამ აჩვენა, რომ ნაყოფის სიმაგრეზე გავლენას ახდენს ზომა, ბუსუსები, წიპწების რაოდენობა, სიდიდე და ბუდის ზომა. მარწყვის ჯიშების 50 %-ში წითელი ფერის სრულად მიღებისთანავე 25 %-ით მცირდება ნაყოფების სიმაგრე და დამატებით

15 %-ით რბილდება ნაყოფი მცენარიდან მოცილების შემდეგ 24 საათის განმავლობაში (Becker et al., 1996).

2.1.3. ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა

მოსავლის აღების შემდგომ შენახვას უძველესი დროიდან მიმართავდნენ. ცივილიზაციის განვითარებასთან ერთად მეთოდები იცვლება, მაგრამ მიზანი იგივე რჩება (Forney 1996). შენახვის ტექნოლოგიას და შესაბამისი ღონისძიებების გატარებას დიდი მნიშვნელობა აქვს დანაკარგებისა და დაავადებების თავიდან აცილების თვალსაზრისით. დანაკარგების შემცირება დაკავშირებულია რიგ ბიოლოგიურ და გარემო ფაქტორებზე. ეს ფაქტორები პასუხისმგებელი არიან მოსავლის აღების შემდგომ დაავადებების განვითარებაზე. მოსავლის ეფექტური ორგანიზება არსებითად დამოკიდებულია კულტურის ფიზიოლოგიის, ბიოქიმიის, მიკრობიოლოგიის ცოდნაზე. შენახვის ტექნოლოგია თავის თავში მოიცავს ტემპერატურის კონტროლს, ქიმიური ნივთიერებების შენარჩუნებას და ა.შ (Forney 1996; Sharma et al., 2000).

ხილზე მოთხოვნა ყოველწლიურად იზრდება, თუმცა მოსავლის დანაკარგები როგორც პროდუქციაზე, ისე მთელ მარკეტინგულ ჯაჭვში საშუალოდ შეადგენს 10 %-ზე მეტს. განვითარებად, გარდამავალ ქვეყნებში კი 50 %-ზე მეტს, რაც შენახვის პირობების დარღვევით არის გამოწვეული. ჩინეთში, ხილისა და ბოსტნეულის წარმოების ლიდერ ქვეყანაში, დანაკარგები შეადგენს 20 - 25 %-ს, თუმცა გადამუშავებისა და შენახვის ტექნოლოგიის არსებობა მნიშვნელოვნად ამცირებს ამ მაჩვენებელს. ჩინეთში ცივად შენახვა ხელმისაწვდომია კულტურათა 10 - 15 %-თვის. ხილის მრავალფეროვნებიდან გამომდინარე მათი წარმოება სეზონურია, რაც გულისხმობს ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მათი შენახვის აუცილებლობას (Paliyath et al., 2008).

ხილის ნედლად შენახვის ხანგრძლივობა, დანაკარგები და ხარისხი მრავალ გარემო ფაქტორზეა დამოკიდებული. მათ შორის კლიმატურ პირობებსა და აგროტექნიკაზე, ხილსაცავში კი ტემპერატურას, ფარდობით ტენიანობას და განათების

ინტენსივობაზე, ასევე ხილსაცავში ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის კონცენტრაციაზე (Barbosa-Canovas et al., 2003; Prior et al., 2000; Hyson 2002; Kvikliene et al., 2006; Rashidi et al., 2009; Ahmad et al., 2006). მრავალი ფაქტორიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ტემპერატურას, ფარდობით ტენიანობას და ჰაერის აიროვან შედგენილობას. ხილისა და ბოსტნეულის შენახვა, ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის ოპტიმალური პირობების გათვალისწინებით, წარმოადგენს მნიშვნელოვან ფაქტორს ხარისხის შენარჩუნებისა და დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით. დაბალ ტემპერატურაზე შენახვა ხელს უწყობს როგორც პირდაპირი დანაკარგების (წყლის აორთქლება, ლპობა), ისე არაპირდაპირი დანაკარგების (არომატი, ხარისხობრივი მაჩვენებლები) შემცირებას ხილში (Daeshel et al., 2007). ცივად შენახვის პროცესში გასათვალისწინებელია შესანახი საცავის ჰაერის შედგენილობის კონტროლიც (Quyen et al., 2013; Wang et al., 2009).

ცნობილია, რომ ტემპერატურის დაწვევა მნიშვნელოვნად ამცირებს ბიოლოგიურ-ბიოქიმიური პროცესების აქტივობას და სიჩქარეს. შედეგად ნელდება დამწიფება და ბიოლოგიური სიბერე. დიდი მნიშვნელობა აქვს მოკრეფის შემდეგ შესანახად განკუთვნილი ხილის სწრაფად მოთავსებას ხილსაცავში დაბალ ტემპერატურაზე. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვნად მცირდება სასიცოცხლო პროცესების ინტენსივობა და მიკრობიოლოგიური დაავადებების განვითარება, შენელებულია წყლის აორთქლება და უზრუნველყოფილია საკვები ნივთიერებების შენარჩუნება (Wang et al., 2009; Sidhu et al., 2006; Ritenour et al., 1999; Marcilla et al., 2006; Hamedani et al., 2012; Shinya et al., 2014).

დამწიფების პროცესში ნაყოფები რბილდება და მალფუჭადი ხილის შემთხვევაში, მიკროორგანიზმებით დასნებოვნების პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს. თანამედროვე სოფლის მეურნეობაში უდიდეს გამოწვევას წარმოადგენს მოსავლის აღების შემდგომ პერიოდის გახანგრძლივება, დანაკარგების შემცირება და პროდუქტის სიცოცხლისუნარიანობის დროის გაზრდა. შენახვის მრავალი აპრობირებული მეთოდი არსებობს, რომლებიც მინიმუმამდე ამცირებს დანაკარგებს და ხილს უნარჩუნებს ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში სასაქონლო მაჩვენებლებს (Gosbee et al., 2000-2001). ჟოლოს ნაყოფები, რომელიც შენახული იყო 4°C-ზე 3 დღის განმავლობაში საწყის

ნიმუშებთან შედარებით გამოირჩეოდა ჯამური პოლიფენოლებისა და ანტოციანების მაღალი შემცველობით (Bonwick et al., 2013). შესაბამისად, ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორი ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის დროს არის ტემპერატურა, რომელიც პირდაპირ გავლენას ახდენს ქიმიური და ფერმენტული რეაქციების ინტენსივობაზე. “ცივი ჯაჭვის“ არსებობა მნიშვნელოვნად განაპირობებს და წინაპირობაა იმისა, რომ პროდუქტმა შეინარჩუნოს ხარისხი ადებიდან მოხმარებამდე. ტემპერატურა შენახვის დროს არეგულირებს ხილისა და ბოსტნეულის ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ პროცესებს, ამით შესაძლებელია შენეღდეს მეტაბოლიზმი და პროდუქტმა შეინარჩუნოს ხარისხი ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში (Gosbee et al., 2000-2001; Kader 1999;).

ტემპერატურა და შენახვის პერიოდი გარკვეულ ცვლილებებს ახდენს ხილის შემადგენელ კომპონენტებზე (Da Costa et al., 2012; Lee et al., 2000). ზედმეტად დაბალმა ტემპერატურამ შეიძლება გამოიწვიოს ხილის სტრუქტურის დაზიანება და სწრაფად შეამციროს შენახვის პერიოდი (Ayala-Zavala et al., 2004)

ამასთან, ტემპერატურა დიდ გავლენას ახდენს ხილის ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე. რაც უფრო დაბალია შენახვის ტემპერატურა, მით უფრო ნაკლებად მიმდინარეობს ცვლილებები ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილების თვალსაზრისით (Dixon et al., 2004).

ხილის ნედლად შენახვის დროს, სასიცოცხლო პროცესების შენეღება, მასაში ბუნებრივი კლება და ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმებით გამოწვეული დანაკარგების შემცირება დამოკიდებულია არა მარტო ტემპერატურულ ფაქტორზე, არამედ ფარდობით ტენიანობაზეც (Gonzalez-Aguilar et al., 2010; Leblanc et al., 1996). ცნობილია, რომ შენახვის პროცესში ხილი გამოყოფს წყალს არა მარტო სუნთქვის დროს, არამედ ტრანსპირაციის პროცესში. განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს, მაქსიმალურად იქნეს შემცირებული ტრანსპირაციის პროცესი, რომლის ინტენსივობა დამოკიდებულია როგორც კუტიკულის ქიმიურ შედგენილობაზე ნაყოფის ქსოვილში და წნევაზე, ისე გარემოს ფარდობით ტენიანობაზე. რაც უფრო დაბალია ფარდობითი ტენიანობა და მაღალია ტემპერატურა, მით უფრო ინტენსიურია ნაყოფის ზედაპირიდან

წყლის აორთქლება (Jan et al., 2012). ცნობილია, რომ მაღალი ფარდობითი ტენიანობა დაბალი ტემპერატურის პირობებში დადებითად მოქმედებს ხილისა და ბოსტნეულის დამწიფების პროცესების შენელებასა და ცივად შენახვით გამოწვეული ნაყოფის დაზიანების შემცირებაზე (Atkinson et al., 2016; Pesis et al., 2000).

ქსოვილში წყლის დაკარგვა გავლენას ახდენს პროტოპლაზმის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, ირღვევა ნივთიერებათა ცვლის პროცესი. იმ შემთხვევაში, როცა აორთქლებული წყლის რაოდენობა აღემატება 5 - 7 %, ადგილი აქვს ხილის გემური თვისებების გაუარესებას, მცირდება დაავადებათა მიმართ გამძლეობა და იწყება ნაყოფის ნაადრევი დაბერება. თუმცა გასათვალისწინებელია, რომ მაღალი ფარდობითი ტენიანობა იწვევს ფიზიოლოგიური და ფიტოპათოლოგიური დაავადებების განვითარებას (Syed et al., 2013; Huysamer et al., 2003).

2.1.4. დამატებითი ღონისძიებები შენახვის დროს

ხილის ნედლად შენახვის უკეთ წარმართვისათვის იყენებენ ნაყოფების დამუშავებას სხვადასხვა ნივთიერებებით. შენახვის ტექნოლოგიაში ამ თვალსაზრისით გამოიყენებენ 1-მცპ. აღნიშნული ნივთიერების განსაკუთრებული ეფექტი გამოკვლევებით დადასტურებულია მრავალ ქვეყანაში. იგი წარმოადგენს არატოქსიკურ, უსუნო ნივთიერებას, რომელსაც იყენებენ კომერციულად შენახვის პროცესში (Paliyath et al., 2008). თუმცა დადგენილია, რომ აღნიშნული ნივთიერების გამოყენება ვერ ახდენს ეფექტურ გავლენას მარწყვის ნედლად შენახვაზე, მაგრამ ამცირებს ეთილენის პროდუცირებას ხილში (Pinto et al., 2015). ცნობილია, რომ 1-მცპ-ს მაღალი კონცენტრაცია აჩქარებს ხარისხის გაუარესებას და 30 - 60 %-ით ამცირებს მოსავლის შენახვის ხანგრძლივობას როგორც 20°C-ზე ისე 5°C-ზე (Bower et al., 2003). მაღალი კონცენტრაციის 1-მცპ-ით დამუშავებამ შესაძლებელია შეამციროს დაავადებათა წინააღმდეგობის უნარი ხილში (Ku et al., 1999). აღნიშნული ნივთიერების გამოყენება

კალციუმის იონთან კომბინაციაში (1 %), საგრძნობ ეფექტს იძლევა, აფერხებს ნაყოფის დარბილების პროცესს და მიკროორგანიზმების განვითარებას (Jiang et al., 2001).

ხილის შენახვის პროცესებში ფართოდ გამოიყენება ქიტოსანი (ბიოპესტიციდი, რომელიც წყლის კობორჩხალებისა და კრევეტების გარსით მზადდება), მიკრობიოლოგიური დაავადებების და სოკოს თავიდან აცილების მიზნით მიმართავენ ქიტოსანით დამუშავებას (Aguayo et al., 2006; Gosbee 2000-2001). მარწყვის დამუშავებამ ქიტოსანის ხსნარით (2 %) აჩვენა, რომ შემცირდა აერობული მიკროორგანიზმების განვითარება და მასაში კლება საკონტროლოსთან შედარებით (Bower 2007), ქიტოსანის ხსნარის გამოყენებამ კალციუმის იონთან ერთად შეუნარჩუნა მარწყვს ხარისხი და გაზარდა კალციუმის შემცველობა ნაყოფში (Feliziani et al., 2013; Hernández-Muñoz et al., 2006).

ასკორბინის მჟავა ფართოდ გამოიყენება ხილის როგორც ნედლად, ისე გაყინვით შენახვის პროცესში. მისი, როგორც ანტიოქსიდანტის, გამოყენება ხილის დასამუშავებლად შენახვის წინ უნარჩუნებს ხარისხს და აფერხებს ჟანგვით პროცესებს, რაც იცავს ნაყოფს ფერის ცვლილებისაგან. კვლევამ აჩვენა, რომ ვაშლის ნაჭრების დამუშავება 1 % ასკორბინის მჟავათი მნიშვნელოვნად ამცირებს ჟანგვითი პროცესებით გამოწვეულ გამუქებას (Hernández-Muñoz et al., 2008; Javdani et al., 2010). თუმცა მაღალი კონცენტრაციის ასკორბინის მჟავას გამოყენება (10 - 25 % და 50 %) უარყოფითად მოქმედებს ანტოციანების შემცველობაზე კენკრაში (Ioannou et al., 2013). ასკორბინის მჟავათი დამუშავება კალციუმის იონთან კომბინაციაში მეტად უფრო ეფექტურ შედეგს იძლევა მსხლის ნედლად შენახვის დროს ვიდრე ცალკე ასკორბინის მჟავათი დამუშავებული ნაყოფები (Nikkhah et al., 2010). ასევე ვაშლის ნაჭრების დამუშავებამ 1 % ასკორბინის მჟავათი და 0.1 % კალციუმის ქლორიდით მნიშვნელოვნად შეამცირა ჟანგვით გამოწვეული გამუქება (Omaira et al., 2010).

ხილის შენახვის პროცესში გამოიყენებენ ასევე რძის კეფირს, მანისოტის სახამებელს (Gosbee 2000-2001; De Azeredo 2012), ნატრიუმის ბენზოატს (Barbosa-Canovas et al., 2003) და სხვ.

2.2. კალციუმის იონის გავლენა ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე

მსოფლიოში ფართოდ მიღებული მეთოდი ხილის ნედლად შენახვის დროს არის ნაყოფების დამუშავება კალციუმის ქლორიდით.

მეტაბოლიზმის პროცესების შენელება, ნაყოფის შენახვის პერიოდის გახანგრძლივება და დანაკარგების შემცირება შესაძლებელია მრავალი საშუალებებით, რომელთა შორის გამორჩეულია კალციუმი (Garsia et al., 2002; Chuni et al., 2010).

ნაყოფის უჯრედის კედელი და უჯრედების ერთმანეთთან შემაერთებელი ფირფიტები ცელულოზასთან და ჰემიცელულოზასთან ერთად შეიცავს პექტინოვან ნივთიერებებს (Trentham et al., 2008; Stuckrath et al., 2008). პროტოპექტინი, ეს არის ნივთიერება, რომელშიც პექტინის მოლეკულები ერთმანეთს უერთდებიან თავისუფალი რადიკალის ხარჯზე კალციუმის იონის საშუალებით. თვლიან, რომ პროტოპექტინი ასრულებს ე.წ. მაცემენტირებელ როლს. მის სიმტკიცესა და უხსნადობას კი პირველ რიგში განაპირობებს მოლეკულაში კალციუმის იონის ჩართვა (Banjongsinsiri 2003).

შესწავლილია კალციუმის როლი ნაყოფში მიმდინარე სხვა ფიზიოლოგიურ პროცესებში (Mignani et al., 2005; Garsia et al., 1996). დადგენილია, რომ იგი უშუალოდ მონაწილეობს აგრეთვე რიგი ფერმენტების აქტივაციაში (Poovaiah 1986; Eaks 1985).

ნაჩვენებია, რომ ალუბლის უჯრედში კალციუმის იონის მაღალი შემცველობა ამცირებს სუნთქვის ინტენსივობას და ასკორბინის მჟავას ჟანგვით პროცესებს. ასევე, ნაყოფში უფრო კარგად ნარჩუნდება ჯამური ფენოლები შენახვისას, თუ კალციუმის ხსნარის კონცენტრაცია არის 0.2-0.5 %. თუმცა, კალციუმის იონების უფრო მაღალი (1-2 %) კონცენტრაციით დამუშავება იწვევს ნაყოფის გაყავისფერების რეაქციის დაჩქარებას, რაც სავარაუდოდ გამოწვეულია მემბრანის ლიპიდური პეროქსიდაციის მოდიფიკაციით (Wang et al., 2014).

კალციუმი ყველაზე მნიშვნელოვანი მინერალური ელემენტია, რომელიც განსაზღვრავს ხილის ხარისხს. კალციუმის მრავალმხრივი როლი ასოცირდება მცენარის უჯრედის ფუნქციონირებასთან (Wang et al., 2014; Conway et al., 1984).

უჯრედის კედელი, როგორც ყველაზე დიდი წყარო კალციუმის ელემენტის, შეიცავს მთლიანი ქსოვილების კალციუმის შემცველობის 60-75% კალციუმს (Hepler 2005; Reid et al., 2012). ხილისა და ბოსტნეულის ხარისხზე კალციუმის გავლენა ადრეულ წლებშია შესწავლილი (DeLong 1936). დადგენილია, რომ კალციუმის ქლორიდი ახანგრძლივებს შენახვის პერიოდს (Martin-Diana et al., 2007). შესწავლილია რომ, კალციუმის იონის გავლენით შენელებულია ხილის დამწიფების პროცესი, ასევე დანაკარგები შენახვის დროს. ის გავლენას ახდენს რიგ ფიზიოლოგიურ პროცესებზე, ამავე დროს ზრდის კალციუმის შემცველობას ნაყოფში, რაც, ბუნებრივია, ამალღებს კვებით ღირებულებას (Mishra 2007). კალციუმი ზრდის ასკორბინის მჟავას კონცენტრაციას ნაყოფში (Mishra et al., 2007).

მოსავლის აღების შემდგომ ნაყოფების დამუშავება კალციუმის იონით უზრუნველყოფს რიგი ფიზიოლოგიური დარღვევებისა და დაავადებების თავიდან აცილებას (Karlund et al., 2014; Moyer et al., 2002; Pantelidis et al., 2007; Perkins -Veazie et al., 2002; Lee et al. 2012; Ji et al., 2012; Livani et al., 2013; Torres et al., 2009).

ჩატარებულმა კვლევამ 30-ზე მეტ კულტურაზე კალციუმის იდენტიფიცირებით დაადგინა, რომ ხილისა და ბოსტნეულის ქსოვილების რღვევა მჭიდროდ იყო დაკავშირებული კალციუმის დაბალ შემცველობასთან (Franco et al., 2008).

ნაყოფის სიმაგრე და სიმწიფის პერიოდის გახანგრძლივება კალციუმის დამატებით, ახდენს მემბრანული სისტემის სტაბილიზაციას და კალციუმის პექტატის ფორმირებას, რომელიც ზრდის კედლის უჯრედების სიმყარეს (Sharpels et al., 1977), კანის სიძლიერეს (Conway et al., 2002).

ნაყოფში კალციუმის მაღალი კონცენტრაცია მკაცრად აფერხებს უჯრედის კედლის ავტოლიზს და ზღუდავს სიმწიფის დროს პექტინის ხსნად ფორმაში გადასვლას

(Mignani et al., 1995; Coulaio et al., 2010; Baker et al., 2000; Du et al., 2011; Pilgrim et al., 1991; Endress et al., 2006; Lopes da Silva et al., 2006). ასევე კალციუმი ზრდის ნაყოფის რეზისტენტულობას ფიზიკური დაზიანების დროს (Brady 1993; Machado et al., 2008; Hanson et al., 1993; Lara et al., 2004; Astuti et al., 2013; Hernández-Muñoz et al., 2006).

2.2.1. კალციუმის იონის გავლენა ინფექციური და ფიზიოლოგიური სახის დაავადებებზე

კალციუმის იონი ზრდის ნაყოფის ბრძოლის უნარს სოკოვანი დაავადებების წინააღმდეგ (Pinzón-Gómez et al., 2014; Aghdam et al., 2012), ამცირებს დაავადებებს, კონტროლს ახდენს ბევრ ფიზიოლოგიურ დარღვევებზე (Atress et al., 2010; Jewell et al., 2004). ხილის ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში შენახვისას ვითარდება არაპათოგენური სახის დაავადებები, კერძოდ კი ფიზიოლოგიური დაავადებები, რომელიც დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: გარემო ტემპერატურაზე, ნაყოფის შინაგან სიმწიფეზე, სიმწიფის დონეზე და სხვ (Shin et al., 2008). გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორებისა, გამოკვლეულია, რომ ფიზიოლოგიური დაავადებების განვითარებაზე გავლენას ახდენს ნაყოფის მდებარეობა ხეზე, მზის სხივების ინტენსივობა, რამაც შესაძლებელია გამოიწვიოს ნაყოფის დაზიანებები დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის დროს (Mahmud et al., 2007). ამასთან დადგენილია, რომ არსებობს ძლიერი კავშირი ფიზიოლოგიურ დაავადებებსა და ნაყოფში მინერალური ნივთიერებების შემცველობას შორის (Concellon et al., 2007; Watkins et al. 2009). განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება კალციუმს, რომელიც პექტინთან ურთიერთქმედების შედეგად უზრუნველყოფს უჯრედის სიმაგრეს, რაც იწვევს მოსავლის აღების შემდგომ დაავადებების თავიდან აცილებას ან შემცირებას (Ferguson et al., 1999).

ქლიავის ნაყოფების მგრძობიანობა ცივი ჰაერის მიმართ დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის კულტივირებაზე, შენახვის პერიოდსა და პირობებზე

(Singh et al., 2006; Singh et al., 2013). დიდი ხნის განმავლობაში ქლიავის შენახვა დაბალ ტემპერატურაზე იწვევს გამუქებას (Singh et al., 2006; Abdi et al., 1997).

მოსავლის აღების შემდგომ ფიზიოლოგიური დაავადებების განვითარება, მათ შორის ცივად შენახვის დროს გამოწვეული დაზიანებები დაკავშირებულია ნაყოფებში ანტიოქსიდანტების რაოდენობრივ შემცველობასა და შენახვის პროცესში მათ ცვლილებასთან (Singh et al., 2006; Candan et al., 2008). ქლიავისა და ვაშლის ნაყოფების შინაგანი გამუქება დაკავშირებული იყო ასკორბინის მჟავას შემცირებასთან ნედლად შენახვის დროს (Singh et al., 2006; Diamantidis et al., 2002). თანამედროვე შენახვის ინდუსტრიაში ნაყოფის გამუქების თავიდან აცილება მნიშვნელოვან პრობლემას წარმადგენს. პფო-ს აქტივობა და მოკრეფის შემდეგ შენახვის პროცესში მისი ცვლილება გავლენას ახდენს ნაყოფის გამუქებაზე. ვაშლზე დაკვირვებამ აჩვენა, რომ პფო-ს აქტივობა დამოკიდებულია ჯიშებზე. ეს არის წამყვანი ფერმენტი, რომელიც უშუალოდ იწვევს გამუქებას, თუმცა, მთლიანი გამუქების პროცესში შესაძლოა ჩართული იყოს სხვა ფერმენტებიც, მაგალითად, პეროქსიდაზა (Davey et al., 2004).

პფო-მ შესაძლოა მოახდინოს ფერმენტ პეროქსიდაზას პროვოცირება და გამოიკვეთოს მათი სინერგეტიკული ეფექტი გამუქების პროცესის წარმართვის დროს (Holderbaum et al., 2010).

ლიტერატურაში მოსავლის აღების შემდგომ შენახვის მრავალი მეთოდია ცნობილი, რომლის მიზანი და დანიშნულება მჟანგველი ფერმენტების აქტივობის შენელება ან ინაქტივაციაა (Jianna et al., 2004). მრავალი ქიმიური დამუშავების მეთოდი არსებობს, რომელიც ხილისა და ბოსტნეულის ფერის შენარჩუნებაში გადამწყვეტ როლს თამაშობს (López-López et al., 2013).

გამუქების თავიდან აცილების მიზნით შენახვის ტექნოლოგიაში იყენებენ ანტიოქსიდანტებს, რომლებიც ხელს უშლიან ფერის ცვლილებას ნაყოფში ჟანგბადთან შეხების დროს. ისინი ურთიერთქმედებენ შუალედურ პროდუქტებთან და ხელს უშლიან მელანინის ფორმირებას (Oms-Oliu et al., 2006). მათი ეფექტურობა დამოკიდებულია გარემო ფაქტორებზე, მათ შორის pH-ზე, ტემპერატურაზე, წყლის

აქტივობაზე, განათებასა და ჰაერის შედგენილობაზე. ცნობილი ანტიოქსიდანტური აგენტებია: ცისტეინ ჰიდროქლორიდი, ჰექსილრეზორცინოლი, ასკორბინის მჟავა, გლუტათიონი და სხვა (Lindley et al., 1998; Oms-Oliu et al., 2010). გარდა ანტიოქსიდანტებისა, ფერმენტების აქტივობით გამოწვეულ გამუქების პრევენციას ახდენენ სხვა ქიმიური აგენტების გამოყენებით. კალციუმის მარილი შენახვის ტექნოლოგიაში გამოიყენება, როგორც უჯრედის კედლის სიმაგრის განმაპირობებელი ელემენტი. ის ხელს უწყობს უჯრედის სიმაგრეს, რითაც აფერხებს პფო-ს კონტაქტს უჯრედის ვაკუოლში პოლიფენოლებთან (Arias et al., 2007; Quiles et al., 2007; Guan et al., 2010). ამ მხრივ ცნობილ აგენტებს წარმოადგენს კალციუმის ლაქტატი, კალციუმის ასკორბატი, კალციუმის ქლორიდი და ა.შ. კალციუმის მარილის, როგორც გამუქების საწინააღმდეგო აგენტის როლი შესწავლილია ხილსა და ბოსტნეულში (Chéour et al., 1990), კერძოდ: ვაშლში (Khunpon et al., 2011), ავოკადოში (Varela et al., 2007), კომბოსტოში (Rensburg et al., 1986). შედეგებით დადასტურდა კალციუმის დადებითი გავლენა გამუქების შენელების პროცესებზე. გამუქების ხარისხი დამოკიდებულია ფენოლების შემცველობაზე, პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობასა და ჰაერში ჟანგბადის კონცენტრაციაზე (Holderbaum et al., 2010).

გამუქების თავიდან ასაცილებლად მსხლის დაჭრილი ნაყოფები დაამუშავეს ლიმონმჟავათი და ასკორბინის მჟავათი, თუმცა ვერ მიიღეს შესაბამისი ეფექტი. ხოლო როცა დაჭრილი ნაყოფები დაამუშავეს 1 % კალციუმის ქლორიდით და შეინახეს 2.5°C-ზე ერთი კვირის განმავლობაში, დაუმუშავებელთან შედარებით გაცილებით ღია ფერის აღმოჩნდა დაამუშავებული ნაყოფები (Rosen et al., 1989).

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ღონისძიებებისა, პფო-ს აქტივობის შემცირებისთვის გამოიყენებენ სხვადასხვა ფიზიკურ მეთოდებსაც. მაგ. ბლანშირება, გაყინვა, მოდიფიცირებულ ატმოსფეროში შენახვა და სხვ (Kim et al., 1997). თბური დამუშავებით ვაშლის ნაყოფებში 30 %-ით შემცირდა დაავადებები, მაშინ, როცა 4 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფში დაავადებების შემცირება 60 %-ს აღწევდა (Conway et al., 1984).

2.2.2. ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვლილება კალციუმით დამუშავებულ ნაყოფებში

კალციუმის ხსნარის მაღალი ტემპერატურა დადებით ეფექტს იძლევა პოლიფენოლოქსიდაზასა და პეროქსიდაზას აქტივობის შენელებაზე, თუმცა უარყოფით გავლენას ახდენს ასკორბინის მჟავას შემცველობასა და ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე (Torres et al., 2009). გამოკვლეულია, რომ ტიტრული მჟავიანობისა და ასკორბინის მჟავას შემცველობა კალციუმის ქლორიდით (2 და 3 %) დამუშავებულ გარგარის ნაყოფებში მცირდება, ხოლო შენახვის პირველი 6 დღის განმავლობაში პოლიფენოლების, კაროტინოიდების შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა იზრდება; ნაყოფებში მაქსიმალურადაა შენარჩუნებული ხარისხობრივი მაჩვენებლები დაუმუშავებელ ნაყოფებთან შედარებით 12 დღის განმავლობაში დაბალ ტემპერატურაზე (Ioannou et al., 2013). კალციუმის ქლორიდით (6 %) დამუშავებულ ატმის ნაყოფებში, რომელიც ინახებოდა 0-1°C-ზე მნიშვნელოვნად შემცირდა ფერმენტების აქტივობა და გაიზარდა ანტიოქსიდანტური აქტივობა დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის პერიოდში (Ali et al., 2013). თუმცა, კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში (0, 2, 4 %), რომელიც ინახებოდა 2-0°C-ზე 150 დღის განმავლობაში, შემცირდა pH და შაქარმჟავა ინდექსის მაჩვენებელი (Ullah 2014).

კალციუმის მნიშვნელოვანი როლი ხილის შენახვაში გამოიხატება დამწიფების ჰორმონის ეთილენის პროდუცირების შენელებასა და სუნთქვის ინტენსივობის შემცირებაში (Shirzadeh et al., 2011; Ielinska et al., 2001; Song et al., 1993; Abeles et al., 1992; Valero et al., 2010). ვაშლის ნაყოფებში, რომელიც დამუშავებული იყო კალციუმის ქლორიდის (4 %) ხსნარით და ინახებოდა 0°C-ზე, საგრძნობლად შემცირდა ეთილენის პროდუცირება საკონტროლოსთან შედარებით (Cazzonelli et al., 1996). მსგავსი შედეგი დაფიქსირდა ატმის ნაყოფებში კალციუმის ქლორიდით (3 %) დამუშავებისას იგივე ტემპერატურაზე შენახვის დროს (Senevirathna et al., 2010), თუმცა, ატმის ნაყოფებში, რომელიც დამუშავებული იყო 1 %, 2 % და 3 %-იანი კალციუმის ქლორიდის ხსნარით და შენახული იქნა 10°C-ზე 75 ± 5 % ფარდობითი ტენიანობის პირობებში, შემცირდა

სიმაგრე და ასკორბინის მჟავას რაოდენობა, ამასთან მნიშვნელოვნად გაიზარდა ხმნ-ს შემცველობა და მასაში კლების მაჩვენებელი (%) ნედლად შენახვის პერიოდში (Sams et al., 1987).

2.2.3. კალციუმის იონის დამოკიდებულება ნაყოფის მასაში ბუნებრივ კლებაზე

მოსავლის აღების შემდეგ ნაყოფში წყლის შემცირება მნიშვნელოვნად აუარესებს ხილისა და ბოსტნეულის ხარისხს, კერძოდ იცვლება ფერი და ტექსტურა, იზრდება პათოგენური მიკროორგანიზმებით დაბინძურების დონე (Pila et al., 2010). ამასთან წყლის შემცირება უარყოფითად აისახება როგორც ცოცხალ წონაზე, ისე ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე. ხილსა და ბოსტნეულში მცირე რაოდენობით წყლის დაკარგვაც კი იწვევს ხარისხის სწრაფ გაუარესებას. კულტურათა სახეობის მიხედვით წყლის დანაკარგი თუ არის 3.0 % - 10 %-მდე მაშინ მიუღებელია მათი გატანა გასაყიდად (Sohail et al., 2015). წყლის დანაკარგის დონეს მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს კულტურის მორფოლოგია. სწორედ ამიტომ მნიშვნელოვანია შესაბამისი ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის შერჩევა შენახვის პროცესში. შენახვის დროს წყლის დანაკარგი დამოკიდებულია კულტურათა მახასიათებლებზე. წყლის შემცირება აისახება ნაყოფის მასაში კლებაზე (Kays et al., 2004).

მასაში კლების შემცირებაზე დიდ გავლენას ახდენს კალციუმის ქლორიდით დამუშავება. კალციუმის ქლორიდით დამუშავებამ მნიშვნელოვანი გავლენა იქონია პომიდვრის ნაყოფებში. ცივად შენახვის დროს მნიშვნელოვნად იყო შემცირებული ფიზიოლოგიური მასაში კლების მაჩვენებელი შემახვის მეორე დღიდანვე (Sherman et al., 1987). გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ხილში, კერძოდ ატამში, ნექტარინში, ვაშლში და ბროწეულში, რომლებიც დამუშავებული იყო კალციუმის ქლორიდით და შენახული დაბალ ტემპერატურაზე, მაღალი ფარდობითი ტენიანობის პირობებში შემცირდა მასაში კლება და შენარჩუნდა ნაყოფების სიმაგრე (Bhattarai et al., 2006; Pila et al., 2010; Shirzadeh et al., 2011).

2.2.4. კალციუმის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე

ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის პროცესში კალციუმის იონის დადებითი გავლენა არაერთი მეცნიერის მიერ არის შესწავლილი. გამოკვლეულია სხვადასხვა ხილის თუ ბოსტნეულის კალციუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციით დამუშავების ეფექტი, რაც ჯიშური თავისებურებებიდან გამომდინარე განსხვავებულია. მაგალითად, კალციუმის ქლორიდით დამუშავებული მარწყვის ნაყოფები უფრო მეტი სიმაგრით გამოირჩეოდნენ ვიდრე საკონტროლო ვარიანტის ნაყოფები (Kazemi et al., 2013). კალციუმის ქლორიდით დამუშავების დროს (0.5 % და 1 %) უჯრედის ქსოვილებში იმატებს კალციუმის რაოდენობა ისე, რომ ნაყოფის სტრუქტურა უცვლელი რჩება (Bagheri et al., 2015).

კალციუმის ქლორიდის ხსნარის შეღწევადობა ნაყოფში დამოკიდებულია ამ ხსნარის კონცენტრაციაზე, ექსპოზიციასა და ტემპერატურაზე (Rosen et al., 1989; Izumi et al., 1994)

კალციუმის ქლორიდით (1 %) დამუშავებული მარწყვის ნაყოფებში (ხსნარის ტემპერატურა 5°C), რომელიც ინახებოდა 2°C-ზე კალციუმის რაოდენობა მომატებული იყო 0.38 %, ხოლო ნაყოფები რომელიც დამუშავდა 7°C ტემპერატურის ხსნარში კალციუმის რაოდენობა მომატებული იყო 0.54%-ით (Mishra 2007). თუმცა, კალციუმის მაღალი კონცენტრაცია უარყოფითად მოქმედებს ნაყოფზე, კერძოდ: 2 % და 4 % კალციუმის ქლორიდი უარყოფითად მოქმედებს გემურ თვისებებზე, კერძოდ ნაყოფს შეემჩნევა მარილის გემო (Rosen et al., 1989).

იმისთვის, რომ გამოველინათ ხსნარის ტემპერატურის გავლენა ნაყოფის ხარისხზე, მარწყვის ნაყოფები დამუშავებულ იქნა კალციუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით (0.5 %, 1 % და 2 %) 25°C და 45°C ტემპერატურაზე, შენახულ იქნა 1°C-ზე ერთი დღის განმავლობაში და სიმწიფის ხარისხის კონტროლისათვის 3 დღე 18°C-ზე. ყველაზე მაღალი ეფექტი ჰქონდა 1 % კალციუმის ქლორიდით

დამუშავებულ ნაყოფებს 25°C-იან ხსნარში, სადაც გაიზარდა კალციუმის შემცველობა და შენახვის დროს არ დაფიქსირდა დაზიანება, შენარჩუნდა ხმნ და არ შეიცვალა გემური თვისებები (Hanson et al., 1993).

გამოკვლეულია 1 %, 2 % და 3 % კალციუმის ქლორიდის გავლენა მუშმალას ნაყოფებზე. ნიმუშები ინახებოდა 4°C-ზე 10 კვირის განმავლობაში. კალციუმის ქლორიდით (1 %) დამუშავებულმა ნაყოფებმა ვერ მოახდინეს გავლენა ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე, ხოლო 2 % და 3 %-იანით დამუშავებულ ნაყოფებში შენარჩუნდა სიმაგრე, ხმნ-ს და ასკორბინის მჟავას შემცველობა, შემცირდა გამუქების ინდექსი (Garsia et al., 1996). კალციუმის იონის მაღალი კონცენტრაციის დროს მიმდინარეობს ნაყოფიდან გამოყოფილი ფერმენტების პექტინესტერაზასა და პოლიგალაქტურონაზას ინჰიბირება, ხსნარში 8-12 წუთის დაყოვნების შემდეგ (Akhtar et al., 2010). კალციუმის იონს ფერმენტების მაინჰიბირებელი ეფექტი ჰქონდა კივის ნაყოფის შემთხვევაშიც (Rigney et al., 2007).

2.3. სწრაფი გაყინვის ტემპერატურის გავლენა ნაყოფის აგებულებაზე

გაყინვით შენახვის ტექნოლოგიას დიდი ხნის ისტორია აქვს და დაახლოებით 1755 წლიდან იწყება, რომელიც „ბუნებრივი გაყინვის“ სახელით არის ცნობილი, ხოლო 1800 წელს განავითარეს გაყინვით შენახვა ისეთი პროდუქტების როგორებიცაა ხორცი, რძის პროდუქტები და ა.შ. კენკროვანი კულტურების კომერციული გაყინვა დაიწყო 1905 წელს აშშ-ს აღმოსავლეთ ნაწილში. თანამედროვე გაყინვის ისტორია კი 1928 წლიდან იწყება და ტაქსიდერმისტის, კლარენს ბერნსის სახელს უკავშირდება (Mattern 2011).

სწრაფი გაყინვით შენახვა დღეს ფართოდ გამოიყენება, რაც დეფიციტურ სეზონზე ხილით უზრუნველყოფის საშუალებას იძლევა, რომლის დადებითი მხარე იმაში გამოიხატება, რომ ხელმისაწვდომია მიუხედავად გეოგრაფიული მდებარეობისა განმსაზღვრელი ფაქტორი კი გაყინვის წინ და შემდგომ პროცესების დაცვაა.

როგორც ცნობილია, ხილი სეზონურობით და მალფუჭადობით გამოირჩევა. კენკრისთვის დამახასიათებელი ფიზიოლოგიური აღნაგობის გამო იკარგება მისი მასის 25-50 % (Chuni et al., 2010), აქედან გამომდინარე ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ხილის და ბოსტნეულის შენახვის საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს გაყინვით შენახვა, რაც უზრუნველყოფს ყველა სეზონზე ხელმისაწვდომობას (Cicco et al., 2007).

გაყინვის პროცესებთან მნიშვნელოვნად არის დაკავშირებული რიგი ფაქტორები. მათ შორის ნედლეულის ფორმა და ზომა, საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა, მაცივრის საშუალო ტემპერატურა, პროდუქტის ზედაპირის სითბოგადაცემის კოეფიციენტი, პროდუქტის თერმული კუთრიგამტარობა და ა.შ (Barbosa-Canovas et al., 2005).

მიკროორგანიზმებისგან თავის დასაცავად ყველაზე დიდი ყურადღება ეთმობა ტემპერატურულ ფაქტორს (Skrede 1995). გაყინვის პროცესი ბოლომდე ვერ ანადგურებს მათ და გაყინული სახით შენახვისას ნაწილი კვდება, ნაწილი ზიანდება და ნაწილი ცოცხალი რჩება, რომელთა რაოდენობრივი ზრდა სწორედ ტემპერატურაზეა დამოკიდებული. პათოგენური მიკროორგანიზმები ჩვეულებრივ 5°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე ვერ მრავლდებიან, მათი უმეტესობა -5°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე ვეღარ ვითარდება. სწორედ ამიტომ ყველაზე მნიშვნელოვანი პროცესია ტემპერატურული კონტროლი (Zhao 2007).

გაყინვის ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ხილისა და ბოსტნეულის დაცვას მიკროორგანიზმებისგან, მცირდება ქიმიური რეაქციების სიჩქარე, ნელდება უჯრედის კედლის ნივთიერებათა ცვლის პროცესები (Salvadori 2012). ეს პროცესები მიმდინარეობს ისე, რომ პროდუქტს შენარჩუნებული აქვს გემური თვისებები. მეთოდის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ხდება ნაყოფში არსებული წყლის სწრაფი დაკრისტალება და უჯრედი ვერ ასწრებს გახლეჩვას, შესაბამისად ნარჩუნდება ნაყოფის კონსისტენცია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში (Arthey et al., 1993; Barbosa-Canovas et al., 2005). თუმცა, ჯიშურმა განსხვავებამ და ზრდის პირობებმა შესაძლებელია გარკვეული გავლენა იქონიოს გაყინვის ხარისხზე (De Antos et al., 2006).

კენკროვანი ხილის სწრაფი გაყინვის ტემპერატურად თანამედროვე ტექნოლოგიაში მიჩნეულია $-35 - 40^{\circ}\text{C}$ (Barbosa-Canovas et al., 2005; De Antos et al., 2006; Улчибекова 2012). ხოლო ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში შენახვის ტემპერატურად მიიჩნევა $-18 - 20^{\circ}\text{C}$ (Антонов 2012; Улчибекова 2012; Leon et al., 2009; Остроумов и др., 2007; Harris et al., 2007; Филатова 2005; Гусейнова 2005; Buggenhout et al., 2006; Агейкина 2002; Wu et al., 2010; Skrade et al., 1996). გაყინულ მარწყვში, რომელიც შენახული იყო -18°C -ზე, შენარჩუნებული იყო ასკორბინის მჟავას ბიოლოგიური აქტივობა შენახვის მთელი პერიოდის განმავლობაში (Fennema et al., 1973).

2.3.1. ანტიოქსიდანტების გავლენა ჟანგვა-აღდგენით პროცესებზე სწრაფი გაყინვის დროს

გაყინვით შენახვის ტექნოლოგიაში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ნაყოფების მომზადება გასაყინად. ფერმენტების მოქმედებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს ფერის გაუარესება და შემადგენელი ელემენტების დანაკარგი, რაც ამცირებს გაყინული პროდუქტის ხარისხს (Arthey et al., 1993). გაყინვით შენახვის ტექნოლოგიაში ბლანშირება ყველაზე მეტად მიღებული პროცესია, რომლის დროსაც ცხელი წყლით ან ორთქლით მიმდინარეობს ნაყოფების დამუშავება ფერმენტების ინაქტივაციისათვის. თუმცა ეს მეთოდი მიღებულია ბოსტნეულისა და ზოგიერთი ხილის შენახვისათვის. კენკროვან კულტურებში, მათი ბიოლოგიური თავისებურებიდან გამომდინარე, ბლანშირება აუარესებს მათ როგორც კვებით ისე საგემოვნო თვისებებს, რაც გამოიხატება ნაყოფის სტრუქტურულ რღვევასა და ვიტამინი C-ს დანაკარგში.

ვიტამინი C, ანუ, ასკორბინის მჟავა წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ნივთიერებას ხილის კვებითი ღირებულების განსაზღვრაში, როგორც მრავალი ბიოლოგიური აქტივობის მქონე ნივთიერება. ვიტამინი C-ს შემცველობა ხილსა და ბოსტნეულში დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის განსხვავებულ გენოტიპზე,

კლიმატურ პირობებზე, კრეფის მეთოდებზე, სიმწიფის დონეზე, მოსავლის აღების პროცედურებზე, სინათლის ინტენსივობაზე ნაყოფის ზრდის პროცესში და სხვ. მზეზე დამწიფებულ ნაყოფებში გაცილებით მეტია ასკორბინის მჟავას შემცველობა, ვიდრე ჩრდილში დამწიფებულ ნაყოფებში (Bonwick et al., 2013). ასკორბინის მჟავა სინთეზირდება D-გლუკოზიდან და D-გალაქტოზიდან (Guadagni et al., 1998; Adams et al., 1994). ტემპერატურის კონტროლი მნიშვნელოვანი ფაქტორია ხილსა და ბოსტნეულში ვიტამინი C-ს შემცველობის თვალსაზრისით. მაღალი ტემპერატურის პირობებში ხანგრძლივი შენახვის დროს უფრო სწრაფად მიმდინარეობს დანაკარგების ზრდა, გაცხელებისა და გადამუშავების დროს საგრძნობლად მცირდება ვიტამინი C-ს შემცველობა. გაცილებით ნაკლები ვიტამინი C-ს დანაკარგი ფიქსირდება გაყინვით შენახულ კულტურებში (Naidu et al., 2003).

ვიტამინი C-ს კლება უწყვეტად მიმდინარეობს გაყინვის პროცესში, რასაც სხვადასხვა ფაქტორები განაპირობებს. კერძოდ: დრო, ტემპერატურა, სახეობა, ჯიშ, შეფუთვის ხარისხი, გაყინვის პროცესი და სხვა (Ali 2012). ორგანული ვიტამინი C-ს კლებას უმეტესწილად ფერმენტ ასკორბატოქსიდაზას აქტივობა იწვევს. გაყინვის პროცესი და სხვადასხვა ხსნარებით დამუშავება ვერ წყვეტს აღნიშნული ფერმენტის აქტივობას (Naidu et al., 2003). გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ მნიშვნელოვანია სწორად იქნეს შერჩეული ტემპერატურული რეჟიმები გაყინვის დროს, ასკორბინის მჟავას დანაკარგი - 12°C-ზე გაყინულ მარწყვის ნაყოფებში შეადგენდა 64.50 %, ხოლო -24°C-ზე გაყინულში კი 8.90 % (Kampuse et al., 2002).

გაყინვით შენახვის ტექნოლოგიაში მიმართავენ ქიმიური ნივთიერებებით დამუშავებას, როგორცაა ლიმონმჟავა, კალციუმის ლაქტატი, წყალბადის ზეჟანგი, ასკორბინის მჟავა, სალიცილის მჟავა, მარილმჟავა და სხვ., რაც ძირითადად პფო-ს აქტივობის შესაჩერებლად გამოიყენება. მჟავიანობისა და ვიტამინი C-ს მაღალი შემცველობის გამო ზოგიერთ ხილს მაგ. მოცვს, დამუშავების გარეშეც ყინავენ. ორგანული მჟავების მაღალი კონცენტრაცია საგრძნობლად ამცირებს ჟანგვით პროცესებს (Reid 1996). ხილის გაყინვით შენახვისას ასკორბინის მჟავას კლებასთან დაკავშირებით მრავალი კვლევაა ჩატარებული. ხილში ასკორბინის მჟავას დანაკარგი

გალობის შემდეგ შეადგენდა 25.00 %-ს (Sahari et al., 2004). ასკორბინის მჟავას შემცველობაზე დიდი გავლენა აქვს ღლობის რეჟიმებს (Pruthi 1999).

ჟანგვითი პროცესების შესამცირებლად და სასაქონლო მაჩვენებლების მაქსიმალურად შენარჩუნების თვალსაზრისით ყველაზე ფართოდ გაყინვით შენახვის ტექნოლოგიაში გამოიყენება ასკორბინის მჟავათი დამუშავება (Mascheroni et al., 2012; Wen et al., 2015). ასკორბინის მჟავა, როგორც დანამატი პირველად გამოიყენეს საკონსერვო წარმოებაში, რათა ზამთრის პერიოდში მოსახლეობაში ვიტამინზე დეფიციტი არ გამოწვეულიყო. ჩატარებული კვლევის მიხედვით ვაშლის, ატმის და სხვა კურკოვანი ხილის ნაჭრების დამუშავება 0.10-0.30 % ასკორბინის მჟავას ხსნარით, გაყინვის წინ საგრძნობ ეფექტს იძლევა ჟანგვითი პროცესების შემცირების თვალსაზრისით (Oszmianski et al., 2009). ასკორბინის მჟავა მნიშვნელოვნად ანელებს პეროქსიდაზას და პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობას. ჩირიმოიას ხილის ნაჭრებს, რომელიც დაამუშავეს 0.15 % ასკორბინის მჟავას ხსნარით, გაყინეს -38°C -ზე და შეინახეს -18°C -ზე 120 დღის განმავლობაში, საგრძნობლად გაუარესებული ჰქონდა გემური თვისებები, რაც გამოწვეული იყო პასტერიზაციის შედეგით, ხოლო ასკორბინის მჟავამ დადებითი ეფექტი მოახდინა ჟანგვითი პროცესების შემცირებაზე (Préstamo et al., 1993). ასკორბინის მჟავას გამოყენება საუკეთესო შედეგს იძლევა ვაშლის გაყინვით შენახვის დროს, რაც გამოიხატება ნაყოფების სიმაგრის და ფერის შენარჩუნებაში (Ioannou et al., 2013).

3. მეთოდოლოგია და მეთოდები

3.1 კვლევის ობიექტი

სადისერტაციო თემის კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა საქართველოში გავრცელებული მარწყვის და ჟოლოს ინტროდუცირებული ჯიშები და მათგანის კულტურული და ველური ფორმები.

კვლევები ჩატარდა მარწყვის შემდეგ ჯიშებზე:

ვიქტორია (*Fragaria x ananassa* cv. Victoria). ინტროდუცირებული ჯიშია, ძველ რუსულ ჯიშად არის ცნობილი. ნაყოფი სიმწიფეს იწყებს მაისის მესამე დეკადაში და მწიფობის პროცესი გრძელდება ივნისის ბოლომდე, მოსავალი უხვია - 1 ჰა-ზე საშუალოდ 70 ტ. ნაყოფი მსხვილი, კონუსისებურია, საშუალო მასა 20.20 გ. ჯიშის დადებით თვისებად აღინიშნება მისი გამძლეობა დაავადებების მიმართ (გოგინავა 2006).

კამაროსა (*Fragaria x ananassa* cv. Camarosa). ინტროდუცირებული ჯიშია, რომელიც გამოყვანილია ამერიკაში, კალიფორნიაში 1989 წელს. ხოლო მისი ღია გრუნტზე გავრცელება დაიწყო 1990 წელს. ეს ჯიში მსოფლიოში ყველაზე მეტად გავრცელებული სამრეწველო ჯიშია, რომელიც გამოირჩევა ნაყოფის სიმაგრით. გამოირჩევა მსხმოიარობის მოკლე პერიოდით, ნაყოფი საშუალოზე დიდი ზომისაა და გააჩნია სპეციფიკური მუქი, მოწითალო-ბორდოსფერი შეფერილობა (Voth et al., 1994).

კასანდრა (*Fragaria x ananassa* cv. Cassandra (EM1064)). ჯიშის სელექცია პირველად 1998 წელს მოხდა ამერიკაში როსი, ეროსი, რაპელა და სელვას ჯიშების გამოყენებით. კასანდრა გამოირჩევა განსაკუთრებული შესახედაობით. ნაყოფი დიდია, მოწითალო-მოვარდისფრო ფერით, გლუვი, უხეში ზედაპირით. აქვს წვნიანი სტრუქტურა და მაღალი კვებითი თვისებები. რეზისტენტულია დაავადებებისა და მიკროორგანიზმების მიმართ (Murthi et al., 2012).

წითელი ოცნება (*Fragaria x ananassa, framberry* cv. Red Dream) განსაკუთრებული სახეობის კენკრაა, რომელიც ვიზუალურად გავს ჟოლოს. ჯიშის განვითარება მოხდა 1925 წელს გერმანელი სელექციონერის ოტო შინდლერის მიერ. იოლად ხარობს ბაღში და გამოირჩევა განსაკუთრებული გემოთი და არომატით. ფორმით მრგვალია და ნაყოფი სხვა ჯიშებთან შედარებით პატარა ზომისაა. გამოიყენება როგორც ნედლი სახით, ისე გადასამუშავებლად. ჯიში უხვმოსავლიანია და მსხმოიარობის პერიოდი აქვს ივნისიდან აგვისტომდე (Fabricant 2012).

შესწავლილია ჟოლოს შემდეგი ჯიშები:

კილარნეი (*Rubus Idaeus L.* cv. Killarney) ინტროდუცირებულია 1961 წელს, ჯიში ამერიკული წარმოშობისაა. ნაყოფი მწიფდება ადრე გაზაფხულიდან დაწყებული მთელი ზაფხულის განმავლობაში. საშუალო ზომისაა, ღია წითელი ფერის. წვიმიან ამინდში შესაძლებელია დარბილება, კარგად ხარობს ღია გრუნტის პირობებში. კულტურა საკმაოდ გამძლეა ცივი კლიმატური პირობების მიმართ. მგრძნობიარეა ნაცრისა და სოკოვანი დაავადებების მიმართ. არომატი და გემო კარგად აქვს განვითარებული (Handley et al., 2008).

ნოვა (*Rubus Idaeus L.* cv. Nova) ინტროდუცირებულია 1981 წელს შოტლანდიიდან. ხილი მწიფდება ზაფხულის შუა სეზონზე. ნაყოფი საშუალო ზომისაა, ღია წითელი ფერის, მკვრივი, მოგრძო სტრუქტურის. მომჟავო გემოს მქონე ჯიშია, გამოირჩევა ხანგრძლივი სასიცოცხლო ციკლით, უხვმოსავლიანია და გამძლეა მრავალი დაავადების მიმართ. შეიძლება საგვიანო კულტურად ჩაითვალოს (Handley et al., 2008).

ტულეიმანი (*Rubus Idaeus L.* cv. Tulameen) ინტროდუცირებულია 1989 წელს ბრიტანული კოლუმბიიდან. საგვიანო ჯიშია, რომელიც გამოირჩევა მუქი მოწითალო-ბორდოსფერი გრძელი ფორმის მკვრივი ნაყოფებით. საკმაოდ უხვმოსავლიანი ჯიშია, რომელიც მსხმოიარობს მთელი სეზონის განმავლობაში. ჯიში ასევე რეკომენდებულია ზამთრის სათბურებისთვის. გამძლეა ვირუსული დაავადებების მიმართ. საუკეთესოა არომატით და ტკბილი გემოთი. გამოიყენება შესანახად და გადასამუშავებლად. მგრძნობიარეა სიდამპლის მიმართ (Strik 1998).

გამოკვლეულია მაცვლის კულტურული და ველური ფორმები:

კულტურული ფორმა - ჯიში ჩესტერი (*Rubus fruticosus* cv. Chester) ინტროდუცირებულია ევროპიდან და ადვილად ხარობს ღია გრუნტზე. კულტურული ფორმის მაცვალის 90 % გამოიყენება გადასამუშავებლად. კომერციული ჯიშია, რომლის ნაყოფი გრძელი, მსხვილი ფორმით გამოირჩევა, მკვრივი და შავი ფერისაა. იოლად ხარობს და ეგუება სხვადასხვა კლიმატურ პირობებს. გამოირჩევა მიმზიდველი შესახედაობით და სასიამოვნო არომატით. მსხმოიარობის პერიოდია გვიანი ივნისი-ივლისი (Handley et al., 2008).

მაცვლის ველური ფორმა (*Rubus Armeniacus*, Himalayan Blackberry). მის სამშობლოდ ითვლება სომხეთი და/ან ჩრდილოეთ ირანი. ხარობს ყველანაირ ნიადაგზე ველურად. უხვმსხმოიარე მცენარეა, რომელსაც აქვს მცირე, საშუალოდ 2-2.5 სმ დიამეტრის, ნაყოფები შავი პრიალა ან მუქი იასამნისფერი შეფერვით, გამორჩეული გემოთი და არომატით. მწიფდება ივლისში და აგრძელებს მსხმოიარობას ოქტომბრის ბოლომდე (Handley et al., 2008).

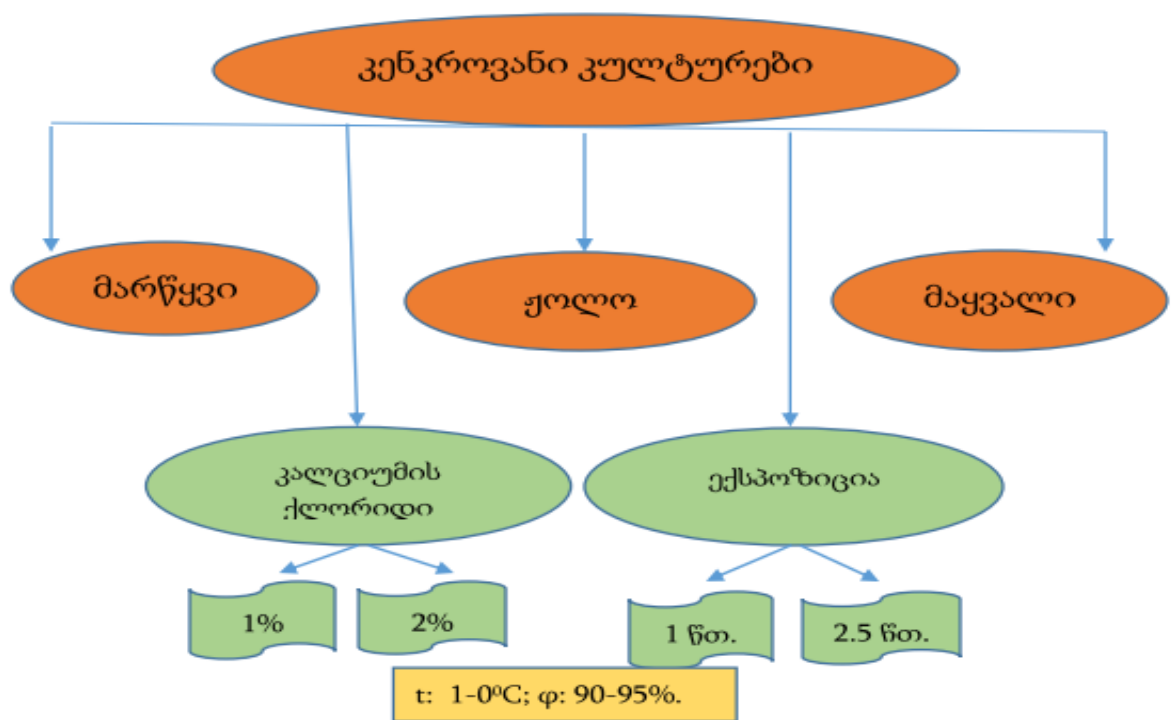
3.2 კვლევის მეთოდები

კვლევა ითვალისწინებდა კენკროვანი კულტურების ნედლი და გაყინული სახით შენახვის ტექნოლოგიის შემუშავებას.

კვლევა განხორციელდა მარწყვის სხვადასხვა ჯიშებზე, რომელიც ადებული იყო ქარელის რაიონში სოფელ სადოლაშენში ფერმერული მეურნეობიდან, ჟოლოს ჯიშები და მაცვლის კულტურული ფორმის ნაყოფები კი - გორის რაიონის სოფელ სათემოდან, ხოლო მაცვლის ველური ფორმა დუშეთის რაიონის დაბა ფასანაურიდან.

შენახვისუნარიანობის გასაუმჯობესებლად და დანაკარგების შესამცირებლად შენახვის წინ საცდელი ნიმუშები დამუშავდა კალციუმის ქლორიდის 1 % და 2 % ხსნარით, ექსპოზიცია 1 წუთი და 2.5 წუთი, ხსნარის ტემპერატურა 20°C, შენახვა

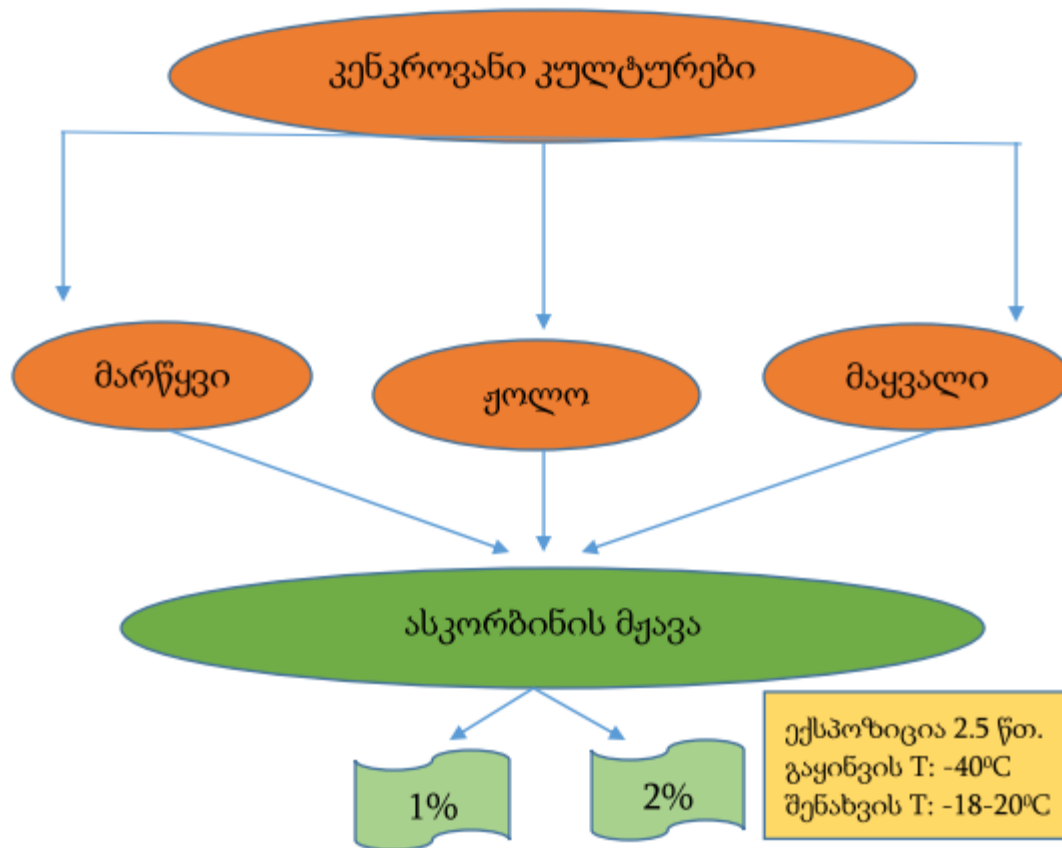
განხორციელდა მაცივარ-კამერაში 1-0°C-ზე და 90-95 % ფარდობითი ტენიანობის (φ) პირობებში. კვლევის პირველ ეტაპზე გამოვლენილ იქნა კალციუმის ქლორიდის ოპტიმალური კონცენტრაცია და ექსპოზიცია, მიღებული საუკეთესო ვარიანტი განზოგადებულ იქნა კენკროვანი კულტურების სხვადასხვა ჯიშებზე. შენახვის პროცესში თითოეული ვარიანტი გამოკვლეულია ქიმიური და ბიოქიმიური თვალსაზრისით. შესწავლილია მათი პარამეტრების ცვლილება ნედლად შენახვის დროს ვარიანტების მიხედვით. კვლევა ჩატარდა შემდეგი სქემით (სურათი 1.):



სურათი 1. ნაყოფების კალციუმის ქლორიდით დამუშავების სქემა

სწრაფი გაყინვის დროს ჟანგვითი პროცესების თავიდან აცილების მიზნით ნაყოფები დამუშავდა 1 % და 2 % ასკორბინის მჟავას ხსნარით, ექსპოზიცია 2.5 წუთი, ხსნარის ტემპერატურა 20°C, კენკროვანი კულტურების გაყინვა განხორციელდა -40°C-ზე 1.5-2 სთ-ის განმავლობაში, შენახვა კი - -18-20°C-ზე. შესადარებლად აღებული იყო დაუმუშავებელი ნაყოფები. ანალიზისთვის გაყინული ნაყოფების ლღობის

ტემპერატურა იყო 18-20°C, დრო 3 სთ. კვლევის შედეგად გამოვლენილია ასკორბინის მჟავას ოპტიმალური კონცენტრაცია. ცალკეულ ვარიანტებში ჩატარებულია ქიმიური, ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური სახის გამოკვლევები. დადგენილია ცალკეული ჯიშების კრიორეზისტენტობა. კვლევა ჩატარდა შემდეგი სქემით (სურათი 2.):



სურათი 2. ნაყოფების ასკორბინის მჟავათი დამუშავების სქემა

ქიმიური, ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური კვლევა განხორციელდა შემდეგი მეთოდების გამოყენებით:

3.2.1 ხსნადი მშრალი ნივთიერების განსაზღვრა რეფრაქტომეტრით

ხსნადი მშრალი ნივთიერების განსაზღვრის მეთოდის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ საკვლევ ხსნარში გამავალი პოლარიზებული სინათლის სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი დამოკიდებულია შაქრების კონცენტრაციაზე. ხმნ-ს განსაზღვრისათვის საშუალო ნიმუშს აქუცმაცებენ და წვენს გამოწურავენ დოლბანდში. წვეთს დააწვეთებენ რეფრაქტომეტრის ლინზაზე და შესაბამის შკალაზე გადაითვლიან მაჩვენებელს, ამით ადგენენ მშრალი ნივთიერების პროცენტულ რაოდენობას (ISO 2173:2003).

3.2.2. მონოშაქრების რაოდენობრივი განსაზღვრა ბერტრანის მეთოდით

მონომერული შაქრების რაოდენობრივი განსაზღვრის პრინციპი დამყარებულია აღმდგენელი საქარიდების უნარზე-აღადგინონ სპილენძ(II)-ის ოქსიდი სპილენძ(I)-ს ოქსიდამდე ტუტე არეში. მეთოდის მსვლელობა მდგომარეობს შემდეგში: დაქუცმაცებული მარწყვის საშუალო ნიმუში (10 გ) გადააქვთ 250 მლ-იან საზომ კოლბაში, ანეიტრალევენ 20 %-იანი ნატრიუმის ტუტით (3 წვეთი), შემდეგ უტარებენ გამოხდილი წყლით ექსტრაქციას 30 წთ. განმავლობაში 80°C წყლის აბაზანაზე. ნიმუშს აცივებენ ოთახის ტემპერატურაზე და უმატებენ 30 %-იან ძმარმჟავა ტყვიას (7 მლ), აყოვნებენ მანამ, სანამ არ წარმოიქმნება გამყოფი ფაზები, შემდეგ უმატებენ 20 %-იან ნატრიუმის სულფატს (10 მლ) და ფილტრავენ. ფილტრატს (20 მლ) უმატებენ სპილენძ(II)-ის სულფატისა და სეგნეტის მარილის ტუტე ხსნარს (20-20 მლ). მიღებულ ნარევს ადუღებენ 3 წთ, რომლის შედეგად წარმოიქმნება წითელი ფერის ნალექი. ნალექს მოაცილებენ ხსნარს გაფილტვრის საშუალებით და უმატებენ რკინა ამონიუმის შაბს (20 მლ). ნალექი მთლიანად გაიხსნება და ხსნარს ტიტრავენ 0.1 N კალიუმის პერმანგანატით ვარდისფერის შეფერვამდე. დახარჯული პერმანგანატის რაოდენობა გადაყავთ სპილენძის შესაბამის რაოდენობაში, რომლის შესაბამის შაქრის რაოდენობას პოულობენ

სათანადო ცხრილში. მონოსაქარიდების შემცველობას კი საანალიზო სინჯში ანგარიშობენ ფორმულით:

$$X = \frac{M K 100}{a 1000}$$

სადაც,

X -არის მონოსაქარიდების შემცველობა საანალიზო სინჯში %-ობით (გ-ობით 100გ მასალაზე),

M- მონოსაქარიდების შემცველობა საანალიზოდ აღებულ საკვლევ ხსნარში შესაბამისი ცხრილის მიხედვით,

K-ექსტრაქტის საწყისი მოცულობის შეფარდება საანალიზოდ აღებულ ხსნართან, განზავების მხედველობაში მიღებით.

a-საანალიზოდ აღებული ნიმუშის მასა (გ) (ჯონჯოლია და სხვ., 1983).

3.2.3. ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრა პირდაპირი გატიტრით

ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრის მეთოდის პრინციპი დამყარებულია ხილში თავისუფალი ორგანული მჟავების განსაზღვრაზე, რომელიც ემყარება ტიტრაციას. კარგად გასრესილი მარწყვის საშუალო ნიმუში (25 გ) გადააქვთ საზომ კოლბაში (250 მლ) და უტარებენ გამოხდილი წყლით ექსტრაქციას 1 საათის განმავლობაში 80°C, ფილტრავენ და ფილტრატი (25 მლ) გადააქვთ კონუსურ კოლბაში. უმატებენ ფენოლფტალეინს (3 წვეთი) და ტიტრავენ ნატრიუმის ტუტით (0.1 ნ) ვარდისფერი შეფერვის მიღებამდე. ტიტრულ მჟავიანობას ანგარიშობენ ფორმულით: $X\% = \frac{n.K.Ki.V}{m.25}$ სადაც,

n-განეიტრალებაზე დახარჯული 0.1 N ნატრიუმის ტუტის რაოდენობაა მლ;

K-0.1 N ნატრიუმის ტუტის შესწორების კოეფიციენტი;

Ki- სათანადო მჟავაზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი;

25-გასატიტრად აღებული ფილტრატის მოცულობა;

V- ფილტრატის მოცულობა (250 მლ);

m-საანალიზოდ აღებული ნიმუში (გ) (დგებუაძე, 1975).

3.2.4. pH-ის განსაზღვრა pH-მეტრით

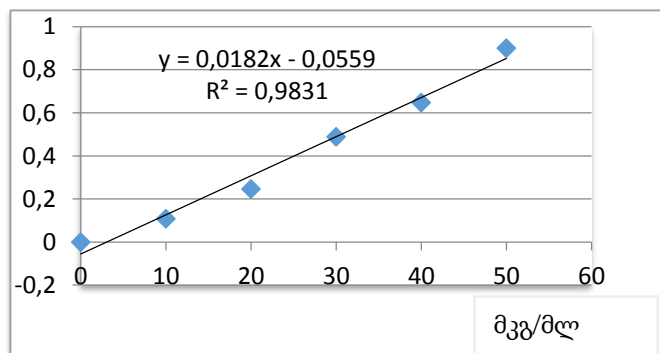
ხილისა და ბოსტნეულის წვენში pH-ის განსაზღვრა დამყარებულია პოტენციომეტრულ მეთოდზე და წყალბად იონების მიმართ მგრძობიარე ელექტროდის გამოყენებაზე.

საშუალო ნიმუშს გამოწურავენ დოლბანდის საშუალებით და მიღებულ წვენში წყალბად იონების სელექტიური კომბინირებული ელექტროდის ჩაშვებით საზღვრავენ წყალბადის იონთა კონცენტრაციას. წინასწარ pH-მეტრს დააკალიბრებენ ცნობილი pH - ის მქონე ორი ბუფერის გამოყენებით ხელსაწყოს ინსტრუქციის შესაბამისად (ISO 1842:1991).

3.2.5. საერთო პოლიფენოლების განსაზღვრა სპექტროფოტომეტრული მეთოდით

საერთო პოლიფენოლების განსაზღვრა ემყარება ფოლინ-ჩიკოლტეოს რეაგენტის ურთიერთქმედებას ფენოლებთან, გალის მჟავაზე სტანდარტიზაციით, რომელიც წარმოქმნის მოლურჯო-მოცისფრო ფერს.

საერთო პოლიფენოლების განსაზღვრის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: საანალიზოდ იღებენ საშუალო ნიმუშს (5 გ) და უტარებენ ექტრაქციას 70% ეთანოლით 30 წთ-ის განმავლობაში, ექსტრაქტს ფილტრავენ და ფილტრატი (1.0 მლ) გადააქვთ სინჯარაში. უმატებენ ფოლინ-ჩიკოლტეოს რეაგენტს (5მლ), აყოვნებენ 5-8 წთ, შემდეგ უმატებენ 7.5 % ნატრიუმის კარბონატს (4.0 მლ). კარგად შეანჯღრევენ და აყოვნებენ 1 სთ-ის განმავლობაში. ნიმუშს საზღვრავენ 765 ნმ ტალღის სიგრძეზე სპექტროფოტომეტრზე. (სტანდარტიზაცია მოხდა გალის მჟავაზე 10-50 მკგ/მლ შუალედში, სტანდარტული მრუდი მოცემულია გრაფიკი 1.). ჩვენებას იწერენ განსაზღვრისთანავე (Bond et al., 2003).



გრაფიკი 1. ჯამური პოლიფენოლების სტანდარტიზაცია გალის მჟავაზე (საკალიბრო მრუდი)

3.2.6. ანტიოქსიდანტური აქტივობის განსაზღვრა სპექტროფოტომეტრული (FRAP) მეთოდით

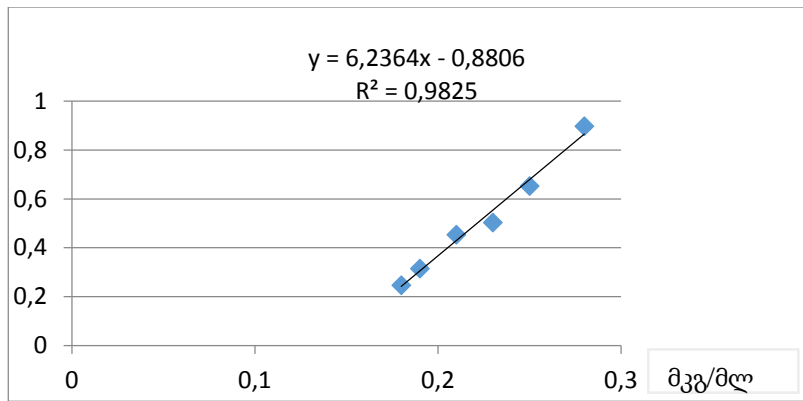
FRAP მეთოდი გამოიყენება ჯამური ანტიოქსიდანტების კონცენტრაციის განსაზღვრავად. სპექტროფოტომეტრის მეშვეობით განისაზღვრება შთანთქმის ინტენსივობის ცვლილება, რომელიც მიმდინარეობს, როცა რკინის სამვალენტიანი იონები (TPTZ-Fe³⁺) აღდგება ორვალენტიანი იონებად (TPTZ-Fe²⁺) ანტიოქსიდანტების თანაობისას. 1000 მკმოლ/ლ კონცენტრაციის FeSO₄·7H₂O-ის ხსნარი გამოიყენება ინსტრუმენტის კალიბრაციისათვის. ანტიოქსიდანტური აქტივობა გამოისახება ასკორბინის მჟავას რაოდენობრივ ექვივალენტებში.

ანალიზის წარმართვისთვის იღებენ საშუალო თხევად აზოტში გასრესილ ნიმუშს (5.0 გ) და უტარებენ ექსტრაქციას 70% ეთანოლით 30 წთ განმავლობაში და ფილტრავენ ბუხნერის ფილტრზე ვაკუუმის გამოყენებით. ნიმუშის განსაზღვრისთვის გამოიყენება ე.წ. სამუშაო ხსნარი (300 mM აცეტატური ბუფერი pH 3.6, TPTZ (2.4.6 -ტრიპირიდინ-5-ტრიზინი) და რკინის სამვალენტოანი ქლორიდი, მოცულობებით - 10:1:1), რომელიც ყოვანდობა 37°C წყლის აბაზანაზე 15 წთ განმავლობაში. ნიმუშს (100 მკლ) ემატება სამუშაო ხსნარი (3 მლ) და მისი შთანთქმა ისაზღვრება სპექტროფოტომეტრზე 593 ნმ სიგრძის ტალღაზე, ჩვენებას დააფიქსირებენ 4 წთ-ის შემდეგ. საკონტროლოდ გამოიყენება სამუშაო ხსნარი, შესადარებლად კი ასკორბინის მჟავა (1 mM) (Benzie et al., 1996).

3.2.7. საერთო ამინომჟავების განსაზღვრა ნინჰიდრინით სპექტროფოტომეტრული მეთოდით

საერთო ამინომჟავების განსაზღვრის მეთოდი ემყარება ამინომჟავების ნინჰიდრინის რეაგენტთან რეაქციას რომელთან ურთიერთქმედებით ხდება ამინო ჯგუფების დეამინაცია და ამონიუმის გამოთავისუფლება, ნახშირორჟანგის, ალდეჰიდისა და ნინჰიდრინის ალდეჰიდი ფორმის წარმოქმნა.

ანალიზის მსვლელობა მიმდინარეობს შემდეგნაირად: აიღებენ გასრესილ საშუალო ნიმუშს (5 გ) და გამოწურავენ, გაფილტავენ და ფილტატს (1.5 მლ) უმატებენ ნინჰიდრინის 1 % რეაგენტს (1.7 მლ). ჩადგამენ ადუღებული წყლის აბაზანაში 20 წთ-ის განმავლობაში და აკვირდებიან ხსნარის ფერის ცვლილებას. შემდეგ აცივებენ ოთახის ტემპერატურაზე და საზღვრავენ სპექტროფოტომეტრზე 570 ნმ ტალღის სიგრძეზე. შთანთქმა პროპორციულია ამინომჟავების კონცენტრაციისა. (სტანდარტიზაცია მოხდა ამინომჟავა არგინინზე 200-900 მკგ/მლ შუალედში, სტანდარტული მრუდი მოცემულია გრაფიკი 2 -ზე). ჩვენებას იწერენ განსაზღვრისთანავე (Lee et al., 1966).



გრაფიკი 2. ჯამური ამინომჟავების სტანდარტიზაცია ამინომჟავა არგინინზე (საკალიბრო მრუდი)

3.2.8. მონომერული ანტოციანების განსაზღვრა pH-დიფერენციალური მეთოდით სპექტროფოტომეტრზე

მონომერული ანტოციანების განსაზღვრის პრინციპი ეფუძნება pH 1.0 მკვეთრი

ფერის მქონე და pH 4.5 უფრო ხსნარებს შორის ფერის ცვლილებას. pH-დიფერენციალური მეთოდი წარმოადგენს ზუსტ მეთოდს საერთო ანტოციანების განსაზღვრისას.

ანალიზის მსვლელობა მიმდინარეობს შემდეგნაირად: საშუალო ნიმუში (4.0 გ) გადააქვთ ქიმიურ ჭიქაში და ამატებენ შემჟავებულ ეთანოლს (40 მლ), 96% ეთანოლი და მარილმჟავა (0.1 N) პროპორციით - 85/15, შემოდგამენ სარეველაზე 10 წთ და შემდეგ აცენტრიფუგირებენ მაგიდის ცენტრიფუგაზე: დრო 10 წთ, 4000 ბრუნი/წთ, ტემპერატურა 20°C (Tonutare et al., 2014). ექსტრაქტიდან აიღებენ ნიმუშს (3.0 მლ) 3 ვარიანტად სინჯარებში და ამატებენ ერთ სინჯარაში კალიუმის ფოსფატის ბუფერს pH 1.0 (5.0 მლ), მეორეში ნატრიუმის ფოსფატის ბუფერს pH 4.5 (5.0 მლ) და მესამეში გამოხდით წყალს (5.0 მლ). აყოვნებენ ოთახის ტემპერატურაზე 30 წთ და შთანთქმას საზღვრავენ სპექტროფოტომეტრზე ნიმუშში წამყვანი ანტოციანის შესაბამის ტალღის სიგრძეზე. მარწყვში წამყვანი ანტოციანი არის პელარგონიდინ-3-გლუკოზიდი (მოლური მასა 433 გ/მოლი; განსაზღვრის ტალღის სიგრძე 510 ნმ; ექსტინქციის მოლური კოეფიციენტი 27300.), მაყვალსა და ჟოლოში წამყვანი ანტოციანი არის ციანიდინ-3-

გლუკოზიდი (მოლური მასა 449 გ/მოლი; განსაზღვრის ტალღის სიგრძე 510 ნმ; ექსტინქციის მოლური კოეფიციენტი 26900). ჯამურ ანტოციანებს ანგარიშობენ წამყვანი ანტოციანის მონაცემების გათვალისწინებით. თითოეული ნიმუშის განსაზღვრა ასევე ხდება 700 ნმ ტალღის სიგრძეზე. pH-ის შესაბამისად გამოითვლიან ტალღებს შორის სხვაობას და მიღებულ მონაცემს ჩასვამენ სათანადო ფორმულაში, რის მიხედვითაც გამოითვლება მონომერული ანტოციანების რაოდენობა მგ/ლ-ში. საბოლოო შედეგს ანგარიშობენ მგ-ში 100 გ ნიმუშის ნედლ მასაზე.

ნიმუშის შთანთქმა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$A = (A_{\lambda_{\text{vis-max}}} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{\lambda_{\text{vis-max}}} - A_{700})_{\text{pH}4.5}$$

მიღებულ მონაცემს ჩავსვამთ შემდეგ ფორმულაში:

$$\text{მონომერული ანტოციანები (მგ/ლ)} = (A \times M \times DF \times 1000) / (\epsilon \times X)$$

სადაც, A-არის ნიმუშის შთანთქმა;

M-არის ანტოციანის მოლური მასა;

DF-არის განზავების ფაქტორი;

ϵ -არის ექსტინქციის მოლური კოეფიციენტი (Giusti et al., 2001).

3.2.9. სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრა ხილში ტიტრაციის მეთოდით

ხილის ნაყოფების სუნთქვის ინტენსივობის განსაზღვრის მეთოდი დამყარებულია გარკვეული კონცენტრაციის ტუტე არეში ნახშირბადის დიოქსიდის გაზის შთანთქმის პრინციპზე. ნახშირბადის დიოქსიდის რაოდენობა, რომელსაც ტუტე შთანთქავს, ისაზღვრება გატიტრით.

ანალიზი მიმდინარეობს შემდეგნაირად: ექსიკატორის ცხაურაზე ათავსებენ ხილის (500 გ) ნაყოფებს, რომლის ქვემოთ ექსიკატორის ფსკერზე დგამენ პეტრის

ფინჯანს 1 N კალიუმის ტუტით (20 მლ). ნახშირორჟანგი, რომელიც გამოიყოფა ნაყოფის სუნთქვის დროს შთაინთქმება ტუტის მიერ. ცდა მიმდინარეობს 3 დღის ინტერვალით 0-1°C-ზე. თითოეული ცდის დამთავრების შემდეგ პეტრის ჯამში წარმოიქმნება მარილი და ტუტის მცირე რაოდენობა, რომელიც არ შესულა რეაქციაში. ნარევის გატიტვრა ხდება 1 N მარილმჟავათი. კალიუმის კარბონატი (pH 8.0) რეაგირებს მარილმჟავასთან. გატიტვრის დაწყებამდე ხსნარს უმატებენ ინდიკატორ ფენოლფტალეინს (4-5 წვეთი), რომლის დროსაც ხსნარი მიიღებს ჟოლოსფერ შეფერვას, გატიტვრის შემდეგ, როცა წარმოიქმნება კალიუმის ჰიდროკარბონატი, ხსნარი გაუფერულდება (pH 4.0), ამ ხსნარს დაუმატებენ ინდიკატორ მეთილნარინჯს, რის შემდეგაც ხსნარი შეიფერება ნარინჯისფრად, შემდეგ აგრძელებენ გატიტვრას ვარდისფერის მიღებამდე.

სუნთქვის ინტენსივობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$x = \frac{(a-b)K 22}{(T_2-T_1)m} \text{ მგCO}_2\text{კგ}^{-1}\text{სთ}^{-1} \quad \text{სადაც,}$$

a- 1N მარილმჟავას ის რაოდენობა მლ-ობით, რომელიც დაიხარჯა 20მლ 1N კალიუმის ტუტის გასატიტრად;

b- 1N მარილმჟავას ის რაოდენობა მლ-ობით, რომელიც დაიხარჯა 20მლ 1N კალიუმის ტუტის გასატიტრად ფენოლფტალეინის თანხლებით;

K- 1N მარილმჟავას შესწორების კოეფიციენტი;

22- ნახშირბადის დიოქსიდის შესწორების კოეფიციენტი;

T1-ცდის დაწყების დრო (საათი)

T2-ცდის დამთავრების დრო (საათი)

m-საკვლევი ნიმუშის მასა (გ) (Haller et al., 1941).

3.2.10 ვიტამინი C-ს განსაზღვრა - HPLC

ვიტამინი C-ს განსაზღვრა მაღალი გარჩევადობის სითხურ ქრომატოგრაფზე (HPLC) განხორციელდა შემდეგი მიმდევრობით:

საშუალო ნიმუშის კენკრას (10 გ) ჩაუტარდა ექსტრაქცია წყლისა (10 მლ) და 2 % pH 1.5 ფოსფორმჟავა-წყლიანი (10 მლ) ნარევით. ექსტრაქტი გაიფილტრა ვატმანის ფილტრში (45 მკმ). ნიმუშს (1.5 მლ) დაემატა 0.01 N კალიუმის დიჰიდროფოსფატის ბუფერი pH 8.0 (1.5 მლ). მიღებული მასა (1.0 მლ) გატარდა C 18 სვეტზე, რომელზეც შემდეგ გატარდა წყალი (3 მლ) და 2 % pH 1.5 ფოსფორმჟავა-წყლიანი ფაზა (2 მლ). ანალიზისთვის აღებული იყო 20 მკლ ნიმუში. მობილურ ფაზას შეადგენდა წყლისა და ფოსფორმჟავას ნარევი (pH 3.0). განსაზღვრა წარმოებდა 215 ნმ ტალღის სიგრძეზე 15 წთ-ის განმავლობაში (Koyuncu et al., 2010).

3.2.11. მეზოფილურ აერობული და ფაკულტატურ ანაერობული მიკროორგანიზმების, საფუვრების, სოკოების, ენტერობაქტერიების და სტაფილოკოკის რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდები

მიკროორგანიზმების გამოსაყოფად გამოყენებული იქნა თანმიმდევრული განზავების მეთოდი. კენკროვანი ხილის საშუალო ნიმუში (10 გ.) შეაქვთ სტერილურ წყალში (90 მლ). ნიმუშს ანჯღრევენ 5 წთ-ის განმავლობაში, საიდანაც თანმიმდევრული განზავების მეთოდით მზადდება სუსპენზია 1:10, 1:10², 1:10³, 1:10⁴, 1:10⁵. ბოლო სამი განზავებიდან იღებენ სუსპენზიას (0.05 მლ) და გადააქვთ პეტრის ჯამზე, შპატელით თესავენ აგარიან საკვებ არეზე. ინკუბირებისთვის პეტრის ჯამებს ათავსებენ თერმოსტატში შესაბამის ტემპერატურაზე 2-5 დღე-ღამის განმავლობაში. მიკროორგანიზმების რაოდენობას საკვლევ ნიმუშში (1 გ) საზღვრავენ კოლონიის წარმომქმნელი ერთეულის (კწე) დათვლით.

მაფანმ გამოსავლენად გამოყენებულ იქნა საკვები აგარი და TSA-აგარი; საფუვრებისა და ობის სოკოებისათვის - საბუროს აგარი, კულტივირების ოპტიმალური ტემპერატურა 28°C; სტაფილოკოკებისათვის - მანიტ-მარილიანი აგარი. ენტერობაქტერიების (ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიები) გამოსავლენად სხვადასხვა ეტაპზე გამოყენებულ იქნა: დამაგროვებელი არეები ნჩჯბ-თვის - ლაქტოზიანი ბულიონი, სალმონელებისთვის - პეპტონის წყალი, საიდენტიფიკაციო არეები - ენდო-აგარი და სალმონელა-შიგელას აგარი (SS-აგარი).

სტაფილოკოკის და ნაწლავის ჩხირის ზრდა-განვითარებისთვის ნათესებს ათავსებენ თერმოსტატში 35°C-ზე 24 სთ.

საკვები არეების შემადგენლობა გ/ლ:

1. მანიტ-მარილიანი აგარი (ნატრიუმის ქლორიდი - 75; პეპტონი - 10; მანიტი - 10; ხორცის ექსტრაქტი - 1; ფენოლ წითელი - 0.025; აგარი - 15; pH 7.4 ± 0.2)
2. საკვები აგარი (ხორცის ექსტრაქტი - 3; პეპტონი - 5; აგარი - 15; pH 7.0 ± 0.2)
3. საბუროს აგარი (პეპტონი - 5; გლუკოზა - 40; აგარი - 20; pH 5.6 ± 0.2)
4. ენდო აგარი (პეპტონი - 10; ლაქტოზა - 10; კალიუმის (ორჩანაცვლებული); ფოსფატი - 3.5; ნატრიუმის სულფიტი - 2.5; აგარი - 10; pH 7.8± 0.2)

ძირითად საკვებ არეს ემატება 10% ფუქსინის ხსნარი (6 მლ), ეთანოლისა და გამოხდილი წყლის თანაფარდობა - 50:50.

5. TSA - აგარი (ტრიფტონი - 15; სოიას ექსტრაქტი - 5; ნატრიუმის ქლორიდი - 5; აგარი - 15; pH 7.3 ± 0.2) (Петрысова 2005).

3.2.12. მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს, სტანდარტული გადახრით (\pm), ჯგუფებს შორის დისპერსიული ანალიზი განხორციელდა ANOVA-ს გამოყენებით. გამოთვლები ჩატარდა excel-2007-ში (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) PHstat-version 2 პროგრამის დახმარებით.

4. კვლევის შედეგები

4.1. ზოგიერთი კენკროვანი კულტურის პერსპექტიული ჯიშების ქიმიური და ბიოქიმიური კვლევა

4.1.1. ქიმიური და ბიოქიმიური მაჩვენებლების კვლევის შედეგები

ჩვენ მიერ შესწავლილია საქართველოში გავრცელებული კენკროვანი კულტურების, მარწყვის, ჟოლოს და მაცვლის პერსპექტიული ჯიშების ქიმიური მაჩვენებლები. 2013-2015 წლებში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა დაგვანახა, რომ მარწყვის ჯიშები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ქიმიური შედგენილობის მიხედვით. შესწავლილი ჯიშებიდან ხმნ-ს და მონომერული შაქრების ყველაზე მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ჯიშ „წითელი ოცნება“ 8.55 % და 6.25 % შესაბამისად, ხოლო ყველაზე დაბალი მაჩვენებლები ფიქსირდება ჯიშ „ვიქტორიაში“ 7.00 % და 4.12 % შესაბამისად. ჯიშებს „კამაროსა“ და „კასანდრა“, როგორც ხმნ-ს ისე მონომერული შაქრების შემცველობის თვალსაზრისით შუალედური ადგილი უკავიათ 7.50 %, 4.65 % და 7.52 %, 5.00 % შესაბამისად (ცხრილი 1).

ჯიშები ერთმანეთისაგან უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც განსხვავდება pH-ის მნიშვნელობის მიხედვით. კერძოდ, ჯიშ „კასანდრაში“ pH-ის მნიშვნელობა 3.55-ის ტოლია, ხოლო ჯიშ „კამაროსაში“ - 3.41-ის, რაც შეეხება ჯიშებს „ვიქტორიას“ და „წითელი ოცნებას“, ისინი pH-ის თანაბარი მაჩვენებლით ხასიათდება და მისი მნიშვნელობა ტოლია 3.50 -ის (ცხრილი 1).

ტიტრული მჟავიანობის შესწავლის საფუძველზე გამოვლენილია, რომ ამ თვალსაზრისით ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი ახასიათებს ჯიშ „წითელი ოცნებას“ - 0.81 %, შემდეგ მოდის ჯიშ „ვიქტორია“ 0.76 % და „კამაროსა“ 0.64 %, ხოლო ყველაზე დაბალი ტიტრული მჟავიანობა ახასიათებს ჯიშ „კასანდრას“- 0.59 % (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. მარწყვის ზოგიერთი ჯიშის ქიმიური შედგენილობა

კულტურა	ჯიშები	ხმნ (%)	pH	მონო შაქრები (%)	ტიტრული მჟავიანობა (%)	ჯამური ამინომჟავები (მგ/100გ)
მარწყვი	წითელი ოცნება	8.55±0.15	3.50±0.02	6.25±0.12	0.81±0.02	187.00±2.45
	კამაროსა	7.50±0.32	3.41±0.02	4.65±0.24	0.64±0.01	151.60±3.15
	ვიქტორია	7.00±0.12	3.50±0.07	4.12±0.10	0.76±0.02	76.25±2.84
	კასანდრა	7.52±0.17	3.55±0.71	5.00±0.16	0.59±0.01	155.90±3.68

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

ჯამური ამინომჟავების მაღალი შემცველობა ახასიათებს მარწყვის ჯიშ „წითელ ოცნებას“ (187.00 მგ/100 გ), ჯიშები „კამაროსა“ და „კასანდრა“ შუალედურ ადგილს იკავებს და უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისგან: 151.60 მგ/100 გ და 155.90 მგ/100 გ შესაბამისად. „ვიქტორიას“ ჯიშს ჯამური ამინომჟავების შემცველობის თვალსაზრისით ბოლო ადგილი უკავია - 76.25 მგ/100 გ (ცხრილი 1).

ჟოლოს კულტურას დიდი ხნის ისტორია აქვს. მისი მნიშვნელობა გარდა მიმზიდველი შეხედულებისა, განპირობებულია საუკეთესო არომატით და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მაღალი შემცველობით. ამასთან ჟოლო კომერციული თვალსაზრისით მომგებიანი კულტურაა. მცენარე სწრაფად იზრდება და შედის მსხმოიარობაში, რაც მის მოვლა-მოყვანაზე გაწეულ ხარჯებს იოლად ანაზღაურებს.

ჟოლოს შესწავლილი ჯიშებიდან როგორც ხმნ-ს, ისე მონომერული შაქრების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ჯიში „ნოვა“ 11.67 % და 9.12 % შესაბამისად და ჯიში „კილარნეი“ 11.00 % და 8.65 % შესაბამისად. შედარებით დაბალი მაჩვენებლები დაფიქსირდა ჯიშში „ტულიმანი“ 10.61 % და 7.22 % შესაბამისად. pH-ის მნიშვნელობის თვალსაზრისითაც ანალოგიური კანონზომიერებაა. კერძოდ, pH-ის მაღალი მაჩვენებლით გამოირჩევა ჯიშები „ნოვა“ და „კილარნეი“ 2.92 და 2.45 შესაბამისად (ცხრილი 2).

ტიტრული მჟავიანობის თვალსაზრისით ჟოლოს საწყისი ნიმუშებიდან უმნიშვნელო განსხვავება ფიქსირდება ჯიშებში „კილარნეი“ და „ნოვა“ 2.34 % და 2.21 % შესაბამისად, დაბალი მჟავიანობით ხასიათდება ჯიში „ტულეიმანი“ 1.39 % (ცხრილი 2).

ცხრილი 2. ჟოლოს ზოგიერთი ჯიშის ქიმიური შედგენილობა

კულტურა	ჯიშები	ხმნ (%)	pH	მონო შაქრები (%)	ტიტრული მჟავიანობა (%)	ჯაური ამინომჟავები (მგ/100გ)
ჟოლო	ნოვა	11.67±1.05	2.92±0.01	9.12±0.14	2.21±0.05	105.60±3.45
	კილარნეი	11.00±0.08	2.45±0.01	8.65±0.12	2.34±0.05	91.51±1.97
	ტულეიმანი	10.61±0.09	2.15±0.02	7.22±0.34	1.39±0.03	70.40±1.54

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

ჟოლოს ნაყოფებიდან ჯამური ამინომჟავების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა ჯიში „ნოვა“ - 105.60 მგ/100 გ, შემდეგ მოდის ჯიში „კილარნეი“ - 91.51 მგ/100 გ, და ბოლოს „ტულეიმანი“ - 70.40 მგ/100 გ (ცხრილი 2).

მაყვლის კულტურის მოხმარება ბოლო წლების განმავლობაში განსაკუთრებით გაიზარდა. საქართველოში ადრე მოთხოვნილებას უმეტესად ველური ფორმის მაყვლით იკმაყოფილებდნენ. ბოლო პერიოდში კი დიდი ყურადღება ექცევა კულტურული ფორმების მოშენებას, რაც მისი ბიოქიმიური შედგენილობით არის განპირობებული.

მაყვლის ფორმებზე ჩატარებული გამოკვლევებით გამოვლენილია, რომ ველური ფორმის ნაყოფებში ხმნ, pH, ტიტრული მჟავიანობა და მონოშაქრები შედარებით მაღალია, ვიდრე კულტურული ფორმის ნაყოფებში (ცხრილი 3).

ცხრილი 3. მაყვლის კულტურული და ველური ფორმის ქიმიური შედგენილობა

კულტურა	ფორმები	ხმნ (%)	pH	მონო შაქრები (%)	ტიტრული მჟავიანობა (%)	ჯამური ამინომჟავები (მგ/100გ)
მაყვალი	კულტურული	12.50±0.50	3.70±0.02	9.88±0.21	1.00±0.05	152.30±4.32
	ველური	13.30±0.42	3.90±0.05	10.32±0.18	2.40±0.02	172.36±3.96

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

ჯამური ამინომჟავების შემცველობის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი განსხვავება მაყვლის ფორმებს შორის არ ფიქსირდება, თუმცა შედარებით მაღალი მაჩვენებლით გამოირჩევა ველური ფორმა - 172.36 მგ/100 გ (ცხრილი 3).

4.1.2 ანტიოქსიდანტური აქტივობა კენკროვან კულტურებში

ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირებისათვის ვიტამინი C ძალზედ მნიშვნელოვანი ნივთიერებაა. ის წარმოადგენს წყალში ხსნად ვიტამინს. გამოკვლევებით ცნობილია, რომ ვიტამინი C ახდენს გაციების სიმპტომების პრევენციას (Economos 1999). თუმცა მისი განსაკუთრებული როლი ადამიანის ორგანიზმის ცხოველქმედებაში გამოიხატება მის ანტიოქსიდანტურ ფუნქციაში. ცნობილია, რომ 10 გ-ის მიღება ავსებს დღიურ დეფიციტს, თანამედროვე გამოკვლევებით 200 მგ/დღეში ქრონიკული დაავადებების თავიდან აცილებას უწყობს ხელს. ამასთან 500 მგ-ზე დიდი რაოდენობით მიღება დღეში შესაძლოა სახიფათო აღმოჩნდეს ადამიანის ჯანმრთელობისთვის (Fleming et al., 1998). ეპიდემიოლოგიური კვლევები ადასტურებს, რომ დიდი რაოდენობით ხილისა და ბოსტნეულის მიღება ამცირებს სიმსივნის რისკს, რაც ნაწილობრივ ვიტამინი C-ს მაღალი შემცველობით არის განპირობებული (Li et al., 2007; Carr et al., 1999).

ვიტამინი C შემცველობის მიხედვით, ყურადღებას იმსახურებს ჩვენ მიერ შესწავლილი მარწყვის ჯიშები. ჩატარებული კვლევით გამოვლენილია, რომ ვიტამინი C-ს მაღალი შემცველობით ხასიათდება ჯიშები „კამაროსა“- 52.14 მგ/100 გ და „წითელი ოცნება“ -45.17 მგ/100 გ, ხოლო რაც შეეხება ჯიშებს „კასანდრა“ და „ვიქტორია“ ვიტამინი C-ს შემცველობით უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან, მაგრამ ჩამორჩებიან დანარჩენ ორ ჯიშს: 42.18 მგ/100 გ და 40.99 მგ/100 გ შესაბამისად (ცხრილი 4).

ცხრილი 4. მარწყვის ზოგიერთი ჯიშის ბიოქიმიური კვლევის შედეგები

კულტურა	ჯიშები	ვიტამინი C (მგ/100გ)	ჯამური პოლიფენოლები (მგ/100გ)	მონომერული ანტოციანები (მგ/100გ)	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100გ ნაყოფში)
მარწყვი	წითელი ოცნება	45.17±0.24	152.94±2.45	63.87±0.51	413.10±3.52
	კამაროსა	52.14±1.92	160.41±3.17	72.21±1.15	584.00±3.91
	ვიქტორია	40.99±1.52	130.16±2.12	28.18±0.91	357.00±3.16
	კასანდრა	42.18±1.31	111.43±4.16	35.16±1.07	399.20±3.17

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

კენკროვან კულტურებში მნიშვნელოვან ფიტოქიმიურ ნივთიერებებს ანტოციანები წარმოადგენს, რომლებიც პოლიფენოლების ერთ-ერთ წამყვან ჯგუფს მიეკუთვნება. ცალკეული ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობა განსხვავდება ხილის სახეობათა მიხედვით (Seeram 2010). კენკროვანებში ანტოციანების კომპოზიცია და რაოდენობრივი შემცველობა დამოკიდებულია ხილის ზრდისა და გარემო პირობებზე (Latti et al., 2008). ანტოციანებს ახასიათებენ, როგორც ყველაზე მნიშვნელოვან წყალში ხსნად პიგმენტებს ბუნებაში (Harborne 1998; Eder 2000; Takeoka 2002). გამომდინარე იქიდან, რომ ხილსა და ბოსტნეულში დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი, მისი მოხმარების დონეც მაღალია (Galvano et al., 2004). ანტოციანების საშუალო დღიური მოხმარება აშშ-ში ზამთრის სეზონზე შეადგენს 180 მგ-ს, ხოლო ზაფხულის სეზონზე 215 მგ-ს (Clifford et al., 2000). ცნობილია, რომ ანტოციანები ხელს უწყობს გულსისხლძარღვთა დაავადებების პრევენციას (Ness et al., 1997), რაც მათი მაღალი ანტიოქსიდანტური თვისებებით არის გამოწვეული. ანტოციანები ჩართულია მრავალ ბიოლოგიურ პროცესში, რაც დადებით გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე (Lila 2004).

ჩატარებული გამოკვლევებით გამოვლენილია, რომ მარწყვის შესწავლილი ჯიშები ჯამური ანტოციანების რაოდენობრივი შემცველობის თვალსაზრისით

მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ჯამური ანტოციანების ყველაზე მაღალი შემცველობით ხასიათდება მარწყვის ჯიშები „კამაროსა“ (72.21 მგ/100 გ) და „წითელი ოცნება“ (63.87 მგ/100 გ), ხოლო დანარჩენი ორი ჯიშში მკვეთრად ჩამორჩება „კასანდრა“ -35.16 მგ/100 გ, „ვიქტორია“ -28.18 მგ/100 გ (ცხრილი 4).

კენკროვანი ხილის კვებით ღირებულებას უმეტესწილად განაპირობებს მასში პოლიფენოლების მაღალი შემცველობა (Maatta-Riihinen et al., 2004). ისინი მიჩნეულია ბუნებრივ ანტიოქსიდანტებად, რომლებიც მრავალფეროვანი სტრუქტურის გამო ფართოდ მონაწილეობენ ბიოლოგიურ პროცესებში (Dai et al., 2010). მრავალმხრივი გამოკვლევებით დადასტურებულია მნიშვნელოვანი კავშირი ფლავანოიდების მაღალ შემცველობასა და გულსისხლძარღვთა დაავადებების რისკის შემცირებას შორის (Marinova et al., 2005). ანტიოქსიდანტურ აქტივობას ხილსა და ბოსტნეულში ძირითადად განაპირობებს სწორედ ფენოლური ნაერთების შემცველობა (Cao et al., 1997).

მარწყვის საწყის ნიმუშებში განისაზღვრა ჯამური პოლიფენოლების რაოდენობრივი მაჩვენებელი და ანტიოქსიდანტური აქტივობა. ეს მაჩვენებლები ყველაზე დიდი რაოდენობით დაფიქსირდა ჯიშებში „კამაროსა“ - 160.41 მგ პოლიფენოლები და 584.00 მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100 გ ნაყოფში და „წითელი ოცნება“ - 152.94 მგ პოლიფენოლები და 413.10 მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100 გ ნაყოფში. ჯამური პოლიფენოლების დაბალი შემცველობა და ანტიოქსიდანტური აქტივობა დაფიქსირდა ჯიშებში „ვიქტორია“ (130.16 მგ პოლიფენოლები და 357.00 მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100 გ ნიმუშში და „კასანდრა“ (111.43 მგ პოლიფენოლები და 399.20 მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100 გ ნაყოფში (ცხრილი 4).

ვიტამინი C-ს შესწავლით ჟოლოს ნაყოფებში გამოვლენილია, რომ მაღალი შემცველობით ხასიათდება ჯიშები „კილარნეი“ და „ნოვა“ 23.87 მგ/100 გ და 19.24 მგ/100 გ შესაბამისად, ხოლო შედარებით დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ჯიშში „ტულიმანი“ 17.41 მგ/100 გ (ცხრილი 5).

ცხრილი 5. ჟოლოს ზოგიერთი ჯიშის ბიოქიმიური კვლევის შედეგები

კულტურა	ჯიშები	ვიტამინი C (მგ/100გ)	ჯამური პოლიფენოლე ბი (მგ/100გ)	მონომერული ანტოციანები (მგ/100გ)	ანტიოქსიდანტური აქტივობა (მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100გ ნაყოფში)
ჟოლო	ნოვა	19.24±1.19	106.52±2.18	25.25±1.12	190.12±2.15
	კილარნეი	23.87±0.35	116.01±1.25	33.34±0.52	220.00±3.56
	ტულიმანი	17.41±1.02	100.31±2.47	24.12±1.25	144.25±3.18

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

ჩვენ მიერ ჟოლოს ჯიშებში შესწავლილია ჯამური ანტოციანები, ამ თვალსაზრისით ყურადღებას იმსახურებს ჯიში „კილარნეი“- 33.34 მგ/100 გ. ხოლო ჯიშები „ნოვა“ და „ტულიმანი“ ჯამური ანტოციანების შედარებით დაბალი შემცველობით ხასიათდება და უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისგან - 25.25 მგ/100 გ და 24.12 მგ/100 გ შესაბამისად (ცხრილი 5).

ჯამური პოლიფენოლების მაღალი შემცველობით და ანტიოქსიდანტური აქტივობით ჟოლოს საწყისი ნაყოფებიდან გამოირჩევა ჯიში „კილარნეი“ 116.01 მგ პოლიფენოლები და 220.00 მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100 გ ნიმუშში შესაბამისად. ჯიშები „ნოვა“ და „ტულიმანი“ ჯამური პოლიფენოლების შემცველობის თვალსაზრისით უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისგან 106.52 მგ პოლიფენოლები და 100.31 მგ/100 გ შესაბამისად, ხოლო ანტიოქსიდანტური აქტივობის შემცველობის თვალსაზრისით მაღალი მაჩვენებელი ფიქსირდება ჯიშში „ნოვა“- 190.12 მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100 გ ნაყოფში, ხოლო ჯიშში „ტულიმანი“ კი - 144.25 მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100 გ ნაყოფში (ცხრილი 5).

მაყვლის ფორმებიდან ვიტამინი C-ს და ჯამური ანტოციანების შემცველობის მიხედვით, ველური და კულტურული მაყვლის ფორმების ნაყოფების შედარებამ დაგვანახა, რომ შედარებით მაღალი შემცველობით ხასიათდება ველური ფორმის ნაყოფები (ცხრილი 6).

ცხრილი 6. მაცვლის კულტურული და ველური ფორმის ბიოქიმიური კვლევის შედეგები

კულტურა	ჯიშები	ვიტამინი C (მგ/100გ)	ჯამური პოლიფენოლ ები (მგ/100გ)	მონომერული ანტოციანები (მგ/100გ)	ანტიოქსიდანტურ ი აქტივობა (მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100გ ნაყოფში)
მაცვალი	კულტურული	31.20±0.15	177.12±0.85	128.58±2.55	335.23±3.56
	ველური	36.12±0.18	180.12±2.17	137.00±3.14	360.25±3.15

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

ამასთან, შეიძლება აღინიშნოს, რომ სხვა კულტურებთან შედარებით მაცვლის ნაყოფებში ჯამური ანტოციანების შემცველობა საგრძნობლად მაღალია და ის შეადგენს 137.00 მგ/100 გ ველური ფორმაში და 128.58 მგ/100 გ კულტურულ ფორმაში (ცხრილი 6).

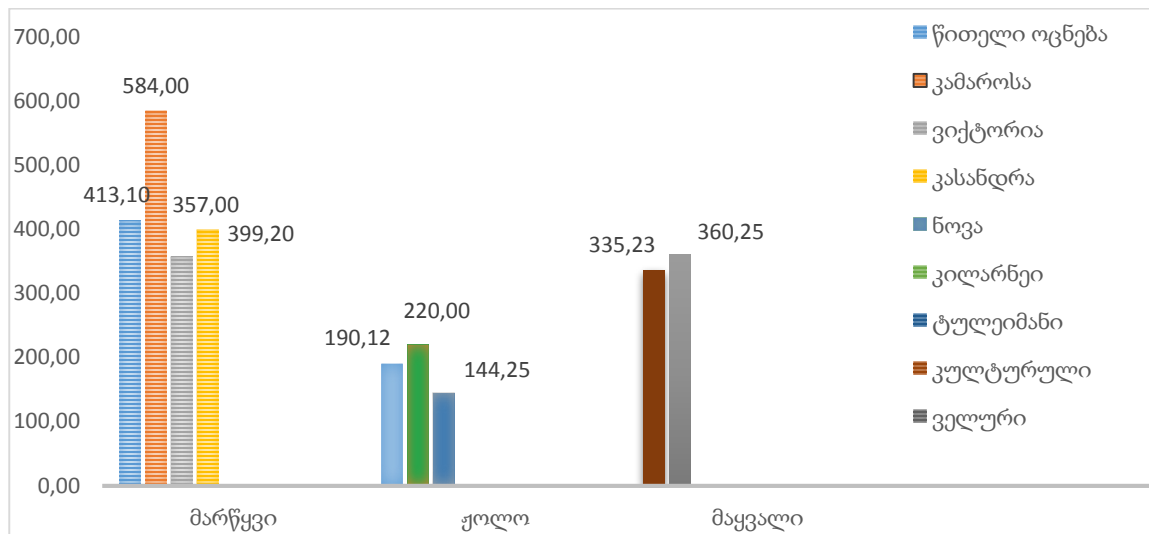
ჯამური პოლიფენოლების შემცველობის და ანტიოქსიდანტური აქტივობის თვალსაზრისით მაღალი შედეგები დაფიქსირდა მაცვლის ველურ ფორმაში და შეადგენდა 180.12 მგ პოლიფენოლები და 360.25 მგ ვიტამინი C-ს ექვივალენტი 100 გ ნაყოფში შესაბამისად (ცხრილი 6).

4.1.2.1 კენკროვანი კულტურების ანტიოქსიდანტური აქტივობების ურთიერთშედარება სახეობისა და ჯიშების მიხედვით

კენკროვანი კულტურების ღირებულებას ანტიოქსიდანტური ნივთიერებების მაღალი შემცველობა განაპირობებს. თუმცა, ამ მხრივ კულტურებს შორის განსხვავებაა. როგორც გრაფიკი 3 -დან ჩანს, მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით გამოირჩევა მარწყვის კულტურა, ამასთან ჯიშებს შორის ფიქსირდება განსხვავება (გრაფიკი 3). ამ მხრივ გამოირჩევა ჯიში „კამაროსა“. შემდეგ მოდის მაცვლის კულტურა, სადაც

შედარებით მაღალი აქტივობა ახასიათებს ველურ ფორმას. ყველაზე დაბალი ანტიოქსიდანტური აქტივობა აქვს ჟოლოს კულტურას.

გრაფიკი 3. კენკროვანი ხილის ანტიოქსიდანტური აქტივობების ურთიერთშედარება



100 გ ნაყოფის ანტიოქსიდანტური აქტივობა ასკორბინის მჟავას ექვივალენტი მგ-ში.

ჩატარებული კვლევების შედეგების საფუძველზე გამოვლენილია, რომ საუკეთესო გემური თვისებებით, მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით, ჯამური პოლიფენოლების და ვიტამინი C-ს შედარებით მაღალი შემცველობით გამოირჩევა მარწყვის ჯიშები „კამაროსა“ და „წითელი ოცნება“, ჟოლოს ჯიშები „ნოვა“ და „კილარნეი“ და მაცვლის ველური ფორმა (გრაფიკი 3).

5. კენკროვანი კულტურების ნედლად შენახვის ტექნოლოგია

კენკროვან ხილს, მარწყვს, ჟოლოს და მაცვალს მაღალი მალფუჭადობა და მოკლე სარეალიზაციო პერიოდი ახასიათებთ, შესაბამისად შენახვის დრო არ აღემატება ერთ კვირას (Wills 1998). მაღალი კვებითი ღირებულების გამო მნიშვნელოვანია მათი მოხმარება ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში, რაც შესაძლებელია მიღწეულ იქნას ეფექტური შენახვის მეთოდების გამოყენებით. ხილის შენახვის ტექნოლოგიაში მრავალი ნაცადი მეთოდი არსებობს, ცივად შენახვა (მათ შორის მოდიფიცირებულ

აიროვან გარემოში), შრობა, გაყინვა, ქიმიური ნივთიერებებით დამუშავება და სხვ. ბოლო პერიოდში ხილის ნედლად შენახვის ტექნოლოგიაში ფართოდ გამოიყენება კალციუმის იონი. ნაყოფის უჯრედის კედელი და უჯრედების ერთმანეთთან შემაერთებელი ფირფიტები ცელულოზასთან და ჰემიცილოზასთან ერთად შეიცავენ პექტინოვან ნივთიერებებს. პროტოპექტინი ეს არის ნივთიერება, სადაც პექტინის მოლეკულები ერთმანეთს უერთდება თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფის ხარჯზე კალციუმის იონის საშუალებით, პროტოპექტინის სიმტკიცესა და უხსნადობას კი განაპირობებს მოლეკულაში კალციუმის იონის ჩართვა.

პრაქტიკაში ხილის შენახვის დროს ნაყოფში მიმდინარე მეტაბოლიტური პროცესების შესანელებლად გამოიყენება არაერთი კალციუმის მარილი, მათ შორის ფართო გავრცელება ჰპოვა კალციუმის ქლორიდით ნაყოფების დამუშავებამ. კალციუმი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ხილის ხარისხის შენარჩუნებაში, ფიზიოლოგიური დარღვევების შემცირებაში. კალციუმის არსებობა ნაყოფში მკაცრად აფერხებს უჯრედის კედლის ავტოლიზს და ზღუდავს სიმწიფის დროს პექტინის ხსნად ფორმაში გადასვლას. ის ახანგრძლივებს ნედლად შენახვის დროს, აუმჯობესებს ხილის კვებით ღირებულებას და ზრდის ნაყოფის რეზისტენტულობას ფიზიკური დაზიანების დროს. იზრდება კალციუმის შემცველობა ნაყოფში, გემური თვისებების დაკარგვის გარეშე. კალციუმი ანელებს დამწიფების პროცესს (Vicente et al., 2009; Lurie 2009; Machado et al., 2008).

5.1. კალციუმის ხსნარის კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა შენახვისუნარიანობაზე

კალციუმის ქლორიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის და ექსპოზიციის დადგენის მიზნით ნიმუშები დამუშავდა 1 % და 2 % კალციუმის ქლორიდის ხსნარით. შერჩეული იყო ორი ექსპოზიცია, 1 და 2.5 წუთი. ხსნარის ტემპერატურა 20°C. საცდელად აღებული იყო კენკროვანი კულტურების, მარწყვის, ჟოლოს და მაცვლის

თითო ჯიში. დამუშავებული ნაყოფები ინახებოდა 0-1°C ტემპერატურაზე 14 დღის განმავლობაში.

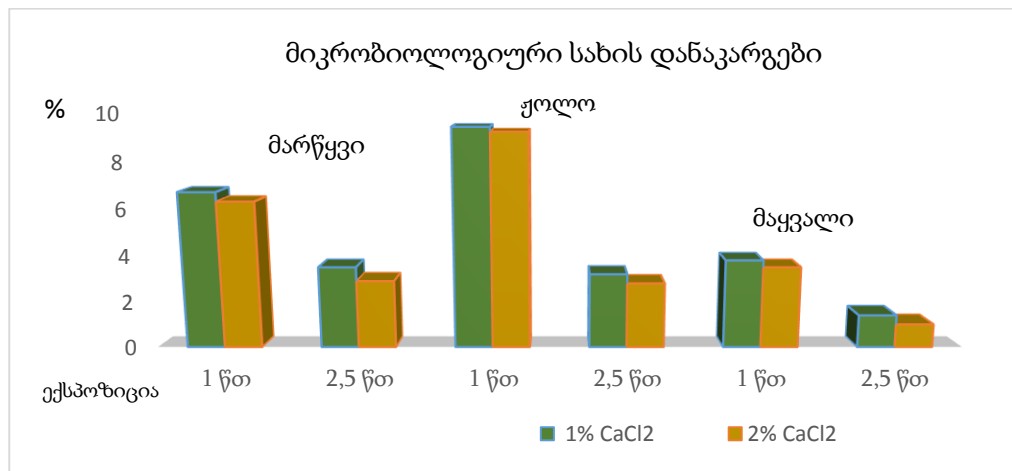
გამოკვლევებით გამოვლენილია, რომ მარწყვის ჯიშის შემთხვევაში კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციის მომატებამ შეამცირა მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგები. მაგალითად, ვარიანტში, რომელიც მოიცავდა 1 წუთიან ექსპოზიციას და 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებას შენახვიდან 14 დღის შემდეგ მიკრობიოლოგიურმა დანაკარგებმა შეადგინა 6.70 %, ხოლო 2 % კალციუმით დამუშავების შემთხვევაში კი -6.30 % (ცხრილი 7). აღნიშნულ ვარიანტში ექსპოზიცია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე. 2.5 წუთიანი ხსნარში დაყოვნების პერიოდის შემთხვევაში იგივე მონაცემები მნიშვნელოვნად არის შემცირებული. განსაკუთრებით 2% კალციუმის ქლორიდის შემთხვევაში. 1 % კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციისას დანაკარგები შემცირდა 48.00 %-ით და შეადგინა 3.50 %, ხოლო 2 % კონცენტრაციის შემთხვევაში შედეგი კიდევ უფრო შთამბეჭდავია და შეადგენს 2.90 %, რაც 54.00 %-ით შემცირების ტოლია (ცხრილი 7). მიღებული შედეგებიდან ნათლად ჩანს, რომ მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე მარწყვის შემთხვევაში უფრო მნიშვნელოვანია ექსპოზიციის პერიოდი, ვიდრე კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციები.

ცხრილი 7. კალციუმის ქლორიდის ხსნარის კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 14 დღე, t= 1-0°C; φ= 90-95 %)

კულტურა	ექსპოზიცია (წთ)	მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგები (%)	
		კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაცია	
		1 %	2 %
მარწყვი „წითელი ოცნება“	1	6.70±0.42	6.30±0.38
	2.5	3.50±0.30	2.90±0.21
ჟოლო „კილარნი“	1	9.40±0.85	9.20±0.82
	2.5	3.20±0.12	2.80±0.17
მაყვალ კულტურული ფორმა	1	3.80±0.23	3.50±0.34
	2.5	1.40±0.16	1.00±0.08

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

ჩატარებული გამოკვლევებით ნათლად ჩანს, რომ დამუშავების პერიოდის გახანგრძლივების ფაქტორი შედარებით მნიშვნელოვანია. რაც შეეხება კონცენტრაციებს, ამ შემთხვევაში რაიმე რადიკალური განხვავება არ დაფიქსირებულა, თუმცა, 2 %-იანი ხსნარით დამუშავების შემთხვევაში უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც უკეთესი შედეგი გვაქვს (გრაფიკი 4).



გრაფიკი 4. კალციუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 14 დღე, $t = 1-0^{\circ}\text{C}$; $\phi = 90-95\%$)

გამოკვლევები ჩატარდა ჟოლოს ნაყოფებზეც. ამ შემთხვევაშიც ანალოგიური კანონზომიერებაა იმ განსხვავებით, რომ დანაკარგების რაოდენობა შენახვიდან 14 დღის შემდეგ შედარებით მეტია და ის შეადგენს 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში 9.40 % და 2 % კალციუმის ხსნარის შემთხვევაში კი 9.20 %, ექსპოზიცია 1 წუთი. რაც შეეხება 2.5 წუთიან ექსპოზიციას, ისე როგორც მარწყვის შემთხვევაში აქაც იგრძნობა დადებითი ეფექტი და დანაკარგები ამ შემთხვევაში შემცირებულია 65.00 % და 69.00 %-ით შესაბამისად (ცხრილი 7). მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ დანაკარგების თითქმის 2.5 ჯერ არის შემცირებული შედარებით მაღალი ექსპოზიციის პირობებში. ანალოგიური კანონზომიერება დაფიქსირდა მაყვლის კულტურული ფორმის შემთხვევაშიც (გრაფიკი 4).

სამივე კულტურის შემთხვევაში გამოვლენილია საერთო კანონზომიერება მასაში ბუნებრივ კლებას და კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციას და ექსპოზიციას შორის.

მასაში ბუნებრივი დანაკარგები მარწყვის შესწავლილ ჯიშში „წითელი ოცნება“ 1 % ხსნარით დამუშავებულ ნაყოფებში შეადგენდა 7.70 %-ს და 2 % -ით კი - 6.33 %, მაშინ როცა ხსნარში დაყოვნების პერიოდი იყო 1 წუთი, ხოლო 2.5 წუთიანი ექსპოზიციის შემთხვევაში ეს მაჩვენებლები შემცირდა 26.00 % და 33.00 % -ით შესაბამისად (ცხრილი 8). გამოკვლევებმა დაგვანახა, რომ რაც უფრო მაღალია ექსპოზიცია მით ნაკლებია დანაკარგების მაჩვენებელი, ხოლო კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციის ცვლილებისას ნაკლები განსხვავება ფიქსირდება დანაკარგებში.

ცხრილი 8. კალციუმის ქლორიდის ხსნარის კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა მასაში ბუნებრივ დანაკარგებზე შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 14 დღე, t= 1-0°C; φ= 90-95 %)

კულტურა	ექსპოზიცია (წთ)	მასაში ბუნებრივი დანაკარგები (%)	
		კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაცია	
		1%	2%
მარწყვი(წითელი ოცნება)	1	7.70±0.40	6.35±0.37
	2.5	5.70±0.23	4.18±0.15
ჟოლო (კილარნეი)	1	12.30±0.16	12.00±1.23
	2.5	9.12±0.77	7.65±0.47
მაყვალი კულტურული ფორმა	1	2.30±0.32	1.90±0.12
	2.5	0.60±0.08	0.60±0.02

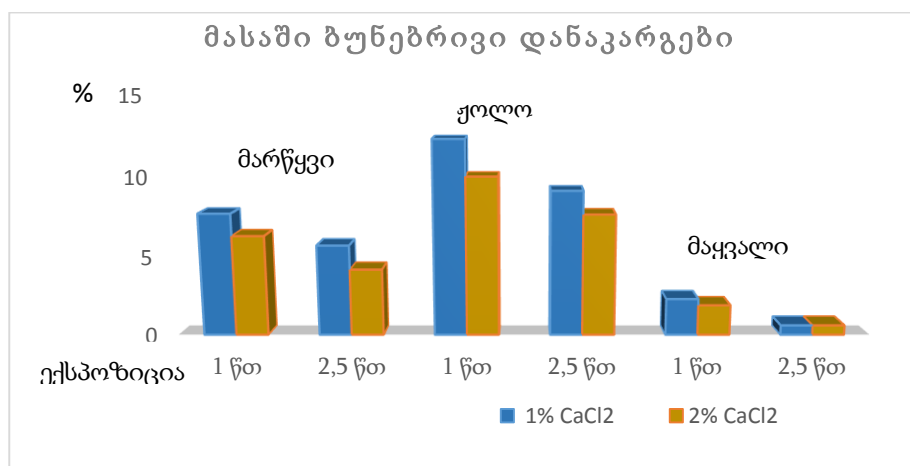
მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

ანალოგიური შედეგებია ჟოლოს შემთხვევაში. ჯიშ „კილარნეიზე“ ჩატარებულმა გამოკვლევებმა დაგვანახა, რომ 2.5 წუთიანი ექსპოზიციის შემთხვევაში 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში მასაში ბუნებრივი დანაკარგები შეადგენდა 7.65 %-ს რაც დაახლოებით 1.5 ჯერ ნაკლებია იმ მაჩვენებელზე, როცა ექსპოზიცია იყო 1 წუთი (ცხრილი 8).

მაყვლის კულტურული ფორმის შემთხვევაში დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით მაღალი ეფექტი მოგვცა 2.5 წუთიანმა ექსპოზიციამ. სხვადასხვა

კონცენტრაციის ხსნარით დამუშავებისას მასაში ბუნებრივი კლება შეადგენდა მხოლოდ 0.60 %-ს.

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა დანაკარგებზე უფრო მკვეთრად არის გამოხატული მაცვლის ნიმუშებში, ვიდრე დანარჩენი ორი კულტურის შემთხვევაში, რაც დაკავშირებულია კულტურის მორფო-ანატომიურ აგებულებასა და ბიოლოგიურ თავისებურებასთან (გრაფიკი 5).



გრაფიკი 5. კალციუმის ქლორიდის სხვადასხვა კონცენტრაციის და ექსპოზიციის გავლენა მასაში ბუნებრივ დანაკარგებზე შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 14 დღე, $t = 1-0^{\circ}\text{C}$; $\phi = 90-95\%$)

ჩატარებულმა კვლევამ დაგვანახა, რომ სამივე ვარიანტისთვის საუკეთესო შედეგები იქნა მიღებული 2 % კალციუმის ქლორიდის ხსნარით დამუშავების დროს, ექსპოზიცია 2.5 წუთი. რამდენადაც სამივე კულტურის შემთხვევაში გამოვლენილია ერთი და იგივე ექსპოზიცია და კონცენტრაცია, შეიძლება განვიხილოთ როგორც კანონზომიერება, რომელიც შეიძლება განზოგადებული იქნეს სხვა ჯიშსა და კულტურებზე როგორც მიკრობიოლოგიური, ისე მასაში ბუნებრივი დანაკარგების თვალსაზრისით.

5.2 კალციუმის იონის გავლენა კენკროვანი ხილის შენახვისუნარიანობაზე

5.2.1 კალციუმის ქლორიდის გავლენა ქიმიური მაჩვენებლების ცვლილებაზე შენახვის დროს

ხილის ნედლად შენახვის პროცესში, ისევე როგორც ნებისმიერ ცოცხალ ორგანიზმში, მიმდინარეობს რიგი ქიმიური და ბიოქიმიური გარდაქმნები.

შენახვის დროს ნაყოფის უჯრედში მიმდინარე მეტაბოლიზმის პროცესების შენელება, ნედლეულის შენახვის პერიოდის გახანგრძლივება და დანაკარგების შემცირება შესაძლებელია მრავალი საშუალებით. მათ შორის აღსანიშნავია კალციუმის იონებით ნაყოფების დამუშავება (Astuti et al., 2013). კალციუმი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ხილის ხარისხის შენარჩუნებაში.

ჩვენ მიერ შესწავლილია კალციუმის ხსნარის კონცენტრაციის გავლენა შენახვის დროს ნაყოფში მიმდინარე ქიმიურ პროცესებზე. ნედლად შენახულ კენკროვან კულტურებზე ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ როგორც მარწყვის, ისე ჟოლოს და მაცვლის საცდელ ნიმუშებში იცვლება რიგი ქიმიური მაჩვენებლები. კერძოდ ხმნ, pH და ტიტრული მჟავიანობა. მარწყვისა და ჟოლოს შემთხვევაში, საკონტროლო ვარიანტში შენახვიდან 8 დღის შემდეგ ხმნ-ს შემცველობა მცირდება 18.12 % და 12.72 % -ით შესაბამისად (ცხრილი 9).

ცხრილი 9. კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციის გავლენა ზოგიერთ პარამეტრზე კენკროვანი კულტურების შენახვის პროცესში (t= 1-0°C; φ= 90-95 %)

კულტურა	CaCl ₂ ხსნარის კონც. %	ხმნ (%)		pH		ტიტრული მჟავიანობა (%)	
		შენახვის წინ	შენახვიდან 8 დღის შემდეგ	შენახვის წინ	შენახვიდან 8 დღის შემდეგ	შენახვის წინ	შენახვიდან 8 დღის შემდეგ
მარწყვი „წითელი ოცნება“	0		7.00±0.17a		3.51±0.00 ^d		0.72±0.03 ^a
	1	8.55±0.15	6.57±0.08 ^b	3.50±0.02	3.50±0.02 ^d	0.81±0.02	0.67±0.02 ^b
	2		6.35±0.04 ^c		3.50±0.00 ^d		0.67±0.04 ^c
შ ე ლ ე	0		10.22±0.06 ^a		2.45±0.00 ^d		1.71±0.08 ^a

	1	11.00±0.08	9.60±0.05 ^b	2.45±0.01	2.45±0.06 ^d	2.34±0.05	1.76±0.02 ^b
	2		9.65±0.12 ^c		2.44±0.02 ^d		1.77±0.02 ^c
მაყვლი „კულტურული ფორმა“	0	12.50±0.50	12.90±0.07 ^d	3.70±0.02	3.69±0.01 ^d	1.00±0.05	0.92±0.02 ^d
	1		11.60±0.66 ^d		3.70±0.02 ^d		0.93±0.05 ^d
	2		11.50±0.10 ^d		3.70±0.04 ^d		0.90±0.05 ^d

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა; a, b, c- აღნიშნავს სტატისტიკურად საიმედო განსხვავებას საწყის ჯგუფთან შედარებით ($P<0.05$); d- სტატისტიკურად საიმედო განსხვავება ვერ იქნა ნაპოვნი საწყის ჯგუფთან შედარებით ($P<0.05$).

1 % და 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ მარწყვის ნიმუშებში ფიქსირდება ხმნ-ს შემცირება საწყისთან შედარებით და ტოლია 6.57 % და 6.35 %-ის შესაბამისად. მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ დამუშავებულ ნაყოფებში ხმნ-ს შემცირება უფრო მაღალია და ის შეადგენს საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით 6.14 %-ით მეტს 1 %-იანი კონცენტრაციის შემთხვევაში და 9.28%-ით მეტს 2 %-იანი ხსნარის კონცენტრაციისას. ანალოგიური კანონზომიერება დაფიქსირდა ჟოლოს საცდელ ნიმუშებში (ცხრილი 9).

ამ კუთხით მაყვლის ნიმუშების შესწავლამ დაგვანახა, რომ საკონტროლო ვარიანტში ადგილი აქვს ხმნ-ს უმნიშვნელო მატებას 3.10 %-ით შენახვიდან 8 დღის შემდეგ. რაც შესაძლებელია დაკავშირებული იყოს, პოლისაქარიდების, კერძოდ სახამებლისა და პექტინის ჰიდროლიზთან (Hussain et al., 2008). ხოლო 1 % და 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში ხმნ-ს შემცველობა მცირდება საკონტროლოსთან შედარებით და შეადგენს 10.00-10.80 % (ცხრილი 9). ამის ძირითადი მიზეზია სუნთქვითი პროცესები. ამასთან ცნობილია რომ, კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაცია შესაძლოა ანელებდეს პოლისაქარიდების დეგრადაციის პროცესს (Roongruangsri et al., 2013).

საცდელ ნიმუშებში pH-ის ვარიანტების მიხედვით დინამიკაში შესწავლამ დაგვარწმუნა, რომ მნიშვნელოვანი ცვლილება არ ფიქსირდება შესწავლილი კულტურების შემთხვევაში (ცხრილი 9).

შენახვის პროცესში გამოკვლევებმა დაგვანახა, რომ საწყისთან შედარებით მცირდება ტიტრული მჟავიანობა. ეს ცვლილება უფრო მეტად არის გამოხატული ჟოლოს კულტურის შემთხვევაში და ის შეადგენს 24.50 % (2 % კონცენტრაციის შემთხვევაში), ყველაზე ნაკლებად კი მაცვლის კულტურულ ფორმაში - 7.00 % (ცხრილი 9).

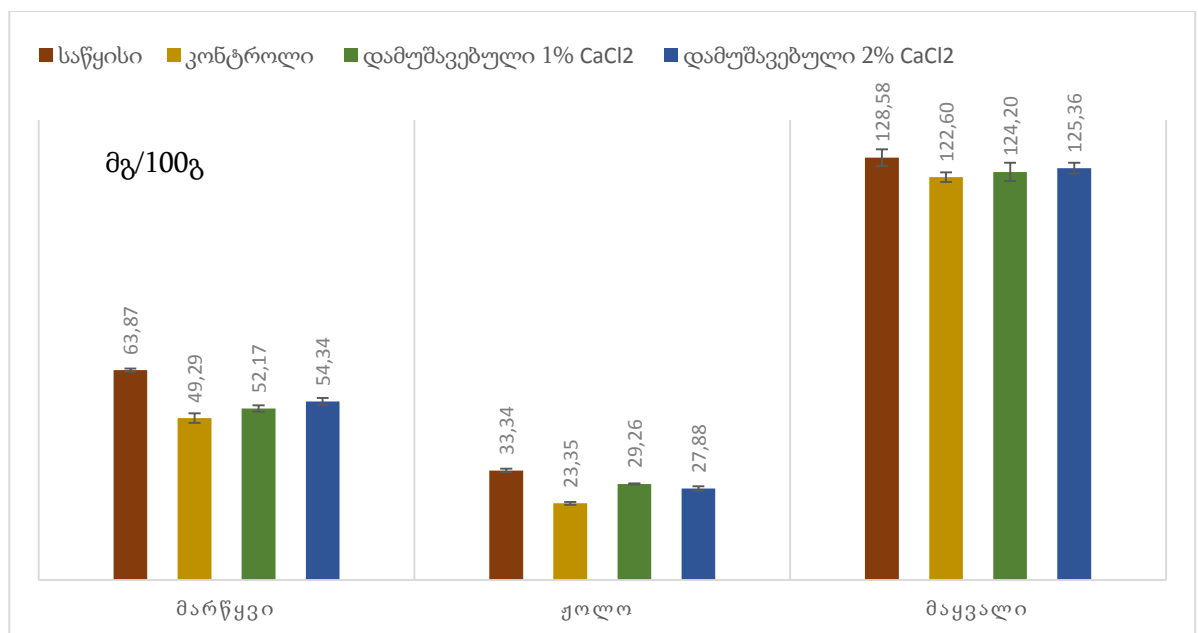
მონაცემების დამუშავებამ ANOVA ანალიზით აჩვენა, რომ მარწყვის ჯიშ „წითელი ოცნებას“ ხმნ-სა და ტიტრული მჟავიანობის მაჩვენებლებში სტატისტიკურად საიმედო განსხვავებაა დაუმუშავებელ და კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ჯგუფებს შორის საწყის ჯგუფთან შედარებით. ხოლო pH-ის მაჩვენებელში არ დაფიქსირდა სტატისტიკურად საიმედო განსხვავება დაუმუშავებელ და დამუშავებულ ჯგუფებს შორის საწყის ჯგუფთან შედარებით. ანალოგიური მონაცემებია ჟოლოს ჯიშ „კილარნის“ შემთხვევაში, ხოლო მაცვლის კულტურულ ფორმის შემთხვევაში ვერც ერთ ჯგუფს შორის ვერ იქნა ნაპოვნი სტატისტიკურად საიმედო განსხვავება ქიმიურ მაჩვენებლებში საწყის ჯგუფთან შედარებით.

5.2.2. კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ კენკროვან კულტურებში ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვლილება შენახვის პროცესში

ფენოლურ ნაერთებში ფლავანოიდების ჯგუფს მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. ამ ჯგუფის მიმართ ინტერესი თანდათან იზრდება, რაც ადამიანის ჯანმრთელობაზე დადებითი გავლენით არის გამოწვეული. ფლავანოიდების წარმომადგენლებია ანტოციანები, რომლებიც მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით გამოირჩევა და ხშირ შემთხვევაში განსაზღვრავს ხილის თუ ბოსტნეულის ფერს. სხვა ხილისგან განსხვავებით კენკროვანი კულტურები ანტოციანების მაღალი შემცველობით გამოირჩევა, რაც ზრდის მის სასარგებლო თვისებებს. როგორც ცნობილია, პოლიფენოლებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ანტოციანების პელარგონიდინ-გლუკოზიდისა და ციანიდინ-გლუკოზიდის ჯგუფებს (Skrovankova et al., 2015). მარწყვში წამყვანი ანტოციანი არის

პელარგონიდინ-3-ო-მონოგლუკოზიდი, ხოლო ჟოლოსა და მაცვალში ციანიდინ-3-ო-მონოგლუკოზიდი.

ჩვენ მიერ გამოკვლეულია მონომერული ანტოციანების რაოდენობრივი მაჩვენებლები საცდელ ნიმუშებში ნედლად შენახვის პროცესში. კვლევებით გამოვლენილია, რომ სამივე კულტურის შემთხვევაში ანტოციანების რაოდენობა მცირდება საწყისთან შედარებით, ამასთან ნათლად გამოიკვეთა კალციუმის ქლორიდის ეფექტურობა ამ თვალსაზრისით. დადგინდა, რომ შენახვიდან 8 დღის შემდეგ მარწყვის ნაყოფებში ჯამური ანტოციანების რაოდენობა საკონტროლო ვარიანტში შემცირდა 14.58 მგ/100 გ-ით, რაც შეადგენს 22.82 %. მაშინ როცა 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში საწყისთან შედარებით ანტოციანების ჯამური რაოდენობა შემცირდა 11.70 მგ/100 გ-ით ანუ 18.31 %. ამ თვალსაზრისით ყველაზე კარგი შედეგი მივიღეთ 2 % -იანი კონცენტრაციის შემთხვევაში, სადაც საწყისთან შედარებით შემცირებამ შეადგინა 9.34 მგ/100 გ (14.92 %). მიღებული შედეგებიდან ჩანს 2 % კალციუმის ქლორიდის ხსნარით დამუშავების დადებითი გავლენა ჯამური ანტოციანების რაოდენობის შენარჩუნებაზე (გრაფიკი 6).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 6. ჯამური ანტოციანების ცვლილება კენკროვანი კულტურების შენახვის პროცესში ვარიანტების მიხედვით (შენახვის ხანგრძლივობა 8 დღე, $t = 1-0^{\circ}\text{C}$; $\phi = 90-95\%$)

ანალოგიურმა გამოკვლევებმა ჟოლოს ნაყოფებში გვიჩვენა, რომ ისევე როგორც მარწყვის ნაყოფების შემთხვევაში კალციუმის იონი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჯამური ანტოციანების რაოდენობის ცვლილებაზე შენახვის პროცესში. ჩატარებული გამოკვლევებით გამოვლენილია, რომ ჟოლოს დამუშავებულ ნაყოფებში შენახვიდან 8 დღის შემდეგ ჯამური ანტოციანების რაოდენობა შემცირებულია 9.99 მგ/100 გ-ით (29.96 %), მაშინ როცა დამუშავებულ ვარიანტში იგივე პერიოდისთვის ეს მაჩვენებელი შეადგენს 4.08 მგ/100 გ (12.23 %) 1 % კონცენტრაციის შემთხვევაში. რაც შეეხება 2 % კალციუმის ქლორიდის ეფექტურობას ამ თვალსაზრისით უმნიშვნელო განსხვავებაა 1 % იანი ხსნარით დამუშავებულ ვარიანტთან შედარებით და სხვაობა შეადგენს მხოლოდ 1.38 მგ/100 გ რაც ტოლია 4.14 % (გრაფიკი 6).

მაყვლის კულტურულ ფორმაში ჯამური ანტოციანების ცვლილების კანონზომიერება ანალოგიურია სხვა კულტურებთან მიმართებაში. შესწავლით გამოვლენილია, რომ მარწყვისა და ჟოლოს ნაყოფებისგან განსხვავებით, მაყვლის კულტურულ ფორმაში კალციუმის ქლორიდის გავლენა უმნიშვნელოა. მაგ: საკონტროლო ვარიანტში საწყისთან შედარებით ჯამური ანტოციანების რაოდენობა შემცირებულია 5.98 მგ/100 გ-ით (4.65 %), ხოლო 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში იგივე მაჩვენებელი შეადგენს 4.38 მგ/100 გ (3.40 %), სხვაობა არის 1.60 მგ. რაც შეეხება კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციების ეფექტურობას, პრინციპული განსხვავება არ ფიქსირდება ვარიანტებს შორის და ის შეადგენს 1.16 მგ-ს (გრაფიკი 6).

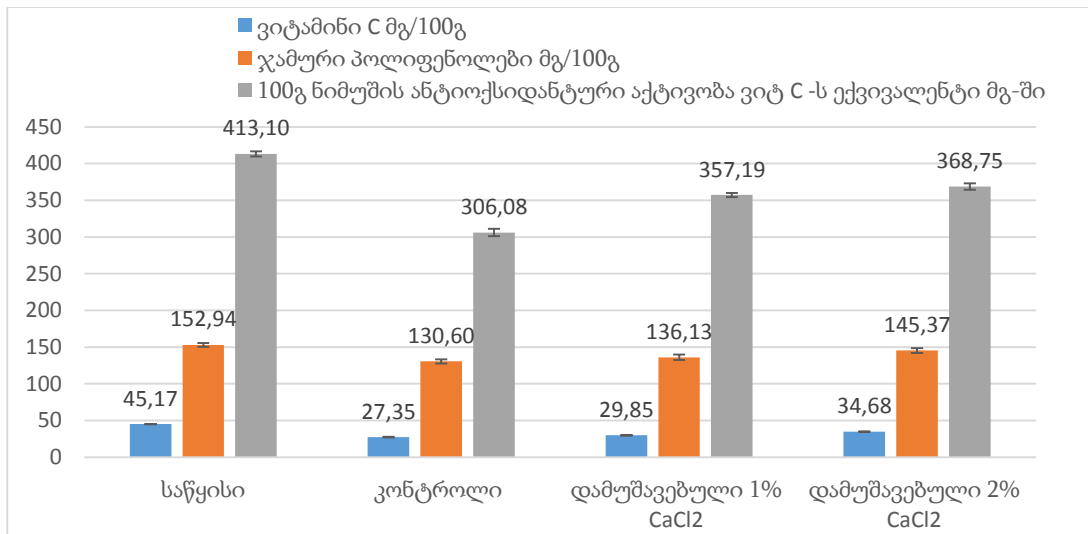
მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ შესწავლილი კენკროვანი კულტურები გამოირჩევიან ანტოციანების მაღალი შემცველობით, განსაკუთრებით მაყვლის კულტურული ფორმა. ამასთან, გამოვლენილია კალციუმის იონის დადებითი ზეგავლენა ჯამური ანტოციანების რაოდენობის შენარჩუნებაზე ნედლად შენახვის დროს.

5.2.2.1. კალციუმის ქლორიდის გავლენა ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე კენკროვანი კულტურების შენახვისას

ვიტამინ C-ს სამეცნიერო ლიტერატურაში მოიხსენიებენ როგორც მთავარ წყალში ხსნად ანტიოქსიდანტს ადამიანის ორგანიზმისთვის. ის წამყვანი ვიტამინია ხილსა და ბოსტნეულში, მისი ორივე ფორმა L - ასკორბინის მჟავა და L - დეჰიდროასკორბინის მჟავა ამჟღავნებს ბიოლოგიურ აქტივობას (Deekshika et al., 2015).

ასკორბინის მჟავა წარმოადგენს მნიშვნელოვან ბუნებრივ ნივთიერებას, რომელიც მგრძნობიარეა გადამუშავებისა და შენახვის პროცესში, იოლად განიცდის ჟანგვას (Veltman et al., 2000). ამასთან წარმოადგენს ორგანიზმისთვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან ნაერთს.

ჩვენ მიერ შესწავლილ კულტურებზე ჩატარებულა გამოკვლევები ასკორბინის მჟავას შემცველობაზე და მის ცვლილებაზე შენახვის პროცესში როგორც დამუშავებულ, ისე დაუმუშავებელ ნაყოფებში. გამოვლენილია კალციუმის იონის დადებითი გავლენა ასკორბინის მჟავას ცვლილებაზე. მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ მარწყვის ჯიშში „წითელი ოცნება“ ნაყოფების საკონტროლო ვარიანტში შენახვიდან 8 დღის შემდეგ ასკორბინის მჟავა მნიშვნელოვნად მცირდება საწყისთან შედარებით და ცვლილება შეადგენს 39.45 %-ს, მაშინ როცა კალციუმის ქლორიდის 1 %-იანი ხსნარით დამუშავებულ ნაყოფებში ნაკლებად არის შემცირებული ასკორბინის მჟავას რაოდენობა დაუმუშავებელთან შედარებით. ეს დამოკიდებულება უკეთესად ვლინდება 2 % ხსნარით დამუშავების დროს (გრაფიკი 7).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს \pm სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 7. ანტიოქსიდანტური აქტივობა მარწყვის ჯიშში „წითელი ოცნება“ და მისი ცვლილება შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 8 დღე, $t=1-0^{\circ}\text{C}$; $\phi=90-95\%$)

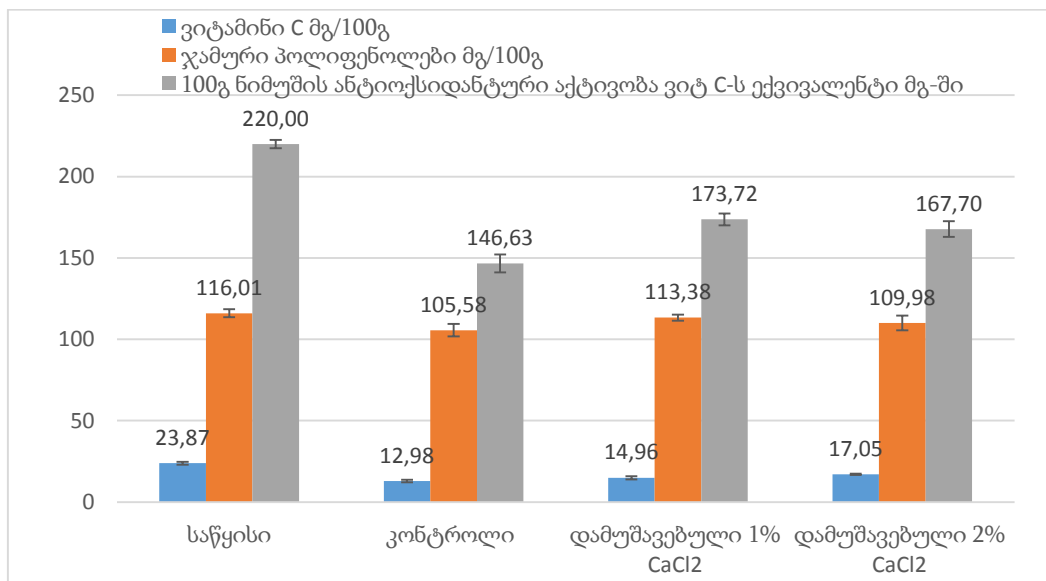
კენკროვანი კულტურები მდიდარია პოლიფენოლებით (Hassimotto et al., 2008). ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ კალციუმის ქლორიდი დადებით გავლენას ახდენს შენახვის პერიოდში პოლიფენოლების შემცველობის შენარჩუნების თვალსაზრისით. ეს შესაძლებელია გამოწვეულია იქიდან, რომ კალციუმის ქლორიდი ამცირებს უჯრედის კედელს და ამცირებს წყალში ხსნადი ნივთიერებების დიფუზიას, კალციუმის ქლორიდით დამუშავება ამცირებს პოლიფენოლოქსიდაზას აქტივობას (Tomas-Barberan et al., 1997), შესაბამისად მცირდება პოლიფენოლების ჟანგვის პროცესი.

შესწავლილია, რომ მარწყვის ჯიშში „წითელი ოცნება“ დაუმუშავებელ ვარიანტში შენახვიდან 8 დღის შემდეგ ჯამური პოლიფენოლების კლებამ შეადგინა 14.47 %, 1 % და 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში შენახვიდან 8 დღის შემდეგ პოლიფენოლების რაოდენობა შემცირებულია 10.52 % და 4.60 %-ით შესაბამისად (გრაფიკი 7).

ეგექტური აღმოჩნდა კალციუმის იონის გავლენა ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილებაზე. როგორც გრაფიკი 7. - დან ჩანს, შენახვის პროცესში ადგილი აქვს ანტიოქსიდანტური აქტივობის შემცირებას. ეს ცვლილება უფრო მკვეთრად არის

გამოხატული საკონტროლო ვარიანტში, სადაც საწყისთან შედარებით ანტიოქსიდანტური აქტივობა შემცირდა 25.90 %-ით ვიდრე დამუშავებულ ნაყოფებში. ამასთან ანტიოქსიდანტური აქტივობის შემცირება შედარებით უფრო ნაკლებად არის გამოხატული 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში, ვიდრე 1%-იანის შემთხვევაში.

მსგავსი კანონზომიერება ფიქსირდება ჟოლოს შემთხვევაში. ვიტამინი C-ს კლების მაჩვენებელი მნიშვნელოვნად არის შემცირებული კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში, თუმცა კონცენტრაციებს შორის შეინიშნება განსხვავება. საკონტროლო ვარიანტში საწყის ნიმუშებთან შედარებით ვიტამინი C-ს კლება შეადგენს 45.62 % შენახვიდან 8 დღის შემდეგ, მაშინ როცა 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში ეს მაჩვენებელი 37.32 %-ია. გამოვლენილია 2 %-იანი ხსნარით დამუშავების ეფექტი ვიტამინი C-ს კლების შემცირების თვალსაზრისით 1%-თან შედარებით და ის 28.57 %-ის ტოლია (გრაფიკი 8).



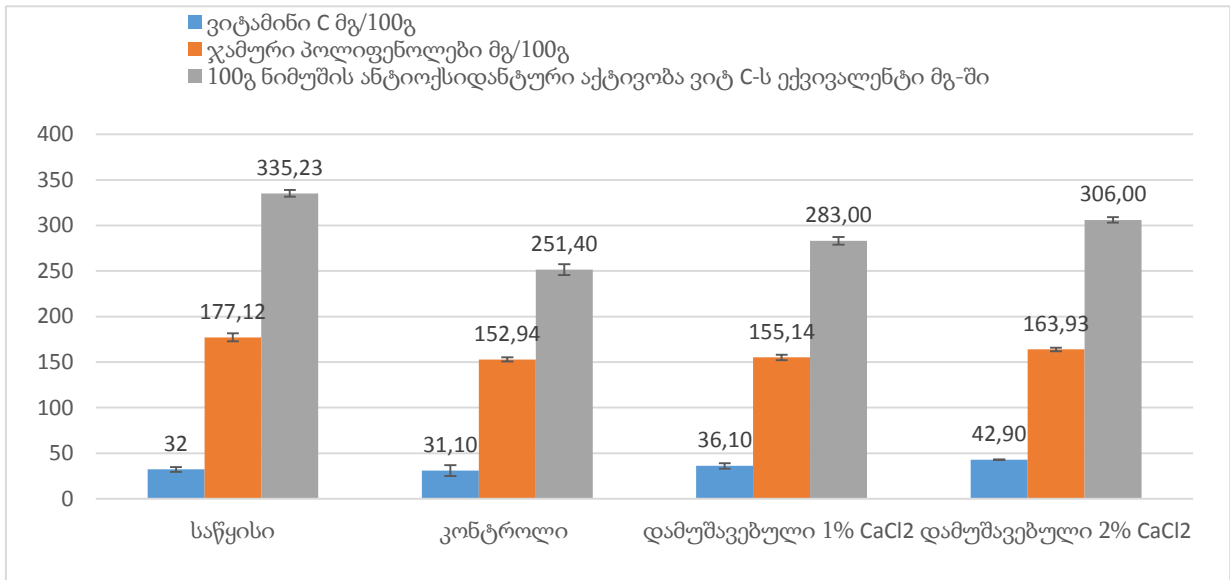
მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 8. ანტიოქსიდანტური აქტივობა ჟოლო ჯიშში „კილარნეი“ და მისი ცვლილება შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 8 დღე, t= 1-0°C; φ= 90-95 %)

გამოვლენილია ჯამური პოლიფენოლების ცვლილება ჟოლოს საცდელ ვარიანტებში შენახვიდან 8 დღის შემდეგ. როგორც გრაფიკი 8 - დან ჩანს, საკონტროლო ვარიანტში ჯამური პოლიფენოლები შემცირებულია 10.43 მგ-ით, რაც შეადგენს 9 %-ს, ხოლო კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში, ისე როგორც ვიტამინი C-ს შემთხვევაში მნიშვნელოვნად შემცირებულია კლების მაჩვენებელი და ის ტოლია 1 % ხსნარით დამუშავების შემთხვევაში 2.26 %, ხოლო 2 %-ში - 5.18 %-ის. მიღებული მონაცემებიდან ჩანს 1 %-იანი ხსნარის დადებითი გავლენა ჯამური პოლიფენოლების შემცველობის თვალსაზრისით. საკონტროლოსთან შედარებით 4-ჯერ არის შემცირებული კლება 1 % კონცენტრაციის დროს, ხოლო 2%-იანის შემთხვევაში კითხვის 2-ჯერ.

ანტიოქსიდანტური აქტივობის თვალსაზრისით ჟოლოს საცდელ ვარიანტებში გამოვლენილია კალციუმის ქლორიდის დადებითი გავლენა. ეს გავლენა კარგად არის გამოხატული 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებზე, სადაც ანტიოქსიდანტური აქტივობის კლება 21 %-ია, მაშინ როცა საკონტროლო ვარიანტში ეს მაჩვენებელი 33 %-ის ტოლია. ჟოლოს კულტურის შემთხვევაში ხსნარის სხვადასხვა კონცენტრაცია უმნიშვნელო გავლენას ახდენს ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილებაზე შენახვის პროცესში (გრაფიკი 8).

მაყვლის კულტურული ფორმის ნაყოფებიდან დაბალ ტემპერატურაზე შენახვიდან 8 დღის შემდეგ არ შეინიშნებოდა მნიშვნელოვანი განსხვავება დაუმუშავებულ ნაყოფებში ასკორბინის მჟავას შემცველობის თვალსაზრისით. ხოლო 1 % და 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში დაფიქსირდა ასკორბინის მჟავას მომატება და შეადგინა 15.70 % და 37.50 % შესაბამისად (გრაფიკი 9).



მონაცემები წარმოადგენს საშუალოდ გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს \pm სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 9. ანტიოქსიდანტური აქტივობა მაცვლის კულტურულ ფორმაში და მისი ცვლილება შენახვის პროცესში (შენახვის ხანგრძლივობა 8 დღე, $t = 1-0^{\circ}\text{C}$; $\phi = 90-95\%$)

მიღებული მონაცემებიდან ჩანს 2 % კალციუმის ქლორიდის ძლიერი ეფექტი ვიტამინი C-ს მატების თვალსაზრისით 1 %-ით დამუშავებასთან შედარებით. ასკორბინის მჟავას მატება შენახვის პროცესში შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ვიტამინი C-ს ბიოსინთეზის პროცესის გამო, ნაყოფის უჯრედის კედლებს გააჩნია გარკვეული ფიზიოლოგიური თავდაცვითი უნარი კალციუმის ქლორიდით დამუშავების დროს დაზიანებების მიმართ. ხილში, კერძოდ კი ვაშლში ასკორბინის მჟავას მატებასთან დაკავშირებით რიგი კვლევებია ჩატარებული (Poovaiah 1986). ამასთან, ასკორბინის მჟავას შენარჩუნება შესაძლებელია გამოწვეული იყოს კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციით, რომელმაც შეანელა ჟანგვითი პროცესები (Turmanidze et al., 2016).

გამოვლენილია კალციუმის ქლორიდის დადებითი ეფექტი პოლიფენოლების რაოდენობაზე ნედლად შენახვის დროს მაცვლის კულტურულ ფორმაში. 1 % და 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში პოლიფენოლების კლება საწყისთან

შედარებით შეადგენს 12.40 % და 7.50 % შესაბამისად, ხოლო დაუმუშავებელში 13.60 % (გრაფიკი 9).

მონაცემებიდან ჩანს, რომ უმნიშვნელო ცვლილება ფიქსირდება დაუმუშავებელ და 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებს შორის, ხოლო 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ვარიანტში თითქმის 2-ჯერ არის შემცირებული ჯამური პოლიფენოლების კლების მაჩვენებელი (გრაფიკი 9).

გამოვლენილია კალციუმის ქლორიდის დადებითი გავლენა ანტიოქსიდანტური აქტივობის თვალსაზრისით მაყვლის ნაყოფებზე შენახვიდან 8 დღის შემდეგ. კვლევამ აჩვენა, რომ საკონტროლო ვარიანტში 75 %-ით არის შენარჩუნებული ანტიოქსიდანტური აქტივობა საწყისთან შედარებით. ეს მაჩვენებელი 1 %-იანი ხსნარით დამუშავების შემთხვევაში კი 84 %-ის ტოლია. განსაკუთრებით მაღალი ეფექტი დაფიქსირდა 2 %-იანი ხსნარის დამუშავების შემთხვევაში, სადაც ანტიოქსიდანტური აქტივობა შენარჩუნდა 91 %-ით (გრაფიკი 9).

მონაცემების დამუშავებამ ANOVA ანალიზით აჩვენა, რომ ვიტამინი C-ს, ჯამური პოლიფენოლების და ანტიოქსიდანტური აქტივობის თვალსაზრისით სამივე კულტურის შემთხვევაში არის სტატისტიკურად საიმედო განსხვავება საცდელ ჯგუფებს შორის საწყის ჯგუფთან შედარებით.

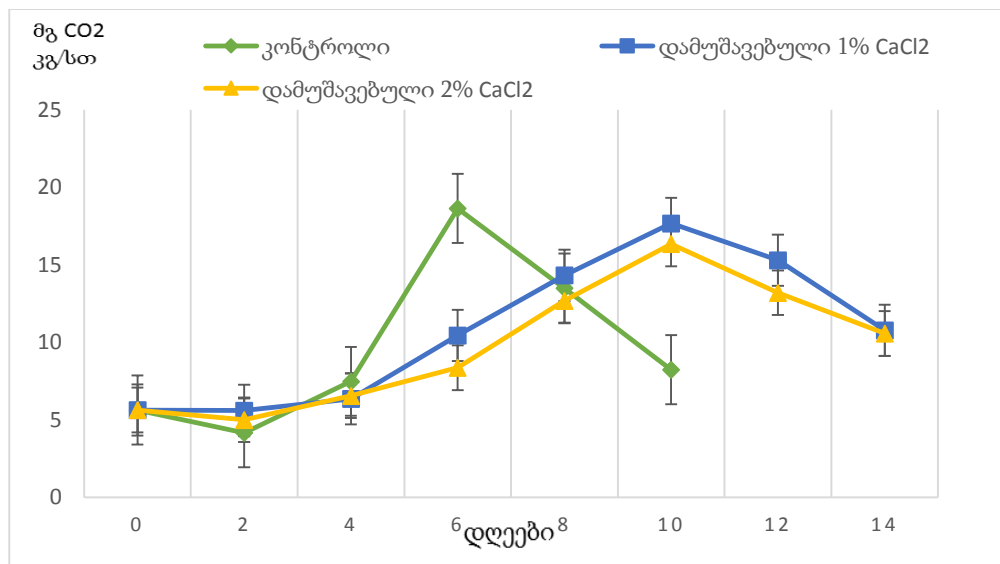
5.3. კალციუმის ზეგავლენა ნაყოფში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებზე

5.3.1. შენახვის დროს ნაყოფში მიმდინარე სუნთქვის პროცესების ცვლილება

ნაყოფის შენახვისუნარიანობის ძირითად განმსაზღვრელს წარმოადგენს სუნთქვის ინტენსივობა. ცნობილია, რომ დაბალი შენახვისუნარიანი ნაყოფები სუნთქავს ინტენსიურად (Atkinson et al., 2016).

შენახვისუნარიანობა დაკავშირებულია შენახვის დროს ნაყოფის მიერ გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობაზე. ჯიშებისათვის კალციუმის ქლორიდით დამუშავების მიხედვით ეს მაჩვენებელი განსხვავებულია (Jianna et al., 2004).

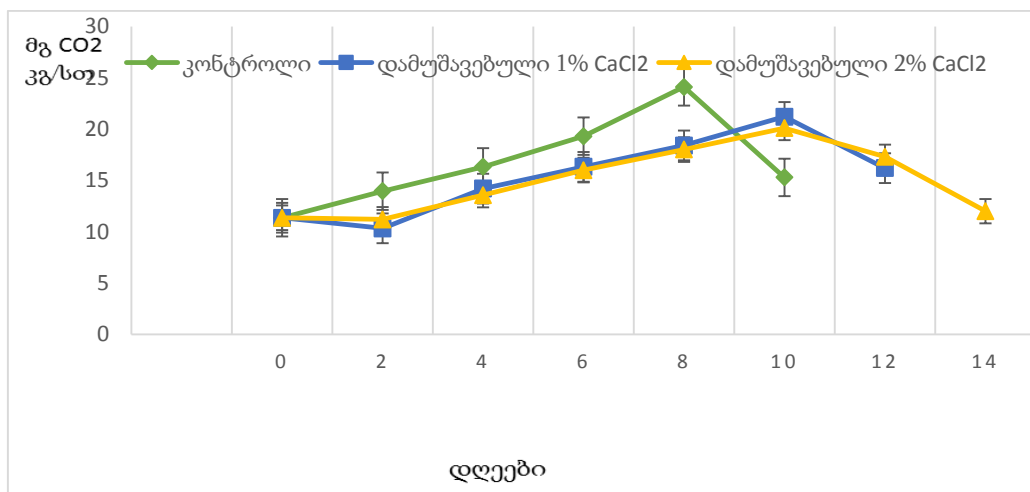
სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკის შესწავლისას გამოვლინდა, რომ ჯიშები განსხვავდებიან სუნთქვის ინტენსივობით. დაკვირვება წარმოებდა მარწყვის და ჟოლოს თითო პერსპექტიულ ჯიშზე და მაცვლის კულტურულ ფორმაზე როგორც დაუმუშავებელ, ისე კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში 2 დღიანი ინტერვალით 1-0°C ტემპერატურის და 90 % ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. ჩატარებულმა გამოკვლევებმა აჩვენა კალციუმის ქლორიდის დადებითი გავლენა სუნთქვის ინტენსივობაზე. მარწყვის ჯიშში „წითელი ოცნებას“ დაუმუშავებელ ნაყოფებში სუნთქვის ინტენსივობის პიკი დგება შენახვიდან 6 დღის შემდეგ, ხოლო 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში კი შენახვიდან 10 დღის შემდეგ (გრაფიკი 10). 2 % კონცენტრაციის შემთხვევაში სუნთქვის ინტენსივობამ მაქსიმუმს მიაღწია მე-11 დღეს. როგორც მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, დაუმუშავებელ ნაყოფებში დამუშავებულთან შედარებით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს სუნთქვის პროცესი და შესაბამისად მეტია გამოყოფილი ნახშირბადის დიოქსიდის რაოდენობა (მგ) 1 კგ ნაყოფის მიერ 1 საათში. კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაცია გავლენას ახდენს სუნთქვის ინტენსივობაზე. მაგ. შენახვიდან 6 დღის შემდეგ 1 % კალციუმით დამუშავებულ ნაყოფებში სუნთქვის ინტენსივობამ მიაღწია 10.45 მგ CO₂ კგ/სთ, მაშინ როცა 2 %-იანის შემთხვევაში იგივე დროში ანალოგიური მაჩვენებელი იყო 8.36 მგ CO₂ კგ/სთ (გრაფიკი 10).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 10. მარწყვის ჯიშ „წითელი ოცნების“ სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკა შენახვის პროცესში (t= 1-0°C; φ= 90-95%)

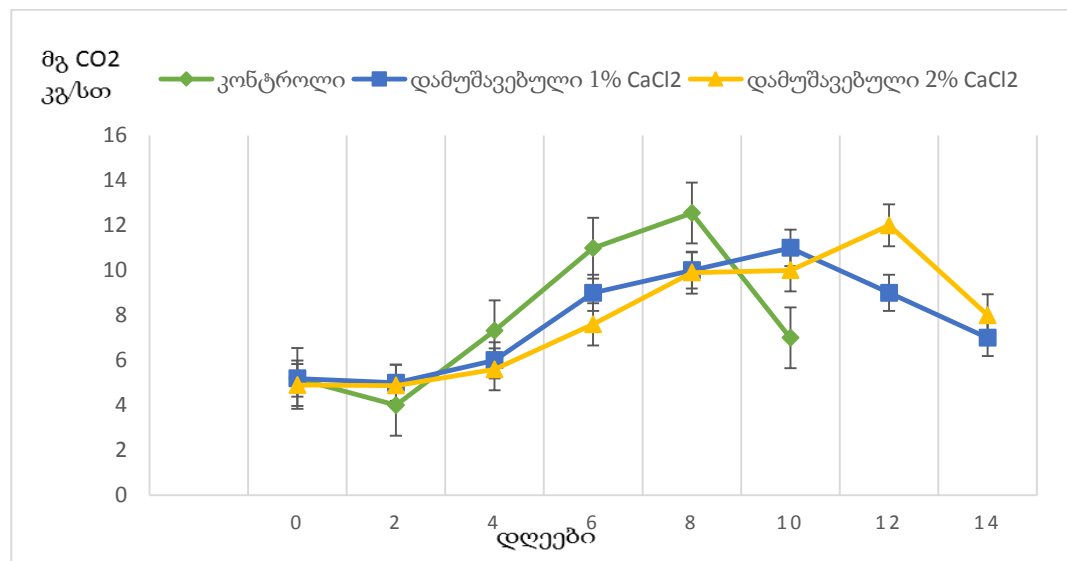
ჟოლოს ჯიშში „კილარნეიზე“ ჩატარებულმა ანალოგიურმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ დაუმუშავებელ ნაყოფში კლიმაქტერული პიკი ფიქსირდება შენახვიდან 8 დღის შემდეგ, ხოლო 1 % და 2 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში შენახვიდან 10 დღის შემდეგ. კონცენტრაციებს შორის არ ფიქსირდება პრინციპული განსხვავება პიკის დადგომის თვალსაზრისით, უმნიშვნელო განსხვავდება არის ნახშირბადის დიოქსიდის რაოდენობრივ მაჩვენებლებში (გრაფიკი 11).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 11. ჟოლოს ჯიშ „კილარნეის“ სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკა შენახვის პროცესში (t= 1-0°C; φ= 90-95%)

მაყვლის ფორმებიდან სუნთქვის ინტენსივობა განისაზღვრა კულტურული ფორმის მაგალითზე. დაკვირვებამ აჩვენა, რომ მაყვლის კულტურული ფორმა სხვა კულტურებთან შედარებით დაბალი სუნთქვის ინტენსივობით ხასიათდება, ამასთან ჟოლოს ჯიშისგან განსხვავებით შედარებით მაღალი შენახვისუნარიანობა ახასიათებს, შესაბამისად კლიმაქტერიქსის პიკი გვიან დგება. დაუმუშავებელ ნაყოფში კლიმაქტერიქსის პიკი დაფიქსირდა შენახვიდან 8 დღის შემდეგ. მაყვლის კულტურული ფორმის შემთხვევაში მნიშვნელოვანი განსხვავება ფიქსირდება კალციუმის ქლორიდის კონცენტრაციებს შორის სუნთქვის ინტენსივობის თვალსაზრისით. 1 % კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულმა ნაყოფებმა სუნთქვის მაქსიმუმს მიაღწია 10 დღის შემდეგ, ხოლო 2 % -ის 12 დღის შემდეგ (გრაფიკი 12).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 12. მაყვლის კულტურული ფორმის სუნთქვის ინტენსივობის დინამიკა შენახვის პროცესში (t= 1-0°C; φ= 90-95%)

5.4. კალციუმის ქლორიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის გავლენა დანაკარგებზე შენახვის დროს

5.4.1. მასაში ბუნებრივი დანაკარგები კენკროვანი კულტურების შენახვისას

ხილის შენახვა დღემდე პრობლემას წარმოადგენს მსოფლიოს ხილის წარმოების ინდუსტრიაში. მოსავლის 25-30 % იკარგება ალების შემდეგ შენახვის დროს (Koraddi et al., 2011). ხილი, როგორც ცნობილია, წარმოადგენს ცოცხალ ორგანიზმს, მასში მიმდინარეობს სუნთქვისა და ტენის აორთქლების პროცესი. შესაბამისად იკარგება მასის გარკვეული რაოდენობა, რომელიც დამოკიდებულია როგორც ნაყოფის ზომასა და შენახვის ტემპერატურაზე (Panda 2013), ისე დაზიანებული ნაყოფების რაოდენობასა და სხვა ფაქტორებზე. ძირითადი ფაქტორები, რომელიც გავლენას ახდენს შენახვის პროცესში ნაყოფში მიმდინარე მეტაბოლიტურ პროცესებსა და ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე, არის ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა. დაბალი ტემპერატურის გავლენით შენელებულია როგორც ნივთიერებათა ცვლის პროცესი, ისე ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმების განვითარება. ხილი სასურველია ინახებოდეს რაც შეიძლება დაბალ ტემპერატურაზე, მაგრამ ამავე დროს ცალკეული კულტურისა და ჯიშისათვის საჭიროა შერჩეული იყოს ისეთი ტემპერატურა, რომელიც არ გამოიწვევს ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების დარღვევას (ჟლენტი 2006).

ცნობილია, რომ შენახვის დროს მასაში კლების 75-85 % მოდის სუნთქვის ინტენსივობასა და ტრანსპირაციის პროცესზე, ხოლო 15-25 % მოდის მშრალი ნივთიერების ხარჯზე. წარმოდგენილი ზღვარი განიცდის ცვალებადობას ჯიშებისა და შენახვის ტექნოლოგიის მიხედვით. ნაყოფების მასაში კლებაზე ძირითად გავლენას ახდენს ტრანსპირაციის პროცესი. ამ თვალსაზრისით ჯიშები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რაც ძირითადად დამოკიდებულია კუტიკულის სისქესა და ქიმიურ შედგენილობაზე, განსაკუთრებით პექტინოვან ნივთიერებებზე (Atkinson et al., 2016).

ჩვენ მიერ შესწავლილია კალციუმის ოპტიმალური კონცენტრაციის დადებითი ეფექტი მასაში ბუნებრივ კლებაზე შენახვის პროცესში. ჩატარებული გამოკვლევით

გამოვლენილია, რომ მარწყვის ჯიშების ნაყოფების კალციუმის იონით დამუშავება მნიშვნელოვან დადებით გავლენას ახდენს მასაში ბუნებრივი კლებაზე. ასე მაგალითად: მარწყვის ჯიშში „წითელი ოცნება“ დაუმუშავებელი ნაყოფებში მასაში ბუნებრივმა კლებამ შენახვიდან 8 დღის შემდეგ შეადგინა 8.15 %, მაშინ როცა დამუშავებულ ნაყოფებში იმავე პერიოდში იგივე მაჩვენებელი შეადგენდა მხოლოდ 3.89 %, ხოლო შენახვიდან 14 დღის შემდეგ მასაში კლებამ მიაღწია 6.30 %-ს. ანალოგიური კანონზომიერებაა ნებისმიერი ჯიშის შემთხვევაში, თუმცა დანაკარგების მიხედვით ჯიშებს შორის ფიქსირდება განსხვავება. ამ კუთხით ყველაზე კარგი შედეგია ჯიშ „კასანდრაში“, შენახვიდან 14 დღის შემდეგ კლებამ შეადგინა მხოლოდ 4.25 %, მაშინ როდესაც ჯიშ „ვიქტორიაში“ იგივე მაჩვენებელი შეადგენდა 7.12 %. დანარჩენს ორ ჯიშს შუალედური ადგილი უკავია (ცხრილი 10).

ცხრილი 10. კალციუმის იონის გავლენა მარწყვის ნაყოფების მასაში კლებაზე შენახვისას (t= 1-0°C; φ= 90-95 %). დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში.

მარწყვის კულტურა	დაუმუშავებელი			დამუშავებული			
	შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			
	2	6	8	4	8	12	14
წითელი ოცნება	3.13±0.05	5.63±0.03	8.15±0.14	1.75±0.13	3.89±0.12	5.02±0.21	6.30±0.12
კამაროსა	2.64±0.02	4.16±0.14	7.89±0.21	1.47±0.05	3.56±0.04	5.30±0.04	6.78±0.17
ვიქტორია	3.78±0.10	5.75±0.17	8.70±0.05	2.01±0.07	3.44±0.02	5.75±0.13	7.12±0.31
კასანდრა	1.45±0.12	2.47±0.04	5.40±0.11	1.00±0.11	2.78±0.10	3.05±0.17	4.25±0.11

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

ჟოლოს ნაყოფების შენახვისას მასაში ბუნებრივი კლების შესწავლისას გამოვლინდა, რომ ისევე როგორც მარწყვის ნაყოფებში აქაც ეფექტურია კალციუმის იონის გავლენა. ჟოლოს ჯიშების ურთიერთშედარებამ ამ კუთხით დაგვანახა, რომ მასაში ბუნებრივი კლება დაუმუშავებელ ნაყოფებში ყველაზე მაღალი არის ჯიშ „ტულიმანში“ (7.23 %), ხოლო ყველაზე საუკეთესო შედეგი დაფიქსირდა ჯიშ „ნოვაში“ (6.14 %), ჯიშებს შორის განსხვავება უკავშირდება მათ ბიოლოგიური თავისებურებებს (ცხრილი 11).

ცხრილი 11. კალციუმის იონის გავლენა ჟოლოს ნაყოფების მასაში კლებაზე შენახვისას (t=1-0°C; φ= 90-95 %). დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში.

ჟოლოს კულტურა	დაუმუშავებელი			დამუშავებული			
	შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			
	4	6	8	4	8	12	14
ნოვა	2.24±0.02	3.43±0.05	6.14±0.14	1.20±0.02	2.04±0.01	3.51±0.10	4.12±0.12
კილარნი	2.78±0.02	3.81±0.11	6.85±0.02	1.47±0.01	2.42±0.01	3.83±0.08	4.39±0.10
ტულიმანი	3.05±0.05	4.06±0.07	7.23±0.32	2.14±0.04	3.03±0.04	3.96±0.02	4.62±0.10

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

კალციუმის ქლორიდის ოპტიმალური კონცენტრაციის ეფექტურობა მნიშვნელოვანია საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით, მაგრამ ჯიშებს შორის ეს ეფექტურობა ნაკლებადაა გამოხატული და ის მერყეობს 4.12-4.62 %-ის ფარგლებში (ცხრილი 11).

მასაში ბუნებრივი კლების შესწავლამ მაყვლის ფორმებში დაგვანახა, რომ მაყვლის კულტურულ ფორმაში ეს მაჩვენებელი ნაკლებია ველურ ფორმასთან შედარებით.

ცხრილი 12. კალციუმის იონის გავლენა მაყვლის ნაყოფების მასაში კლებაზე შენახვისას (t= 1-0°C; φ= 90-95 %). დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში.

მაყვლის კულტურა	დაუმუშავებელი			დამუშავებული			
	შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			
	4	6	8	4	8	12	14
კულტურული	1.04±0.01	1.85±0.11	2.93±0.03	0.42±0.01	1.23±0.03	1.97±0.02	2.84±0.13
ველური	1.41±0.05	2.52±0.27	4.95±0.20	1.12±0.03	2.06±0.01	2.96±0.14	4.21±0.10

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, დაუმუშავებელ ნაყოფებში შენახვიდან 8 დღის შემდეგ მასაში ბუნებრივი კლება კულტურულ ფორმაში შეადგენს 2.93 %, ხოლო ველურ ფორმაში 4.95 %, ანუ სხვაობა თითქმის 41.00 %-ია. ანალოგიური შედეგებია დამუშავებულ ნაყოფებში იმ განსხვავებით, რომ კალციუმის ქლორიდის გავლენით

მნიშვნელოვნად არის გახანგრძლივებული შენახვის პერიოდი და უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც ნაკლებია მასაში ბუნებრივი დანაკარგები (ცხრილი 12).

5.4.2 მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგები კენკროვანი კულტურების შენახვისას

ჩვენ მიერ გამოკვლეულია მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგები ნედლად შენახვის დროს. როგორც საკითხის შესწავლიდან ჩანს, კალციუმის ქლორიდით დამუშავებულ ნაყოფებში სამივე კულტურის შემთხვევაში მნიშვნელოვნად არის შემცირებული მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგები დაუმუშავებელთან შედარებით. ეს კანონზომიერება დაცულია როგორც კულტურებს შორის, ისე ცალკეული კულტურების ჯიშებს შორისაც. თუმცა ჯიშური თავისებურება გარკვეულწილად გავლენას ახდენს მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვის დროს. მაგალითად, მარწყვის შემთხვევაში, შენახვიდან 8 დღის შემდეგ საუკეთესო შედეგი მოგვცა ჯიშმა „კასანდრა“, როგორც დაუმუშავებელ, ისე დამუშავებულ ნაყოფებში. ამ კუთხით ნაკლებ შენახვისუნარიანია ჯიშები „კამაროსა“ და „ვიქტორია“ (ცხრილი 13).

ცხრილი 13. კალციუმის იონის გავლენა მარწყვის ნაყოფების მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვისას ($t= 1-0^{\circ}\text{C}$; $\phi= 90-95\%$). დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში.

მარწყვის კულტურა	დაუმუშავებელი			დამუშავებული			
	შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			
	4	6	8	4	8	12	14
წითელი ოცნება	2.10±0.10	2.56±0.12	3.20±0.14	0.95±0.02	1.23±0.05	2.00±0.10	2.90±0.14
კამაროსა	2.50±0.01	3.00±0.10	3.66±0.21	0.55±0.02	1.65±0.02	2.77±0.12	3.40±0.20
ვიქტორია	3.00±0.05	4.12±0.07	4.85±0.33	1.23±0.10	2.14±0.05	3.05±0.23	4.22±0.31
კასანდრა	1.00±0.01	2.10±0.02	2.88±0.10	0.55±0.02	1.03±0.01	1.76±0.10	2.00±0.10

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს \pm სტანდარტული გადახრა;

ანალოგიური შესწავლის საფუძველზე გამოვლენილია ჟოლოს შენახვისუნარიანი ჯიშები. კერძოდ: კარგი შენახვისუნარიანობით და შესაბამისად ნაკლები

მიკრობიოლოგიური დანაკარგებით გამოირჩევა ჯიში „ნოვა“. შენახვიდან 8 დღის შემდეგ დაუმუშავებელ ვარიანტში დანაკარგები შეადგენს 2.78 %, ხოლო დამუშავებულში 1.23 %. ყველაზე ცუდი შენახვისუნარიანობით გამოირჩევა ჯიში „ტულიმანი“, იმავე პერიოდისთვის დანაკარგები შეადგენს 3.95 % და 2.10 % შესაბამისად (ცხრილი 14).

ცხრილი 14. კალციუმის იონის გავლენა ჟოლოს ნაყოფების მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე შენახვისას ($t = 1-0^{\circ}\text{C}$; $\phi = 90-95\%$). დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში.

ჟოლოს კულტურა	დაუმუშავებელი			დამუშავებული			
	შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			
	4	6	8	4	8	12	14
ნოვა	0.89±0.03	1.42±0.13	2.78±0.14	0.72±0.17	1.23±0.17	2.00±0.14	2.45±0.25
კილარნეი	1.12±0.10	2.75±0.20	3.10±0.35	0.86±0.06	1.54±0.10	2.15±0.21	2.81±0.13
ტულიმანი	1.73±0.15	2.34±0.21	3.95±0.30	1.03±0.08	2.10±0.15	2.95±0.10	3.40±0.36

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

მაყვლის ფორმებიდან კარგი შენახვისუნარიანობით გამოირჩევა კულტურული ფორმა ველურ ფორმასთან შედარებით. შენახვიდან 8 დღის შემდეგ მიკრობიოლოგიურმა დანაკარგებმა შეადგინა დაუმუშავებელ ნაყოფებში 1.42 %, ხოლო დამუშავებულში 0.75 %. ველურ ფორმაში იგივე მაჩვენებლები შესაბამისად ტოლია 2.14 % და 0.97 %. როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, მაყვლის ორივე ფორმის ნაყოფებზე კალციუმის ქლორიდის დადებითი გავლენა აშკარაა, რაც იძლევა საფუძველს რეკომენდაცია გავუწიოთ მის გამოყენებას მაყვლის კულტურის ნედლად შენახვის დროს (ცხრილი 15).

ცხრილი 15. კალციუმის იონის გავლენა მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებზე მაცვლის ნაყოფებში (t= 1-0°C; φ= 90-95 %). დანაკარგები წარმოდგენილია საწყისი მასის %-ში

მაცვლის კულტურა	დაუმუშავებელი			დამუშავებული			
	შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			შენახვის ხანგრძლივობა (დღეები)			
	4	6	8	4	8	12	14
კულტურული	0.42±0.02	1.05±0.10	1.42±0.23	0.32±0.02	0.75±0.03	0.93±0.12	1.00±0.14
ველური	0.52±0.01	1.43±0.13	2.14±0.14	0.47±0.05	0.97±0.10	1.36±0.18	1.85±0.19

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

კენკროვანი კულტურების ნაყოფების შენახვისუნარიანობის შესწავლამ დაგვარწმუნა, რომ კალციუმის ქლორიდი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დანაკარგებზე შენახვის დროს და შენახვის ხანგრძლივობაზე.

მაშასადამე, ჩატარებული ექსპერიმენტებიდან და თეორიული კვლევებიდან ჩანს, რომ კალციუმის ქლორიდის ხსნარით კენკროვანი ხილის დამუშავება და შემდგომ შენახვა აუმჯობესებს ნაყოფების შენახვისუნარიანობას. დამუშავებულ ნაყოფებში შენელებულია რიგი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესები. ნაყოფების წინასწარი დამუშავება ამცირებს მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებს, ასევე მასაში კლებას. მნიშვნელოვნად ახანგრძლივებს შენახვის ვადებს. ხსნარის ოპტიმალური კონცენტრაცია არის 2%.

კენკროვანი კულტურების სხვადასხვა ჯიშებზე მიღებული შედეგები შეიძლება განვიხილოთ როგორც ზოგადი კანონზომიერება და შესაძლებელია განზოგადებული იქნეს სხვა კენკროვან კულტურებზეც.

6. კენკროვანი კულტურების შენახვა სწრაფი გაყინვის მეთოდით

ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ხილისა და ბოსტნეულის შენახვის საუკეთესო მეთოდია გაყინვით შენახვა. გაყინვის პროცესში შენელებულია ნაყოფში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესები, მიკროფლორის აქტივობა და ფერმენტული

რეაქციები (De Antos et al., 2006). ვიტამინი C წარმოადგენს ხარისხობრივი მაჩვენებლების ინდიკატორს და განსაზღვრავს გაყინული ხილისა და ბოსტნეულის მოხმარების დონეს (Fennema 1977; Ciannakouron et al., 2003). გაყინვით შენახვის დროს ვიტამინი C-ს რაოდენობრივი ცვლილება დამოკიდებულია შენახვის ტემპერატურასა და ხანგრძლივობაზე, ამასთან ვიტამინი C-ს კლებას იწვევს ფერმენტ ასკორბატოქსიდაზას აქტივობა (De Antos et al., 2006). გაყინვით შენახვის ტექნოლოგიაში, ჟანგვითი პროცესების შესამცირებლად, ფართოდ გამოიყენება შაქრის, ასკორბინის მჟავას, კალციუმის ქლორიდის, ლიმონის მჟავას, სუფრის მარილის და სხვა ხსნარით ნაყოფების დამუშავება.

სწრაფი გაყინვის ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ხილისა და ბოსტნეულის დაცვას მიკროორგანიზმებისგან, მცირდება ქიმიური რეაქციების სიჩქარე, ეს პროცესები მიმდინარეობს ისე, რომ პროდუქტს შენარჩუნებული აქვს გემური თვისებები. სწრაფი გაყინვის მეთოდის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ადგილი აქვს ნაყოფში არსებული წყლის სწრაფ დაკრისტალებას და უჯრედი ვერ ასწრებს გახლეჩვას, შესაბამისად ნარჩუნდება ნაყოფის კონსისტენცია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. თუმცა ჯიშურმა განსხვავებამ და ზრდის პირობებმა შესაძლებელია გარკვეული გავლენა იქონიოს გაყინვის ხარისხზე.

მეთოდის ნაკლოვანი მხარეა მთრიმლავი ნივთიერებებისა და ასკორბინის მჟავას ჟანგვითი პროცესები, რაც გავლენას ახდენს პროდუქციის ხარისხზე. პრობლემის გადაწყვეტის ერთ-ერთ ღონისძიებას წარმოადგენს ნაყოფების წინასწარი დამუშავება ანტიოქსიდანტით და შემდგომ გაყინვა. ფერმენტების მოქმედებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს ფერის გაუარესება და შემადგენელი ელემენტების დანაკარგი, რაც ამცირებს გაყინული პროდუქტის ხარისხს. გაყინვით შენახვის ტექნოლოგიაში ბლანშირება ყველაზე მეტად მიღებული პროცესია, რომლის დროსაც ცხელი წყლით ან ორთქლით მიმდინარეობს ნაყოფების დამუშავება ფერმენტების ინაქტივაციისათვის. თუმცა ეს მეთოდი მიღებულია ბოსტნეულისა და ზოგიერთი ხილის შენახვისას. კენკროვან კულტურებში მათი მორფოლოგიური აღნაგობის გამო ბლანშირება აუარესებს მათ

როგორც კვებით ისე საგემოვნო თვისებებს, ეს გამოიხატება მათ სტრუქტურულ რღვევასა და ვიტამინი C-ს დანაკარში.

ჟანგვითი პროცესების შესამცირებლად და სასაქონლო მაჩვენებლების მაქსიმალურად შენარჩუნების მიზნით ყველაზე ფართოდ შენახვის ტექნოლოგიაში გამოიყენება ასკორბინის მჟავათი დამუშავება.

6.1. ასკორბინის მჟავას გავლენა ნაყოფში მიმდინარე პროცესებზე

6.1.1. ასკორბინის მჟავათი დამუშავების გავლენა ნაყოფის ქიმიურ შედგენილობაზე

ჩვენ მიერ შესწავლილია ხმნ-ს, pH და ტიტრული მჟავიანობის ცვლილება გაყინულ ნიმუშებში. როგორც გამოკვლევებიდან ჩანს, მარწყვის ნაყოფებში ხმნ სწრაფი გაყინვის შედეგად საწყისთან შედარებით მცირდება, ეს ცვლილება უფრო მეტად არის გამოხატული საკონტროლო ვარიანტში, ვიდრე დამუშავებულ ნაყოფებში (ცხრილი 16).

ცხრილი 16. კენკროვანი კულტურების ნაყოფებში ხმნ-ს ცვლილება გაყინულ ნიმუშებში ვარიანტების მიხედვით (გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

ხმნ (%)				
კულტურა	ხსნარის კონცენტრაცია (%)	შენახვის წინ	შენახვიდან 3 თვის შემდეგ	შენახვიდან 6 თვის შემდეგ
მარწყვი „წითელი ოცნება“	0	8.55±0.15	7.42±0.43	7.05±0.13
	1		7.67±0.16 ^a	7.21±0.16 ^a
	2		7.73±0.32 ^b	7.27±0.52 ^b
ჟოლო „კილარნეი“	0	11.00±0.0	9.56±0.33	9.12±0.52
	1		9.87±0.35 ^a	9.27±0.18 ^a
	2		9.80±0.21 ^b	9.29±0.25 ^b
მაყვალი „კულტურული ფორმა“	0	12.50±0.50	10.90±0.10	10.26±0.13
	1		11.14±0.02 ^a	10.94±0.24 ^a
	2		11.15±0.04 ^b	10.91±0.16 ^b

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა; a, b- აღნიშნავს სტატისტიკურად საიმედო განსხვავებას საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (P<0.05);

როგორც ცხრილი 16 - დან ჩანს, დაუმუშავებელ ნაყოფებში გაყინვიდან 3 თვის შემდეგ ხმნ- ს შემცირებამ შეადგინა 13.21 %, მაშინ როცა იგივე პერიოდისთვის 1 % ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ნაყოფებში ეს მაჩვენებელი 10.29 %-ის ტოლია, ხოლო 2 %-იან ვარიანტში 9.56 %-ის. როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, განსხვავება ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ვარიანტებში უმნიშვნელოა, რასაც ვერ ვიტყვით დაუმუშავებელთან მიმართებაში. შენახვიდან 6 თვის შემდეგ ვარიანტებს შორის არსებული კანონზომიერება არ ირღვევა, მხოლოდ იმ განსხვავებით რომ დამუშავებულ და დაუმუშავებელ ნაყოფებს შორის სხვაობა უმნიშვნელოა.

ჟოლოს საცდელ ნაყოფებში გაყინვიდან 3 და 6 თვის შემდეგ გამოვლენილია ხმნ-ს ცვლილება როგორც დაუმუშავებელ ისე დამუშავებულ ვარიანტებში. ხმნ-ს შემცირება საწყისთან შედარებით დაუმუშავებელ ვარიანტში შენახვიდან 3 და 6 თვის შემდეგ შეადგენს 13.09 % და 17.09 % შესაბამისად. ხოლო 1 % ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ვარიანტში ეს მაჩვენებელი შეადგენს 10.27 % და 15.72 % შესაბამისად. როგორც მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, ასკორბინის მჟავას გავლენით შემცირებულია ხმნ-ს კლების პროცენტი. რაც შეეხება ასკორბინის მჟავას კონცენტრაციის ეფექტურობას, მათ შორის უმნიშვნელო განსხვავება ფიქსირდება (ცხრილი 16).

ანალოგიური კანონზომიერებაა მაყვლის შესწავლილ ჯიშში. ამ შემთხვევაშიც იკვეთება ასკორბინის მჟავას დადებითი ეფექტი ხმნ-ს შემცველობის თვალსაზრისით (ცხრილი 16).

ნაყოფების სწრაფი გაყინვა და ასკორბინის მჟავას ხსნარით დამუშავება გავლენას ახდენს ტიტრული მჟავიანობის მნიშვნელობაზეც. როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, გაყინვიდან 3 თვის შემდეგ მარწყვის როგორც დაუმუშავებელ, ისე დამუშავებულ ნაყოფებში შემცირებულია ტიტრული მჟავიანობა. შემცირება უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს საკონტროლო ვარიანტში და ის შეადგენს 11.11 %. ასკორბინის მჟავას გავლენით ტიტრული მჟავიანობის შემცირება საწყისთან შედარებით 1 %-იანი სხნარის შემთხვევაში შეადგენს 6.17 %, ხოლო 2 %-იანის 4.93 % (ცხრილი 17).

ცხრილი 17. კენკროვანი კულტურების გაყინულ ნაყოფებში ტიტრული მჟავიანობის ცვლილება (გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

ტიტრული მჟავიანობა (%)				
კულტურა	ხსნარის კონცენტრაცია (%)	შენახვის წინ	შენახვიდან 3 თვის შემდეგ	შენახვიდან 6 თვის შემდეგ
მარწყვი	0	0.81±0.02	0.72±0.05	0.67±0.01
	1		0.76±0.05 ^a	0.74±0.01 ^a
	2		0.77±0.03 ^b	0.75±0.02 ^b
ჟოლო	0	2.34±0.05	1.85±0.12	1.69±0.12
	1		1.89±0.10 ^a	1.74±0.10 ^a
	2		1.99±0.01 ^b	1.77±0.23 ^b
მაყვალი	0	1.00±0.05	0.61±0.02	0.61±0.02
	1		0.77±0.01 ^a	0.77±0.01 ^a
	2		0.80±0.05 ^b	0.80±0.05 ^b

მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა; a, b - აღნიშნავს სტატისტიკურად საიმედო განსხვავებას საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (P<0.05);

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, ასკორბინის მჟავას ეფექტი მნიშვნელოვანია. რაც შეეხება 6 თვის განმავლობაში ასკორბინის მჟავას გავლენას ტიტრული მჟავიანობის ცვლილებაზე, მარწყვის დაუმუშავებელ ნაყოფებში უფრო მეტად არის გამოხატული ვიდრე დამუშავებულში, ამასთან უნდა აღინიშნოს რომ, ხსნარის კონცენტრაცია ვერ ახდენს არსებით გავლენას (1 %-იანი 0.74 %, 2 %-იანი 0.75 %).

გამოკვლევებით დადგენილია ასკორბინის მჟავას დადებითი ეფექტი ჟოლოს შესწავლილ ვარიანტებში ტიტრული მჟავიანობის თვალსაზრისით. გაყინვიდან 3 და 6 თვის შემდეგ შემცირებულია ტიტრული მჟავიანობის მაჩვენებელი ყველა საცდელ ვარიანტში. ამასთან დაუმუშავებელი და დამუშავებული ვარიანტებში ეს მაჩვენებელი განსხვავდება ერთმანეთისგან. საკონტროლო ვარიანტში მკვეთრად არის გამოხატული კლება და ის შეადგენს 21.00 %-ს გაყინული სახით შენახვიდან 3 თვის შემდეგ. ხოლო 1 % და 2 % ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ვარიანტებში შემცირებულია კლების მაჩვენებელი და ტოლია 19.23 % და 14.95 % შესაბამისად. მიღებული შედეგებიდან ირკვევა 2 %-იანი ხსნარის დადებითი ეფექტი 1 %-იანთან შედარებით. შენახვიდან 6 თვის შემდეგ ყველა ვარიანტში ადგილი აქვს ტიტრული მჟავიანობის შემდგომ

შემცირებას, ეს ტენდენცია უფრო მკვეთრად გამოხატული დაუმუშავებელ ვარიანტში, ვიდრე დამუშავებულში. მაგ. ჟოლოს საკონტროლო ვარიანტში შენახვიდან 6 თვის შემდეგ შემცირება საწყისთან შედარებით შეადგენს 27.20 %, ხოლო 1 % და 2 % ხსნარით დამუშავებულში 25.64 % და 24.35 % შესაბამისად (ცხრილი 17).

ანალოგიური კანონზომიერებით მიმდინარეობს მაცვლის ორივე ფორმაში ტიტრული მჟავიანობის ცვლილება (ცხრილი 17).

ჩვენ მიერ შესწავლილია გაყინულ ნიმუშებში ასკორბინის მჟავას გავლენა pH-ის ცვლილებაზე. გამოკვლევებით გამოვლენილია, რომ საწყისთან შედარებით ფიქსირდება pH-ის შემცირება საკონტროლო ვარიანტში შენახვის მთელი პერიოდის განმავლობაში. ხსნარით დამუშავების გავლენა მკვეთრად ჩანს 2 %-იან ვარიანტებში, სადაც საწყისთან შედარებით მნიშვნელოვნად არის შემცირებული pH-ის მაჩვენებელი. მარწყვის შესწავლილ ვარიანტებში გაყინული სახით შენახვიდან 3 თვის შემდეგ pH-ის მაჩვენებელი საწყისთან შედარებით შემცირებულია 9.71 %-ით, ხოლო 6 თვის შემდეგ 19.14 %-ით. რაც შეეხება დამუშავებულ ვარიანტებს, კონცენტრაციებს შორის უმნიშვნელოა განსხვავება, თუმცა შედარებით მაღალი შემცირების მაჩვენებელი ფიქსირდება 2 %-იანი ხსნარით დამუშავების დროს, შენახვიდან 3 თვის შემდეგ შემცირება შეადგენს 19.44 %, ხოლო 6 თვის შემდეგ 27.71 % (ცხრილი 18).

ცხრილი 18. კენკროვანი კულტურების გაყინულ ნაყოფებში pH –ის ცვლილება (გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

pH				
კულტურა	ხსნარის კონცენტრაცია (%)	შენახვის წინ	შენახვიდან 3 თვის შემდეგ	შენახვიდან 6 თვის შემდეგ
მარწყვი	0	3.50±0.02	3.16±0.10	2.83±0.18
	1		2.95±0.23 ^a	2.71±0.11 ^a
	2		2.82±0.17 ^b	2.53±0.12 ^b
ჟოლო	0	2.45±0.01	2.07±0.12	1.83±0.20
	1		1.95±0.18 ^a	1.71±0.31 ^a
	2		1.72±0.19 ^b	1.62±0.13 ^b
მაცვალი	0	3.70±0.02	3.24±0.13	3.04±0.13
	1		3.05±0.07 ^a	2.95±0.07 ^a
	2		3.00±0.11 ^b	2.87±0.11 ^b

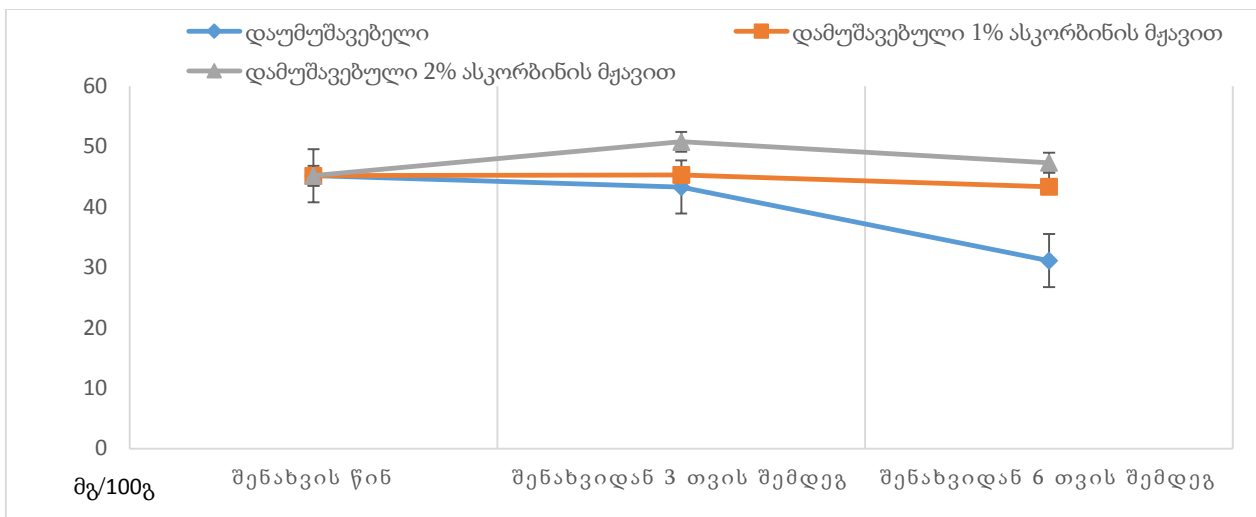
მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა; a, b- აღნიშნავს სტატისტიკურად საიმედო განსხვავებას საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (P<0.05);

ანალოგიური კანონზომიერება ფიქსირდება ჟოლოს და მაცვლის შესწავლილ ვარიანტებში შენახვის მთელი პერიოდის განმავლობაში (ცხრილი 18).

მონაცემების დამუშავებამ ANOVA ანალიზით აჩვენა, რომ ქიმიურ მაჩვენებლებში გაყინვიდან 3 და 6 თვის შემდეგ ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ჯგუფებში ნაპოვნია სტატისტიკურად საიმედო განსხვავება საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით ცალკეული კულტურის შემთხვევაში.

6.1.2. ასკორბინის მჟავათი დამუშავების გავლენა კენკროვანი კულტურების ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე

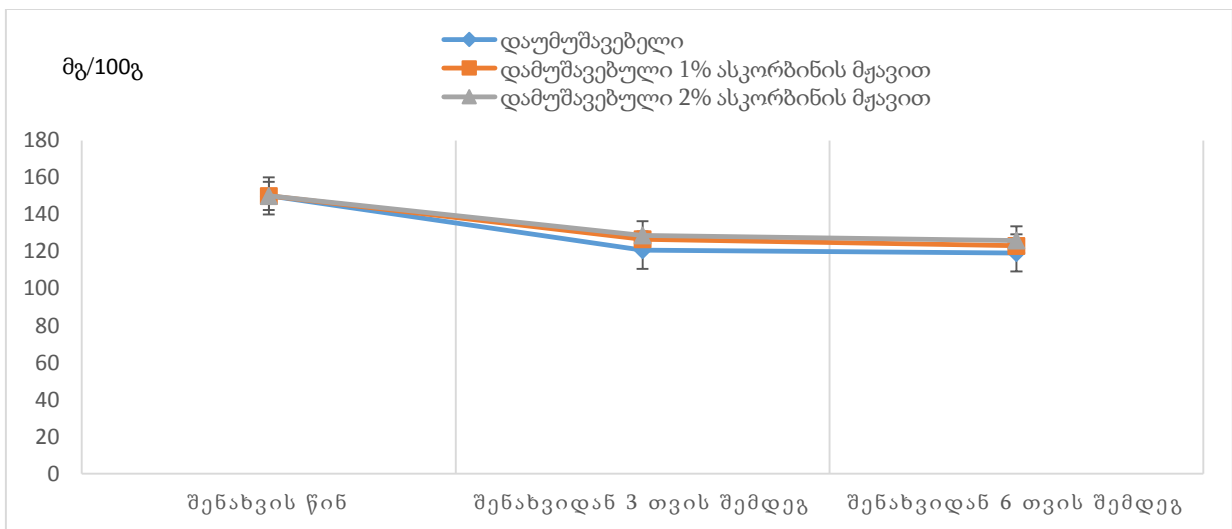
ჩვენ მიერ შესწავლილია გაყინულ ნიმუშებში ვიტამინი C-ს, ანტიოქსიდანტური აქტივობის და ჯამური პოლიფენოლების რაოდენობრივი ცვლილება. გამოვლენილია ასკორბინის მჟავათი დამუშავების ეფექტი ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ გაყინვით შენახვიდან 3 და 6 თვის შემდეგ ადგილი აქვს ბიოქიმიურ ნივთიერებათა ცვლილებას. ასკორბინის მჟავათი დამუშავება საგრძნობ დადებით ეფექტს იძლევა ვიტამინი C-ს შემცველობაზე. მარწყვის დაუმუშავებელ ვარიანტში გაყინული სახით შენახვიდან 3 თვის შემდეგ ვიტამინი C-ს კლებამ შეადგინა 4.10 % საწყისთან შედარებით, ხოლო 6 თვის შემდეგ კლება ინტენსიურად მიმდინარეობდა და შეადგინა 31.10 %. რაც შეეხება დამუშავებულ ნაყოფებს, გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ 3 თვის შემდეგ 2 % ხსნარით დამუშავებულ ნაყოფებში ვიტამინი C-ს შემცველობამ მოიმატა 11.01 %-ით, 6 თვის შემდეგ კი 4.54 %-ით საწყისთან შედარებით. როგორც გამოკვლევებიდან ჩანს, კონცენრაციებს შორისაც ფიქსირდება განსხვავება (გრაფიკი 13).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს \pm სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 13. ვიტამინი C-ს ცვლილება მარწყვის გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „წითელი ოცნება“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)

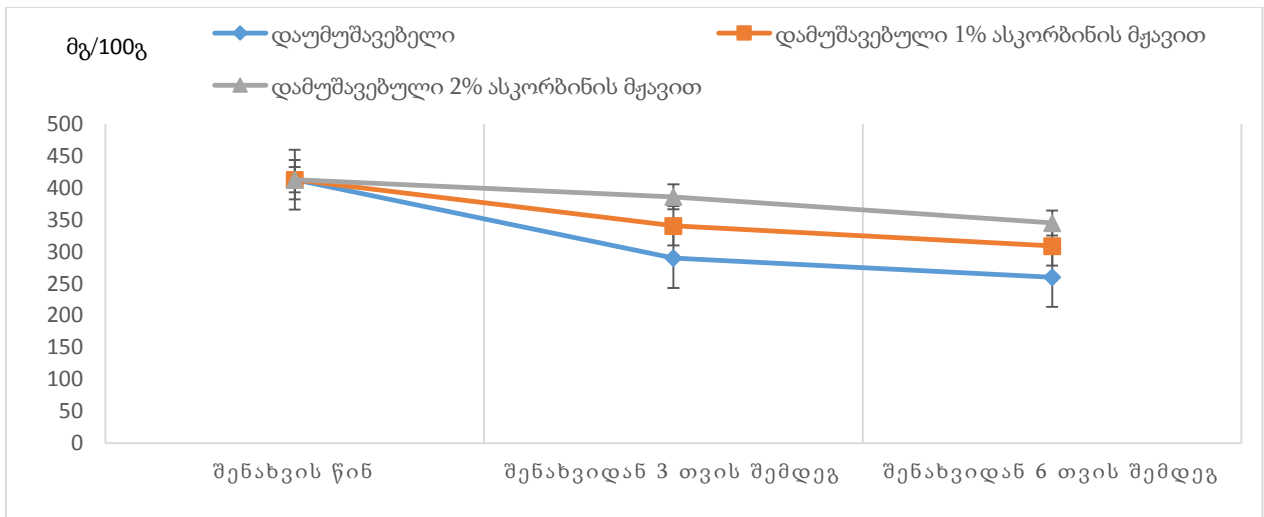
გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მცირდება ჯამური პოლიფენოლების რაოდენობა გაყინვით შენახულ მარწყვის ნაყოფებში, როგორც დამუშავებულ, ისე დამუშავებულ ვარიანტებში. გამოვლენილია, რომ დამუშავებულ ნაყოფებში გაყინვიდან 3 თვის შემდეგ საწყისთან შედარებით ჯამური პოლიფენოლების შემცველობა მცირდება 20 %-ით საწყისთან შედარებით. ეს ცვლილება მკვეთრად არის შემცირებული ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ნაყოფებში. შენახვიდან 3 თვის შემდეგ 1 % და 2 % ხსნარით დამუშავებულ ნაყოფებში ჯამური პოლიფენოლების შემცირების მაჩვენებელი შეადგენს 15.59 % და 14.21 % შესაბამისად. როგორც ჩანს, კონცენტრაციებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა. შენახვიდან 6 თვის შემდეგ შენარჩუნებულია ანალოგიური კანონზომიერება ნაკლები ინტენსივობით (გრაფიკი 14).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 14. ჯამური პოლიფენოლების ცვლილება მარწყვის გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „წითელი ოცნება“, გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

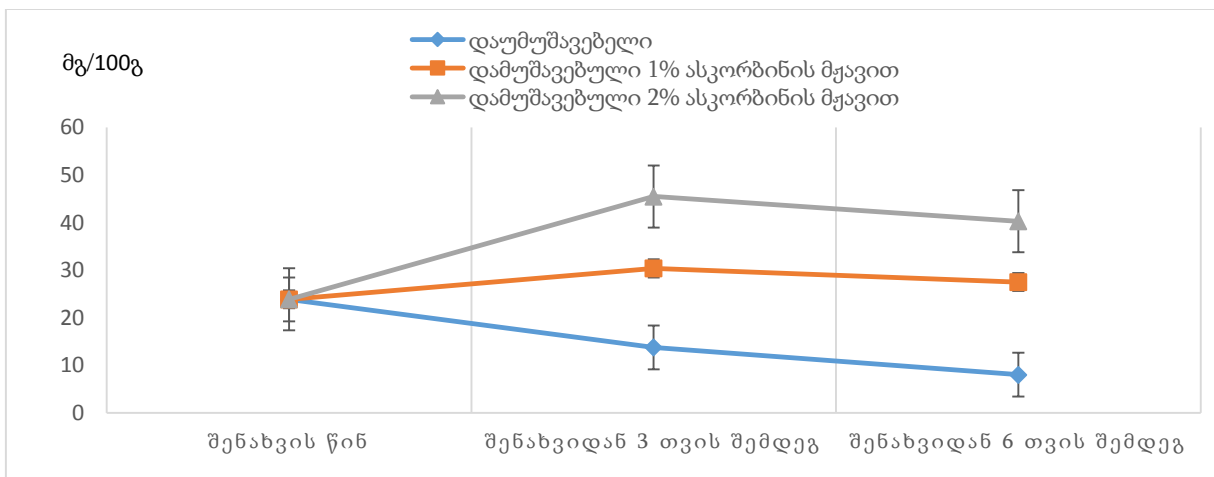
შესწავლილია ასკორბინის მჟავათი დამუშავების გავლენა ნაყოფების ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე. კვლევამ დაგვანახა, რომ დამუშავებულ ნაყოფებში მნიშვნელოვნად არის შენარჩუნებული ეს მაჩვენებელი დაუმუშავებულთან შედარებით. მარწყვის საკონტროლო ვარიანტში გაყინული სახით შენახვიდან 3 თვის შემდეგ ანტიოქსიდანტური აქტივობა შემცირებულია 29.80 %, ხოლო 6 თვის შემდეგ 37.04 %. რაც შეეხება დამუშავებულ ნაყოფებს, გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ 1% ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ნაყოფებში შენახვიდან 3 თვის შემდეგ ანტიოქსიდანტური აქტივობის კლების მაჩვენებელი შემცირებულია და შეადგენს 17.49 %, ხოლო 2 % ხსნარით დამუშავების შემთხვევაში კი 6.56 %. ასკორბინის მჟავას შედარებით მაღალმა კონცენტრაციამ მნიშვნელოვნად შეანარჩუნა ანტიოქსიდანტური აქტივობა. ეს კანონზომიერება დაცულია შენახვიდან 6 თვის შემდეგაც (გრაფიკი 15).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს \pm სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 15. ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილება მარწყვის გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „წითელი ოცნება“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)

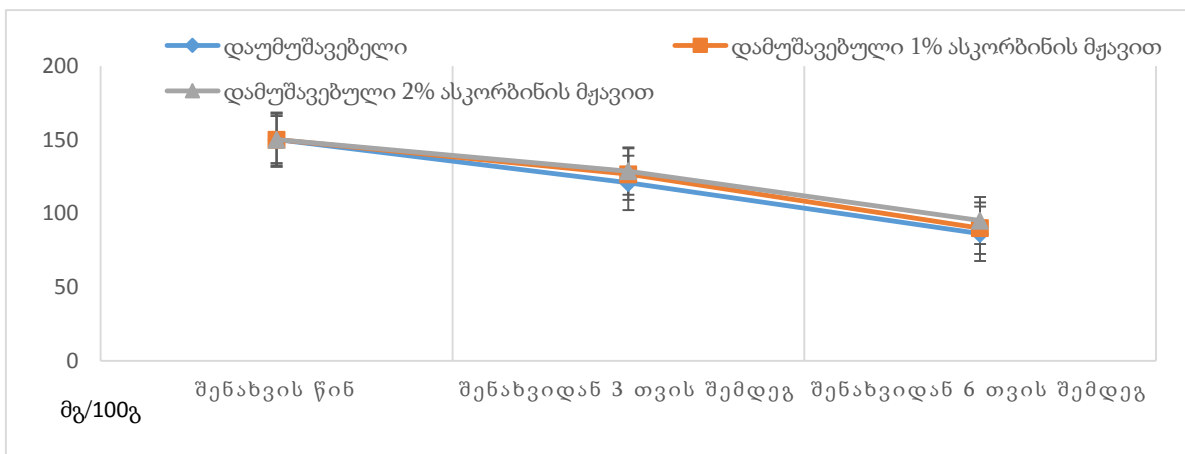
ჩვენ მიერ შესწავლილია ასკორბინის მჟავას გავლენა ჟოლოს ნაყოფებზე. ვიტამინი C-ს შემცველობა ჟოლოს დამუშავებულ ნაყოფებში საწყისთან შედარებით შემცირდა 42.30 %-ით გაყინული სახით შენახვიდან 3 თვის შემდეგ. ეს მაჩვენებელი საგრძნობლად დიდი იყო შენახვიდან 6 თვის შემდეგ და შეადგინა 66.27 %. დამუშავებულ ნაყოფებში იკვეთება ასკორბინის მჟავას ეფექტი, რაც ვიტამინი C-ს რაოდენობრივი მატებით არის გამოხატული. შენახვიდან 3 თვის შემდეგ ვიტამინი C-ს მატებამ 1 % ხსნარით დამუშავების შემთხვევაში შეადგინა 21.45 %, ხოლო 2%-იანით დამუშავებულში 47.56 %. როგორც შედეგებიდან ჩანს, კონცენტრაციებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება ფიქსირდება 2 %-იანი ხსნარის დამუშავების შემთხვევაში 2-ჯერ არის გაზრდილი ვიტამინი C-ს რაოდენობა. ასკორბინის მჟავას დადებითი ეფექტი ისახება შენახვიდან 6 თვის შემდეგ იმ განსხვავებით, რომ ვიტამინი C-ს მატების პროცენტი შედარებით ნაკლებია (გრაფიკი 16).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 16. ვიტამინი C-ს ცვლილება ჟოლოს გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „კილარნე“, გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

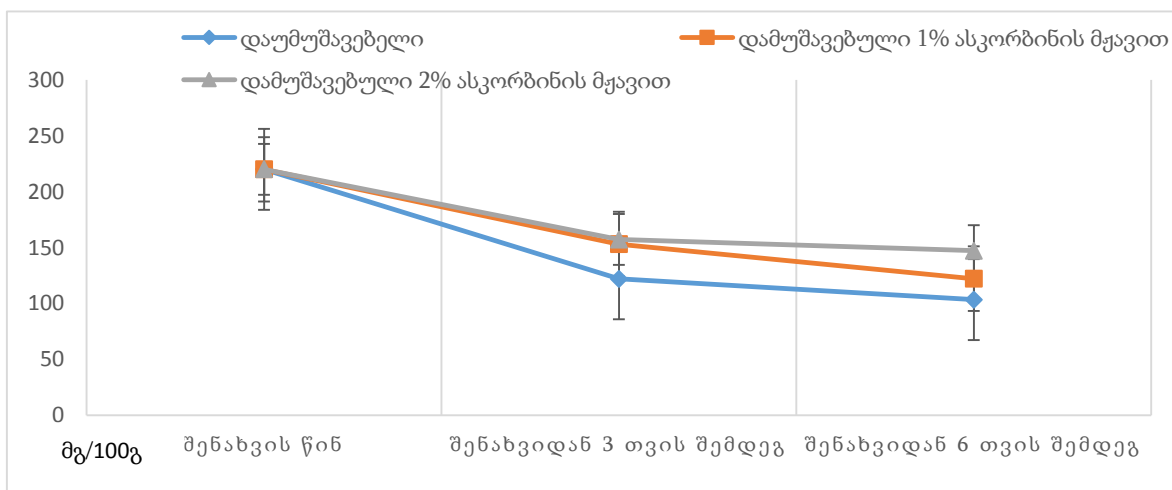
გამოვლენილია ჯამური პოლიფენოლების ცვლილება ჟოლოს ნაყოფებში გაყინული სახით შენახვიდან 3 და 6 თვის შემდეგ. შესწავლის შედეგებმა დაგვანახა, რომ ეს მაჩვენებელი დამუშავებულ ნაყოფებში შედარებით ნაკლები ინტენსივობით მცირდება, ვიდრე დაუმუშავებელში (გრაფიკი 17).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 17. ჯამური პოლიფენოლების ცვლილება ჟოლოს გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „კილარნე“, გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

გამოკვლეულია ასკორბინის მჟავას გავლენა ჟოლოს ნაყოფების ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე გაყინული სახით შენახვიდან 3 და 6 თვის შემდეგ. კვლევამ აჩვენა, რომ დაუმუშავებელ ნაყოფებში ანტიოქსიდანტური აქტივობის შემცირების მაჩვენებელი საწყისთან შედარებით 3 თვის შემდეგ შეადგენს 44.54 %, ხოლო 6 თვის შემდეგ 53.18 %. რაც შეეხება 1 % და 2 % ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ნაყოფებს, მნიშვნელოვნად არის შემცირებული კლების მაჩვენებელი და შეადგენს 30.37 % და 28.53 % შესაბამისად. როგორც ჩანს, კონცენტრაციების სხვაობით გამოწვეული ეფექტი უმნიშვნელოა. ეს კანონზომიერება ვრცელდება შემდეგი 3 თვის განმავლობაშიც (გრაფიკი 18).

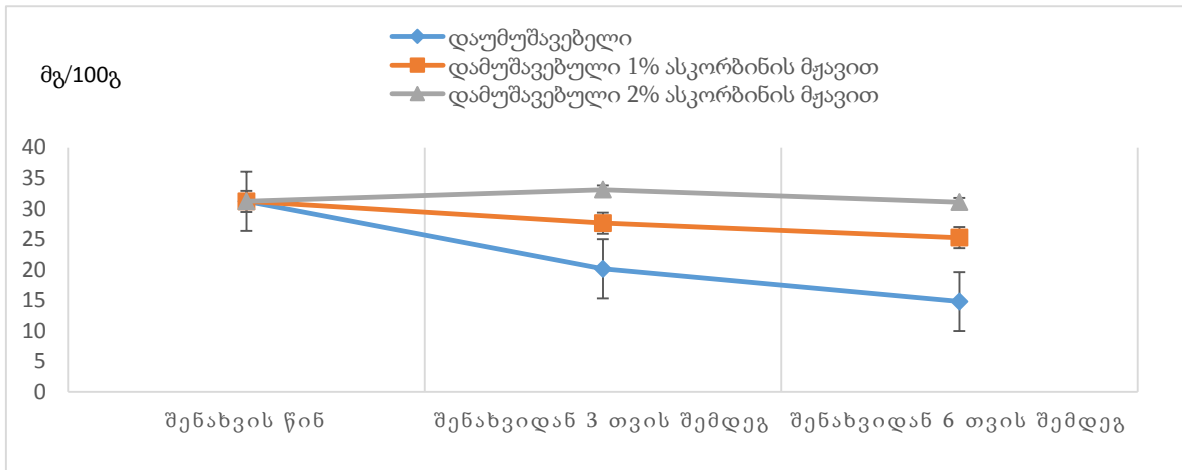


მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს \pm სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 18. ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილება ჟოლოს გაყინულ ნაყოფებში (ჯიში „კილარნი“, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)

შესწავლილია ასკორბინის მჟავათი დამუშავების გავლენა მაცვლის ორივე ფორმაზე გაყინული სახით შენახვის შემდეგ. როგორც შედეგებიდან ჩანს, გამოვლენილია ვიტამინი C-ს რაოდენობრივი ცვლილება როგორც დაუმუშავებელ, ისე დამუშავებულ ნაყოფებში. შენახვიდან 3 და 6 თვის შემდეგ დაუმუშავებელ ნაყოფებში მკვეთრად მცირდება ვიტამინი C-ს შემცველობა და ის შეადგენს 35.44 % და 52.62 % შესაბამისად. რაც შეეხება დამუშავებულ ნაყოფებს, 1 %-იანი ხსნარით დამუშავების შემთხვევაში უმნიშვნელო კლება ფიქსირდება შენახვის მთელი პერიოდის

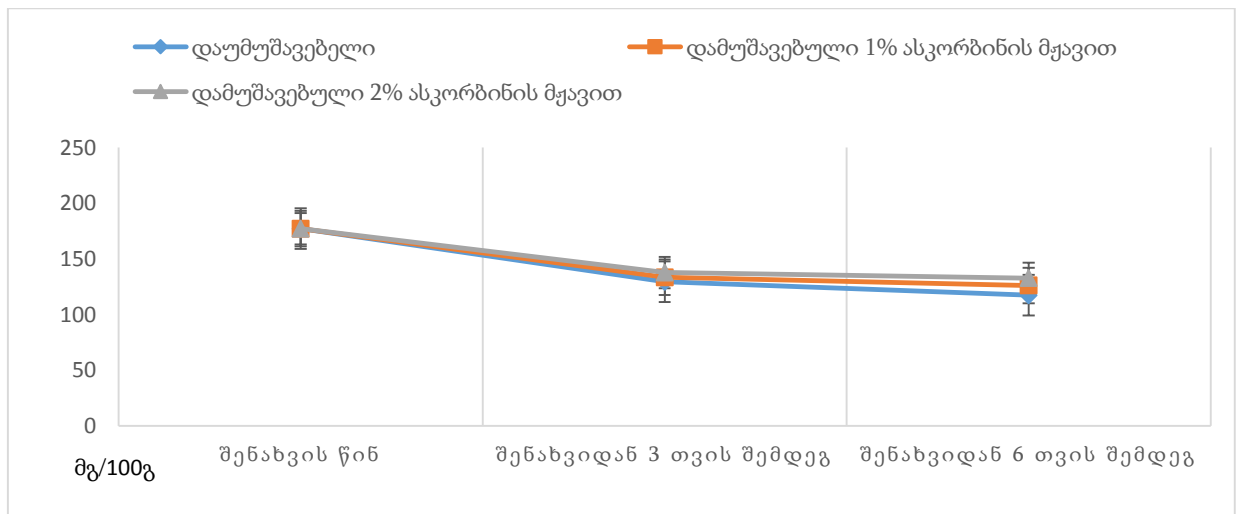
განმავლობაში, ხოლო 2 %-იანი ხსნარით დამუშავების დროს ადგილი აქვს ვიტამინი C-ს მატებას 5.79 %-ით შენახვიდან 3 თვის შემდეგ (გრაფიკი 19).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს \pm სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 19. ვიტამინი C-ს ცვლილება მაცივლის გაყინულ ნაყოფებში (კულტურული ფორმა, გაყინული -40°C ; შენახული $-18-20^{\circ}\text{C}$)

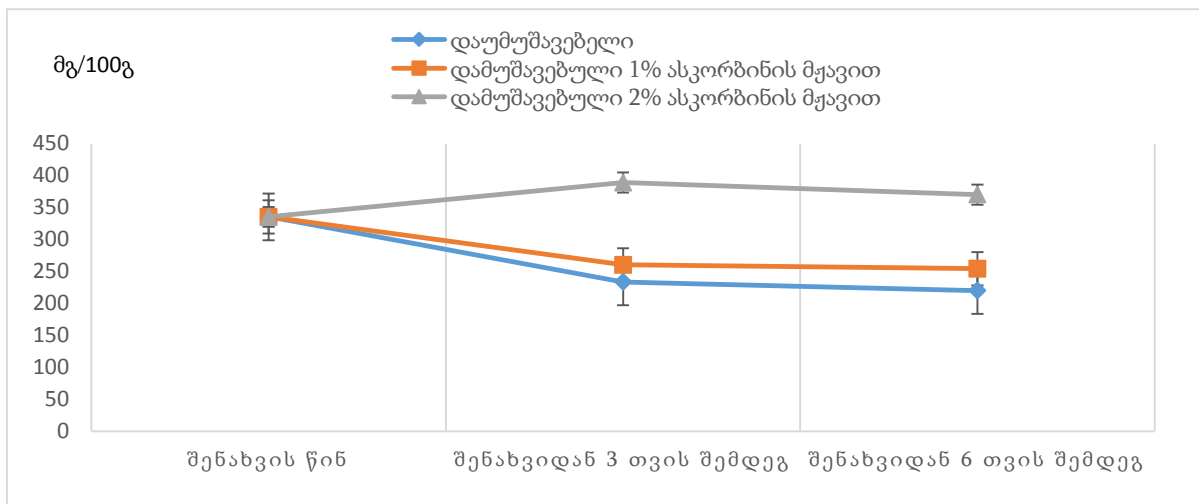
მაცივლის შესწავლილ ვარიანტებში შენახვის მთელი პერიოდის განმავლობაში ადგილი აქვს ჯამური პოლიფენოლების შემცირებას როგორც დაუმუშავებელ, ისე დამუშავებულ ვარიანტებში. როგორც გრაფიკი 20-დან ჩანს, ვარიანტებს შორის განხვავება უმნიშვნელოა, თუმცა დამუშავებულ ნაყოფებში კლების ინტენსივობა შედარებით დაბალია შენახვის დროს (გრაფიკი 20).



მონაცემები წარმოადგენს სამჯერადი გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს \pm სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 20. ჯამური პოლიფენოლების ცვლილება მაცვლის გაყინულ ნაყოფებში (კულტურული ფორმა, გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

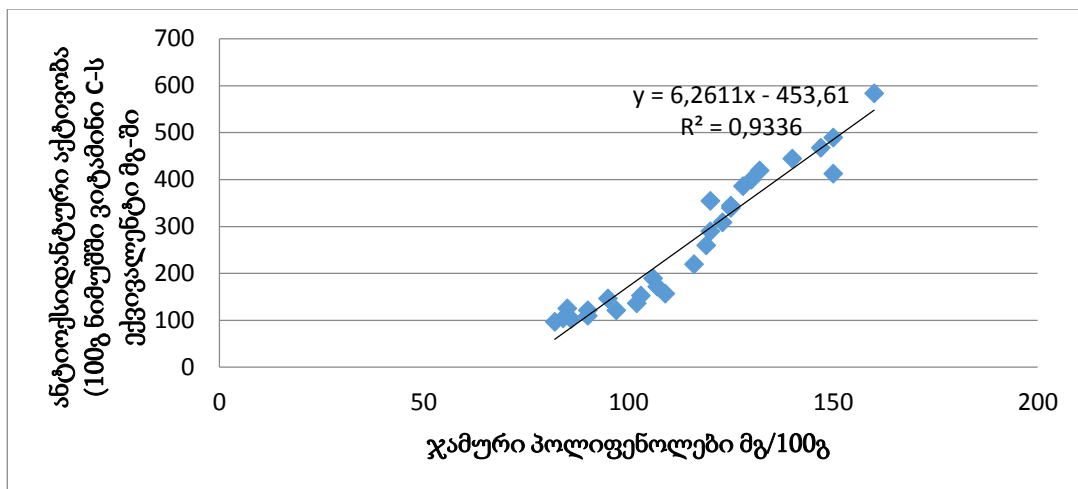
ჩვენ მიერ შესწავლილია ასკორბინის მჟავას გავლენა ანტიოქსიდანტურ აქტივობაზე მაცვლის კულტურაში. კვლევამ დაგვანახა, რომ საკონტროლო ვარიანტში ანტიოქსიდანტური აქტივობა მცირდება შენახვიდან 3 თვის შემდეგ (30.36 %), ეს მაჩვენებელი კიდევ უფრო მეტად არის გამოხატული შენახვიდან 6 თვის შემდეგ და შეადგენს 34.30%-ს. ამავე დროს, კონცენტრაციებს შორის ფიქსირდება მნიშვნელოვანი განსხვავება. შენახვის ბოლოს 1 % ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ნაყოფებში ანტიოქსიდანტური აქტივობა შემცირებულია 13.82 %-ით, მაშინ როცა 2% ხსნარით დამუშავებისას პირიქით, ანტიოქსიდანტური აქტივობა იზრდება 10.00 %-ით. შედეგები ასახულია გრაფიკზე (გრაფიკი 21).



მონაცემები წარმოადგენს საშუალოდ გაზომვის საშუალო არითმეტიკულს ± სტანდარტული გადახრა;

გრაფიკი 21. ანტიოქსიდანტური აქტივობის ცვლილება მაცვლის გაყინულ ნაყოფებში (კულტურული ფორმა, გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

გრაფიკი 22-ში ნაჩვენებია ანტიოქსიდანტური აქტივობის კორელაცია ნაყოფში პოლიფენოლების შემცველობასთან ($R^2 = 0.93$)



გრაფიკი 22. კორელაცია ანტიოქსიდანტურ აქტივობასა და ჯამურ პოლიფენოლებს შორის კენკროვანი კულტურების ნიმუშებში (გაყინული -40°C; შენახული -18-20°C)

მიღებული მონაცემების დამუშავებამ ANOVA ანალიზით აჩვენა, რომ მარწყვის ჯიშში „წითელ ოცნება“ გაყინული სახით შენახვიდან 3 თვის შემდეგ ჯამური პოლიფენოლების მაჩვენებელში არ არის სტატისტიკურად საიმედო განსხვავება 1 % და 2 % ასკორბინის მჟავათი დამუშავებულ ჯგუფებსა და საკონტროლო ჯგუფს შორის. სხვა დანარჩენ შესწავლილ ჯიშებში ჯამური პოლიფენოლების, ვიტამინი C და ანტიოქსიდანტური აქტივობის მაჩვენებლებში დამუშავებულ და დაუმუშავებელ ჯგუფებს შორის სტატისტიკურად საიმედო განსხვავებაა.

გაყინული სახით შენახვიდან 6 თვის შემდეგ დაუმუშავებელ და დამუშავებულ ჯგუფებს შორის სტატისტიკურად საიმედო განსხვავება ნაპოვნია ყველა შესწავლილ ნიმუშში ვიტამინი C და ანტიოქსიდანტური აქტივობის თვალსაზრისით. ხოლო ჯამური პოლიფენოლების მაჩვენებლების შემთხვევაში კი არ იყო ნაპოვნი სტატისტიკურად საიმედო განსხვავება ჯგუფებს შორის.

6.1.3. გაყინვით შენახვის გავლენა კენკროვანი ხილის მიკროფლორაზე

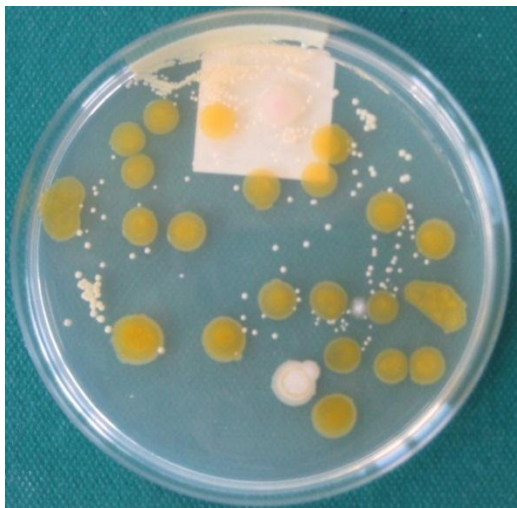
როგორც ცნობილია ხილი მდიდარია ნახშირწყლებით და ორგანული მჟავებით. ხილზე ძირითადად ვითარდება საფუვრები და ობის სოკოები. ზოგიერთი სოკო ნაყოფებზე ვითარდება ბუნებრივ პირობებში, როგორც სხვადასხვა დაავადების გამომწვევეები. მრავალი სოკო ნაყოფებს აზიანებს მხოლოდ შენახვის დროს (Kikoku et al., 2008) გადამწიფებული და მექანიკურად დაზიანებული ნაყოფები შეიცავენ დიდი რაოდენობით საფუვრებს და ობის სოკოებს (Barth et al., 2009). ხილის მიკროფლორა მხოლოდ ამ ჯგუფის მიკროორგანიზმებით არ შემოიფარგლება. ხილს, განსაკუთრებით კენკროვნებს, კონტაქტი აქვს ნიადაგთან, რომელიც უხვად არის დასახლებული ბაქტერიებით, ხილზე ილექება ჰაერიდან მტვერი, ამიტომ მაღალხარისხიანი ნაყოფებიც კი, რომელთაც მექანიკური დაზიანება არ გააჩნიათ, გარდა საფუვრებისა და ობის სოკოებისა, შეიცავენ დიდი რაოდენობით სხვადასხვა არასპოროვან, აერობულ და ანაერობულ სპორაწარმომქმნელ ბაქტერიებს (Roberts 2005).

ჩვენ მიერ ჩატარებულმა მიკრობიოლოგიურმა გამოკვლევებმა მარწყვის საწყის ნიმუშებში აჩვენა, რომ განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით მაფანმ და საფუვრები გამოვლინდა მარწყვის ჯიშში „ვიქტორია“: 14×10^5 კწე/გ და 15×10^5 კწე/გ შესაბამისად (სურათი 3-4). მაფანმ ყველაზე ნაკლები რაოდენობით აღმოჩნდა ჯიშში „კამაროსაში“ (48×10^4), ხოლო საფუვრები ჯიშში „წითელი ოცნება“ 58×10^4 კწე/გ. ობის სოკოები მარწყვის არც ერთ ჯიშში არ გამოვლენილა (ცხრილი 19). მარწყვის ყველა შესწავლილ ჯიშში აღმოჩნდა ნაწლავის ჩხირის ბაქტერია *E.coli*.

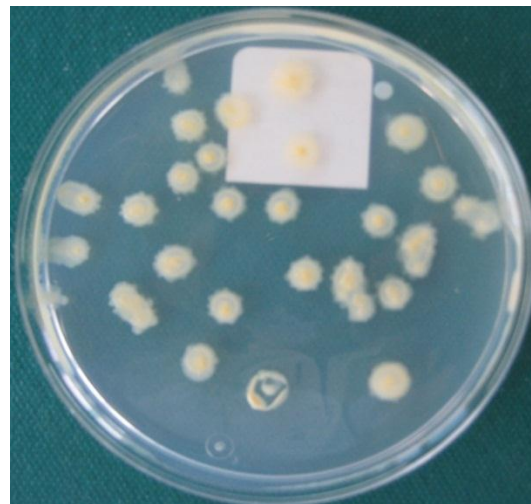
ცხრილი 19. მარწყვის ნაყოფების მიკროფლორა გაყინვის წინ

N	ნიმუშები	მიკროორგანიზმების რაოდენობა, კწე/გ		
		მაფანმ	საფუვრები	ობის სოკოები
1	წითელი ოცნება	76×10^4	58×10^4	0
2	კამაროსა	48×10^4	62×10^4	0

3	ვიეტორია	14×10^5	15×10^5	0
4	კასანდრა	12×10^5	88×10^4	0



სურათი 3. მარწყვი „ვიეტორია“ მაფანმ



სურათი 4. მარწყვი „ვიეტორია“ საფუვრები

ასევე შესწავლილია ჟოლოს ჯიშების საწყისი ნიმუშების მიკროფლორა. გამოვლენილია, რომ მაფანმ ყველაზე დიდი რაოდენობით აღმოჩნდა ჯიშში „ნოვა“ (4×10^4 კწე/გ), შემდეგ მოდის ჯიში „კილარნეი“ (34×10^3 კწე/გ), ბოლოს კი ჯიში „ტულეიმანი“ (11×10^3 კწე/გ), შესწავლილი ჯიშებიდან არც ერთში არ გამოვლინდა საფუვრები და ნაწლავის ჩხირის ბაქტერიები. გამოვლენილია ობის სოკოები, რომლის რაოდენობრივი შემცველობითაც უმნიშვნელო განსხვავება ფიქსირდება ჯიშებს შორის (ცხრილი 20).

ცხრილი 20. ჟოლოს ნაყოფების მიკროფლორა გაყინვის წინ

N	ჯიშები	მიკროორგანიზმების რაოდენობა, კწე/გ		
		მაფანმ	საფუვრები	ობის სოკოები
1	ნოვა	4×10^4	0	12×10^2
2	კილარნეი	34×10^3	0	18×10^2
3	ტულეიმანი	11×10^3	0	14×10^2

ანალოგიური სახის გამოკვლევები ჩატარდა მაცვლის როგორც კულტურულ, ისე ველურ ფორმებზე. მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა, რომ მაცვლის ორივე ფორმაში

გამოვლინდა საფუვრების მცირე რაოდენობა, ფორმებს შორის განსხვავება კი უმნიშვნელოა და შეადგენს კულტურულ ფორმაში 35.0 კწე/გ და ველურში 40.0 კწე/გ შესაბამისად. გამოვლენილია რომ მაფანმ-ს და ობის სოკოების შედარებით ცოტა რაოდენობაა მაყვლის კულტურულ ფორმაში, ვიდრე ველურში (ცხრილი 21, სურათი 5-6).

ცხრილი 21. მაყვლის ნაყოფების მიკროფლორა გაყინვის წინ

N	ჯიშები	მიკროორგანიზმების რაოდენობა, კწე/გ		
		მაფანმ	საფუვრები	ობის სოკოები
1	მაყვალი კულტ. ფორმა	26×10^3	35.0	4×10^2
2	მაყვალი ველური ფორმა	30×10^3	40.0	7×10^3



სურათი 5. მაყვალი- კულტ. ფორმა ობის სოკოები



სურათი 6. მაყვალი-ველ. ფორმა ობის სოკოები

შესწავლილ იქნა კენკროვანი ხილის მიკროფლორა სწრაფი გაყინვიდან 3 თვის შემდეგ. გაყინული კენკრის მიკროფლორა დამოკიდებულია მათ ქიმიურ შედგენილობაზე, დამუშავების მეთოდებზე, გაყინვისა და შენახვის ტემპერატურაზე. ხილის სწრაფი გაყინვის დროს მიკროორგანიზმების რაოდენობა მცირდება, თუმცა დადგენილია, რომ ზოგიერთი ბაქტერია სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებს -20°C -დან -45°C -მდე ტემპერატურის დროს. ამასთან გაყინულ პროდუქტზე არ აღინიშნება

პათოგენური მიკროორგანიზმების განვითარება. გაყინვა სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმებზე სხვადასხვაგვარ გავლენას ახდენს. დაბალი ტემპერატურისადმი უფრო მეტად მდგრადები ობის სოკოები და საფუვრებია, ხოლო შედარებით მგრძობიარე კი ბაქტერიები. მაგრამ ყველა მიკროორგანიზმის სრული განადგურება ნაყოფების გაყინვისას პრაქტიკულად არ ხდება. დადგენილია, რომ ხილის შენახვისას ეპიფიტური მიკროფლორის განვითარების დათრგუნვისათვის გაყინვის ტემპერატურა უნდა იყოს არა ნაკლებს -18°C (Roberts 2005).

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ სწრაფი გაყინვის შემდეგ მნიშვნელოვნად მცირდება მიკროორგანიზმების რაოდენობა. მარწყვის შესწავლილი ჯიშებიდან ნაწლავის ჩხირის ბაქტერია *E.coli* გაყინვიდან 3 თვის შემდეგ გამოვლინდა ჯიშში „წითელი ოცნება“, ხოლო ჯიშში „კამაროსა“ გამოვლინდა *Staphilococcus epidermidis* (2×10^2 კწე/გ).

მარწყვის ჯიშებში ობის სოკოების და სტაფილოკოკების არსებობა არ დაფიქსირებულა, ხოლო საფუვრები დაფიქსირდა ჯიშში „კამაროსა“ (8×10^2 კწე/გ) და „კასანდრა“ (2×10^2 კწე/გ). მაფანმ რაოდენობა მნიშვნელოვნად იყო შემცირებული მარწყვის ყველა ჯიშში (ცხრილი 22.).

ცხრილი 22. გაყინვის გავლენა მიკროფლორაზე მარწყვის ნაყოფებში

№	მარწყვი	მიკროორგანიზმების რაოდენობა კწე/გ		
		მაფანმ	საფუვრები	ობის სოკოები
1	წითელი ოცნება	8×10^2	0	0
2	კამაროსა	48×10^2	8×10^2	0
3	ვიქტორია	71×10^3	0	0
4	კასანდრა	6×10^2	2×10^2	0

ჟოლოს შესწავლილი ჯიშებში გაყინვიდან 3 თვის შემდეგ არ გამოვლინდა ნაწლავის ჩხირის ბაქტერიები და საფუვრები. უმნიშვნელო რაოდენობით დაფიქსირდა ობის სოკოები, რის მიხედვითაც ჯიშები თითქმის არ განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისგან. მაფანმ მიკროორგანიზმებიდან ყველაზე ნაკლები რაოდენობა გამოვლინდა ჯიშში „ნოვა“ (ცხრილი 23). ობის სოკოები უმნიშვნელო რაოდენობით დაფიქსირდა ჟოლოს სამივე ჯიშში (სურათი 7-8).

ცხრილი 23. გაყინვის გავლენა მიკროფლორაზე ჟოლოს ნაყოფებში

№	ჟოლო	მიკროორგანიზმების რაოდენობა კწე/გ		
		მაფანმ	საფუვრები	ობის სოკოები
1	ნოვა	40	0	40
2	კილარნეი	1.1×10^2	0	50
3	ტულიმანი	3×10^2	0	30



სურათი 7. ჟოლო- „ნოვა“ ობის სოკოები



სურათი 8. ჟოლო - „კილარნეი“ ობის სოკოები

გამოვლენილია მიკროორგანიზმების მიკროფლორა გაყინული სახით შენახვიდან 3 თვის შემდეგ მაყვლის ორივე ფორმაში. ნაწლავის ჩხირის ბაქტერიები მაყვლის ფორმებში არ დაფიქსირებულა. საფუვრები, ობის სოკოები და მაფანმ მიკროორგანიზმები გამოვლინდა უმნიშვნელო რაოდენობით, ამასთან მაყვლის ველურ ფორმაში უკეთესი შედეგი იყო ამ მხრივ (ცხრილი 24).

ცხრილი 24. გაყინვის გავლენა მიკროფლორაზე მაყვლის ნაყოფებში

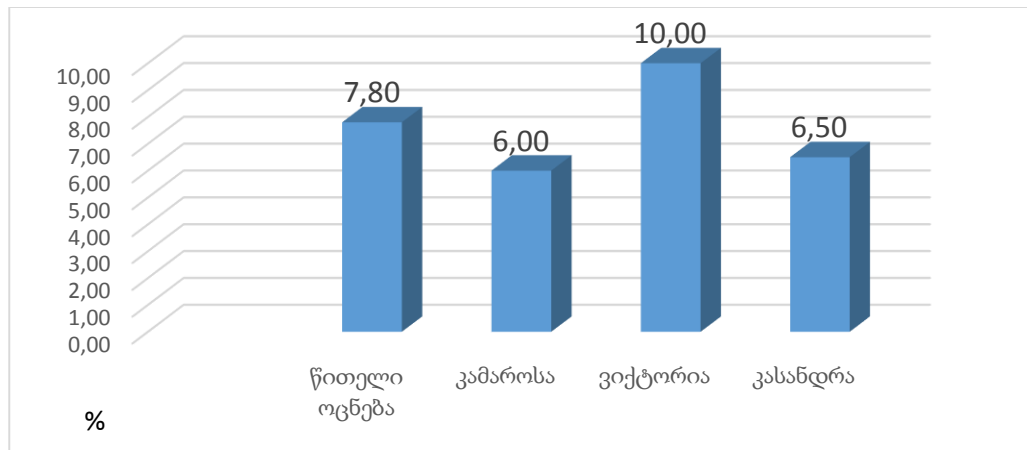
№	მაყვალი (ფორმა)	მიკროორგანიზმების რაოდენობა კწე/გ		
		მაფანმ	საფუვრები	ობის სოკოები
1	კულტურული	5×10^2	15.0	20.0
2	ველური	3×10^3	5.0	8.0

კენკროვანი კულტურების მიკროფლორაზე ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გაყინული სახით შენახვიდან 6 თვის შემდეგ დაგვანახა, რომ მიკროორგანიზმები უმნიშვნელო რაოდენობით არის წარმოდგენილი ნაყოფებში. გაყინვა საგრძნობ

დადებით ეფექტს იძლევა ხილის შენახვის დროს მიკროორგანიზმების დათრგუნვის თვალსაზრისით.

6.1.4. კრიორეზისტენტობის შესწავლის შედეგები კენკროვან კულტურებში

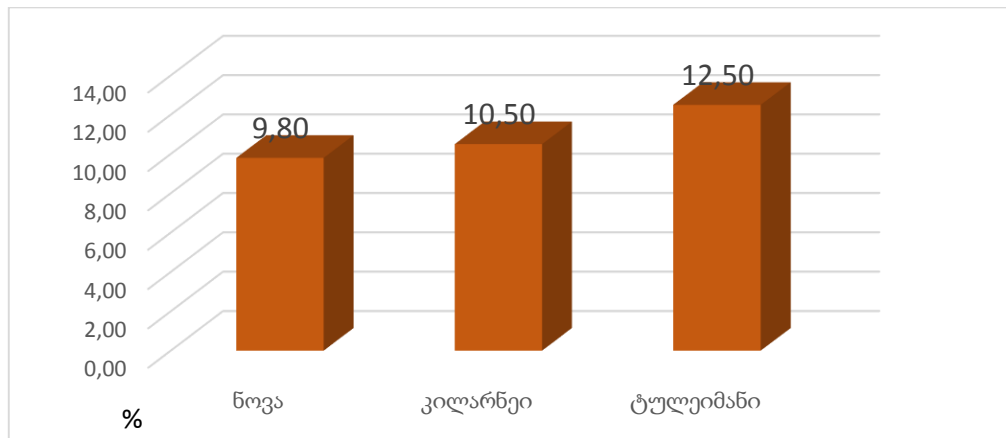
ერთ-ერთი ძირითად კრიტერიუმს, რითაც შეიძლება დახასიათდეს დეფროსტაციის შემდეგ გაყინული ხილის ნაყოფები, წარმოადგენს წვენშეკავების უნარი ანუ კრიორეზისტენტობა. ეს თვისება ძირითადად დამოკიდებულია ჯიშის ბიოლოგიურ თავისებურებასა და ნაყოფის გაყინვის სიჩქარეზე (Улчибекова 2012). რამდენადაც ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, სწრაფი გაყინვის ყველაზე ოპტიმალური ტემპერატურა -40°C -ია, შესაბამისად, ჯიშებს შორის წვენშეკავების მიხედვით არსებული სხვაობა განპირობებულია მხოლოდ და მხოლოდ ჯიშური თავისებურებებით, რაც ძირითადად უკავშირდება ჯიშის ანატომიურ-მორფოლოგიურ აგებულებას. ჩვენ მიერ ჩატარებული სამუშაოების შედეგად შეფასებულია ამ თვალსაზრისით ცალკეული კულტურების ჯიშები. როგორც გრაფიკი 23-დან ჩანს, მარწყვის შესწავლილი ჯიშებიდან მაღალი კრიორეზისტენტობით გამოირჩევა მარწყვის ჯიში „კამაროსა“ გაყინვიდან 3 თვის შემდეგ. წვენის დანაკარგი შეადგენს 6.00 %, მაშინ როდესაც ჯიში „ვიქტორიას“ შემთხვევაში ის 10.00 %-ია. რაც შეეხება დანარჩენ ორ ჯიშს „წითელი ოცნება“ და „კასანდრას“ შუალედური ადგილი უკავია და შეადგენს 7.80 % და 6.50 % შესაბამისად (გრაფიკი 23).



შენახვის ხანგრძლივობა 3 თვე, სწრაფი გაყინვა -40°C, შენახვა -18°C.

გრაფიკი 23. კრიორეზისტენტობა მარწყვის ნაყოფებში

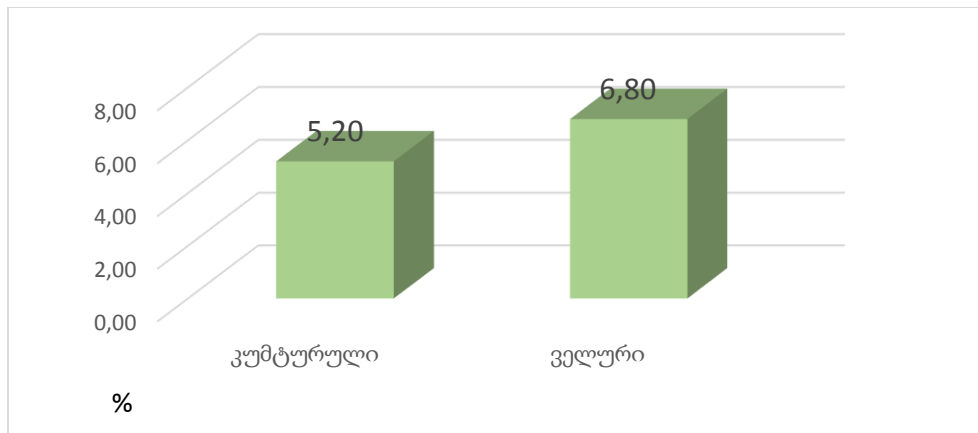
ამ კუთხით ყოლოს ჯიშებს შორის პრონციპული განსხვავება არ არის და წვენიდანაკარგი გაყინვიდან 3 თვის შემდეგ მერყეობს 9.80 %-12.50 % ფარგლებში (გრაფიკი 24).



შენახვის ხანგრძლივობა 3 თვე, სწრაფი გაყინვა -40°C, შენახვა -18°C.

გრაფიკი 24. კრიორეზისტენტობა ყოლოს ნაყოფებში

ანალოგიური კანონზომიერება დაფიქსირდა მაცვლის ფორმების შესწავლისას. როგორც გრაფიკი 25. - დან ჩანს, განსხვავება ფორმებს შორის უმნიშვნელოა და მერყეობს 5.20 % დან (კულტურული ფორმა)-6.80 %-მდე (ველური ფორმა).



შენახვის ხანგრძლივობა 3 თვე, სწრაფი გაყინვა -40°C, შენახვა -18°C.

გრაფიკი 25. კრიორეზისტენტობა მაყვლის ნაყოფებში

როგორც გრაფიკი 25-დან ჩანს, სხვა კენკროვან კულტურებთან შედარებით, ყველაზე მაღალი წვეწვეკავების უნარით ხასიათდება მაყვლის კულტურა, განსაკუთრებით ველური ფორმა, შემდეგ მოდის მარწყვი, ხოლო ჟოლოს ჯიშებს ნაკლები კრიორეზისტენტობა ახასიათებთ. მსგავსი კანონზომიერება ვრცელდება შენახვის მთელი პერიოდის განმავლობაში.

მაშასადამე, ასკორბინის მჟავას 1% ხსნარით ნიმუშების წინასწარი დამუშავება და შემდგომ სწრაფად გაყინვა მნიშვნელოვნად ამცირებს ჟანგვით პროცესებს ნაყოფების სწრაფი გაყინვის მეთოდით შენახვის პროცესში. კვლევის საფუძველზე გამოვლენილია ცალკეული სახეობის ჯიშების შენახვის ვადები და კრიორეზისტენტობა. მარწყვის ჯიშებიდან გაყინული სახით შეიძლება შევინახოთ ჯიში „ვიქტორია“ 3 თვე, ხოლო ჯიშები „წითელი ოცნება“, „კამაროსა“ და „კასანდრა“ 6 თვის განმავლობაში.

ჟოლოს ჯიშებიდან „ტულიმანი“ 3 თვის, ხოლო „ნოვა“ და „კილარნეი“ 6 თვის განმავლობაში. მაყვლის ორივე ფორმა კარგად ინახება 6 თვის განმავლობაში. დეფროსტაციის შემდეგ ნაყოფებს შენარჩუნებული აქვთ სასარგებლო თვისებები და სტრუქტურა.

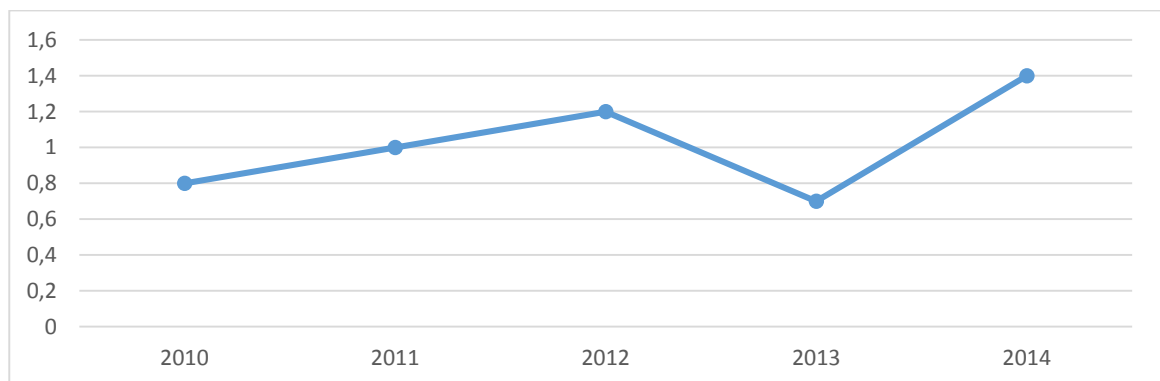
მაღალი კრიორეზისტენტობით გამოირჩევა მარწყვის ჯიშები „კამაროსა“ და „კასანდრა“, ჟოლოს ჯიში „ნოვა“ და მაყვლის ორივე ფორმა.

7. კენკროვანი ხილის შენახვის ეკონომიკური ეფექტიანობა

საქართველოს სოფლის მეურნეობის პოტენციალის მაქსიმალურად გამოყენება ქვეყნის ეკონომიკას მნიშვნელოვან სარგებელს მოუტანს. აგრო-კლიმატური პირობები იძლევა იმის საშუალებას, რომ ქვეყანაში იწარმოებოდეს მაღალი ხარისხის, ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქცია. აღსანიშნავია, რომ ამ მხრივ შეინიშნება წინსვლა ბოლო წლების განმავლობაში. ფერმერები მეტ ყურადღებას უთმობენ ხეხილოვან კულტურათა მოვლა-მოყვანისა და შენახვის საკითხებს. ამასთან მოსავლის რაოდენობრივი ზრდა მოსახლეობის გაზრდილი მოთხოვნით არის გამოწვეული. საქართველოში კენკროვან კულტურებზე მოთხოვნა განსაკუთრებით იზრდება, რასაც სტატისტიკური მონაცემებიც ადასტურებს. საქართველოს სტატისტიკის დეპარტამენტის (www.Geostat.ge) მონაცემებით, კენკროვანი ხილის ორი მესამედი მოდის მარწყვის, ჟოლოს და მაცვლის კულტურებზე. შესაბამისად ქვეყანაში საკმაოდ დიდი ბაზაა აღნიშნული ხილის როგორც ნედლი, ისე გაყინული სახით საწარმოებლად.

7.1. კენკროვანი ხილის ნედლად შენახვის ეკონომიკური ეფექტიანობა

საქართველოში კენკროვანი ხილის წარმოება 2010 წელს 0.8 ათას ტონს შეადგენდა, ხოლო 2014 წელს 0.6 ათასი ტონით გაიზარდა და გახდა 1.4 ათასი ტონა (www.geostat.ge). ხილის წარმოების მაჩვენებელი წლების მიხედვით მოცემულია გრაფიკი 26 - ში.



გრაფიკი 26. კენკროვანი ხილის წარმოება საქართველოში (2010-2014 წწ)

საქსტატის მომაცემებით 2013 წელს 2010 წელთან შედარებით ნედლი მარწყვის იმპორტი დაახლოებით 98.0 ტონით გაიზარდა. ხოლო გაყინულის 0.7 ტონით. ნედლი ჟოლოს იმპორტი 0.2 ტონით გაიზარდა, ხოლო გაყინულის 2.0 ტონით. შეიძლება ითქვას, რომ გაყინულ ჟოლოზე მოთხოვნა გაცილებით მაღალია, ვიდრე მარწყვზე, ხოლო ნედლი კენკრის შემთხვევაში კი პირიქითაა. სტატისტიკის დეპარტამენტს არ მოეპოვება მონაცემები მაცვლის კულტურის ექსპორტ-იმპორტთან დაკავშირებით.

ჩვენ მიერ ჩატარებულია გამოთვლები ნედლად შენახული კენკროვანი ხილის ეკონომიკურ ეფექტიანობაზე. კალკულაცია ვაწარმოეთ 1000 კგ. ნედლად შენახული ჟოლოს მაგალითზე. ეფექტიანობის გამოსავლენად ერთმანეთს შევუდარეთ დაუმუშავებელი და დამუშავებული (2% კალციუმის ქლორიდი) ნაყოფები, შენახვის თანაბარ პირობებში.

ჩვენი გათვლებით, 1000 კგ პროდუქციის ნედლად შენახვის დროს იკარგება დაუმუშავებელი ნაყოფების მასის 9.95 %, შენახვიდან 8 დღის შემდეგ, ხოლო დამუშავებული ვარიანტის შემთხვევაში შენახული ნაყოფების მასის 7.20 % 14 დღის შემდეგ. მიუხედავად იმისა, რომ დამუშავებული ნაყოფები შედარებით ხანგრძლივი დროით ინახება, სიცივით შენახვა და კალციუმის ქლორიდით დამუშავება აისახება მის ფასზე, კერძოდ შედარებით ძვირი ღირებულების იქნება. თანაბარი ფასით რეალიზაციისას საგრძნობ ეკონომიკურ ეფექტს იძლევა დამუშავებული ნაყოფები. რაც კარგად არის ასახული ცხრილში (ცხრილი 25).

ცხრილი 25. ნედლად შენახული ჟოლოს ეკონომიკური ეფექტიანობის გამოთვლა

მაჩვენებლები	დაუმუშავებელი	
	8 დღის შემდეგ	14 დღის შემდეგ
ნედლეული (კგ)	1000.00	1000.00
დანაკარგი შენახვისას	9.95% (99.50კგ)	7.20% (72 .00)
ხარჯები შენახვაზე (ლარი)	45.00	60.00
სარეალიზაციო პროდუქცია (კგ)	900.50	928.00
სავარაუდო შემოსავალი (ლარი)	900.5X5 = 4502.50	928.0X5 = 4640.00
ეკონომიკური ეფექტი (ლარი)	(4640.0-60)-(4502.5-45)= 122.50	

7.2 გაყინული კენკროვანი ხილის წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობა

კენკროვნების დაბალი შენახვისუნარიანობა და სეზონურობა ვერ უზრუნველყოფს მოსახლეობის დაკმაყოფილებას ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. გაყინვა არის ფართოდ გამოყენებადი შენახვის მეთოდი, რომელსაც იყენებენ როგორც ინდუსტრიულ წარმოებაში, ისე საოჯახო პირობებში.

მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში ყოველწლიურად იზრდება გაყინული ხილის მოხმარების დონე. 2015 წლის მონაცემებით ევროკავშირში გაყინული კენკროვანი ხილის იმპორტის 60 % მოდის გერმანიას, საფრანგეთსა და ბელგიაზე (www.eurostat.org). სერბეთი არის ყველაზე დიდი ექსპორტიორი ქვეყანა (გაყინული ჟოლოსა და მაცვლის) ევროკავშირის ქვეყნებისთვის, რომელსაც უკავია ბაზრის 74 %. აღსანიშნავია, რომ ევროპაში გაყინული კენკრიდან 70 % ჟოლოზე მოდის.

სტატისტიკაზე დაყრდნობით ჩატარებულია გამოთვლები გაყინული ჟოლოს წარმოების ეკონომიკური ეფექტიანობაზე. საქსტატის მონაცემებით შეძენის ფასის გათვალისწინებით, საბაჟო, ტრანსპორტირება და სარეალიზაციო ფასი დაახლოებით სამჯერ აძვირებს მის საბაზრო ღირებულებას. აქედან გამომდინარე, ადგილობრივი წარმოება შესაძლებელს გახდის მომხმარებელი დაკმაყოფილებულ იქნეს ქართული პროდუქტით გაცილებით დაბალ სარეალიზაციო ფასად.

ეკონომიკური ეფექტიანობა დავთვალეთ ჟოლოს ჯიშების ურთიერთშედარებით დეფროსტაციის შემდეგ წვენშეკავების უნარის გათვალისწინებით. კალკულაცია ვაწარმოეთ 1000 კგ. გაყინულ კენკრაზე.

გამოთვლები ვაწარმოეთ თანაბარი დანახარჯებისა და სარეალიზაციო ფასის პირობებში. როგორც ცხრილი 26 - დან ჩანს, ჟოლოს 1000 კგ. შესასყიდი ფასი არის 5000 ლარი (ნედლეულის ფასი აღებულია ყოველწლიური გასაყიდი ფასის საშუალო მაჩვენებლიდან). თუ გავითვალისწინებთ ტარა მასალის, ტრანსპორტირების, სიცივის

გამომუშავების და სხვა ხარჯს, ნედლეულის ჩათვლით ჯამში დანახარჯი იქნება 5800 ლარი. ჯიშები დეფროსტაციის შემდეგ წვენშეკავების უნარით განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. წვენის დანაკარგის მაჩვენებელი განსაზღვრავს, თუ რამდენად პერსპექტიულია გაყინული სახით საწარმოებლად ესა თუ ის ჯიში.

გაყინული ხილის სარეალიზაციო ფასი 3 თვის შემდეგ ავიღეთ 10 ლარი ყველა ჯიშისთვის. შესაბამისად გამოვთვალეთ მოგება დეფროსტაციის შემდეგ დარჩენილი მასის მიხედვით. მოგების მაჩვენებლით დავთვალეთ თითოეული ჯიშის რენტაბელობა და გამოვლინდა, რომ ყველაზე ეფექტიანი გაყინული სახით საწარმოებლად არის ჯიში „ნოვა“ (რენტაბელობა 55.51 %), ხოლო ამ მხრივ ყველაზე ნაკლებეფექტიანია ჯიში „ტულიმანი“ (რენტაბელობა 50.86 %). მიღებული გამოთვლა გვადლევს საშუალებას დავინახოთ თუ რომელი ჯიშია უფრო ეფექტიანი და ეკონომიკურად გამართლებული გაყინული სახით საწარმოებლად (ცხრილი 26).

ცხრილი 26. კრიორეზისტენტობის გათვალისწინებით ჟოლოს ჯიშების ეკონომიკური ეფექტიანობის დათვლა 1000 კგ ნედლეულზე ნაგარიშით

ჯიში	ნოვა	კილარნი	ტულიმანი
ნედლეული (ლარში)	5000	5000	5000
სხვა ხარჯი (ლარში)	800	800	800
წვენის დანაკარგი დეფროსტაციის შემდეგ (%)	9.80	10.50	12.50
დარჩენილი მასა (კგ)	902	892	875
გასაყიდი ფასი(ლარში)	9020	8920	8750
მოგება (ლარში)	3220	3120	2950
რენტაბელობა (%)	55.51	53.79	50.86

ანალოგიური გამოთვლები ჩატარდა მარწყვის ჯიშებსა და მაცვლის ფორმებზე. მარწყვის ჯიშებიდან რენტაბელობის მაღალი პროცენტით გამოირჩევა ჯიში „კამაროსა“ (56.6 %), დაბალით კი ჯიში „ვიქტორია“ (50.0 %).

მაცვლის ფორმების შედარება ამ მხრივ რეალურ სურათს ვერ იძლევა, რადგან ველური ფორმის ნაყოფები გაცილებით იაფი საბაზრო ფასით ხასიათდება

კულტურულთან შედარებით. თუმცა კრიორეზისტენტობის თვალსაზრისით კულტურული ფორმა გაცილებით უკეთესია.

როგორც გამოთვლებიდან ჩანს, გაყინული სახით კენკრის შენახვას საკმაოდ მაღალი ეკონომიკური ეფექტი გააჩნია. ამასთან შესაძლებელია კენკრის მოხმარება ხანგრძლივად ხელმისაწვდომ ფასად ხარისხობრივი მაჩვენებლების მინიმალური დანაკარგით. ეს კი იძლევა საშუალებას ქართულ ბაზარზე ადგილობრივმა პროდუქტმა კონკურენცია გაუწიოს იმპორტულ პროდუქტს და ამასთან გაიზარდოს საექსპორტო პოტენციალიც, როგორც ეკოლოგიურად სუფთა ქართული პროდუქტის.

8. დასკვნები და რეკომენდაციები

1. მარწყვის ჩვენ მიერ შესწავლილი ჯიშები ხასიათდებიან საუკეთესო გემური თვისებებით, მიმზიდველი გარეგანი სახით და კარგი შენახვისუნარიანობით. განსაკუთრებით ჯიშები „წითელი ოცნება“ და „კამაროსა“.
2. ჟოლოს ჯიშებიდან საუკეთესო გემური თვისებებით და კარგი შენახვისუნარიანობით გამოირჩევა ჯიშები „ნოვა“ და „კილარნეი“.
3. მაცვლის შესწავლილი ჯიშებიდან, კულტურულ ფორმას ახასიათებს მაღალი შენახვისუნარიანობა, ველური ფორმა კულტურულ ფორმასთან შედარებით გამოირჩევა მაღალი ანტიოქსიდანტური აქტივობით.
4. კალციუმის ქლორიდით ნიმუშების დამუშავებისას მნიშვნელოვნად მატულობს გამძლეობა მიკრობიოლოგიური დაავადებების მიმართ. უჯრედის სტრუქტურული და ფუნქციონალური მთლიანობის შენარჩუნების და ნაყოფში მიმდინარე რიგი მეტაბოლიტური პროცესების შენელების შედეგად, ნაკლებად იხარჯება სამარაგო ნივთიერებები: შაქრები, ორგანული მჟავები, ვიტამინი C, პოლიფენოლები, ნაყოფს შენარჩუნებული აქვს ანტიოქსიდანტური აქტივობა. შენახვის ბოლოს ნაყოფებს მაქსიმალურად აქვს შენარჩუნებული სასარგებლო თვისებები და ხარისხობრივი მაჩვენებლები.
5. კენკროვანი კულტურების შენახვის პერიოდის გახანგრძლივების მიზნით, შენახვის წინ მარწყვის, ჟოლოს და მაცვლის ნაყოფები უნდა დამუშავდეს 2 % კალციუმის ქლორიდის ხსნარით, შემდგომ შენახვა უნდა განხორციელდეს 1-0°C ტემპერატურაზე, 90-95 % ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.
6. კალციუმის იონით ნაყოფების დამუშავება მიკრობიოლოგიური სახის დანაკარგებს დაუმუშავებელთან შედარებით ამცირებს მარწყვის ნაყოფებში 12-30 %-ით, ჟოლოს ჯიშებში 11-13 %-ით, მაცვლის ფორმებში კი 13-29 %-ით. მასაში კლება შემცირებულია მარწყვის ნაყოფებში 18-21 %-ით, ჟოლოში 36-49 %-ით, ხოლო მაცვლის ფორმებში 3-14 %-ით. შენახვის ხანგრძლივობა მარწყვის

ჯიშებისათვის შეადგენს 14 დღეს. ჟოლოს ჯიშებისათვის 9 დღეს და მაცვლის ფორმებისთვის 12 დღეს.

7. სწრაფი გაყინვის მეთოდით შენახვისას უმჯობესია ნიმუშები დამუშავდეს წინასწარ 1 % ასკორბინის მჟავას ხსნარით. სწრაფი გაყინვა ჩატარდეს -40°C -ზე და შენახვა განხორციელდეს $-18-20^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე.
8. სწრაფი გაყინვის მეთოდით მარწყვის ჯიში „ვიქტორია“ რეკომენდებულია შენახული იყოს 3 თვე, ხოლო ჯიშები „წითელი ოცნება“, „კამაროსა“ და „კასანდრა“ 6 თვის განმავლობაში. ჟოლოს ჯიშებიდან „ტულეიმანი“ 3 თვე, ხოლო „ნოვა“ და „კილარნეი“ 6 თვე. მაცვლის ორივე ფორმა კარგად ინახება 6 თვის განმავლობაში. დეფროსტაციის შემდეგ ნაყოფებს შენარჩუნებული აქვთ სასარგებლო თვისებები და სტრუქტურა.
9. მაღალი კრიორეზისტენტობით გამოირჩევა მარწყვის ჯიშები „კამაროსა“ და „კასანდრა“, ჟოლოს ჯიში „ნოვა“ და მაცვლის ორივე ფორმა.

ბიბლიოგრაფია

- გოგინავა, ლ. “მარწყვის კულტურის სამეურნეო-ბიოლოგიური შესწავლა და მისი გადამუშავების პროდუქტების წარმოების მეცნიერული საფუძვლები.” დისერტაცია, საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ქუთაისი, 2006.
- დგებუაძე, ქ. *მცენარეთა ბიოქიმიის პრაქტიკუმი* (თბილისი: განათლება, 1975), 141.
- ქლენტი, მ. ძირითადი კურკოვანი კულტურების წარმოებისა და შენახვისუნარიანობის გაუმჯობესების აგროტექნოლოგიური საფუძვლები.“ დისერტაცია, მებაღეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი, თბილისი, 2006.
- ჯონჯოლია, რ., გულუა კ., ჩიქოვანი ნ. *ჩაის ქიმიის პრაქტიკუმი* (თბილისი: განათლება, 1983), 121.
- Агейкина, Т. В. “Качество замороженной плодоовощной продукции и ее безопасность.” часть автореферата, Москва, 2002
- Антонов, А.А. “Совершенствование производства быстрозамороженных пищевых продуктов с использованием низкотемпературных проточных систем хладоснабжения.” автореферат ВАК, 2012.
- Гусейнова, Б. М. “Технологические и биохимические аспекты производства протертых смесей из замороженных плодов и ягод.” часть автореферата, Махачкала, 2005.
- Нетрусова, А.И. *Практикум по микробиологии* (Москва: АСАДЕМИА, 2005), 93-107.
- Остроумов, Л. А., Буянов, О.Н., Короткий, И. А. “Исследование процессов замораживания плодов и ягод.” Техника и технология пищевых производств 1 (2009).
- Улчибекова, Н.А. “Оптимизация технологии замораживания ягод земляники и производство продуктов сбалансированных по виологической ценности.” Автореферат, Махачкала – 2012.
- Филатова, Т. А. “Химико-технологические показатели пригодности сортов ягод земляники садовой к замораживанию и хранению.” часть автореферата, Санкт-Петербург, 2005.
- Abdi, N., McGlasson W.B., Holford, P., Williams M., Mizrahi, Y. „Response of climacteric and suppressed climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene.” *Postharvest Biology and Technology* 14 (1998): 29-39.
- Abdi, N., Holford, P., McGlasson, W.B. “Effects of harvest maturity on the storage life of Japanese type plums.” *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37 (1997): 391–397.
- Abeles, F.B., Morgan, P.W., Saltveit, M.E.Jr. “Regulationa of ethylene production by internal, environmental and stress factors.” In *Ethilene in plant Biology*. USA: Academic press Inc., 1992.
- Abeles, F.B., Takeda, F. “ellulase activity and ethylene in ripening strawberry and apple fruits”. *Scientia Horticulturae* 42 (1990): 269-275.
- Abeles, F.B., Takeda, F. “Increased cellulose activity during blackberry fruit ripening”. *HortScience* 24 (1989): 851-855.
- Adams, G., Smith, S.L. “*Experiment station Research on the vitamin C content and the preservation of foods.*” (USA: Washington: D.C., 1994), 3.
- Aghdam, M.S., Hassanpouraghdam, M.B., Paliyath, G., Farmani, B. “The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers.” *Scientia Horticulturae* 144 (2012): 102–115

- Aguayo, E., Jansasithorn, R., Kader, A.A. “Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries.” *Postharvest Biology and Technology* 40/3 (2006): 269-278.
- Ahmad, S., Perviez, M.A., Chatha, Z.A., Thomson, A.K. “Improvement of Banana Quality in Relation to Storage Humidity, Temperature and Fruit Length.” *International Journal of Agricultural and Biology* 08/3 (2006): 377–380.
- Akhtar, A., Abrazi, N. A. Hussain, A. “Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage.” *Pakistan Journal of Botany* 42/1 (2010): 181-188.
- Alhamdan, A.M., Elkhair, D.O., Ehmed, K.A. “Modeling of Respiration Rate of Fresh Date Fruits (Barhi Cultivar) Under Aerobic Conditions.” *Journal of Advanced Agricultural Technologies* 2/2 (December 2015): 120-124.
- Ali, L., Alsanius, B., Rosberg, A., Svensson, B., Nielsen, T., Olsson, M. „Effects of nutrition strategy on the levels of nutrients and bioactive compounds in blackberries.“ *European Food Research and Technology* 234/1 (2012): 33-44.
- Ali, A., Masud, T., Abbasi, K.S., Mahmood, T., Hussain, I. “Influence of CaCl₂ on Biochemical Composition, Antioxidant and Enzymatic Activity of Apricot at Ambient Storage. “ *Pakistan Journal of Nutrition* 12/5 (2013): 476-483.
- Ali, L. “Pre-harvest factors affecting quality and shelf-life in raspberries and blackberries (*Rubus* spp. L).” PhD diss, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2012.
- Ali, L., Svensson, B., Alsanius, B.W., Olsson, M.E. „Late season harvest and storage of *Rubus* berries--Major antioxidant and sugar levels.” *Scientia Horticulturae* 129/3 (2011): 376-381.
- Amiani, C., Lage, M.E., Silva, F.A., Pereira, D.E.P., Becker, F.S., Barros Vilas boas E.V. “Changes in the physicochemical and microbiological properties of frozen araca pulp during storage.” *Food Science and Technology (Campinas)* 33/1 (February 2013) doi.org/10.1590/S0101-20612013000500004
- Anver, S., Tsuda, K. “Ethylene and Plant Immunity.” in: *Ethylene in Plants*. China: Springer, 2015, 205-222.
- Arah, I.K., Amaglo, H., Kumah, E.K., Ofori, H. “Preharvest and Postharvest Factors Affecting the Quality and Shelf Life of Harvested Tomatoes: A Mini Review.“ *International Journal of Agronomy* 2015 (2015). Article ID 478041, doi.org/10.1155/2015/478041
- Arias, E., Gonzalez, J., Oria, R., Lopez-Buesa, P. “Ascorbic acid and 4-hexylresorcinol effects on pear PPO and PPO catalyzed browning reaction.” *Journal of Food Science* 72/8 (2007): C422-C429. doi:10.1111/j.17503841.2007.00484.x
- Arpaia, M.L. “Preharvest factors influencing postharvest quality of tropical and subtropical fruit.” *HortScience* 29 (1994): 982-985.
- Arthey, D. “Freezing of vegetables and fruits.” In *Frozen Food Technology*. London: Chapman and Hall, 1993.
- Astuti, N.K., Maghfoer, M.D., Soelistyono, R. “Calcium Chloride Applications to Improve Fruit Quality on Bruised and Diseased of Pineapple (*Ananas comosos* (L) Merr).” *Applied Chemistry* 5 (2013): 30-34.
- Atkinson, R.G., Brummell, D.A., Burdon, J.N., Paterson, K.J., Schaffer, R.J. “Fruit growth, ripening and postharvest physiology.” In *Postharvest ripening physiology of crops*. USA: CRC press, 2016.
- Atrass, A.S.H., El-Mogy, M.M., Aboul-Anean, H.E., Alsanius, B.W. “Improving Strawberry Fruit Storability by Edible Coating as a Carrier of Thymol or Calcium Chloride.” *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 2/3 (2010): 88-97.

- Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y., Gonzalez-Aguilar, G.A. „Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit.” *LWT- Food Science and Technology* 37 (2004): 687–695.
- Bagheri, M., Esna-Ashari, M., Ershadi, A. “Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. ‘Karaj’.” *International Journal of Horticultural Science and Technology* 2/1 (Spring and Summer 2015): 15-26.
- Baker, R., Berry, N., Hui, Y.H. „Fruit preserves and jams.” In *Precessing fruits: Science and technology*, USA: CRC press, 2000.
- Banjongsinsiri, P. “Effect of pectinmethylesterase and calcium infusion on texture and structure of fruits and vegetables.” PhD diss. Georgia University, Athens, Georgia, 2003.
- Barbosa-Canovas, G.V., Altunakar, B., Mejia-Lorio, D.J. “freezing of Fruits and Vegetables an agribusiness alternative for rural and semi-rural areas.” *FAO Agricultural services bulletin* 158 (2005): 291-310.
- Barbosa-Canovas, G.V., Fernandes-Molina, J.J., Alzamora, S.M., Tapia, M.S., Lopez-Malo, A., Chanes, J.W. “Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas.” *Technical Manuel* 149 (2003).
- Barth, M., Hankinson, T.R., Zhuang, H., Breidt, F. “Microbiological Spoilage of Fruits and Vegetables.” in: *Food Microbiology and Food Safety*. Springer Science+Business Media, LLC, 2009, 135-183.
- Beattie, J., Crozier, A., Duthie, G. “Potential health benefits of berries.” *Current Nutrition and Food Science* 1 (2005): 71-86.
- Beaudry, R. “Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality.” *Pstharvest Biology and Technology*, 15 (1999): 293-303.
- Becker, B.R., Fricke B.A. “Transpiration and Respiration of Fruits and Vegetables.” 1996. http://b.web.umkc.edu/beckerb/publications/chapters/trans_resp.pdf
- Belding, R. “Guideline of Agribusiness Development of Apple fruit after postharvest.” PDBA (August 2006), http://www.acsa.md/public/publications/532252_md_458206_md_proto.pdf
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J. “The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as aMeasure of „Antioxidant Power“: The FRAP Assay.” *Analytical Biochemistry* 239 (1996): 70–76.
- Bhattacharai, D.R., Gautam, D.M. “Effect of Harvesting Method and Calcium on Post Harvest Physiology of Tomato.” *Nepal Agricultural Research Journal* 7 (2006): 37-41.
- Błaszczuk, J. “Influence of harvest date and storage conditions on the changes of selected qualitative conditions of “Concorde” pears. “ *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 18 (2010): 211–221.
- Bond, T.J., Lewis, J.R., Davis, A., & Davis, A.P. „ Methods of polyphenols analysis. “ In *Analysis and Purification of Catechins and Their Transformation Products*. UK: The Royal Society of Chemistry, 2003, 229-265.
- Bonwick, G., Birch, C.S. “Client Technical report, Antioxidants in Fresh and Frozen Fruit and Vegetables: Impact Study of Varying Storage Conditions.” In *Environmental Quality and Food Safety Research Unit*, Department of Biological Sciences, Chester, Parkgate Road, 2013.
- Bower, C. “Postharvest handling, storage and treatment of fresh market berries. Quality of berries associated with preharvest and postharvest conditions.” In *Berry fruit, Value-Added Products for Health Promotion*, USA: CRC Pess, 2007, 261-288.
- Bower, J.H., Biasi, W.V., Mitcham, E.J. “Effects of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries.” *Postharves Biology and Technology* 28 (2003): 417-423.
- Brady, C.J. “Stone fruit.” In *Biochemistry of fruit ripening*. Malaysia: Springer –Science, 1993, 390.

- Buggenhout, S. M., Messagie, I., Maes, V., Duvetter, M.T., Van Loey, A., Hendrickx, M. "Minimizing texture loss of frozen strawberries: effect of infusion with pectinmethylesterase and calcium combined with different freezing conditions and effect of subsequent storage/thawing conditions." *European Food Research Technology* 223/395 (January 2006). doi: 10.1007/s00217-005-0218-4
- Cajewski, M., Katarzyna, K., Bajer, M. "The Influence of Postharvest Storage on Quality Characteristics of Fruit of Eggplant Cultivars." *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 37/2 (2009): 200-205
- Candan, A.P., Graell, J., Larrigaudière, C. "Roles of climacteric ethylene in the development of chilling injury in plums." *Postharvest Biology and Technology* 47 (2008): 107–112.
- Cao, G., Sofic, E., Prior, R.L. "Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: Structure-activity relationships." *Free radicals Biology and Medicine* 22 (1997): 749-760.
- Carmen, B., Sumalan, R. "The influence of storage conditions on quality in some varieties of pears." *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 19/1 (2015): 197- 200.
- Carr, A.C., Frei, B. "Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans." *The American Journal of clinical Nutrition* 69 (1999):1086-107.
- Cazzonelli, C.I., Cavallaro, A.S., Botella, J.R. "Searching for the role of ethylene in non-climacteric fruits." In *Biology and Biotechnology of the plant hormone ethylene*. Greece: Springer-Science+ Business Media, B.V., 1996.
- Chéour, C.F., Willemot, J., Arul, Y., Desjardins, J., Makhlof, P.M., Gosselin, C.A. "Foliar Application of Calcium Chloride Delays Postharvest Ripening of Strawberry." *Journal of American Society and Horticultural Sciences* 115/5 (1990): 789-792.
- Chuni, S.H, Awang, Y.T.M., Mohamed, M. "Cell Wall Enzymes Activities and Quality of Calcium Treated Fresh-cut Red Flesh Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*)." *International Journal of Agriculture and Biology* 12/5 (2010): 713-718.
- Ciannakouron, M., P. Taoukis, P. "Kinetic modelling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions." *Food Chemistry* 83/1 (2003): 33-41.
- Cicco, B.N., Dichio, C., Xiloyannis, A., Lattanzio, S.V. "Influence of Calcium on the Activity of Enzymes Involved in Kiwifruit Ripening." *Acta Horticulturae* 753 (2007): 433-438.
- Clifford, M.N. "Anthocyanins – nature, occurrence and dietary burden." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80 (2000): 1063-1072.
- Concellon, A., Anon, M.C., Chaves, A.R. "Effect of low temperature storage on physical and physiological characteristics of eggplant fruit (*Solanum melongena* L.)." *Science direct LWT* 40 (2007): 389–396.
- Conway, W.S., Sams, C.E., Hickey, K.D. "Pre-and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality." *ISHS Acta Horticulturae* 594: International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants 594 (2002): 413-419. doi: 10.17660/ActaHortic.2002.594.53
- Conway, W.S., Sams, I.E. "Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in Apples." *Phytopathology* 74/2 (1984): 208-210.
- Coulao, L.F., Almeida, D.P.F., Oliviera, C.M. "Effect of enzymatic reactions on texture of fruits and vegetables." In *Enzymes in fruit and vegetable processing, Chemistry and engineering applications*. USA: CRC Press, 2010, 103.
- Crisosto, C.H., Garner, D., Basinal, L.M., „Effect of continuous exposure to exogenous ethylene during cold storage on postharvest decay development and quality attributes of stone fruits and table grapes." *Postharvest Biology and Technology* 27 (2003): 243-254.

- Crisosto, C.H., Johnson, R.S. Dejong, T. "Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality." *HortScience* 32 (1997): 820-823
- Da Costa, J.M.C., Clemente, E. "Refrigeration and Cold Chain Effect on Fruit Shelf Life." In *Advances in fruit Processing Technologies*. USA: CRC Press, 2012.
- Daeshel, M.A., Udombijitkul, P. "Microbial safety concerns of berry fruit. Quality of berries associated with preharvest and postharvest conditions." In *Berry fruit, Value-Added Products for Health Promotion*. USA: CRC Press 2007, 229-260.
- Dai, J., Mumper, R.J. „Plant Phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties.“ *Molecules* 15 (2010): 7313-7352.
- Davey, M.W., Keulemans, J. "Determining the potential to breed for enhanced antioxidant status in Malus: inter- and intravarietal fruit vitamin C and glutathione contents at harvest and their evolution during storage." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (2004): 8031–8038.
- De Antos, B., Gonzalez, E.M., Cano, M.P. „Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48/10 (2000): 4565-4570.
- De Antos, B., Sanchez –Moreno, C., De Pascual-Teresa, S., Cano, M.P. "Fruit Freezing Principles." In *Handbook of Fruit and Fruit Processing*. USA: Blackwell Publishing, 2006.
- De Azeredo, H.M.C. "Edible Coatings." in: *Advances in Fruit Processing Technologies*. USA: CRC Press, 2012, 345-362.
- Deekshika, B., Praveena Lakshmi, P.B., Singuluri H., Sukumaran, M.K. "Estimation of ascorbic acid content in fruits & vegetables from Hyderabad, India – A theoretical assessment of Vitamin C activity." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4/1 (2015): 96-99.
- Delong, W.A. "Variations in the chief constituents of apples affected with blotchy cork." *Plant Physiology* 11 (1936): 453-456.
- Diamantidis, G., Thomai, T., Genitsariotis, M., Nanos, G., Bolla, N., Sfakiotakis, E. „Scald susceptibility and biochemical/physiological changes in respect to low preharvest temperature in ‘Starking Delicious’ apple fruit.“ *Scientia Horticulturae Amsterdam* 92 (2002): 361–366.
- Dixon, J., Smith, D.B., Elmsly, T.A. "Fruit age, storage temperature and maturity effects on Hass Avocado fruit quality and ripening." *New Zealand Avocado Growers Association Annual Research Report* 4 (2004): 47-53.
- Du, L., Yang, I., Puthanveetil, S.V., Poovaiah, B.W. "Decoding of calcium signal through calmodulin: calmodulin –binding proteins in plants." In *Coding and decoding of calcium signals in plants*. USA: Springer, 2011.
- Eaks, I.L. "Effect of Calcium on Ripening, Respiratory Rate, Ethylene Production, and Quality of Avocado Fruit." *Journal of American Society and Horticultural Sciences* 110/2 (1985): 145-148.
- Economos, C., Clay, W.D. "Nutritional and health benefits of citrus fruits." In *Food, Nutrition and Agriculture*, Rome: FAO. FNA/ANA, 1999.
- Eder, A. *Pigments in food analysis by HPLC* (New York: Marcel Dekker, 2000). 845-880.
- Endress, H., Mattes, F., Norz, K. "Pectins." In *Handbook of food science, technology and engineering*. USA: CRC Press, 2006.
- Fabricant, F. "Curious Berries to Tide You Over." *The New York Times* (May 15, 2012): D6.
- Feliziani, G.R.E., Santini, M., Landi, L. "Effectiveness of postharvest treatment with chitosan and other resistance inducers in the control of storage decay of strawberry." *Postharvest Biology and Technology* 75 (2013): 24–27.

- Fennema, O. "Loss of Vitamins in Fresh and Frozen Foods." *Food Technology* 31/12 (1977): 32-37.
- Fennema, O.R. "Characteristics of food photosystems and their behavior during freeze-preservation." in: *Low-Temperature preservation of foods and living Matter*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1973, 363-369.
- Ferguson, I., Volz, R., Allan Woolf, A. "Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit." *Postharvest Biology and Technology* 15 (1999): 255–262.
- Fleming, D., Jacques, P., Dallal, G., Tucker, K., Wilson, P., Wood, R. „Dietary determinants of iron stores in a free living elderly population: The Framingham Heart Study." *American Journal of Clinical Nutrition* 67 (1998): 722-733.
- Forney, C.F. "Strawberry harvesting and postharvest handling for improved shelf life." *Postharvest Physiologist*, Atlantic Food & Horticulture Research Centre, January 1996.
- Franco, J., Antunes, D., Melo, F., Guilherme, R., Neve, N., Curado, F., Rodrigues, S. "The influence of pre and post harvest calcium applications on storage capability and quality of 'Hayward' kiwifruit." 4th IASME/WSEAS International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development (EEESD'08) Algarve, Portugal, June 11-13, 2008.
- Galvano, F., Fauci, L.L., Lazzarino, G., Fogliano, V., Ritieni, A., Ciappellano, S., Battistini, N.C., Tavazzi, B., Galvano, G. „Cyanidins: metabolism and biological properties." *The Journal of Nutritional Biochemistry* 15 (2004): 2-11. [DOI:10.1016/j.jnutbio.2003.07.004]
- Garsia, J.M., Herrera, S., Morilla, A. "Effects of Postharvest Dips in Calcium Chloride on Strawberry." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44/1 (1996): 30–33 DOI: 10.1021/jf950334l.
- Garsia, E., Barrett, D.M. „Preservative treatment for fresh-cut fruit and vegetable." In *Fresh-cut fruits and vegetables science, Technology and market*. USA: CRC press 2002.
- Giacalone, C., Chiabrando, V. "Problems and methods to improve the Market-life of berry fruit." In *Berries: Properties, Consumption and Nutrition*. Italy: Nova Science Publishers, 2012, 179-196.
- Giusti, M.M., Wrolstad, R.E. "Characterization and Measurement of Anthocyanins with UV Visible Spectroscopy" In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. USA: John Wiley & Sons, 2001.
- Golding, J., Jobling, J. "Apples." In *Crop Post-harvest: Science and Technology, Perishables*. UK: Blackwell Publishing Ltd. 2012.
- Goldman, I.L., Kader, A.A., Heintz, C. "Influence of production, handling and storage on phytonutrient content of foods." *Nutrition Reviews*. 57/9 (1999): S46-S52.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., Ayala-Zavala, J.F., De la Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E. "Phytochemical Changes in the Postharvest and Minimal Processing of Fresh Fruits and Vegetables." In *Fruit and Vegetable Phytochemicals Chemistry, Nutritional Value and Stability*. USA: Blackwell Publishing, 2010.
- Gosbee, M., Jessup, H. "Effect of Temperature on Mango Quality." *Horticulture Technical Annual Report (2000-2001)*: 46-49.
- Guadagni, D.C., Kelly, S.H. "Time –temperature toletance of frozen foods. XIV. Ascorbic acid and its oxidation products as a measure of temperature history in frozen strawberries." *Food Technology* 12 (1998): 645-647.
- Guan, W.Q., Fan, X.T. „Combination of Sodium Chlorite and Calcium Propionate Reduces Enzymatic Browning and Microbial Population of Fresh-Cut "Granny Smith" Apples." *Journal of Food Science* 75/2 (2010): M72- M77. doi:10.1111/j.1750-3841.2009.01470.x
- Haller, M.H., Rose, H., Harding, P.L. "Studies on the Respiration of Strawberry and Raspberry Fruits." Circular #613, United States Departament of Agriculture, Washington D,C. (1941).

- Hamedani, M., Rabiei, V., Moradi, H., Ghanbari, A., Azimi, M.R. "Determination of storage duration and temperature effects on fruit quality parameters of blood orange (*Citrus sinensis* cv. Tarocco)." *Biharean Biologist* 6/1 (2012): 10-13.
- Handley, D., Weber, C. "Plant selection." In *Raspberry and Blackberry Production Guide*. New-York: Natural resource, Agriculture, and Engineering Service, 2008.
- Hanson, J.E., Beggs, J.L., Beaudry, R.M. "Applying Calcium Chloride Postharvest to Improve Highbush Blueberry Firmness." *HortScience* 28/10 (1993): 1033–1034.
- Harborne, J.B. *Phenolic compounds in phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis* (New York: Chapman & Hall, 1998), 66-74.
- Harris, L.J., Mitcham, E. "Strawberries: safe Methods to store, Preserve and Enjoy." University of California, publication 8256, 2007.
- Hassimotto, N.M.A., Mota, R.V., Cordenunsi, B.R., Lajolo, F.M. "Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil." *Ciencia e tecnologia de Alimentos* 28/3 (2008): 702 - 708.
- Heinonen, I.M., Meyer, A.S., Frankel, E.N. "Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation" *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46 (1998): 4107–4112.
- Hepler, P.K. "Calcium: A central regulator of plant growth and development." *The plant cell* (2005): 2142-2155.
- Hernández-Muñoz, P., Almenara, E., Ociob, M.J., Gavara, R. "Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*)." *Postharvest Biology and Technology* 39/3 (March 2006): 247–253.
- Hernández-Muñoz, P., Almenara, E., Vallea, V.D., Veleza, D., Gavara, R. "Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage." *Food Chemistry* 110/2/15 (September 2008): 428–435.
- Holderbaum, D.F., Kon, T., Kudo, T., Guerra, M.P. "Enzymatic Browning, Polyphenol Oxidase Activity, and Polyphenols in Four Apple Cultivars: Dynamics during Fruit Development." *Hortscience* 45/8 (2010): 1150–1154.
- Huang, S.W. *Imports Contribute to year-round fresh fruit Availability. A Report from the Economic Research Service* (USDA: 2013).
- Hussain, P.R., Dar, M.A., Meena, R.S., Mir, M.A., Shafi, F., Wani, A.M. "Changes in quality of apple (*Malus domestica*) cultivars due to gamma irradiation and storage conditions." *Journal of Food Science and Technology* 45 (2008): 444 – 449.
- Huysamer, M., Mare, L. "The effect of relative humidity and ethylene scrubbing on "Fuerte" and "Hass" avocado fruit quality." *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 26/96 (2003): 98-105.
- Hyson, D. *Produce for Better Health Foundation, Dietary guidelines: the case for fruits and vegetables first, Produce for better health foundation* (USA: Wilmington DE, 2002)
- Idah, P.A., Ajisegiri, E.S.A., Yisa, M.O. "Fruits and vegetables handling and transportation in Nigeria". *Australian Journal of Technology* 10 (2007): 175–183.
- Ielinska, M., Michniewicz, M. "The effect of calcium on the production of ethylene and abscisic acid by fungus *Fusarium culmorum* and by wheat seedlings infected with that pathogen." *Acta Physiologiae Plantarum* 32/1 (2001): 79-85.
- Ioannou, I., Ghoul, M. "Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables." *European Scientific Journal* 9/30 (2013): 3140-341
- ISO 1842:1991 Fruit and vegetable products-Determination of pH, 1991.
- ISO 2173:2003 Fruits and vegetable products-Determination of soluble solids-Refractometric method 2003.

- Izumi, H., Watada, A.E. „Calcium treatments effect storage quality of shredded carrots. “ Journal of food Science 59/1 (1994): 106-109.
- Jan, I., Rab, A., Sajid, M., Ali, A., Shah, S.T. “Response of Apple cultivars to different storage durations.” Sarhad Journal of Agriculture 28/2 (2012): 219-225.
- Javdani, Z., Ghasemnezhad, M., Zare, S. “A comparison of heat treatment and ascorbic acid on controlling enzymatic browning of fresh-cuts apple fruit.” International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5/3 (2010): 186-193.
- Jewell, B. “Maintaining Fruit Firmness, Controlled Environment Agriculture Complex.” PhD Thesis, University of Arizona, Tucson, Arizona, June 28, 2004.
- Ji, L., Pang, J., Li, S., Xiong, B., Cai, L. “Application of new physical storage technology in fruit and vegetable industry.” African Journal of Biotechnology 11/25 (2012): 6718-6722.
- Jiang, Y., Joyce, D.C., Terry L.A. “1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay.” Postharvest Biology and Technology 23 (2001): 227–232.
- Jianna, Y., Xiaolin, R., Shaoying. Z. “Effect of calcium on the peach respiration rate, ethylene production and enzyme activities related browning during cold storage.” Plant Physiology Communications 40/2 (2004): 159-160.
- Johnston, D.S., Hewett, E.W., Banks, N.H., Harker, F.R., Hertog, M.L.A.T.M. „Physical change in apple texture with fruit temperature: Effect of cultivar and time of storage.” Postharvest Biology and Technology 16 (2001): 107-118.
- Kader, A.A. “Pre- and postharvest factors affecting fresh produce quality, nutritional value and implications for human health.” Proceedings of the International Congress food production and the quality of life, Sassari (Italy), September 4-8. 1 (2000): 109-119.
- Kader, A.A. “Influence of preharvest and postharvest environment on nutritional composition of fruits and vegetables.” In *Horticulture and human health, contributions of fruits and vegetables*, New-Jersey: Prentice-Hall Englewood Cliffs, 1988.
- Kader, A.A. „Fruit maturity ripening and quality relationships. Proceedings International Symposium on Effect of Pre and Postharvest Factors on Storage of Fruits.” Acta Horticulturae 485 (1999): 203–208.
- Kahkonen, M.P., Hopia, A.I., Heinonen, M. “Berry phenolics and their antioxidant activity”. Journal of Agricultural and food Chemistry 49 (2001): 4076–4082.
- Kalt, W., Forney, C.F., Martin, A. & Prior, R.L. „Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits”. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47/11 (1999): 4638-4644.
- Kampuse, S., Kampuss, K., Pizika, L. “Stability of anthocyanins in Raspberry and blackcurrent cultivars during frozen storage.” ISHS Acta Horticulturae 585: VIII International Rubus and Ribes Symposium, 10.17660/ActaHortic.2002.585.81
- Karlund, A., Moor, U., Sandall, M., Karjalainen, R.O. “The Impact of Harvesting, Storage and Processing Factors on Health-Promoting Phytochemicals in Berries and Fruits.” Processes 4 (2014): 596 - 624.
- Kasso, M., Bekele, A. “Post-harvest loss and quality deterioration of horticultural crops in Dire Dawa Region, Ethiopia“. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 2016 doi:10.1016/j.jssas.2016.01.005
- Kays, S.J., Paull, R.E. “Stress in harvested products.” in: *Postharvest Biology*. Athens: Exon Press, 2004.
- Kazemi, F., Jafararpoor M., Golparvar, A. “Effects of sodium and calcium treatments on the shelf life and quality of pomegranate.” International Journal of Farming and Allied Sciences 2/S2 (2013): 1375-1378.

- Khorshidi, J., Tabatabaei, M.F., Ahmadi, M.F. „Storage Temperature Effects on the Postharvest Quality of Apple (*Malus domestica* Borkh. cv.Red Delicious).” *New York Science Journal* 3/3 (2010): 67-70.
- Khunpon, B., Uthaibutra, J., Faiyue, B., Saengnil, K. Reduction of enzymatic browning of harvested 'Daw' longan exocarp by sodium chlorite. *Scienceasia*, 37/3 (2011): 234-239. doi:10.2306/scienceasia1513-1874.2011.37.234
- Kikoku, Y., Tagashira, N., Nakano, H. “Heat resistance of fungi isolated from frozen blueberries.” *Journal of Food Protection* 71/10 (2008): 2030-2035.
- Kim, S., Klieber, A. “Quality Maintenance of Minimally Processed Chinese Cabbage with Low Temperature and Citric Acid Dip.” *Journal of the Science of Food and Agriculture* 75/1 (1997): 31-36. doi:10.1002/(SICI)1097-0010(199709)75:1<31::AID-JSFA836>3.0.CO;2-X
- Koraddi, V.V., Devendrappa, S. “Analysis of physiological loss of weight of vegetables under refrigerated conditions.” *Journal of Farm Sciences* 1/1 (2011): 61-68.
- Koyuncu, M.A., Dilmağunal, T. “Determination of Vitamin – C and Organic Acid Changes in Strawberry by HPLC During Cold Storage.” *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 38/3 (2010): 95 - 98.
- Ku, V.V.V., Wills, R.B.H., Ben-Yehoshua, S. “Methylcyclopropene Can Differentially Affect the Postharvest Life of Strawberries Exposed to Ethylene.” *HortScience* 34/1 (1999): 119–120.
- Kvikliene, N., Kviklys, D., Viškelis, P. “Changes in Fruit quality during ripening and storage in the apple cultivar ‘AUKSIS’.” *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14/ 2 2006.
- Lammertyn, J., Scheerlinck, N., Jancsó, P., Verlinden, B.E., Nicolai, B.M. „A respiration–diffusion model for Conference pears I: model development and validation“. *Postharvest Biology and Technology* 30 (2003): 29–42.
- Lara, I., Garcia, P., Vendrell, M. “Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruit.” *Postharvest Biology and Technology* 34 (2004): 331–339.
- Latti, A.K., Riihinen, K.R., Kainulainen, P.S. “Analysis of Anthocyanin variation in wild population of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finland.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56 (2008): 190-196.
- Leblanc, D.I., Stark, R., MacNeil, B., Goguen B., Beraulieu, C. “Perishable food temperature in retail stores. New Development in refrigeration for Food Safety and Quality.” *Int. Inst. Commission.* 6 (1996): 42-57.
- Lee, Y.P., Takahashi, T. ‘Spectrophotometric Determination of Amino Acids with Ninhydrin.’ *Analytical Biochemistry* 14 (1966): 71-77.
- Lee, D.S., Song, Y., Yam, K.L. „Application of an enzyme kinetics based respiration model to permeable system experiment of fresh produce.” *Journal of Food Engineering* 27/3 (1996): 297-310.
- Lee, J., Dessett, M., Finn, C.E. “Rubus fruit phenolic research: The good, the bad, and the confusing.” *Food Chemistry* 130 (2012): 785–796.
- Lee, S.K., Kader, A.A. “Preharvest and Postharvest factors influencing vitamin C content of Horticultural Crops”. *Postharvest Biology and Technology* 20/3 (2000): 207-220.
- Lelievre, J.M., Latche, A., Jones, B., Bouzayen, M., Pech, J.C. „Ethylene and fruit ripening.“ *Physiologia Plantarum* 101 (1997): 727–739.
- Leon, A., Torres, M., Sanz, P., Peres, Rubio C., Garsia A. “Quality evaluation of processed strawberry fruits. (ISHS) *Acta Horticulturae* 842 (2009): 935-938.
- Li, Y., Schellhorn, H.E. “New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C.” *Journal of Nutrition* 137 (2007): 2171-84.

- Lila, M.A. „Anthocyanins and human health: an in vitro investigative approach.” *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 5 (2004): 306-313. [DOI:10.1155/S111072430440401X]
- Lindley, M.G. „The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables.” *Trends in Food Science & Technology*, 9/8-9 1998. 336-340. doi:10.1016/s0924-2244(98)00050-8
- Livani, F., Ghorbanli, M., Sateeyi, A. “Changes in antioxidant activity and content of phenolic compounds during the ripening process of elm-leaved blackberry fruit.” *International Journal of Agronomy and Plant Production* 4/1 (2013): 88-93.
- Lopes da Silva, J.A., Rao, M.A. “Pectins: Structure, Functionality, and Uses.” In *Food polysaccharides and their applications*. USA: CRC Press, 2006.
- López-López, M., Vega-Espinoza, A., Ayón-Reyna, L., López-Valenzuela, J., Vega-García, M. “Combined effect of hot water dipping treatment, N-acetylcysteine and calcium on quality retention and enzymatic activity of fresh-cut apple.” *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11/2 (2013): 243-248.
- Lurie, S. “Stress physiology and latent damage.” In *Postharvest Handling: A Systems Approach*. Elsevier Inc., 2009, 443–459.
- Maatta-Riihinen, K.R., Kamal-Eldin, A., Mattila, P.H., Gonzalez-Paramas, A.M., Torronen, A.R. „Distribution and content of phenolic compounds in eighteen Scandinavian berry species.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (2004): 4477-4486.
- Machado, F.L.C., Alves, R.E., Figueiredo, R.W. “Application of 1-methylcyclopropene, calcium chloride and calcium amino acid chelate on fresh-cut cantaloupe muskmelon.” *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43/5 (2008). doi.org/10.1590/S0100-204X2008000500003
- Mahmud, T.M.M., Al Eryani-Raqeeb, A., Omar, A.S., Zaki, M.S.R., Abdul-Rahman, A.E. “Effects of Different Concentrations and Applications of Calcium on Storage Life and Physicochemical Characteristics of Papaya (*Carica Papaya* L.)” *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3/3 (2008): 526-533.
- Mangaraj, S., Coswami, T.K. “Respiration Rate Modeling of Royal Delicious Apple at Different Storage Temperatures.” *Fresh Produce, Global Science Books* 2/2 (2008): 72-80.
- Marcilla, A., Zarzo, M., del Río, M.A. “Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit.” *Spanish Journal of Agricultural Research* 4/4 (2006): 336-344.
- Marinova, D., Ribarovo, F., Atnassova, M., „Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables.” *Journal of Chemical Technology and Metallurgy* 40 (2005): 255-260.
- Martin-Diana, A.B., Rico, D., Frias, J.M., Barat, J.M., Henahan, G.T.M., Barry-Ryan, C. “Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review.” *Trends in Food Science & Technology* 18 (2007): 210-218.
- Mascheroni, R.H. *Operations in food refrigeration* (USA: CRC Press, 2012), 312.
- Matteis, J.P., Fellman, J.K. “Preharvest factors influencing flavor of fresh fruits and vegetables”. *Postharvest Biology and Technology* 15 (1999): 227-232.
- Mattern, J. *Clarence Birdseye: Frozen Food Innovator* (USA: Abdo Publishing Company, 2011).
- Menniti, A.M., Gregori, R., Donati, I. “1- methylcyclopropene retards postharvest softening of plums.” *Postharvest Biology and Technology* 31 (2004): 269–275.
- Mignani, I., Bassi, D. “The effect of calcium treatments on aspects of cell wall metabolism in apple cv. “Braeburn”.” *ISHS Acta Horticulturae* 682: V International Postharvest Symposium, 2005. doi: 10.17660/ActaHortic.2005.682.19
- Mignani, I., Greve, L.C., Ben-Arie, R., Stotz, G.H.C., Li, C., Shakel, K., Labavitch, J. “The effect of GA and divalent cations on aspects of pectin metabolism and tissue softening in ripening tomato pericarp.” *Physiology of plant* 93 (1995): 108-115.
- Mishra, S. “Calcium chloride treatment of fruit and vegetable.” PhD diss. Texas, USA, 2007.

- Mishra, V.K., Gamage, T.V. "Postharvest Handling and Treatment of Fruit and Vegetables." In *Handbook of Food Preservation, 2nd edition*. USA: CRC Press, 2007, 73-136.
- Mitcham, E. "Quality of berries associated with preharvest and postharvest conditions." In *Berry fruit, Value-Added Products for Health Promotion*. USA: CRC Press 2007, 207-228.
- Monselise, S.P., Coren, R. "Preharvest growing conditions and postharvest behavior of subtropical and temperate-zone fruits." *HortScience* 22 (1987): 1181-1189.
- Montgomery, D.G. *Introduction to Statistical Quality Control, 3rd edition*, (New York: Wiley Blackwell, 1997).
- Moyer, R.A., Hummer, K.E., Finn, C.E., Frei, B., Wrolstad, R.E. "Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity in Diverse Small Fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (2002): 519 – 525.
- Murti, R.H., Kim, H.Y., Yeung, Y.R. "Morphological and Anatomical Characters of Ploidy Mutants of Strawberry." *International Journal of Agriculture and Biology* 14/2 (2012): 204-210.
- Naidu, K.A. "Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview." *Nutrition Journal* 2/7 (2003) doi: 10.1186/1475-2891-2-7
- Ness, A.R., Powles, J.W. „Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review." *International Journal of Epidemiology* 26 (1997): 1-13. [DOI: 10.1093/ije/26.1.1]
- Nigel, D., Rex, B., Chad, F. Howard, D.V. "Antioxidant properties of domesticated and wild Rubus species". *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80/9 (2000):1307-1313.
- Nikkhah, E., Khaiamy, M., Heidary, R., Azar, A.S. "The effect of ascorbic acid and H₂O₂ treatment on the stability of anthocyanin pigments in berries." *Turkish Journal of Biology* 34 (2010): 47-53.
- Nilsson, T., Gustavsson, K.H. „Postharvest physiology of aroma apples in relation to position on the tree." *Postharvest Biology and Technology* 43 (2007): 36–46.
- Olayemi, F.F., Adegbola, J.A., Bamishaiye, E.I., Daura A.M. "Assessment of post-harvest challenges of small scale farm holders of tomatoes, bell and hot pepper in some local government areas of Kano State Nigeria Bayero". *International Journal of Pure and Applied Sciences and technology* 3 (2010): 39–42.
- Omaima, M., Hafez, H., Hamouda, A., Abd-El- Mageed M.A. "Effect of Calcium and Some Antioxidants treatments on Storability of Le Conte Pear Fruits and its Volatile Components." *Nature and Science* 8/5 (2010): 109-126.
- Oms-Oliu, G., Aguilo-Aguayo, I., Martin-Belloso, O. "Inhibition of browning on fresh-cut pear wedges by natural compounds." *Journal of Food Science* 71/7 (2006): S216-S224.
- Oms-Oliu, G., Rojas-Graue, M. A., Gonzalez, L. A., Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando, M. I., Perez Munuera, I., Fiszman, S., Martin-Belloso, O. „Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review." *Postharvest Biology and Technology*, 57/3 (2010): 139-148. doi:10.1016/j.postharvbio.2010.04.001
- Oszmianski, J., Wojdylo, A., Kolniak, J. "Effect of L -ascorbic acid, sugar, pectin and freeze-thaw treatment on polyphenol content of frozen strawberries." *LWT - Food Science and Technology* 42 (2009): 581–586.
- Paliyath, G., Murr, D.P., Handa, A.K., Lurie, S. *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers* (USA: Wiley-Blackwell Publishing, 2008), 11.
- Palou, L., Crisosto, C.H. „Postharvest treatments to reduce the harmful effects of ethylene on apricots." *Acta Horticulturae (ISHS)* 599 (2003): 31-38.
- Panda, H. *The complete book on fruits, vegetables and food processing* (Delhi: Nur Project Consultancy Services, 2013), 17-69.

- Pantelidis, G.E., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A., Diamantidis, G. "Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries." *Food Chemistry* 102 (2007): 777-783.
- Parades-Lopez, O., Cervantes-Ceja, M.L., Vigna-Perez, M., Hernandez-Perez, T. „Berries: Improving Human Health and Healthy Aging, and Promoting Quality Life-A Review“. *Plant Foods for Human Nutrition* 65/3 (2010): 299-308.
- Penfield, M.P., Campbell, A.M. "Fruits and Vegetables." In *Experimental Food Science, 3rd edition*. California: Academic Press, Inc., 1990, 276.
- Perkins-Veazie, P., Kalt, W. "Postharvest Storage of Blackberry Fruit Does Not Increase Antioxidant Levels." *ISHS Acta Horticulturae* 585 (2002): 521-524.
- Pesis, E., Aharoni, D., Aharoni, Z., Benarie, R., Aharoni, N., Fuchs, Y. "Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit." *Postharvest Biology and Technology* 19 (2000): 93-101.
- Pila, N, Go, I N.T.V., Rao R.T.V. „Effect of Post harvest Treatments on Physicochemical Characteristics and Shelf Life of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Fruits during Storage." *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 9/5 (2010): 470-479.
- Pilgrim, G.W., Walter, R.H., Oakenfull, D.G. "Jams, jellies and preserves." In *The chemistry and technology of pectin*. USA: Academic Press, 1991,34.
- Pinto J.A.V., Schorr, M.R.W., Thewes, F.R., Ceconi, D.L., Both, V., Brackmann, A., Fronza, D. "Relative humidity during cold storage on Postharvest quality of 'Niagara Rosada' table grapes." *Ciencia Rural* 45/3 (2015) doi: 10.1590/0103-8478cr20130307
- Pinzón-Gómez, L.P., Deaquiz, Y.A., Álvarez-Herrera, J.G. "Postharvest behavior of tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) treated with CaCl₂ under different storage temperatures." *Agronomía Colombiana* 32/2 (2014): 238-245.
- Pizzocaro, F., Torreggiani, D., Gilardi, G. "Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride." *Journal of Food Processing and Preservation* 17 (1993): 21-30.
- Poiana, M., Moigradean, D., Raba, D., Alda, L., Popa, M. "The effect of long-term frozen storage on the nutraceutical compounds, antioxidant properties and color indices of different kinds of berries ". *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8/1 (2010): 54-58.
- Poovaiah, B.W. "Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables." *Food Technology* 40 (1986): 86 – 89.
- Prange, R., DeEll, J.R. "Preharvest factors affecting quality of berry crops." *HortScience* 32 (1997): 824-830.
- Préstamo, G., Manzano, P. "Peroxidases of Selected Fruits and Vegetables and the Possible Use of Ascorbic Acid as an Antioxidant." *Hortscience* 28/1 (1993): 48-50.
- Prior, R.L., Cao G. "Antioxidant phytochemicals in fruit and vegetables, diet and health implications." *HortScience* 35 (2000): 588-592.
- Prior, R.L., Wu, X. „Analysis methods of Anthocyanins." In *Analysis of Antioxidant-Rich Phytochemicals*. USA: Wiley-Blackwell, 2012.
- Proctor, A., Peng, L.C. "Pectin transitions during blueberry fruit development and ripening". *Journal of Food Science* 54 (1989): 385-389.
- Pruthi, J.S. *Quick Freezing Preservation of Foods: Foods of plant origin* (New Delhi: Allied publishers limited, 1999).
- Quiles, A., Hernando, I., Perez-Munuera, I. Lluch, M. A. "Effect of calcium propionate on the microstructure and pectin methylesterase activity in the parenchyma of fresh-cut Fuji

- apples.” *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87/3 (2007): 511-519. doi:10.1002/jsfa.2749
- Quyen, D.T.M., Joomwong, A., Rachtanapun, P. “Influence of Storage Temperature on Ethanol Content, Microbial Growth and other Properties of Queen Pineapple Fruit. “ *International Journal of Agricultural and Biology* 15/2 (2013): 207–214.
- Rahma, M.M.M., Ahmad, M.M.R., Sarker, B.C. M., Alam, M.K. “Maturity stages affect the postharvest quality and shelf-life of fruits of strawberry genotypes growing in subtropical regions”. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 15 (2016): 28–37,
- Rashidi, M., Bahri, M.H., Abbassi, S. “Effects of Relative Humidity, Coating Methods and Storage Periods on Some Qualitative Characteristics of Carrot During Cold Storage. “ *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 5/3 (2009): 359-367.
- Reid, D.S. “Fruit Freezing.” In *Processing Fruits: Science and Technology*. Lancaster: Technomic Publishing, 1996, 169.
- Reid, M.S., Jiang, C. “Postharvest Biology and Technology of Cut Flowers and Potted Plants.” In *Horticultural Reviews*. USA: Wiley- Blackwell, 2012.
- Rensburg, E.V., Engelbrecht, A.H.P. “Effect of Calcium Salts on Susceptibility to Browning of Avocados Fruit.” *Journal of Food Science* 51/4 (1986): 1067-1068. doi:10.1111/j.1365-2621.1986.tb11235.x
- Richardson, D.G., Kupferman, E. “Controlled atmosphere storage of pears “. CA '97 Proceedings, *Postharvest Horticulture*, 2/16 (1997): 31–35.
- Rigney, C.J. “Effect of calcium on activity of mitochondria and pectic enzymes isolated from tomato fruits.” *Journal of Food Biochemistry* 3/2-3 (2007): 103 - 110. DOI: 10.1111/j.1745-4514.1980.tb00639.x
- Ritenour, M.A., Crisosto, C.H., Garner, D.T., Cheng, G.W., Zoffoli, J.P. “Temperature, length of cold storage and maturity influence the ripening rate of ethylenepreconditioned kiwifruit.” *Postharvest Biology and Technology* 15 (1999): 107- 115.
- Robards, K., Prezler, P.D. Tucker, G., Swatsitang, P., Glover, W. “Phenolic Compounds and their Role in Oxidative Processes in Fruits”. *Food Chemistry* 66 (1999): 401 - 466.
- Roberts, T.A. “Microorganisms in Foods 6.” In *Microbial Ecology of Food Commodities*, Springer Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2005, 326-345.
- Rommel, A., Wrolstad, R. E. “Ellagic acid content of red raspberry juice as influenced by cultivars, processing, and environmental factors. “ *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41 (1991): 1951 - 1960.
- Roongruangsri, W., Rattanapanone, N., Leksawasdi, N., Boonyakiat, D. “Influence of Storage Conditions on Physico-Chemical and Biochemical of Two Tangerine Cultivars.” *Journal of Agricultural Science* 5/2 (2013): 70-84.
- Rosen, J.C., Kader, A.A. “Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits.” *Journal of food Science* 54 (1989): 656-659.
- Sahari, A. M., Boostani, F.M., Hamidi, E.Z. “Effect of low temperature on the ascorbic acid content and quality characteristics of frozen strawberry.” *Food Chemistry* 86 (2004): 357–363.
- Salvadori, V.O. “Freezing and Thawing.” In *Operations in food refrigeration*. USA: CRC press, 2012.
- Sams, C., Conway, W. “Additive effects of controlled Atmosphere storage and calcium chloride on decay, firmness retention and ethylene production in apples.” *Plant Disease* (November 1987): 1003-1005.
- Sams, C.E. “Preharvest factors affecting postharvest texture.” *Postharvest Biology and Technology* 15 (1999): 249-254.
- Schaller, G.E. “Ethylene action in Plants.” *Annals of Botany* 99/3 (2007): 561-566.

- Schenk, A. „Storage conditions advise for pome fruit“. Belgische Fruitrevue 56 (2004): 5-6.
- Seeram, N.P. “Recent trends and advances in berry health benefits research.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58 (2010): 3869-3870.
- Senevirathna, P.A.W.A.N.K., Daundasekera, W.A.M. “Effect of postharvest calcium chloride vacuum infiltration on the shelf life and quality of tomato (CV. ‘THILINA’).” *Ceylon Journal of Science (Biological Sciences)* 39/1 (2010): 35-44.
- Sharma, R.M., Singh, R.R. “Harvesting, postharvest Handling and Physiology of Fruits and Vegetables.” In *Postharvest Technology of fruits and Vegetables, Handling, Processing, Fermentation and waste Management*. New Delhi: Indus Publishing Company, 2000.
- Sharpels, R.O., Johnson, D.S. “The influence of calcium on senescence changes in apples.” *Annals of applied Biology* 85 (1977): 450-453.
- Sherman, M., Paris, H.S., Allen, J.J. “Storability summer squash as affected by gene B and genetic background.” *HortScience* 22 (1987): 920-922.
- Shewfelt, R. “Sources of variation in the nutrient content of agricultural commodities from the farms to the consumers.” *Journal of Food Quality* 13 (1990): 37-54
- Shewfelt, R.L., Prussia, S.E., Dooley, J.H. “Quality of fruits and vegetables in home handling systems.” In *Intergrated view of fruit and vegetable quality*. Lancaster: Technomic Publ. Co. 2000, 273-283.
- Shin, Y., Ryu, J.A., Liu, R.H., Nock, J.F., Watkins, C.B. “Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. “*Postharvest Biology and Technology* 49 (2008): 201–209.
- Shinya, P., Contador, L., Frett, T., Infante, R. “Effect of prolonged cold storage on the sensory quality of peach and nectarine.” *Postharvest Biology and Technology* 95 (2014): 7-12.
- Shirzadeh, E., Rabiei, V., Sharafi, Y. “Effect of calcium chloride (CaCl₂) on postharvest quality of apple fruits. “ *African Journal of Agricultural Research* 6/22 (October 2011): 5139-5143.
- Sidhu, J.S., Al-Zenki, S.F.” Fruits.” In *Handbook of Food Science Technology and Engineering USA*: CRC Press, 2006.
- Singh, R., Giri S.K., Kulkarni S.D. “Respiratory behavior of turning stage mature tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under closed system at different temperature.” *Croatian Journal of Food Science and Technology* 5/2 (2013): 78-84.
- Singh, G., Kaur, H. “Diagnosis amd management of physiological disorders in subtropical fruit production.” In *Advances in plant physiology*. India: international publishing house Pvt Ltd, 2006.
- Singh, S.P., Singh, Z. “Postharvest cold storage-induced oxidative stress in Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl. cv. Amber Jewel) in relation to harvest maturity.” *Australian journal of crop science* 7/3 (2013): 391-400.
- Skrede, G. “Fruits.” In *Freezing effects on food quality*. New York: Marcel Dekker, Inc. 1995, 183-246.
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., Sochor, J. “Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries.” *International Journal of Molecular Sciences* 16 (2015): 24673-24706.
- Sohail, M., Ayub, M., Khalil, S, A., Zeb, A., Ullah, F., Afridi, S. R., Ullah, R. “Effect of calcium chloride treatment on post harvest quality of peach fruit during cold storage.” *International Food Research Journal* 22/2 (2015): 2225-2229.
- Song, J., Bangerth, F. “The effect of calcium-infiltration on respiration, ethylene and aroma production of “Golden Delicious” apple fruits.” *ISHS Acta Horticulturae* 326: International Symposium on Pre-and Postharvest Physiology of Pome-fruit 1993. doi: 10.17660/ActaHortic.1993.326.13

- Southon, S. "Increased fruit and vegetable consumption within the EU: Potential Health benefits". *Food Research International* 33 (2000): 211-217
- Stow, J., Dover C.J., Genge P.M. "Control of ethylene biosynthesis and softening in Cox's Orange Pippin apple during low-ethylene, low-oxygen storage." *Postharvest Biology and Technology* 18 (2000): 215–225.
- Strik, B.C. "Red Raspberry Cultivars for Oregon." *Growing small Fruits EC 1310* (February 1998).
- Stuckrath, R., Roberto Quevedo, R., de la Fuente, L., Hernandez, A., Sepulveda, V. "Effect of Foliar Application of Calcium on the Quality of Blueberry Fruits." *Journal of Plant Nutrition* 31 (2008): 1299–1312.
- Syed, A., Raza, S.A., Khan, A.S., Malik, A.U., Amin, M., Asad, H.U., Razzaq, K. "Respiration Rate, Physico-chemical fruit quality and consumer acceptability for fajri mango under different storage temperatures." *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 50/4 (2013): 585-590.
- Takeoka, G., Dao L. "Anthocyanins." In *Methods of analysis for functional foods and nutraceuticals*. Boca Boton: CRC Press, 2002, 219-241.
- Tomas-Barberan, F.A., Gil, M.I., Castañer, M., Artes. F., Saltveit, M.E. "Effect of Selected Browning Inhibitors on Phenolic Metabolism in Stem Tissue of Harvested Lettuce." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45 (1997): 583-589.
- Tonutare, T., Moor, U., Szajdak, L. "Strawberry anthocyanin determination by pH differential spectroscopic method –how to get true results?" *Acta scientiarum polonorum Hortorum Cultus* 13/3 (2014): 35-47.
- Torres, L.M.A.R., Silva, M.A., Cuaglianoni, D.G., Neves, V.A. "Effects of heat treatment and calcium on postharvest storage of atemoya fruits." *Alimentos e Nutricao Araraquara* 20/3 (2009): 359-367.
- Trentham, W.R., Sams, C.E., Conway, W.S. "Histological Effects of Calcium Chloride in Stored Apples." *Journal of American Society and Horticultural Sciences* 133/4 (2008): 487–491.
- Turmanidze, T., Gulua, L., Jgenti, M., Wicker, L. "Effect of Calcium Chloride Treatments on Quality Characteristics of Blackberry, Raspberry and Strawberry Fruits After Cold Storage." *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4/12 (2016): 1127-1133.
- Ullah, S. "Postharvest fruit softening and quality management of peach" PhD diss. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, 2014.
- Valero, D., Guillen, F., Valverde, J.M., Martinez- Romero, D., Castillo, S., Serrano, M. "1-MCP use on Prunus spp. to maintain fruit quality and to extend shelf life during storage: a comparative study." *Acta Horticulturae* 682 (2005): 933–940.
- Valero, D., Serrano, M. *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality* (USA: CRC Press, 2010), 122.
- Varela, P., Salvador, A., Fiszman, A.M. "The Use of Calcium Chloride in Minimally Processed Apples." *European Food Research and Technology* 224/4 (2007): 461-467. doi:10.1007/s00217-006-0344-7
- Veltman, R.H., Kho, R.M.A., Van-Schaik, C.R., Sanders, M.G., Oosterhaven J. „Ascorbic acid and tissue browning in pears under controlled atmosphere conditions." *Postharvest Biology and Technology* 19 (2000): 129-137.
- Vicente, A.R. "The temporal sequence of cell walls disassembly events in developing boysenberry, raspberry and blueberry fruits" Masters thesis, University of California–Davis, CA, 2006.
- Vicente, A.R., Manganaris, G.A., Sozzi, G.O., Crisosto, C.H. "Nutritional quality of fruits and vegetables." In *Postharvest Handling: A Systems Approach*. USA: Academic Press, 2009, 57-106.

- Voth, V., Shaw, D.V., Bringhurst, S. „Strawberry plant called “Camarosa”. Plant Patent #5262“, USPP8708 P. May 3, 1993.
- Wang, S.Y., Chen, C., Wang, C.Y. “The influence of light and maturity on fruit quality and flavonoid content of red raspberries.” *Food Chemistry* 112 (2009): 676–684.
- Wang, Y., Long, L. E. “Respiration and quality responses of sweet cherry to different atmospheres during cold storage and shipping.” *Postharvest Biology and Technology*, 92 (2014): 62-69. doi: 10.1016/j.postharvbio.2014.01.003
- Wang, Y., Xie, X., Long, L.E. “The effect of postharvest calcium application in hydro-cooling water on tissue calcium content, biochemical changes, and quality attributes of sweet cherry fruit.” *Food Chemistry* 160 (2014): 22-30.
- Wargovich, M.J. “Anticancer properties of fruits and vegetables”. *HortScience* 35 (2000): 573-575.
- Watkins, C. “Postharvest Physiological Disorders and Mineral Nutrients. “ New York fruit quality. 17/3 (2009): 17-20.
- Wawrzyńczak, A.K., Rutkowski, P., Kruczyńska, D.E. „Changes in fruit quality in pears during CA storage.” *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14 (2006): 77–84.
- Wen, X., Hu, R., Zhao, J. Peng, Y., Ni, Y. “Evaluation of the effects of different thawing methods on texture, colour and ascorbic acid retention of frozen hami melon (*Cucumis melo* var. *saccharinus*).” *International Journal of Food Science & Technology* 50/5 (May 2015): 1116–1122.
- Weston, L.A., Barth. M.M. “Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables”. *Hortscience* 32 (1997): 812-816
- Wills, R.B.H. “Enhancement of senescence in non-climacteric fruit and vegetables by low ethylene levels.” *Acta Horticulturae* 464 (1998): 159-162.
- Wu, R., Lin, D., Strik, B., Zhao, Y. “Effects of Refrigeration Storage and Processing Technologies on the Bioactive Compounds and Antioxidant Capacities of Blackberries.” *LWT-Food Science and Technology* 43/8 (October 2010): 1253-1264.
- www.eurostat.org
- www.faostat.org
- www.geostat.ge
- Xu, J., Zhang, S. “Ethylene Biosyntheses and Regulation in plants”. In *Ethylene in Plants*. China: Springer, 2015, 1-25.
- Zhao, Y. “Freezing process of berries.” In *Berry fruit, Value-Added Products for Health Promotion*, USA: CRC Press 2007, 291-313.