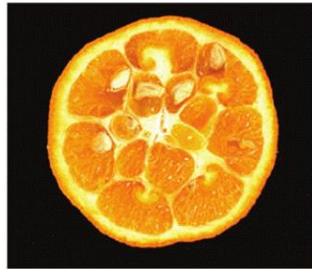


**გურამ მემარნე, ნელი ხალვაში,  
მზიური გაბაიძე, † ცისანა ქაშაკაშვილი**

## **მუტაციები და ფორმატნარმოვნის თავისებურებები ციტრუსოვნებში**



გურამ მემარნე, ნელი ხალვაში,  
მზიური გაბაიძე, † ცისანა ქაშაკაშვილი

## **მუთაცხიები და ფორმატნარმონის თავისმბურმები ცითრუსოვნებში**

(დამხმარე სახელმძღვანელო)



გამომცემლობა

„ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“

ბათუმი - 2024

**ნაშრომი აღიარებულია დამხმარე სახელმძღვანელოდ ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საგამომცემლო საბჭოს მიერ (დადგენილება №1, 26.01.2023)**

დამხმარე სახელმძღვანელო განკუთვნილია აგრარული და ბიოლოგიური პროფილის სტუდენტებისათვის, იგი ასევე მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს მეციტრუსეობის დარგით დაინტერესებულ მკვლევარებს და აგრარულ სფეროში დასაქმებულ სპეციალისტებს. სახელმძღვანელოში განხილულია სელექციის მნიშვნელოვანი მეთოდები (ჰიბრიდიზაცია, პოლიპლოიדיა, ჰეტეროზისი, კლონური სელექცია, ინდუცირებული მუტაგენეზი, ბიოტექნოლოგია). ნაშრომში თავმოყრილია ციტრუსოვანთა ის უნიკალური მასალა და გენოფონდი, რომელიც რამდენიმე ათეული წლების განმავლობაში ქართველი მეცნიერების მიერ სელექციის სხვადასხვა მეთოდით იქნა გამოყვანილი.

ნაშრომს საფუძვლად დაედო ავტორთა მიერ მანდარინ უნშიუს თესლსა და კალამზე ქიმიური მუტაგენების გამოყენების მრავალწლიანი სამეცნიერო კვლევის შედეგები, გამორჩეულია მანდარინის მრავალი საინტერესო მუტანტი, რაზედაც კვლევა დღემდე გრძელდება.

**რედაქტორი**

**დ. ბარათაშვილი** – ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი

**რეცენზენტები:**

**გ. დუმბაძე** – ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი,

**ი. ნაკაშიძე** – ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

**შ. ლამპარაძე** – სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი

## წინასიტყვაობა

ციტრუსები ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული და ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი ხეხილოვანი კულტურაა. FAO–ს 2020 წლის მონაცემებით მსოფლიოში ციტრუსები გაშენებულია 14,4 მლნ ჰა-ზე და ყოველწლიურად იძლევა 140,3 მლნ ტონა მოსავალს. მეციტრუსეობა საქართველოშიც სოფლის მეურნეობის ერთ-ერთი წამყვანი დარგი იყო და ასეა დღესაც. აჭარის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მონაცემებით გასული საუკუნის 90-იანი წლებში საქართველოში არსებული ციტრუსოვანთა პლანტაციების მთლიანი ფართობი შეადგენდა 8945 ჰა-ს, დღევანდელი მონაცემებით კი 6766 ჰა-მდეა შემცირებული, რომელიც რეგონების მიხედვით ასე ნაწილდება: აჭარა-70%, გურია-24%, სამეგრელო ზემო სვანეთი-5,6%, ხოლო იმერეთი-0,5%. საქართველოში ყოველწლიურად იკრიფება 60-80 ათასი ტონა ციტრუსი და შესაბამისად ექსპორტიდან მიღებული ყოველწლიური შემოსავალი შეადგენს 14-15 მლნ აშშ დოლარს. FAOSTAT-ის 2016 წლის მონაცემებით საქართველო წარმოების მოცულობის მიხედვით მანდარინის მსოფლიოს მწარმოებელ 73 ქვეყანას შორის 30-ე ადგილზეა.

ყველა სასოფლო-სამეურნეო კულტურა და მათ შორის ციტრუსოვანთა სორტიმენტი მუდმივად განახლებას და გაუმჯობესებას მოითხოვს. ფერმერები მოითხოვენ ციტრუსოვანთა საადრეო, მავნებელ-დაავადებების მიმართ რეზისტენტულ, მაღალმოსავლიან და ყინვაგამძლე ჯიშებს. მნიშვნელოვანია ასევე მოვლა-მოყვანის, კრეფისა და გადამუშავების ახალი ინოვაციური ტექნოლოგიების დანერგვა.

ცნობილია, რომ ციტრუსოვანი კულტურები ხასიათდებიან კვირტული ვარიაციების წარმოქმნის მაღალი უნარით, რაც იბ-

ლევა მორფოლოგიური, ბიოლოგიური და სამეურნეო ნიშნით ერთმანეთისაგან განსხვავებული მრავალი ახალი ფორმის მიღების შესაძლებლობას. სწორედ სომატური მუტაციების ნათელი მაგალითია ფორთოხლისა და მანდარინის კვირტული ვარიაციები, რომლებმაც მსოფლიო აღიარება მოიპოვეს. სომატური და ინდუცირებული მუტაციების გზით არის შექმნილი ქართველი მეცნიერების მიერ ციტრუსოვანთა მდიდარი გენოფონდი. სამწუხაროდ უნდა აღინიშნოს, რომ გასული საუკუნის 90-იანი წლებში ქვეყანაში შექმნილმა რთულმა სოციალ-ეკონომიკურმა და პოლიტიკურმა ვითარებამ თითქმის განადგურებამდე მიიყვანა არა მარტო ციტრუსები, არამედ სხვა სუბტროპიკული ხეხილოვნებიც. განადგურდა (გამონაკლისის გარდა) ათეული წლების მანძილზე ქართველი სელექციონერების მიერ გამოყვანილი გენეტიკურ - სელექციური და სამეურნეო თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი პერსპექტიული ფორმები და კლონები. განადგურდა ციტრუსოვანთა საკოლექციო ნაკვეთებზე არსებული იშვიათი სახეობები, ჯიშები და ფორმები, რომელთა ძალიან მცირედი ნაწილი ერთეული ეგზემპლარების სახით შემორჩა კერძო ნაკვეთებზე და რომლებსაც დღეს გადაშენების საფრთხე ემუქრება. ამას ემატება ისიც, რომ ქვეყანაში არსებულმა ციტრუსოვანთა სამრეწველო ჯიშებმა თითქმის ამოწურეს თავიანთი შესაძლებლობები და საჭიროა ჩვენს ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებთან ადაპტირებული, სამეურნეო თვალსაზრისით პერსპექტიული ახალი ჯიშებით განახლება. გამომდინარე აქედან უპირველეს ამოცანად გვესახება არა მარტო ახალი ჯიშების ინტროდუქცია, არამედ შემთხვევით გადარჩენილი იშვიათი ჯიშებისა და ფორმების მოძიება და მათი კონსერვაცია.

ცნობილია ისიც, რომ მუტაციები ბუნებრივ პირობებში იშვიათად წარმოიქმნებიან, ხოლო ინდუცირებული მუტაციური

პროცესი საშუალებას იძლევა ცვლილებები გამოწვეული იქნას უფრო მაღალი სიხშირით და ფართო სპექტრით, ამასთან მსგავსი ცვლილებების მიღება კლონური სელექციით და ჰიბრიდიზაციით შეუძლებელია.

ციტრუსებში სელექციური მასალის შექმნაში და მის საჭიროებისამებრ გამოყენებაში, ფორმათწარმოქმნის პროცესების მართვისა და რეგულირების პროცესში სხვა მეთოდებთან ერთად მნიშვნელოვანია ინდუცირებული მუტაგენეზი. ინდუცირებული მუტაგენეზის გზით მიღებული მუტაცია შესაძლებელია საიმედოდ იქნეს დამაგრებული ვეგეტატიური გამრავლების გზით. აქედან გამომდინარე, ინდუცირებული მუტაგენეზის გზით მიღებულ ყოველ ახალ ფორმას აქვს, როგორც თეორიული ისე პრაქტიკული ღირებულება.

აღსანიშნავია ისიც, რომ მრავალი ინდუცირებული მუტანტი რეცესიული ტიპისაა და მისთვის დამახასიათებელია უარყოფითი ნიშან-თვისებების გამოვლინება, თუმცა ინდუცირებულ მუტანტებს შორის მრავლადაა ისეთი ფორმებიც, რომლებიც ხასითდებიან დადებითი სამეურნეო ნიშნებით: დაავადებებისა და მავნებლების მიმართ გამძლეობა, მაღალი ყინვაგამძლეობა, ზრდის კომპაქტურობა, ადრემწიფადობა, მაღალმოსავლიანობა, ნაყოფის ბიოქიმიური შემადგენლობა და სხვა.

ჩვენ შევეცადეთ ნაშრომში თავი მოგვეყარა და მომავალი თაობისათვის შემოგვენახა ციტრუსოვანთა ის უნიკალური მასალა და მდიდარი გენოფონდი, რომელიც ქართველი მეცნიერების მიერ სპონტანური და ინდუცირებული მუტაციის გზით იქნა მიღებული. სამწუხაროდ გენოფონდის დიდი ნაწილი (გამონაკლისის გარდა), თითქმის განადგურებულია, ნაწილი კი დარჩა აფხაზეთში. ნაშრომში გარკვეული ადგილი აქვს დათმობილი საკუთარი კვლევის მასალებს.

წარმოდგენილი ნაშრომი, როგორც დამხმარე სახელმძღვანელო განკუთვნილია აგრარული მიმართულების სტუდენტებისათვის. იგი, ასევე მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს ბიოლოგიის სპეციალობის სტუდენტებს, ყველა დაინტერესებულ პირს და მეციტრუსეობის სფეროში დასაქმებულ პირებს.

ბუნებრივია ნაშრომი არ იქნება დაზღვეული შეცდომებისა და ხარვეზებისაგან, ავტორები დიდი მადლიერებით მიიღებენ ყველა შენიშვნას და საქმიან წინადადებებს და გაითვალისწინებენ შემდგომ მუშაობაში.

## შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ცოცხალი სისტემის მემკვიდრული ინფორმაციის შემცველი სტრუქტურის (გენოტიპის) ცვლილება ცნობილია მუტაციური ცვალებადობის სახელწოდებით, რომლის დროსაც ხდება გენის, ქრომოსომის სტრუქტურის ან მათი რიცხვის შეცვლა. მუტაციური თეორიის ფუძემდებლად მიჩნეულია ჰოლანდიელი გენეტიკოსი ჰიუგო დე-ფრიზი, რომელმაც პირველად 1886 წელს შემოიღო ტერმინი „მუტაცია“. იგი ცდებდა ატარებდა მცენარე ენოთერაზე (*Oenothera biennis*) და შემთხვევით აღმოაჩინა ისეთი მცენარეები, რომლებიც გამოირჩეოდნენ მკვეთრი ცვლილებებით. ენოთერაზე ჩატარებული კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით დე-ფრიზმა შექმნა ნაშრომი „მუტაციური თეორია“ (1901-1903წწ), სადაც წერდა, რომ „ბუნებაში სახეობა წარმოიქმნება არა თანდათან, გარემო პირობების გავლენით და მასთან შეგუებით, არამედ ნახტომისებურად - გარემოსგან დამოუკიდებლად“. იგი აღიარებდა, რომ ათასობით წლების განმავლობაში არაფერი იცვლება, მაგრამ დროდადრო ბუნება ცდილობს რაიმე ახლის შექმნას, დღეს ერთ სახეობას ქმნის, ხვალ – მეორეს“. ეს დებულება, რა თქმა უნდა, მცდარი იყო, რადგანაც იგი უარყოფდა ორგანიზმზე გარემო პირობების გავლენას და ბუნებრივი შერჩევის გზით სახეობათა წარმოშობის დარვინისეულ თეორიას. დე-ფრიზის „მუტაციურმა თეორიამ“ ვერ შეძლო ჩასწვდომოდა მუტაციური ცვალებადობის მიზეზებს და იგი ჩათვალა ცოცხალის, რაღაც განსაკუთრებულ თვისებად, ე.ი. აღიარა შინაგანი ე. წ. „შემქმნელი ძალა“ და უარი თქვა მისი მიზეზების ძიებაზე. მიუხედავად ამისა, დე-ფრიზის მუტაციური თეორიის ძირითად დებულებებს დღესაც არ დაუკარგავს მნიშვნელობა. აღნიშნულმა თეორიამ ხელი შეუწყო სხვადასხვა სახეობაში მცე-

ნარეთა და ცხოველთა მუტაციების გამოვლენასა და აღწერას [323].

მუტაცია ცოცხალის უნივერსალური თვისებაა. მუტაციური ცვალებადობა ეხება ორგანიზმის ყველა ნიშანს, მასთან დაკავშირებულია მემკვიდრეობის დისკრეტული ერთეულების ახალი ვარიანტების – ალელების წარმოქმნა, შესაბამისად, ახალი ნიშან-თვისებების ჩამოყალიბება.

მუტაციური პროცესი მიკროევოლუციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მამოძრავებელი ფაქტორია და ყველა ცოცხალ ორგანიზმში სპონტანურად და მუდმივად მიმდინარეობს. ადაპტური მნიშვნელობის მიხედვით მუტაციები შეიძლება იყოს სასარგებლო, ნეიტრალური ან საზიანო. ეს დაყოფა, რა თქმა უნდა, პირობითია, ვინაიდან გარემო პირობების შეცვლისას სასარგებლო მუტაციები შეიძლება, გახდეს საზიანო ან პირიქით. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ახლად წარმოქმნილი მუტაციების დიდი ნაწილი ორგანიზმისთვის საზიანოა, ვინაიდან იგი ცვლის ევოლუციის პროცესში ჩამოყალიბებულ ერთიან გენეტიკურ სტრუქტურას.

მუტაციური ცვალებადობა ორგანიზმის ონტოგენეზური განვითარების ნებისმიერ ეტაპზე მიმდინარეობს, დაწყებული გამეტებიდან და ზიგოტიდან, დამთავრებული ორგანიზმის სიბერემდე. სპონტანურ მუტაციურ პროცესს ფართო სპექტრი გააჩნია, იგი ორგანიზმის ნებისმიერი ნიშან-თვისების განმსაზღვრელ გენში მიმდინარეობს და სხვადასხვა დონით ორგანიზმის ყველა ნიშნისა და თვისების (მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური და ა.შ) ცლილებას იწვევს, რის შედეგადაც მიიღება ცალკეული ინდივიდები, კონკრეტული განსხვავებული ნიშნებით, რომლებიც წარმოადგენენ საწყის მასალას ევოლუციის პროცესისთვის [38].

მიკროორგანიზმების, მცენარეთა და ცხოველთა პოპულაციების შესწავლისას დადგინდა, რომ ისინი განსხვავდებიან გენური, გენომური და ქრომოსომული მუტაციების შეხვედრის სიხშირით. ბუნებაში არ გვხვდება ერთი და იგივე სახეობის ორი ერთნაირი სტრუქტურის (გენოფონდის) მქონე პოპულაცია. ერთმანეთისგან განსხვავდებიან, როგორც საკმაოდ დაცილებული პოპულაციები, ასევე ერთმანეთთან ახლოს მდგომი (მეზობელი) პოპულაციები. ბუნებრივ პირობებში მუტაციების შენახვა მიმდინარეობს ჰეტეროზიგოტულ მდგომარეობაში, ხოლო მუტანტური ალელების დიდი რაოდენობით დაგროვება ხელს უწყობს მათ გადასვლას ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში. ინდივიდის გენეტიკური სტრუქტურის (გენოტიპის) ჩამოყალიბება ევოლუციის პროცესში უკეთესი კომბინაციების გადარჩევის გზით მიმდინარეობს, რომელთა ბედს ბუნებაში განაპირობებს ბუნებრივი გადარჩევა, ხოლო კულტურულ მცენარეებში – ხელოვნური გადარჩევა.

ვინაიდან მუტაციები შემთხვევითი ცვლილებებია, ბუნებრივია ირღვევა, როგორც ორგანიზმის შინაგანი ჰომეოსტაზური გარემო, ის ორგანიზმსა და გარემოს შორის ევოლუციურად ჩამოყალიბებული თანაფარდობა. ნებისმიერი გადახრა პოპულაციაში იწვევს დისბალანსს, ადაპტური ბალანსის დარღვევა კი განაპირობებს ორგანიზმის ცხოველმყოფლობის დასუსტებას.

პოპულაციებში რეცესიული მუტაციების ფართო გავრცელება ერთის მხრივ პოპულაციისთვის წარმოადგენს გენეტიკურ ტვირთს, მეორეს მხრივ მუტაცია, როგორც რეზერვი, ემსახურება პროგრესულ ევოლუციას. მრავალი მუტაცია, რომელიც განსხვავებული სიხშირით წარმოიქმნება, არღვევს პოპულაციაში არსებულ ნაირგვარობას (ჰარდი-ვაინბერგის კანონს), ხოლო შემდგომ, კვლავ მყარდება გენოტიპთა ახალი წონასწორობა. პო-

პულაციის გენოფონდი ყოველ თაობაში ივსება ახალი მუტაციებით, რომელთა გავრცელებას პოპულაციაში განსაზღვრავს მუტაბელობა (ამა თუ იმ ლოკუსის მუტაციის უნარი). მუტაბელობის დონე კი დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა გავლენას ახდენს მუტაცია ინდივიდის ცხოველმყოფლობასა და ნაყოფიერებაზე. მუტაციათა მცირე ნაწილი სასარგებლო ან ნეიტრალურია, რომლის შენარჩუნება თაობებში შესაძლებელია ბუნებრივი გადარჩევის გზით, რასაც შეუძლია მნიშვნელოვანი როლი შეასრულოს ევოლუციის პროცესში.

მეცნიერთა დიდ ნაწილს [243, 253, 284, 322, 333, 344, 352, 354, 355, 357, 365, 366] მიაჩნია, რომ ევოლუციაში არსებით როლს მცირე მუტაციები ასრულებს, რადგან იგი იწვევს ნიშნის უმნიშვნელო ცვლილებას. სასარგებლო მცირე მუტაციების გენოტიპში დაგროვებისას ნიშანი არსებითად იცვლება. როდესაც მუტანტურ ინდივიდებს საწყის ფორმებთან შედარებით შესამჩნევი უპირატესობები გააჩნიათ, ისინი სწრაფად ვრცელდებიან ბუნებაში და სახლდებიან ისეთ პირობებშიც კი, რომელიც ადრე სახეობისთვის ნაკლებად ხელსაყრელს წარმოადგენდა.

პოპულაციების გენეტიკური ნაირგვარობა და მათი გაჯერება მუტაციებით, პოპულაციების განსხვავება სხვადასხვა ტიპის მუტაციების წარმოშობის სიხშირით და მათი მოქმედება ორგანიზმის სხვადასხვა ნიშანზე, საშუალებას იძლევა, დავასკვნათ, რომ მუტაციური პროცესი წარმოადგენს ევოლუციის ფაქტორს, ხოლო მუტაცია – მასალას ევოლუციისთვის [177, 340].

# თავი 1 მუტაცია

## 1.1 მუტაციების კლასიფიკაცია

მუტაციების კლასიფიკაციის შესახებ ჯერ კიდევ მკვლევართა ერთიანი აზრი არ არსებობს და იცვლება იმის შესაბამისად, თუ რა კრიტერიუმები უდევს საფუძვლად კლასიფიკაციას. მუტაციის ტიპების დაჯგუფება რამდენიმე პრინციპით ხორციელდება [39, 72, 124]:

❖ **აღმოცენების ადგილის მიხედვით, მუტაციები იყოფა ორ ჯგუფად:**

- გენერაციული;
- სომატური.

**გენერაციული მუტაციები** - წარმოიქმნება სასქესო უჯრედებში და გადაეცემა მემკვიდრეობით.

**სომატური მუტაციები** - წარმოიქმნება ნებისმიერ სომატურ უჯრედში, ქმნის ე.წ გენეტიკურ მოზაიკას და ორგანიზმის ლოკალურ უბანში ცვლის არსებულ უჯრედთა ნაწილს. ისინი ერთმანეთისგან განსხვავდებიან მხოლოდ თაობებში მუტაციის გადაცემის შესაძლებლობით.

სქესობრივად მამრავლ ორგანიზმებში სომატური უჯრედები თაობების წარმოქმნაში უშუალოდ არ მონაწილეობენ, ამდენად მათში წარმოქმნილი მუტაციებიც თაობებს ვერ გადაეცემა მაშინ, როდესაც გენერაციული მუტაციების თაობებში გადაცემის შესაძლებლობა ძალიან დიდია. სომატური მუტაციები შეიძლება, გადაეცეს თაობებს ვეგეტატიურად მამრავლ ორგანიზმებში, რამდენადაც იქ ახალ თაობას სომატური უჯრედები აძლევენ დასაბამს. სომატური მუტაციები იწვევს სხეულის მოზაიკურობას (მუტაცია სხეულის უჯრედების მხოლოდ ნაწილს

აქვს), მისი შენარჩუნება ვეგეტატიური გამრავლებით ან უჯრედული ინჟინერიის გზითაა შესაძლებელი.

❖ წარმოშობის (გამომწვევი ფაქტორების) მიხედვით არსებობს მუტაციების სამი ჯგუფი:

- ბუნებრივი;
- ხელოვნური;
- ფარდობითი ბუნებრივი;

**ბუნებრივ (სპონტანური) მუტაციებს** - მიეკუთვნება ისეთი მუტაციები, რომელთა წარმოქმნაც ბუნებრივ პირობებში დაკავშირებულია შინაგან და გარეგან მუტაგენურ ფაქტორებთან.

**ხელოვნურ (ინდუცირებული) მუტაციებს** - მიეკუთვნება ისეთი მუტაციები, სადაც მემკვიდრული ცვლილებების წარმოქმნა დაკავშირებულია ადამიანის მიერ ხელოვნური მუტაგენური ფაქტორების (რადიაცია, ქიმიური მუტაგენები) გამოყენებასთან.

**ფარდობითი ბუნებრივი მუტაციები** - მიეკუთვნება ანთროპოგენური ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად აღმოცენებულ მუტაციებს. აღსანიშნავია ის, რომ სპონტანურ და ინდუცირებულ მუტაციებს შორის მკვეთრი ზღვარის გავლება არ შეიძლება, რადგანაც ხშირად სპონტანური და ინდუცირებული მუტაციების გამომწვევი აგენტები ერთნაირია და მუტაციებს შორის რაიმე პრინციპული სხვაობა არ არსებობს.

❖ **სიძლიერის მიხედვით მუტაციები იყოფა:**

- მიკრომუტაციები;
- მაკრომუტაციები.

❖ **უჯრედში ლოკალიზაციის მიხედვით მუტაციები იყოფა:**

- ბირთვული;
- ციტოპლაზმური (იგულისხმება არაბირთვული გენების მუტაცია).

❖ ჰეტეროზიგოტაში გამოვლენის მიხედვით მუტაციები იყოფა:

- დომინანტური;
- რეცესიული;
- ნახევრად დომინანტური.

დომინანტური მუტაციები ვლინდებიან ფენოტიპის დონეზე.

რეცესიული მუტაციები (დომინანტურისგან განსხვავებით) ფენოტიპურად ვლინდება მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში.

ვინაიდან მუტაციების კლასიფიკაციის შესახებ ერთიანი აზრი არ არსებობს, დღეისთვის შედარებით მართებულად ითვლება მუტაციათა დაყოფა გენოტიპის ცვალებადობის მიხედვით.

❖ გენოტიპის ცვალებადობის მიხედვით იყოფა:

- გენური;
- ქრომოსომული;
- გენომური.

გენური მუტაციების დროს იცვლება ცალკეული გენის სტრუქტურა. იგი სხვა ტიპის მუტაციათა შორის ყველაზე მაღალი სიხშირით წარმოიქმნება და იწვევს ორგანიზმის მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ნიშნების ცვლილებას. გენურ მუტაციებს იწვევს სამი მნიშვნელოვანი პროცესის – (რეპლიკაციის, რეპარაციის და რეკომბინაციის დარღვევები). გენური მუტაციები წარმოიქმნება, როგორც სპონტანურად, ისე მუტაგენების მოქმედების შედეგად. გენური მუტაციის დროს გენი ერთი ალელური მდგომარეობიდან ნახტომისებურად გადადის მეორე ალელურ მდგომარეობაში. ზოგ შემთხვევაში გენი შეიძლება სხვადასხვა მიმართულებით შეიცვალოს და წარმოქმნას მრავლობითი ალელი. გენურ მუტაციებს წერტილოვან (უხილავ)

მუტაციებსაც უწოდებენ, რადგანაც ასეთი მუტაციები ციტოლოგიურად (ქრომოსომულ დონეზე) და ხშირად ფენოტიპურადაც შეუმჩნეველი რჩება. თუმცა არსებობს ისეთი გენური მუტაციებიც, რომლებიც კვალს ტოვებენ ფენოტიპის დონეზე, ასეთ მუტაციებს დომინანტურს უწოდებენ. რაც შეეხება რეცესიულ მუტაციებს, იგი დომინანტურისგან განსხვავებით ფენოტიპურად ვლინდება მხოლოდ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში.

**გენურ მუტაციებს კოდის სტრუქტურის ცვალებადობის მიხედვით აჯგუფებენ შემდეგნაირად:**

- **ტრანზიცია** (მარტივი შეცვლა) - როცა ერთი პურინის ფუძე იცვლება მეორეთი;
- **ტრანსვერსია** (რთული შეცვლა) - როცა ერთი პურინის ფუძე იცვლება პირამიდინით ან პირიქით;
- **ჩართვა** - ნუკლეოტიდის ზედმეტი წყვილის ჩართვა დნმ-ის მოლეკულაში;
- **ამოვარდნა** - ნუკლეოტიდის წყვილის ამოვარდნა დნმ-ის მოლეკულიდან.

**გენურ მუტაციებში კოდის ინფორმაციის ცვლილების მიხედვით გამოყოფენ შემდეგ ფორმებს:**

- **სეიმსენსი** - კოდის სტრუქტურის ცვლილება არ იწვევს ინფორმაციის ცვლილებას;
- **მისენსი** - კოდის სტრუქტურის ცვლილება იწვევს ინფორმაციის შინაარსის ცვლილებას;
- **ნონსენსი** - წარმოიქმნება უაზრო კოდონი, რომელიც არც ერთ ამინომჟავას არ აკოდირებს და აჩერებს პოლიპეპტიდების სინთეზს. კოდონში წაკითხვის ჩარჩოს გადაადგილება, თავის მხრივ იწვევს კოდონების შემადგენლობისა და პოლიპეპტიდური სინთეზის დროს ამინომჟავური თანმიმდევრობის შეცვლას;

- **ფრეიმშიფტი** - გამოწვეულია ათვლის ჩარჩოს გადაადგილებით ანუ დნმ-ის თანმიმდევრობაში ერთი ან ორი ნუკლეოტიდის ჩართვით ან მისგან ერთი ან ორი ნუკლეოტიდის დაკარგვით, რის შედეგადაც დნმ-ის მთელი მოლეკულის გასწვრივ იცვლება ტრიპლეტების ნუკლეოტიდური აგებულება.

ცალკეულ გენში მომხდარი ცვლილებების დროს ფენოტიპური შედეგები შედარებით უმნიშვნელოა. მართალია, ისინი იწვევენ სრულიად ახალი თვისებების გაჩენას, მაგრამ ხშირ შემთხვევაში არ იწვევენ ორგანიზმების ადაპტური ბალანსის ისეთ მნიშვნელოვან დარღვევას, რომ მათი ცხოველმყოფლობის მნიშვნელოვანი გაუარესება გამოიწვიოს. იმის გამო, რომ გენთა რაოდენობა ორგანიზმში საკმაოდ დიდია, მუტაციათა საერთო რიცხვი არცთუ ისე მცირეა. მაგალითად, უმაღლეს მცენარეებსა და ცხოველებში გამეტების დაახლოებით 10% სპონტანურად წარმოქმნილ ახალ მუტაციებს შეიცავს. მოქმედების ბუნების მიხედვით, გენური მუტაციები შეიძლება დომინანტური ან რეცესიული იყოს, უფრო ხშირად მუტანტის გენს აქვს რეცესიული ეფექტი.

**ქრომოსომული მუტაციების** დროს მიმდინარეობს ქრომოსომის სტრუქტურის ცვლილება, სადაც გარდაქმნა შეიძლება მოხდეს, როგორც ერთი ქრომოსომის მონაკვეთზე, ასევე სხვადასხვა (არაჰომოლოგიურ) ქრომოსომების უბნებზე. ქრომოსომულ მუტაციებს ქრომოსომულ აბერაციებსაც უწოდებენ და გამოყოფენ:

- **შიდაქრომოსომულ** (დეფიშენსი, დელეცია, დუპლიკაცია, ინვერსია) დარღვევებს;
- **ქრომოსომათაშორის** (ტრანსლოკაცია) სტრუქტურულ დარღვევებს;

- **ტრანსპოზიციურ** დარღვევებს, რომელსაც შუალედური ადგილი უჭირავს შიდაქრომოსომულ და ქრომოსომათაშორის დარღვევებს შორის და მიმდინარეობს, როგორც არაჰომოლოგიურ ქრომოსომათა შორის, ისე ერთი და იგივე ქრომოსომის ფარგლებში და განსაკუთრებით ფართოდ გავრცელებული მოვლენაა მცენარეთა სამყაროში.

**ქრომოსომული მუტაციების ფორმებია:**

- **დეფიშენსი** - ქრომოსომის ბოლო მონაკვეთის დაკარგვა;

- **დელეცია** - ქრომოსომის შუა (არა ცენტრომერული) მონაკვეთის დაკარგვა;

- **ინვერსია** - ქრომოსომის მონაკვეთის 180<sup>0</sup>-ით შემობრუნება;

- **დუბლიკაცია** - ქრომოსომაში ან სხვადასხვა არაჰომოლოგიურ ქრომოსომაში ერთი ან ერთზე მეტი ანალოგიური მონაკვეთის არსებობას/გაორმაგებას გულისხმობს;

- **ტრანსლოკაცია** - არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის უბნების რეციპროკულ გაცვლას ან ქრომოსომის მონაკვეთის სხვა ქრომოსომაზე მიმაგრებას გულისხმობს, რომელიც იწვევს ქრომოსომულ აბერაციებს. ამ დროს მომხდარი სტრუქტურული ხასიათის ცვლილებები იწვევს ღრმა მემკვიდრულ ცვლილებებს უჯრედულ და ორგანიზმის დონეზე და უმეტეს შემთხვევაში ლეთალურ ეფექტთან არის დაკავშირებული.

**გენომური მუტაციის** დროს იცვლება, როგორც ქრომოსომათა რაოდენობა და სტრუქტურა, ისე მთლიანად გენომი, რომელიც წარმოადგენს სახეობისთვის დამახასიათებელ სისტემატიკურ ნიშანს. ეუკარიოტული ორგანიზმის სასიცოცხლო ციკლში ქრომოსომათა ჰაპლოიდური კომპლექტის რიცხვები რეგულარულად იცვლება. მეიოზი იწვევს ქრომოსომათა ჰაპლოიდური კომპლექტის ჩამოყალიბებას, განაყოფიერება კი კვლავ აღადგენს დიპლოიდურ კომპლექტს. მიტოზი და მეიოზი უჯ-

რედის გაყოფის ზუსტი მექანიზმებია, რომლებიც უზრუნველყოფენ ქრომოსომათა რიცხვის მუდმივობას. ზოგჯერ ეს მექანიზმი ირღვევა, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ქრომოსომათა არათანაბარი განაწილება, როგორც პოლუსებზე – ქრომოსომათა განურიდებლობა, ისე – ქრომოსომათა გაორმაგება. ასეთი დარღვევების შედეგად წარმოიქმნება ქრომოსომათა შეცვლილი რაოდენობის მქონე უჯრედები [280, 303, 319, 335].

**გამოყოფენ გენომური მუტაციების შემდეგ ფორმებს:**

- **ცენტრული შერწყმა;**
- **ცენტრული დაცილება;**
- **პოლიპლოიდია;**
- **ანეუპლოიდია.**
- **ცენტრული შერწყმა** - რომლის დროსაც არაკომოლოგიური ორი ქრომოსომა ერთმანეთს უკავშირდება და მიიღება ერთი ქრომოსომა. ცოცხალ ბუნებაში ასეთი დარღვევები განსაკუთრებით ხშირად გვხვდება.
- **ცენტრული დაცილება** - ამ დროს ქრომოსომა წყდება და ორი არაკომოლოგიური ქრომოსომა ყალიბდება, ასეთი დარღვევა მცენარეთა და ცხოველთა ნებისმიერ სისტემატიკურ ჯგუფში გვხვდება;
- **პოლიპლოიდია** - ზოგადბიოლოგიური ფენომენია, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მცენარეთა ევოლუციის პროცესში.

პოლიპლოიდია უჯრედში ქრომოსომთა რიცხვის ჰაპლოიდური კომპლექტის (n) პროპორციულად (ჯერადად) ზრდას გულისხმობს. ჩვეულებრივი დიპლოიდური ორგანიზმი ქრომოსომთა ორ ჰაპლოიდურ კომპლექტს შეიცავს (2n). როცა ირღვევა დიპლოიდობის მარეგულირებელი მექანიზმი, შეინიშნება გენომების ჯერადი მატება (პოლიპლოიდია), ან პირიქით – შემცირება

(ჰაპლოიდი). აქედან გამომდინარე, 3 კომპლექტის მქონე ორგანიზმს ტრიპლოიდს (3n) უწოდებენ, ოთხისას – ტეტრაპლოიდს (4n), ხუთისას – პენტაპლოიდს (5n) და ა.შ.

ცხოველთა სამყაროში პოლიპლოიდია იშვიათ მოვლენას წარმოადგენს, ვინაიდან სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი ზღუდავს პოლიპლოიდების წარმოქმნას, ამიტომაც ასეთი ფორმები ჰერმაფროტიდ (ჭიაყელა) და პარტენოგენეზურ (ზოგიერთი მწერი, თევზი, სალამანდრა, ხვლიკი) ცხოველებში გვხვდება. მცენარეთა სამყაროში პოლიპლოიდია ფართოდ გავრცელებული მოვლენაა და განსაკუთრებით მაღალი სიხშირით გვხვდება ფარულთესლოვნებში (47% პოლიპლოიდების) და გვიმრებში, იშვიათად – შიშველთესლოვნებში. კულტურულ მცენარეთა (ხორბალი, კარტოფილი, შვრია, ვაშლი, მსხალი, ქლიავი, მარწყვი) შორის მრავლადაა ბუნებრივი პოლიპლოიდური ფორმები. პლოიდობის დროს იცვლება ორგანიზმის ქიმიური შემადგენლობა და ფიზიოლოგიური პროცესები. აქედან გამომდინარე, პოლიპლოიდური ფორმები ადვილად ეგუება მკაცრ გარემო პირობებს. ამის ნათელი მაგალითია ის, რომ ყვავილოვან მცენარეთა დიდი ნაწილი გრელანდიაში (72%) და პამირში (86%) პოლიპლოიდებია. პოლიპლოიდური ფორმები უფრო მდგრადი არიან გარემო პირობების მიმართ და მაღალი ადაპტური თვისებებით ხასიათდებიან, ამიტომაც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ევოლუციის პროცესში [281, 283, 293, 296, 298, 359].

პოლიპლოიდებია მრავალი მნიშვნელოვანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურა, მათ შორის ხორბალი, ბამბა, ზეთოვანი რაფსი (ალოტეტრაპლოიდია), ტკბილი კარტოფილი (აუტოტეტრაპლოიდი), ბრინჯი და სიმინდი (პალეოპლოიდი). უფრო მეტიც, პოლიპლოიდური კულტურები გავრცელებულია ხეხილოვან მცენარეებშიც. მაგ: ბანანი (ტრიპლოიდი), ყურძენი (ტეტ-

რაპლოდი), კივი და ხურმა (ჰექსაპლოდი), მარწყვი (ოქტაპლოდი). დადგენილია, რომ ტეტრაპლოდიზაციას შეუძლია, მნიშვნელოვნად გაზარდოს სტრესებისადმი ტოლერანტობა [280, 293, 296, 301, 304].

გამოვლენილი ფენოტიპური ვარიაციებით, პოლიპლოდიას გააჩნია სოფლის მეურნეობის ეკონომიურად მნიშვნელოვანი კულტურების პროდუქტულობისა და ეფექტურობის გაუმჯობესების შესაძლებლობა, განსაკუთრებით ბიომასის მატებისა და კრიტიკულ პირობებში ტოლერანტობის უნარის გამოვლენით. პოლიპლოდია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ახლად წარმოქმნილი შთამომავლების მორფოლოგიასა და ფიზიოლოგიაზე. შესაბამის დიპლოიდებთან შედარებით, ავტოპოლიპლოიდებს აქვთ უფრო დიდი ზომის უჯრედები, რაც განპირობებულია ცალკეული ორგანოების (ფოთლები, ყვავილები, თესლი და სხვა) ზომაში გადიდებით [281, 285, 290, 292, 293, 296]. ციტრუსოვნებში პოლიპლოიდების ხელოვნურად მიღების პირველი ცდა ეკუთვნის ვ. ლაპინს [213, 335], მან კალუსის ადვენტური ორგანოების რეგენერაციის გზით მიიღო პოლიპლოიდების უმნიშვნელო რაოდენობა.

**პოლიპლოიდებში გამოყოფენ:**

- აუტოპლოიდებს;
- ალოპლოიდებს;

აუტოპლოიდები ისეთი ინდივიდებია, რომლებშიც პროპორციულად არის გაზრდილი ერთი და იგივე გენომი. ქრომოსომების რიცხვის ზრდა კულტურულ მცენარეებში იწვევს უჯრედის ზომის გადიდებას, რის გამოც იზრდება კულტურულ მცენარეთა ვეგეტატიური ორგანოები. ზომაში იზრდება ნაყოფი, თესლი, შაქრიანობა, ტექნოლოგიური თვისებები. პოლიპლოიდებში ბევრ შემთხვევაში გაზრდილია მოსავლიანობა სხვადა-

სხვა კულტურაში: წიწიბურა, ჭარხალი, ჭვავი და ა. შ [280, 338, 348, 367]. შედარებით მცირეა ინფორმაცია აუტოპოლიპლოიდიზაციით გამოწვეულ მეტაბოლურ ცვლილებებზე, და ეს კვლევები ეხება მხოლოდ სპეციფიურ მეტაბოლიტებს.

**ალოპლოიდები** ისეთი პოლიპლოიდებია, რომლებშიც განსხვავებული გენომებია ჯერადად გადიდებული, ისინი სახეობათა შორის ჰიბრიდებს წარმოადგენენ და დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ კულტურულ მცენარეთა ახალი ჯიშების მიღების საქმეში. ბუნებრივი ალოპლოიდებია ხორბალი, ქლიავი და სხვა. პირველი ხელოვნური ალოპლოიდი მიღებულია გ. კარპეჩენკოს მიერ 1928 წელს ბოლოკისა (**Raphanus sativus**) და კომბოსტოს (**Brassica oleracea**) შეჯვარებით წარმოქმნილ ჰიბრიდებში, შემდეგში მიღებული, იქნა მრავალი ალოპლოიდი, მაგალითად, ჭვავისა და ხორბლის (ტრიტიკალე), ჭანგასა და ხორბლის, ხორბლისა და ქერის და სხვა. ბოლო პერიოდში ამ მიზნით ფართოდ გამოიყენება გენური ინჟინერია [303, 319, 338, 343].

პოლიპლოიდური მუტაციები ხასიათდებიან ფენოტიპური ეფექტით, უმეტეს შემთხვევაში გიგანტიზმით, მაგრამ იგი შეიძლება ყოველთვის არ იყოს დაკავშირებული მარტო პოლიპლოიდური უჯრედების ზომის მატებასთან, არამედ გენომის მატების ხარჯზე წარმოქმნას გენთა სასარგებლო ბალანსის ფენომენმა - ჰეტეროზისმა [40, 394].

**ანეუპლოიდია (ჰეტეროპლოიდია)** - ქრომოსომთა ისეთი რიცხოვრივი ცვალებადობაა, როცა დიპლოიდურ კომპლექტს აკლია ან მეტი აქვს ერთი, იშვიათად ერთზე მეტი ქრომოსომა. ამ მოვლენას იწვევს მეიოზის დროს ცალკეული ქრომოსომული წყვილის განურიდებლობა. თუ დიპლოიდურ კომპლექტში ერთ-ერთი ჰომოლოგი სამი ქრომოსომით არის წარმოდგენილი **ტრისომიკია** ( $2n+1$ ), თუ ჰომოლოგიურ წყვილს აკლია მხოლოდ

ერთი ქრომოსომა **მონოსომიკია** ( $2n-1$ ), ხოლო თუ დიპლოიდურ კომპლექტს ქრომოსომებიდან ერთი წყვილი საერთოდ არ გააჩნია **ნულსომიკია** ( $2n-2$ ).

თითქმის ყველა ანეუპლოიდი ხასიათდება დაბალი ნაყოფიერებით და სიცოცხლისუნარობით, ვინაიდან ქრომოსომის მომატება ან დაკარგვა სერიოზულად არღვევს ორგანიზმის გენოტიპურ ბალანსს, რის შედეგადაც ირღვევა ორგანიზმის ნორმალური განვითარება (განსაკუთრებით უმაღლეს ცხოველებსა და ადამიანში). უმაღლეს მცენარეებში ანეუპლოიდიას, ძირითადად, იყენებენ გენეტიკური ანალიზის დროს, როცა ქრომოსომებში საზღვრავენ გენის ლოკალიზაციას [292, 303].

ციტრუსოვნებში მულტაციური ცვალებადობის გამოვლენის ძირითადი მარკერია ფოთლებისა და ნაყოფების მორფოლოგია, ნაყოფის მომწიფების ვადები, ეკლიანობა, ყვავილის სტერილობა ან ფერტილობა და სხვა, რომელთა გადაცემა შემდგომ თაობებში ( $V_1$  და  $V_2$ ) უნდა შემოწმდეს.

**ჰაპლოიდია** - პოლიპლოიდის საპირისპირო პროცესია. ჰაპლოიდები ისეთი ორგანიზმებია, რომლებშიც საწყის ფორმასთან შედარებით განახევრებულია ქრომოსომების რიცხვი. ჰაპლოიდები ვითარდებიან ერთი უჯრედიდან განაყოფიერების გარეშე (კვერცხუჯრედი სინერგიდი, ანტიპოდი, მტერის მარცვალი). ისინი ხასიათდებიან დაბალი სიცოცხლისუნარიანობით, უჯრედისა და ყველა ორგანოს შემცირებული ზომებით, მათ ფენოტიპში შეიძლება გამოვლინდეს, როგორც დომინანტური, ისე რეცესიული გენები.

ბოლო პერიოდში ჰაპლოიდიას ფართოდ იყენებენ გენეტიკასა და სელექციაში. იგი წარმატებით გამოიყენება ჰიბრიდიზაციაშიც. მისი დახმარებით მაქსიმალურად იზრდება ჰომოზიგოტური ფორმების მიღება და ჩქარდება კონსტანტური ფორ-

მების წარმოქმნა, გამორჩევისას კი მცირდება საწყისი მასალის მოცულობა. ცნობილია, რომ ადრე მიღებული მაღალხარისხოვანი ციტრუსების გენომები, ძირითადად, გინოგენეზური გზით წარმოქმნილი შემთხვევითი ჰაპლოიდებია [361, 363, 366].

❖ **გამოვლენის მიხედვით გამოყოფენ შემდეგ მუტაციებს:**

- **მორფოლოგიურს** - როდესაც იცვლება ორგანიზმის მორფოლოგიური ნიშნები (ფერი, ფორმა, ზომა და სხვა).
- **ფიზიოლოგიურს** - როდესაც ცვლილებები ხდება სასიცოცხლო პროცესების თავისებურებებში (ფოტოსინთეზი, სუნთქვა და სხვა).
- **ბიოქიმიურს** - იცვლება ორგანიზმის ბიოქიმიური მაჩვენებლები (ვიტამინები, შაქრები, მჟავები და სხვა).

ვინაიდან მუტაცია ცოცხალი ორგანიზმის მემკვიდრულ აპარატში მომხდარი თვისობრივი, სტრუქტურული, რაოდენობრივი ცვლილებებია, ამიტომ ზოგჯერ კლასიფიკაციის დროს საფუძვლად მიიჩნევენ იმ ნიშნებს, რომლებიც ორგანიზმში იწვევენ ორგანიზმის ფენოტიპურ ცვლილებებს. მუტაციათა დაყოფა მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ, ბიოქიმიურ ტიპებად პირობითია, ვინაიდან ყველა მათგანს აქვს საერთო საფუძველი - ბიოქიმიურ რეაქციათა ჯაჭვის დარღვევა, მათი შედეგები კი შეიძლება ხილული აღმოჩნდნენ ორგანიზაციის სხვადასხვა დონეზე [40].

❖ **ადაპტური მნიშვნელობის (ბიოლოგიური სარგებლიანობის) მიხედვით მუტაციები შეიძლება იყოს:**

- **სასარგებლო მუტაციები** - აძლიერებს ორგანიზმის ცხოველმყოფლობას და ზრდას. ზოგჯერ მუტაცია ერთ ნიშანზე დადებითად მოქმედებს, მეორეზე კი - უარყოფითად (პლეიოტროპია). თუ დადებითი ეფექტი სჭარბობს უარყოფითს, მაშინ ასეთი მუტაცია იწახება ჰეტეროზი-

გოტულ მდგომარეობაში, მიმდინარეობს გენი-მოდული-კატორებისა და მცირე მუტაციების მეშვეობით პლეოტროპულ მუტაციაზე ზემოქმედება და უარყოფითი ეფექტის შესუსტება, ასეთ მუტაციებს სასარგებლო მუტაციებს უწოდებენ. მუტანტურ ინდივიდებს შესამჩნევი უპირატესობა აქვთ საწყის ფორმებთან შედარებით, სწრაფად ვრცელდებიან ბუნებაში, სახლდებიან სახეობისთვის ადრე არსებობისთვის ნაკლებად ხელსაყრელ პირობებში. ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად ხდება მათი შენარჩუნება, ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ევოლუციის პროცესში.

- **საზიანო მუტაციები** - ასუსტებენ ორგანიზმის ცხოველმყოფლობას და ხშირად ლეტალური ეფექტით მთავრდება. ახლად წარმოქმნილი მუტაციების დიდი ნაწილი ორგანიზმისთვის საზიანოა, ისინი ცვლიან ევოლუციის პროცესში ჩამოყალიბებულ ერთიან გენეტიკურ სტრუქტურას. ინდივიდის გენეტიკური სტრუქტურის (გენოტიპის) ჩამოყალიბება ევოლუციის პროცესში უკეთესი კომბინაციების გადარჩევის გზით მიმდინარეობს. ნებისმიერი გადახრა ამ სისტემაში იწვევს დისბალანსს, ამიტომაც გადახრები მეტწილად საზიანოა. ბუნებრივ პოპულაციებში რეცესიული მუტაციების ფართო გავრცელება პოპულაციისთვის, წარმოადგენს ერთი მხრივ გენეტიკურ ტვირთს, ხოლო მეორე მხრივ, როგორც რეზერვი, ემსახურება პროგრესულ ევოლუციას. მუტაციათა ასეთი დაყოფა, რა თქმა უნდა პირობითია, რადგან განსაზღვრულ პირობებში შეიძლება სასარგებლო მუტაცია საზიანო იყოს ან პირიქით.

- **ნეიტრალური მუტაციები (ნახევრად ლეტალური)** იწვევენ ორგანიზმის ზოგიერთი ნიშან-თვისების ცვალებადობას, თუმცა არ მოქმედებენ ორგანიზმის საერთო ცხოველმყოფლობაზე, არ ეხებიან ადაპტურ თავისებურებებს. ისინი ასუსტებენ ორგანიზმის სიცოცხლისუნარიანობას, მაგრამ ხშირად ლეტალური ეფექტით მაინც არ ხასიათდებიან.
- ვეგეტატიური გამრავლების დროს ციტრუსების მოდიფიკაციური ცვლილებები, ძირითადად, ვლინდება მსხმოიარობისა და მცენარის ზრდის ნიშნების მიხედვით.

❖ **ორგანობისა და ქსოვილების ნაირგვარობის მიხედვით მუტაციები შეიძლება იყოს ორი ტიპის:**

- **სტაბილური** - როდესაც სხვადასხვა აგროტექნიკური კომპლექსისა და გარემოს პირობებში გამოვლინდება სხვადასხვა ორგანოს ცვალებადობის ერთგვაროვანი ტიპები (შეცვლილი ყლორტები და შეცვლილი კვირტები და ა.შ.).
- **არასტაბილური** - რომელიც განპირობებულია შეცვლილი ეკოლოგიური და აგროტექნიკური ღონისძიებების ზემოქმედების შედეგად [121].

შ. სურგულაძემ შეისწავლა რა ციტრუსოვნებში მუტაციები, აღნიშნავს, რომ ცოცხალი ორგანიზმების განვითარების კანონზომიერი პროცესებიდან გამომდინარე, მუტაციები ხორციელდება მოლეკულური (გენური) სტრუქტურების შეცვლის საფუძველზე და აკეთებს განმარტებებს და წარმოგვიდგენს მუტაციების შემდეგ კლასიფიკაციას [97].

**პოტენმუტაგენები** - გენერაციული და სომატური პოტენმუტაგენები – ეს არის დროსა და სივრცეში ცოცხალი ორგანიზმების ხარისხობრივად განსაზღვრული მიკრო და მაკრომუტან-

ტების წარმოქმნის კანონზომიერი პროცესი. მუტაციები წარმოიქმნება მოლეკულური სტრუქტურების პოტენციური ცვლილების საფუძველზე გარემოსთან ურთიერთკავშირში.

**რადიომუტაგენები** - გენერაციული და სომატური რადიომუტაგენები ეს არის ხარისხობრივად განსაზღვრული მიკრო და მაკრო რადიომუტანტების წარმოქმნის კანონზომიერი პროცესი. რადიომუტანტი წარმოიქმნება ცოცხალი ორგანიზმის მოლეკულურ სტრუქტურაზე ფიზიკურ-ქიმიური, უშუალო გამოსხივების (ულტრაიისფერი, რადიაციული და ა.შ) ზემოქმედების შედეგად. მცირე დოზებით ზემოქმედებისას ვარიაციის საზღვრები - მცირეა, ოპტიმალური დოზების შემთხვევაში - ფართოა, ხოლო დიდი დოზებისას - ლეტალური.

**ბიომუტაგენები** - სომატური და გენერაციული ბიომუტაგენები ეს არის დროსა და სივრცეში ხარისხობრივად განსაზღვრული მიკრო და მაკრო ბიომუტანტების წარმოქმნის კანონზომიერი პროცესი. მოლეკულური დონით განსხვავებული ბიომუტაგენების (დამტვერვა, ინექცია, ტრანსპლანტაცია, ვირუსები და სხვა) ზემოქმედების შედეგად. ახლონათესაური ურთიერთმოქმედების დროს ვარიაციის საზღვარი ვიწროა, შორეულისას კი - ფართო, ხოლო ნათესაურად ძალიან შორეულის დროს გენეტიკური შეუთავსებლობის გამო - ლეტალური. ბიომუტაგენები ხორციელდება გენური ინჟინერიის საფუძველზე მოლეკულებს შორის ნაწილაკების ჯერადი შეფარდების გაცვლის გზით, რითაც ციტრუსებისა და სხვა მცენარეების ფორმათა წარმოქმნის ხელოვნური რეგულირების დიდი შესაძლებლობა იქმნება.

**პოტენციური მუტაციები** - წარმოიქმნება პოტენციური შესაძლებლობის განხორციელებისას შინაგანი და გარეგანი გარემოს ურთიერთკავშირში.

**ინდუცირებული (გამოწვეული) მუტაციები** - წარმოიქმნება სხვადასხვა მუტაგენის მოქმედების შედეგად. იმის მიხედვით, თუ რა ფაქტორები მოქმედებს მუტაციების წარმოქმნისთვის. იგი იყოფა:

- **რადიომუტანტები** - წარმოიქმნება რადიომუტაგენების დროს სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური ფაქტორის (არაცოცხალის) ცოცხალზე ზემოქმედებისას.

- **ბიომუტანტები** - წარმოიქმნება ბიომუტაგენების დროს. ეს ხორციელდება ორი ცოცხალი ორგანიზმის ურთიერთქმედებით ან ერთ-ერთის ზემოქმედებით. ამ დროს წარმოიქმნება ახალი ფორმები, რომლებიც სხვადასხვა ხარისხით ავლენენ მონაწილე კომპონენტების ნიშნებს.

## 1.2. სპონტანური (ბუნებრივი) მუტაციები

სპონტანური (ბუნებრივი) მუტაციები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში და კვირტული ვარიაციების სახით ხშირია ვეგეტატიურად მამრავლ მცენარეებში. ჯიშის შიგნით ახალი ფორმების წარმოშობის ძირითადი წყარო სწორედ კვირტული ვარიაციებია, ე. ი. ცვალებადობა წარმოიქმნება ცალკეულ კვირტში. ცოცხალ ორგანიზმებში ბუნებრივი მუტაციების წარმოქმნას ხელს უწყობს მრავალი ფაქტორი, რომელთა ზემოქმედების შედეგად მცენარეზე სომატური უჯრედებისგან წარმოიქმნება შეცვლილი კვირტები. აღნიშნული კვირტიდან განვითარებული ყლორტი, თავისი ნიშან-თვისებებით გამოირჩევა მცენარის სხვა ნაწილებისგან. თუ დედამცენარეზე შეცვლილი კვირტი ყლორტად ჩამოყალიბდა, მაშინ ასეთი ტოტის გამოცნობა ადვილია – ის ვეგეტატიურად გამრავლების შემთხვევაში იძლევა შეცვლილ

მცენარეს და წარმოქმნილი ცვალებადობა შენარჩუნდება თაობებში.

კვირტული ვარიაციები თავისი გენეტიკური ბუნებით, ვეგეტაციური მუტაციებია. თუ დროულად არ გამოვლინდა მუტაცია, მაშინ ჯიშის ერთგვაროვნება ირღვევა და იქმნება ჯიშ-კლონების ნარევი. აქედან შეიქმნა წარმოდგენა კვირტის ცვალებადობის შესახებ, რადგანაც ერთსა და იმავე მცენარეზე წარმოიქმნება სრულიად განსხვავებულად შეცვლილი კვირტები, რომლებიც სომატური უჯრედების ცვალებადობის საფუძველზეა წარმოქმნილი და საფუძვლად დაედო სელექციის იმ ნაწილს, რომელსაც კლონური სელექცია ეწოდება. „კლონი“ ბერძნული სიტყვაა და ტოტს ნიშნავს, ე.ი. „კლონური სელექცია“ შეცვლილი ტოტების გამორჩევაში მდგომარეობს. კლონური სელექცია ეს არის ჯიშების გაუმჯობესება მათი უკეთესი ვარიაციების გამორჩევისა და გამრავლების გზით [91, 93, 94].

სპონტანური (ბუნებრივი) მუტაციები აღწერილი იყო ჯერ კიდევ დარვინისა და მისი წინამორბედების შრომებში. პირველად გერმანელმა ნატურალისტმა კ. სპრინგელმა ჩვეულებრივ ქრისტესისხლას (**Chelidonium majus**) მცენარეებს შორის შეამჩნია განსხვავებული, დანაკვეთულფოთლიანი მცენარე [369]. მე-19 საუკუნის დასაწყისში საფრანგეთში ჩვეულებრივი კოწახურის ნარგაობებში გამოვლენილ იქნა წითელფოთლიანი ფორმა (**Berberis vulgaris var. Atropurpurea**), რომელიც შემდგომში საფუძველი გახდა წითელფოთლიანი კოწახურის მისაღებად. მოგვიანებით კი გერმანელმა სელექციონერებმა ყვითელი ალკალოიდური ხანჭკოლის (**Lupinus luteus L.**) ნათესარებში გამოარჩიეს უალკალოიდო ხანჭკოლის ბუნებრივი მუტანტი.

ჩარლზ დარვინის ყურადღება მიიქცია ხურტკმელის ერთ ტოტზე (**Grossularia reclinata**) სხვადასხვა ფერის ნაყოფის არსე-

ბოზამ, რომელსაც „სპორტებს“ უწოდებდა. მუტაციების ფართომასშტაბიანი ექსპერიმენტული შესწავლა იწყება 1880 წლიდან დე-ფრიზის მიერ, მანვე პირველმა თავის ნაშრომში „მუტაციური თეორია“ შემოიღო ტერმინი „მუტაცია“ და ჩამოაყალიბა „მუტაციის კლასიკური თეორია“. მის მიერ მუტაცია განმარტებულია, როგორც ნიშნების უეცარი, ნახტომისებური, საფეხურების გარეშე ცვლილება, რომელიც მდგრადია ახალ თაობებში. დე-ფრიზის მუტაციური თეორიის ძირითად დებულებებს დღესაც არ დაუკარგავს თავისი მნიშვნელობა [323].

მუტაციების შესახებ უფრო სწორი წარმოდგენა შეიქმნა მორგანის შრომების შემდეგ. მან შეისწავლა მრავალი მუტაცია და დაადგინა, რომ მუტაციას განიცდის გენები, რომლებიც აკონტროლებენ ორგანიზმის ცალკეულ ნიშნებს; მათვე შეუძლიათ, კროსინგოვერის შედეგად ჰომოლოგიურ ქრომოსომათა შორის ადგილები გაცვალონ. ქრომოსომებში სტრუქტურული ცვლილებების აღმოჩენის შემდეგ შეიქმნა ზოგადი შეხედულება მუტაციური პროცესების შესახებ, რომელიც საფუძვლად დაედო მენდელის მიერ აღწერილ „მემკვიდრეულობის ქრომოსომულ თეორიას“. ამ თეორიის თანახმად, მემკვიდრეობის მატერიალურ საფუძველს წარმოადგენს ქრომოსომები, რომლებშიც ხაზობრივადაა განლაგებული მემკვიდრეობის ელემენტარული დისკრეტული ერთეულები (გენები). შემდგომში მორგანმა დაამუშავა და განავითარა გენეტიკური ანალიზის ძირითადი პრინციპები და მეთოდოლოგია.

მუტაციები წარმოიქმნებიან უეცრად, ნახტომისებურად, ყოველგვარი გადასვლების გარეშე, რის შედეგადაც მიღებული მუტანტები უფრო მდგრადები არიან. მუტაცია წარმოიქმნება მრავალმხრივი მიმართულებით და შეიძლება იყოს, როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი, ამიტომ ყოველი სახეობისთვის

უნდა დადგინდეს გარკვეული თანაფარდობა უარყოფით (საზიანო) მუტაციებსა და იმ მცირერიცხოვან - დადებით (სასარგებლო) მუტაციებს შორის, რომლებიც უზრუნველყოფენ ცვალებად გარემო პირობებთან ორგანიზმის შეგუებას და ბუნებრივი გადარჩევის საფუძველზე უარყოფითი მუტაციების მოშორებას [40].

მუტაცია არის მემკვიდრეობითი ცვალებადობის ერთადერთი პირველადი წყარო, სადაც ცოცხალი ორგანიზმის მემკვიდრულ აპარატში ხდება თვისობრივი, სტრუქტურული და რაოდენობრივი ცვლილებები, რადგანაც მემკვიდრულ მასალას თვითგანახლების უნარი გააჩნია, ამდენად მასში მომხდარი ყოველგვარი ცვლილება კვლავ წარმოიქმნება და გადაეცემა თაობებს [335, 344, 377, 378]. ბუნებრივ პირობებში მუტაციის შენახვა მიმდინარეობს ჰეტეროზიგოტულ მდგომარეობაში. პოპულაციებში მუტანტური ალელების რაოდენობის გაზრდა განაპირობებს მათ გადაყვანას ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში, რაც იწვევს ცვალებადობის სიხშირის გაზრდას. ბუნებაში მუტაციების ბედს განსაზღვრავს ბუნებრივი გადარჩევა, ხოლო კულტურულ მცენარეებში სელექციონერი - ხელოვნური გადარჩევის გზით. სწორედ სომატური მუტაციები განაპირობებს მრავალი ახალი ფორმის წარმოშობას და უზრუნველყოფს ძვირფასი სამრეწველო ჯიშების შექმნას.

მეცნიერები დიდხანს ფიქრობდნენ, რომ ხეხილოვანი მცენარეები, და მათ შორის ვაშლიც, ნაკლებად ექვემდებარებოდა სომატურ მუტაციებს, თუმცა 1903 წლისთვის ა. შამელი ვაშლის ამერიკულ ჯიშებში უკვე ითვლიდა 173 ვეგეტაციურ მუტაციას, ხოლო 1932 წლისთვის მათი რაოდენობა 250-მდე გაიზარდა. მოგვიანებით (1936 წელი) ა. შამელისა და კ. რომეროს მიერ გამოქვეყნებულ შრომებში [365, 366] დაფიქსირებულია ნაყოფისა და სხვა ნიშნების მიხედვით ვაშლის 400-ზე მეტი სომატური მუ-

ტაცია. ამერიკელი სელექციონერების მიერ აღნიშნული მუტაციების გამოყენებით მიღებულია ვაშლის თითქმის ყველა კომერციული ჯიშში, მათ შორის „დელიშესის“ - 35, „რომის ლამაზმანის“ - 21, „ბოროვინსკის“ -15, „მეკინტოჟის“ - 11 ვარიაცია და სხვა. კლონური სელექციით მიღებული ვარიაციები ერთმანეთისგან განსხვავდება ფერით, ფორმით, ზომით, გემოთი და სხვა ნიშნებით [9, 93, 305].

ვაშლის ჯიშების ციტოგენეტიკური გამოკვლევის შედეგად გამოვლენილ იქნა ბუნებრივი პოლიპლოიდური და ანეუპლოიდური (განსაკუთრებით ტრისომიკები) ფორმებიც, რომელთა შორის უმეტესობა ტრიპლოიდები და ტეტრაპლოიდებია. კვირტული მუტაციების დიდი რაოდენობა გამოვლენილია, ასევე, მსხლის სხვადასხვა ჯიშშიც [7].

ბუნებრივი (სომატური) მუტანტების წარმოქმნის სიხშირის მიხედვით, ძნელად თუ მოიძებნება ციტრუსებისნაირი მრავალწლიანი მერქნიანი კულტურები. ბუნებრივი მუტაციები გვხვდება ციტრუსის გვარის ყველა სახეობასა და ჯიშში. აღნიშნულ გვარში ბუნებრივი მუტაციის სპექტრი იმდენად დიდი და მრავალფეროვანია, რომ სხვადასხვა ავტორს შემოთავაზებული აქვს მემკვიდრული ცვალებადობის განსხვავებული პომოლოგიური რიგები [76, 97, 352, 354, 387].

პირველი ცნობები ციტრუსებში სომატური მუტაციების აღმოცენების შესახებ (სექტორიული მუტაცია ფორთოხლებში) ჯერ კიდევ გ. ფერარიუსიდან მოდის [310]. 1675-1715 წლებში რამდენიმე სომატური მუტაცია აღწერილი იყო ჯ. ვოლკამერის მიერ [383]. ციტრუსებში მრავალი სასარგებლო მუტაცია გამოვლენილი და აღწერილი აქვს ა. შამელს [365, 366].

ჯერ კიდევ ადრე, იაპონელმა მეცნიერმა ტ. ტანაკამ მრავალწლიანი გამოკვლევების (სპონტანური მუტაცია) შედეგად გამოყო მანდარინ უნშიუს 5 სახესხვაობა [378].

**ზაირაი** - მსხვილი, ბრტყელი, უხეში, გვიანმწიფადი ნაყოფებით;

**იკედა** - მაღალხარისხოვანი, პატარა, მრგვალი ნაყოფებით, იზრდება როგორც ჯუჯა მცენარე;

**ოვარი** - ყველაზე გავრცელებული მუტაციური მანდარინების სახესხვაობაა;

**ვასე** - აღმოჩენილია ჩვეულებრივ მანდარინ სატსუმას ვარჯში და იგი დიდ როლს ასრულებს ციტრუსების წარმოებაში;

**იკირიკი** - ძალიან დიდი და ხარისხიანი ნაყოფი აქვს, იზრდება, როგორც ჯუჯა მცენარე.

ცნობილი ციტროლოგების ჰ. ვებერის [387, 388], ტ. ტანაკას [374, 378] და სხვა მეცნიერთა [284, 285, 305, 306, 321, 322, 352, 366, 387] აზრით, ციტრუსებში ფორმათა მრავალფეროვნების ძირითად წყაროს სწორედ სომატური მუტაციები წარმოადგენენ. ანალოგიურ აზრს ავითარებენ ქართველი მეცნიერებიც [194, 219, 121, 351]. ციტრუსებში მაღალი სიხშირით მუტაციათა აღმოცენების შესახებ აღნიშნავს, ასევე, ი. ლუსიც [215].

ვ. ესინოვსკაიას მონაცემებით, ამერიკელმა სპეციალისტებმა 25 წლის განმავლობაში გამოავლინეს და შეისწავლეს ფორთოხლის - 1344, ლიმონის - 222, გრეიპფრუტის - 32, ვაშლის - 394, მსხლის - 96, ატმის - 154, ქლიავის - 26, ვაზის - 96 და სხვა კულტურულ მცენარეთა მრავალი კვირტული მუტაცია, რითაც საფუძველი დაუდეს აღნიშნული ხეხილოვნების თანამედროვე სამრეწველო ჯიშებს [43].

ცნობილი ციტროლოგები ნ. ვებერი [387, 388] და ტ. ტანაკა [374, 375, 377] ბუნებრივ მუტაციას განიხილავენ, როგორც ციტ-

რუსების სახეობათა წარმოქმნის ძირითად მიზეზს, რომელიც განსაკუთრებით მაღალი სიხშირით ვლინდება მანდარინებში.

ტ. ტანაკას მონაცემებით, მანდარინ უნშიუს მუტირებისადმი განსაკუთრებულმა მიდრეკილებამ განაპირობა მანდარინის მრავალი კლონისა და სხვადასხვა ვარიაციების მიღების შესაძლებლობა. განსაკუთრებულ ინტერესს იმსახურებს ვასეს ტიპის მანდარინები, რომლებიც მიღებულია უნშიუსგან, ხასიათდება ადრემწიფადობით, თხელი კანით, მსხვილი ნაყოფებით. კოვანო ვასესაგან კვირტული მუტაციის გზით წარმოიშვა კლონი „სუდ-ზუკი ვასე“, რომელიც ხასიათდება დიდი ზომის ნაყოფებითა და მაღალი შაქრიანობით [374, 375, 377, 378].

1932 წელს ტ. ტანაკას მიერ ვასეს ჯგუფის მანდარინებისაგან გამოყოფილი იქნა კლონი იონაზავა უნშიუ, რომელიც ხასიათდება „გიგანტური“ ნაყოფებით. გამოვლენილია, ასევე, ვასეს ტიპის მანდარინის 50 დამოუკიდებელი ფორმა, აქედან 30 ფორმისთვის დადგენილია, რომ ისინი წარმოშობილია კვირტული ვარიაციის გზით. ტ. ტანაკას მანდარინ უნშიუს პლანტაციების დათვალიერებისას გამოვლენილი და გაანალიზებული აქვს 123000 მცენარე, აქედან გამოვლენილი და აღწერილი აქვს ვასეს 11 ვარიაცია [377, 378].

მკვლევრების მიერ [14, 106, 108, 377] დადასტურებულია, რომ ციტრუსოვნებში ქრომოსომული გარდაქმნები განსაკუთრებით მკვეთრად იზრდებიან ასაკოვან მცენარეებში და შეიმჩნევა კორელაცია მათ რაოდენობასა და ხნოვანებას შორის. ციტრუსოვანთა მცენარის დაბერებას განაპირობებს კვირტული ვარიაციების დიდი რაოდენობით წარმოქმნა, სადაც აბსოლუტური უმრავლესობა რეცესიული ხასიათისაა და უარყოფითი ნიშნებით ხასიათდება. გამომდინარე აქედან, სადედე ხეების გამორჩევისა და მისგან კალმების აღებისას მხედველობაში უნდა

იქნას მიღებული მცენარის ასაკი. ასაკოვანი მცენარეებიდან აღებული კალმები წარმოადგენენ მრავალფეროვანი კვირტული ვარიაციების მიღების საფუძველს, რომელთა აბსოლუტური უმრავლესობა უარყოფითი ნიშნების მატარებელია და იწვევს სამრეწველო პლანტაციების დანაგვიანებას.

ი. ქერქაძე [117, 196] აანალიზებს რა ჰიბრიდიზაციისა და მუტაციების გენეტიკურ არსს, მუტაციის აღმოცენების მექანიზმსა და როლს, გამოთქვამს მოსაზრებას, რომ ციტრუსოვნებში ყინვაგამძლეობის პრობლემა შეიძლება გადაიჭრას ჰიბრიდიზაციისა და მუტაციის ინტეგრირებული მეთოდების გამოყენებით. კერძოდ, მუტაციით უნდა შევქმნათ ახალი გენური ბალანსი, ხოლო ჰიბრიდიზაციით უნდა ჩამოვყალიბოთ (ჩვენთვის სასურველი) გენთა კომბინაცია, ბოლოს კი გენოტიპი. რაც შეეხება გენერაციული გამრავლების გზით წარმოქმნილი მუტაციების რაობას, ისინი დიდი რაოდენობით წარმოიქმნა სქესობრივი გამრავლებისას. განსაკუთრებით თვალნათელია მათი წარმოშობა აპომიქტურ ჩანასახებში, რომლებიც გამოვლინდება ნუცელარული ნათესარების სახით.

იაკონელი მკვლევრის, დოქტორ კაზიურის გამოკვლევებში მითითებულია, რომ მუტაციური ნიშნები უფრო მეტად დამახასიათებელია ნუცელარული ემბრიონებიდან მიღებული ნათესარებისთვის, ვიდრე კვირტული წარმოშობის მუტაციებისთვის [18]. ნუცელარული ნათესარების ცვალებადობის მიზეზს სომატურ მუტაციებში ხედავდა ნ. მური [226, 227] და სხვები [321].

ი. ქერქაძე [108, 109, 110] მიიჩნევდა, რომ მუტაციური ცვალებადობის მიზეზი თესლით გამრავლების შემთხვევაშიც, შეიძლება იყოს სომატური მუტაცია. აღნიშნულ ფაქტს ავტორი ხსნის იმით, რომ სომატური მუტაციები ხშირად განაპირობებენ ორგანიზმის ქიმერულ მდგომარეობას. თუ ასეთი მუ-

ტირებული ქსოვილი დასაბამს მისცემს მდედრობით ან მამრობით სასქესო უჯრედს, მაშინ ადგილი აქვს გენეტიკურ დრეიფს და სქესობრივი თაობა იცვლება.

ზ. ბუკიამ შეისწავლა რა მანდარინ ვასე უნშიუ ოჩოს ნუცელარული ნათესარების ბიომორფოლოგიური თავისებურებანი, დაასკვნა, რომ მიუხედავად მანდარინ ვასე უნშიუ ოჩოს ნუცელარული ნათესარების არაერთგაროვანი წარმოშობისა, ისინი ხასითდებიან ბიომორფოლოგიურ თავისებურებათა დიდი პოლიმორფულობით. ნუცელარულ ნათესარებს შორის დედამცენარის მსგავსი მცენარეები არ არიან, რაც გვამღევეს იმის საფუძველს, ვივარაუდოთ, რომ კლონი ვასე უნშიუ ოჩო ქიმერული აღნაგობისაა. მკვლევარი გამოთქვამს მოსაზრებას, რომ აღნიშნული ნუცელარული ნათესარები შესაძლებელია გამოყენებული იქნას სელექციაში, მანდარინის სორტიმენტის გაუმჯობესებისთვის [12, 13, 16, 167].

ნ. მაისურაძე [219] მანდარინის ნუცელარულ ნათესარებში ახალი ნიშნების გამოვლენას პირველ რიგში ხსნიდა სახეობის გენეტიკური ნიშან-თვისებების გამოვლენით, რომლებიც ვეგეტატიურად მამრავლ მცენარეებში ადაპტური მოდიფიკაციის ან მემკვიდრული მუტაციის შედეგად ფენოტიპურად არ იყო გამოვლენილი. მეორე მხრივ კი ახალი ნიშნების გამოვლინებას ხსნის მათი განვითარების პერიოდში ნუცელუსის უჯრედის ან ჩანასახის გენეტიკური ცვალებადობით (მუტაციებით).

ქართველ სელექციონერთა დიდი ნაწილი [18, 27, 219, 222] თვლის, რომ ციტრუსებში ნუცელარული თაობები ხასიათდება ფორმათა დიდი მრავალფეროვნებით, რომლებიც დედა-მცენარისაგან განსხვავდება და გააჩნია არა მარტო პრაქტიკული, არამედ სელექციური ღირებულება.

მრავალი სამეცნიერო კვლევებით დასტურდება, რომ ციტრუსებში ნუცელარული თაობები ხასიათდება ფორმათა დიდი მრავალფეროვნებით და ციტრუსოვანთა თესლით გამრავლებისას სელექციონერისა და გენეტიკოსის ყურადღება გამახვილებული უნდა იყოს არა მარტო რეკომბინაციული ცვალებადობისა და დათიშვის თავისებურებების მიმართ, არამედ რეცესიული და დომინანტური მუტაციების სპექტრის ანალიზის, მისი გამოვლენისა და წარმოქმნის კანონზომიერებისადმი [108].

აღსანიშნავია, აგრეთვე, ის ფაქტიც, რომ ციტრუსოვანთა სტერილური ფორმები (მანდარინი უნშიუ და ფორთოხალი ვაშინგტონ-ნაველი) გაცილებით მეტი ქრომოსომული გარდაქმნებით ხასიათდება, ვიდრე ფერტილური ფორმები (ადგილობრივი ფორთოხალი), ამიტომაც ამ მიმართულებით განხორციელებულ კვლევებს პრაქტიკული თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ი. ქერქამე სამრეწველო პლანტაციების შესწავლის შედეგების საფუძველზე აკეთებს დასკვნებს, რომ კვირტით გამრავლებისას ადგილი აქვს ხელოვნურ განქიმერებას და ამ გზით შეიძლება ყველა ტიპის მუტაციის რეალიზება, სავარაუდოდ ეს უნდა იყოს ციტრუსებში ვეგეტაციური ჰიბრიდების წარმოქმნის ერთ-ერთი მიზეზი [112, 121].

ნ. მაისურამემ შეისწავლა რა სომატური მუტაციები აღნიშნა, რომ ციტრუსის გვარის (*Citrus L.*) ფარგლებში გარკვევით ვლინდება **პარალელური მემკვიდრული ცვალებადობა**, რის შედეგადაც მიღებული ფორმები შესაძლებელია, გაერთიანდეს შემდეგნაირად [219, 220]:

- **ფორმები** - რომლებიც მსგავსია ფენოტიპურად, თუმცა მათში მიმდინარეობს ჰომოლოგიური ნიშნების პარალელური მემკვიდრული ცვალებადობა და მცენარის ქსოვილების მსგავსი

შეთანაწყობა, რომლის შედეგადაც წარმოიქმნება იდენტური მუტანტები ანუ ქიმერები;

- **ფორმები** - რომლებიც მსგავსი არიან ზოგიერთი ნიშან-თვისებით და შესაძლებელია, პარალელური მემკვიდრული ცვალებადობის ცალკეული ნიშნები გამოვლენილ იქნას ნარინჯოვანთა ქვეოჯახის სხვა გვარებშიც, რომლის კლასიკურ მაგალიტს წარმოადგენს *Citrinae*-ს ქვეტრიბის 13 გვარის ნაყოფებში საწვენე პარკების არსებობა, რომელიც მოიცავს *Citrus*-ის გვარში შემავალ სახეობათა მრავალფეროვნებას;

- **ფორმები** - რომლებშიც ჰომოლოგიური ნიშნების ცვალებადობა გამოწვეულია სპონტანური მუტაციების, ჰიბრიდიზაციისა და პოლიემბრიონიის დროს. ნ. მაისურაძე თვლის, რომ ციტრუსოვანთა კლონებში ვლინდება მუტირებული ნიშნების მდგრადობის სხვადასხვა ხარისხი;

- **ფორმები** - რომლებშიც შეცვლილი ნიშან-თვისებები ხშირად ქრება და ჩნდება საწყისი ფორმის ნაზარდები;

- **ფორმები** - რომლებიც მტკიცედ ინარჩუნებს შეცვლილ ნიშან-თვისებებს და არ „ბრუნდება“ საწყისი ფორმისკენ;

- **ფორმები** - რომლებიც იშვიათად, მაგრამ მაინც უბრუნდებიან საწყის ფორმებს. აღნიშნული მოვლენა აიხსნება მათი ქიმურული ბუნებით, ამასთან განქიმერების სიხშირე დამოკიდებულია იმაზე, თუ მცენარის რა ნაწილი ექვემდებარება ცვალებადობას. ამასთანავე დაკავშირებული შეცვლილი ნიშნების დამემკვიდრება სქესობრივ და ნუცელარულ ნათესარებში. აქედან გამომდინარე, კლონების შენარჩუნება შემდეგ თაობებში ძალიან რთულია და ამიტომაც მუტაციის სამეურნეო ღირსების შეფასებისას, სხვა ხარისხობრივ მაჩვენებლებთან ერთად აუცილებლად გათვალისწინებულ უნდა იქნას ის, თუ რამდენად მტკიცედ ინარჩუნებს კლონი მუტირებულ ნიშან-თვისებას [218].

თუ მცენარეში მუტაციური ცვალებადობა ეხება ქსოვილის იმ ნაწილებს, რომელთაგან წარმოიქმნება ჩანასახოვანი უჯრედები, მაშინ მათი გამეტები ახლად მუტირებული ნიშნებით იმყოფება ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში, ხოლო ნუცელარული ნათესარები საწყისს აძლევენ მუტანტურ ხაზებს. ასეთი კლონები ძალიან იშვიათად იძლევიან საწყისი ფორმის ნაზარდებს. მაგალითად, ჭრელფოთოლა ბიგარადია ივითარებს გამეტებს ალბინიზმის თვისებებით, მისი ნუცელარული ნათესარები თეთრია, მაგრამ თუ მცენარეში ცვალებადობა არ ეხება რეპროდუქციულ უჯრედებს, მაშინ მათ გამეტებს და ნუცელარულ ნათესარებს აქვთ ნორმალური მცენარის თვისებები.

გვხვდება ისეთი მუტაციებიც, რომლებიც იწვევენ ერთი, ორი ან რამდენიმე ნიშნის ცვალებადობას და არ ახდენენ გავლენას მცენარის ვეგეტატიურ ნიშნებზე.

ნ. მაისურაძემ [219] ციტრუსოვნებში გამოყო შემდეგი ტიპის სომატური მუტაციები:

❖ **მორფოლოგიური მუტაციები** - რომლის დროსაც იცვლება მცენარის მორფოლოგიური ნიშნები. ვინაიდან მორფოლოგიური ცვალებადობა, ძირითადად, ფოთოლსა და ნაყოფზე აისახება, აქედან გამომდინარე, ნ. მაისურაძემ გამოყო შემდეგი ტიპის მუტაციები:

**ფოთლის მუტაციები** - კლონებში ყველაზე უფრო განმასხვავებელ ნიშანს ფოთოლი წარმოადგენს და შედარებით უფრო ხშირად წარმოიქმნება. ნ. მაისურაძემ ფოთლის მუტაციებში გამოყო ვიწროფოთლიანი ფოთლის ორი ფორმა: ტირიფფოთოლა და ქინძისთავისებრფოთოლა.

**ტირიფფოთოლა** ფორმისთვის დამახასიათებელია: სუსტი ზრდა, ვიწრო ლანცეტისებრი ფოთოლი და შედარებით წვრილი ნაყოფები. ამ ტიპს მიაკუთვნა ტირიფფოთოლა ბიგარადია (C.

*Aurantium L. var. salicifolia*), ფორთოხლის და მანდარინ უნშიუს ტირიფფოთოლა კლონები, ნაცუმიკანის წვრილფოთოლა კლონი და ა. შ.

**ქინძისთავისებრფოთოლა** ფორმისთვის დამახასიათებელია არაერთგვაროვანი ფოთლები, რომლებიც განსხვავდება ერთმანეთისგან ფორმით და ზომით, ფოთლის ძირითადი მასა წააგავს ქინძისთავს (წვეროსთან გაფართოებულია ფუძესთან კი შევიწროებული). ასეთი ფორმის ფოთოლი უვითარდება მანდარინებს, ფორთოხლებს და იშვიათად ლიმონებს. აღსანიშნავია ვაშინგტონ ნაველის კლონი, ფორთოხალი მორო, ჭრელფოთოლა ბიგარადია ფორთოხლისა და მანდარინის ჰიბრიდი (*C. unshiu*×*C. sinensis*) №6315-ის კლონი, რომელიც გამოვლენილი იქნა 1950 წელს სოხუმის სასელექციო სადგურში, ყინვიანი ზამთრის დროს დაღუპული მცენარის საკუთარ ფესვებზე არსებულ ამონაყართა შორის.

**პლასტიდური მუტაციები** - გავლენას ახდენს პიგმენტების სინთეზზე და იწვევს ყვავილის გვირგვინის ფურცლების, ნაყოფის, ახალგაზრდა ნაზარდების ან ზოგჯერ მთლიანი მცენარის ანტოციანურ შეფერილობას. აღნიშნული ტიპის მუტაციები ვლინდება თითქმის ყველა სახეობის ციტრუსში, ისინი წარმოდგენილია რთული პლასტიდური ქიმერების სახით და განაპირობებენ ჭრელფოთლიანი და ალბინოსური ფოთლის მქონე ფორმების წარმოქმნას. ჭრელფოთლიანობა დაკავშირებულია პლასტიდების განვითარების მრავალ სტრუქტურულ ცვლილებასთან. ჭრელფოთლიანი ფორმები წარმოიქმნება მაშინ, როცა ცალკეული უჯრედების პლასტიდები რეცესიული მუტაციის შედეგად კარგავენ ქლოროფილის წარმოქმნის უნარს (ნაწილობრივი ალბინიზმი) იმ დროს, როცა სხვა უჯრედების პლასტიდებში ქლოროფილი ნორმალურად წარმოიქმნება. უჯრედები

(შეცვლილი და ნორმალური) აგრძელებენ რა ერთად ზრდას, იძლევიან ჭრელ, მოთეთრო-მომწვანო შეფერილობის ფოთოლს. ჭრელფოთლიან ფორმებს აქვთ განსაკუთრებული დეკორატიული ღირებულება, ამასთან ერთად ისინი საინტერესო მასალას წარმოადგენენ პლასტიდების გენეტიკური თვისებების შესასწავლად.

ჭრელფოთლიან ფორმებში გამოყოფენ ისეთ ფორმებს, რომლებიც ინარჩუნებენ ჭრელფოთლიანობას და არ იძლევა მწვანე ტოტებს. გვხვდება, ასევე, ისეთი ფორმებიც, რომლებიც ხშირად უბრუნდება საწყის ნორმალურ მდგომარეობას და წარმოიქმნება მწვანე ფერის ყლორტები.

ნ. მაისურაძემ ბიგარადიის, ლიმონებისა და სხვა ჰიბრიდებისგან გამოარჩია სხვადასხვანაირი ჭრელფოთოლა ფორმა [218].

ი. ქერქაძემ [117] ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველიდან, ლიმონ მეიერისა და ახალქართულის სხვადასხვა ჰიბრიდიდან გამოიყვანა ჭრელფოთოლა ფორმები, რომლებიც წარმოადგენს ქიმერებს.

**ალბინიზმი** - მიეკუთვნება პლასტიდურ მუტაციებს, რომელიც მცენარის ან მისი რომელიმე ნაწილის (განსაკუთრებით ფოთლების) მწვანე შეფერილობის უქონლობაა. ალბინიზმი ქრომოპლასტებში ქლოროფილის სინთეზის დარღვევის შედეგია. იგი მემკვიდრეობითი ნიშანია, რომელიც გადადის რეცესიული გენით და ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში ხელს უშლის მცენარეებში ქლოროფილის სინთეზს. სრული ალბინიზმის შემთხვევაში მცენარეს ფოტოსინთეზის უნარი საერთოდ არ აქვს და თესლში საკვები ნივთიერებების მარაგის გამოლევის შემდეგ იღუპება. ალბინიზმი ვლინდება აღმონაცენის გამოჩენიდან ერთი თვის ან თვენახევრის შემდეგ. ამ პერიოდის განმავლობაში ალბინოსური ნათესარი ივითარებს 2-5 ფოთოლს, რომელიც სი-

მალეში 5 სმ-მდე აღწევს და ილუპება. გვხვდება ალბინიზმის სხვა ფორმაც, რომელიც გენების ცვლილებაზე კი არ არის დამოკიდებული, არამედ განპირობებულია ქლოროპლასტების მემკვიდრეობითი ცვალებადობით.

**ნაყოფის მუტაციები** - იწვევს ნაყოფების ცვლილებებს. წარმოიქმნება ჭიპიანი, გლუვკანიანი, თხელკანიანი და სხვა მიმართულებით შეცვლილი ნაყოფები.

**ჭიპიანი ნაყოფი** დამახასიათებელია ციტრუსოვანთა თითქმის ყველა სახეობისთვის. ნაყოფებს წვეროს ნაწილში უვითარდებათ ჭიპი, რომელიც წარმოადგენს ბუტკოს ცვლილების შედეგს.

**გლუვკანიანი ნაყოფის** კანის ზედაპირი გლუვია, პრიალა, რომელიც ნაყოფს აძლევს კარგ სასაქონლო სახეს. ამ ნიშნის მიხედვით ცვალებადობამ დასაბამი მისცა ფორთოხლის შემდეგ ჯიშებს: ტომსონ ნაველი, ჰამლინი, სანგვინელო მოსკატო, ტოროკო და სხვ. ასეთი ნაყოფის კანის ეთერზეთოვანი ჯირკვლები მცირე ზომისაა, ვიდრე ჩვეულებრივი ნაყოფებისა. ნაყოფის ეს თავისებურება მემკვიდრეობით გადადის შთამომავლობაში.

**თხელკანიანი ნაყოფის** კანი თხელი, გლუვი და პრიალაა. გლუვკანიანი ნაყოფები, როგორც წესი, თხელკანიანი და შედარებით ადრემწიფადიცაა, მაგრამ ნაკლებად ტრანსპორტაბელურია.

❖ **მუტაციები ნაყოფის სიმწიფის ვადების მიხედვით.** ნაყოფის დამწიფება ის ნიშანია, რომელიც კვირტული მუტაციის შედეგად ჩამოყალიბდა. ციტრუსოვანთა ცალკეულ სახეობებში გამოვლინდებიან: ადრემწიფადი, საშუალო და გვიანმწიფადი ფორმები. აღნიშნული ნიშანი მნიშვნელოვანია სელექციისათვის. ადრემწიფადობა დაკავშირებულია ნაყოფის კანის ზედაპირის სისქის ცვლილებასთან და ვეგეტატიური გამრავლების დროს

გადაეცემა შთამომავლობას. მაგალითად, ფორთოხალ ჰამლინის გლუვი და თხელკანიანი ნაყოფი, ტომსონ ნაველის თხელკანიანობა, ვასეს ჯგუფის მანდარინის ჯიშებში აღრემწიფადობა და სხვა.

❖ **სტერილური მუტაცია** - ვითარდება ფუნქციადაკარგული კვერცხუჯრედიდან და იმსახურებს განსაკუთრებულ ყურადღებას. ასეთი მუტაცია ციტრუსებში განაპირობებს უთესლო ნაყოფის მიღებას, რაც ნაყოფს აძლევს საუკეთესო სასაქონლო სახეს და აადვილებს მათ ტექნოლოგიურ გადამუშავებას. ციტრუსებში მამრობითი და მდედრობითი ხაზით წარმოქმნილ სტერილურ მუტაციებს აქვთ, როგორც პრაქტიკული, ისე თეორიული მნიშვნელობა.

❖ **პართენოკარპია** - ციტრუსოვნებისთვის დამახასიათებელია ქალწულებრივი გამრავლება, რომელიც დაკავშირებულია მდედრობითი გამეტის სტერილობასთან. ციტრუსოვან მცენარეთა ცვალებადობა ამ მიმართულებით ატარებს განსაკუთრებულ ხასიათს. არსებობს კორელაციური დამოკიდებულება მტვრის ფერტილობასა და პართენოკარპიას შორის. ფორმა ან ჯიში, რაც უფრო ნაკლებს ფერტილურ მტვერს წარმოქმნის, მით უფრო დიდი რაოდენობის პართენოკარპულ ნაყოფებს გამოწვევას და პირიქით. ასეთი ჯიშები ნაყოფს გამოწვევას უკველგვარი მტვრის მარცვლის ზემოქმედების გარეშე, ე.ი. ხასიათებიან მამრობითი სტერილობით. მაღალი ხარისხის პართენოკარპია ახასიათებს: მანდარინ უნშიუს, ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველს, უეკლო ლიმონს. გვხვდება ისეთი ჯიშები, რომლებიც თესლის განვითარებისთვის საჭირო მტვრის უქონლობის გამო, უკიდურეს შემთხვევაში უცხო ან მასთან ბიოლოგიურად შეუთავსებელი მცენარის მტვრის მარცვლების ზემოქმედების გარეშე ნაყოფს სრულებით არ იძლევიან.

### ❖ ნუცელარული უჯრედების მუტაცია:

ასეთი სახის მუტაცია ვლინდება მაშინ, როდესაც ციტრუსოვანთა თესლში ხდება დამატებითი ჩანასახების წარმოშობა - პოლიემბრიონია [74]. სოხუმის სასელექციო სადგურში ფორთოხალ კოროლიოკის ნათესარებში გამორჩეულ იქნა კლონი ნუცელარული პოლიემბრიონიის თვისებებით, რომელთა ნაყოფები დედამცენარესთან შედარებით უფრო მცირე ზომისა იყო და გვიან მწიფდებოდა.

ციტრუსები ძლიერ მიდრეკილებას ავლენენ ანეუპლოიდიისა და გენომური მუტაციების წარმოქმნისადმი. აღნიშნულია შემთხვევები, როცა ერთ ხეზე, ერთმანეთის გვერდით აღინიშნება განსხვავებული პლოიდობის ტოტები [218]. ციტრუსებში (უმეტესად გადაჭრილი მცენარის ამონაყრებზე) ხშირად ჩნდება პოლიპლოიდური ტოტები. ასეთი წარმონაქმნები აუტოპოლიპლოიდები, როგორც წესი, ტეტრაპლოიდებია ( $4n=36$ ). ციტრუსოვნებში აუტოპოლიპლოიდები წარმოიქმნებიან ბუნებრივ პირობებში ნუცელარული და სქესობრივი გამრავლების დროსაც. ტეტრაპლოიდები სუსტადმზარდია, ნაყოფი გვიან შედის სიმწიფეში და ხასიათდება დაბალი ყინვაგამძლეობით.

1949-1950-იანი წლების სუსხიანი ზამთრის შედეგად დაღუპული ფორთოხლის ნუცელარული ნათესარების (№511, 574) ამონაყრებში გამოვლენილ იქნა ტოტი, რომლის ციტოლოგიური კვლევის შედეგად აღმოჩნდა, რომ დიპლოიდურ კომპლექტში ქრომოსომათა რაოდენობა 28 ქრომოსომის ნაცვლად შეადგენდა 36-ს. ზოგჯერ ციტრუსოვანთა ორგანიზმი საწყისი ჯიშისგან ( $2n=18$ ) განსხვავებით შეიცავს ერთი ქრომოსომით ნაკლებს ( $2n=17$  მონოსომიკი). ჰეტეროპლოიდები ხასიათდება სუსტი ზრდით, უთესლო და უხეში ნაყოფებით, მწიფდება გვიან და ნაკლებად ყინვაგამძლეა [48].

ნ. მაისურაძე თვლიდა, რომ მუტაციურმა ცვალებადობამ ჰიბრიდიზაციასთან ერთად უნდა შეასრულოს მნიშვნელოვანი როლი, რომელიც მართო ჰიბრიდიზაციით არ მიიღწევა. ცნობილია, რომ ჰიბრიდიზაცია არღვევს ციტრუსოვანთა მტკიცე გენეტიკურ სისტემას, ხოლო მუტაცია გენურ ბალანსს. ამიტომ, ისეთი რთული გენეტიკური ბუნების ორგანიზმები, როგორც ციტრუსოვნებია, ფორმათა წარმოშობის პროცესის გაძლიერების მიზეზი უნდა ვეძიოთ ცალკეული გენოტიპის ბიოლოგიურ თავისებურებებში [219].

ბუნებრივი მუტაციების მაღალი სიხშირე და სხვადასხვა მორფოლოგიური ნიშნის ცვალებადობის ფართო დიაპაზონი ციტრუსებში დადასტურებულ იქნა ქართველი მეცნიერის, ი. ქერქაძის [108, 109, 112, 117, 119, 120, 121], მიერ. იგი სწავლობდა რა ბუნებრივ მუტაციებს, აღნიშნავდა, რომ ციტრუსოვნებში მუტაციური ცვალებადობის გამოვლენის ძირითადი მარკერია ფოთლებისა და ნაყოფების მორფოლოგია, ნაყოფის მომწიფება, ეკლიანობა, ყვავილის სტერილობა ან ფერტილობა და სხვა. მისი მონაცემებით, ფოთლის მუტაციები იწვევს ფოთლის ფორმის, ზომის, ფერის, ყლორტზე ფოთლის მიმაგრების კუთხის, ფრთიანობის, ეკლიანობის და სხვათა ცვლილებას. მუტაციების მრავალწლიანი კვლევისა და შესწავლის შედეგად ი. ქერქაძის მიერ [121] გამოყოფილ იქნა შემდეგი მუტაციები:

- ფოთლის მორფოლოგიის მიხედვით;
- ყლორტზე ფოთლის მიმაგრების კუთხის მიხედვით;
- ფოთლის ანტოციანური შეფერილობის მიხედვით;
- ნაყოფის ჭიპიანობის მიხედვით;
- ნაყოფის სიდიდის მიხედვით;
- ნაყოფის ბიოქიმიური შემცველობის მიხედვით;
- ნაყოფის შეფერილობის მიხედვით

მან მანდარინ უნშიუს სახესხვაობაში გამოყო 2 ჯგუფი: **დიდფოთოლა (ფართოფოთოლა) და წვრილფოთოლა.**

**დიდფოთოლა (ფართოფოთოლა)** - ფორმის ფოთლის სიგრძე - 10-14სმ-ია, სიგანე - 5-8სმ. ფართო ოვალური ფორმის, დაბოლოება ხშირად ოვალურია, ფერი მუქი მწვანე, ყუნწი გრძელი (2-3სმ), ძლიერ დაკბილული, ზედაპირი გლუვი, ხშირად დაბუმტული.

**წვრილფოთოლა** - ფორმის ფოთლის სიგრძე - 6-10სმ-ია, ხოლო სიგანე - 4-6სმ. ღია მწვანე, არაერთგვაროვანი, მახვილი ბოლოთი, ყლორტზე ფოთლის მიმაგრების კუთხე 30-38<sup>0</sup>-ია. ხშირად გვხვდება დეფორმირებული ფოთლებიც.

**ყლორტებზე ფოთლის მიმაგრების კუთხის მიხედვით გვხვდება 3 ტიპის მუტაცია:**

- მიმაგრების კუთხე 30-დან 40<sup>0</sup>-მდე;
- მიმაგრების კუთხე 45-დან 55<sup>0</sup>-მდე;
- მიმაგრების კუთხე 60-დან 130<sup>0</sup>-მდე.

აღნიშნულთაგან ფორთოხლებსა და ლიმონებში აღწერილია ორი ტიპი 40-დან 70<sup>0</sup>-მდე და 80-დან 140<sup>0</sup>-მდე. აღსანიშნავია, რომ ყველა ფორმა, რომლის მიმაგრების კუთხე 30-დან 40<sup>0</sup>-მდეა, წარმოადგენს ნაგალას. მათ მაღალმზარდ მცენარეებთან შედარებით დაქვეითებული აქვთ ფოტოსინთეზური აქტივობა (პლასტიდური მუტაციები).

**ფოთლის ანტოციანური შეფერილობის მიხედვით** - მუტაციები განსხვავებული სიძლიერით ახასიათებს სხვადასხვა სომატური და გენერაციული მუტანტების ფოთლებს. განსაკუთრებული სიძლიერით ანტოციანური შეფერვა ახასიათებს ლიმონის მუტანტებს. ი. ქერქაძემ ლიმონებში გამოყო 3 ტიპის ანტოციანური შეფერილობა: დაწყებული მოწითალო-მოყავისფრო იისფერიდან, დამთავრებული მუქ ყავისფერამდე. გამოკვლევებით

დადგენილია, რომ ის მუტანტები, რომელთაც მუქი ყავისფერი შეფერილობა აქვს, ძლიერ გამძლეობას ამჟღავნებს გარემოს არახელსაყრელი პირობების მიმართ. ციტრუსოვანთა ზოგერთი სახეობა ივითარებს ჭიპიან ნაყოფს. ჭიპი წარმოადგენს მუდმივ ნიშანს ან ვარირებს სხვადასხვა ზომის, ფორმისა და ჩაზრდის მიხედვით – ზოგჯერ იგი ღია ან ჩაზრდილია კანქვეშ, ამის მიხედვით, ციტრუსოვნებში გამოყოფენ ჭიპის 3 ჯგუფს:

- **ღია დანაოჭებული ჭიპი;**
- **ნახევრად დახურული გლუვი ჭიპი;**
- **დახურული გლუვი ჭიპი.**

ყველა ჭიპიანი მუტაცია ხასიათდება ნაყოფის კარგი ბიოქიმიური მაჩვენებლებით.

**მუტაციები ნაყოფის სიდიდის მიხედვით** - ციტრუსებში ნაყოფის ზომას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. იგი ლაბილური ნიშანია და ხშირად იცვლება ადგილის პირობების მიხედვით. თუ მუტანტები და მათი საწყისი ფორმები იზრდება ერთნაირ პირობებში, მაშინ შესაძლებელია, ადვილად გამოვლინდეს ტიპური მუტანტები ნაყოფის ზომის მიხედვით, თუმცა ბუნებრივ პირობებში ნაყოფის ზომა მკვეთრად მცირდება საწყის ჯიშთან შედარებით.

**ნაყოფის ბიოქიმიური შემცველობის მიხედვით** - ციტრუსოვნებში ხშირად გამოვლინდება მუტანტები ნაყოფში არსებული ბიოქიმიური კომპონენტების (ვიტამინების (C, PP), შაქრების, მჟავიანობისა და სხვა) განსხვავებული შემცველობის მიხედვით. ეს შესაძლებელია, გამოვლინდეს ერთი ჯიშის ფარგლებშიც კი.

**ნაყოფის შეფერილობის მიხედვით** - ციტრუსებში ნაყოფის კანის შეფერილობა მერყეობს მოყვითალო-მწვანედან მოწითალო-ნარინჯისფერამდე, რბილობის შეფერვა მომწვანო-მოთეთ-

რო შეფერილობიდან მოყვითალო-მოწითალო შეფერილობამდე. ზოგიერთი ავტორის მონაცემებით, ციტრუსების ნაყოფის შეფერვა მნიშვნელოვანი ნიშანია და მის ცვალებადობას, ძირითადად, განაპირობებს კვირტული ვარიაციები [194].

**ყლორტის ეკლიანობის მიხედვით** - ციტრუსებში მუტაციების შედეგად ხშირად წარმოიქმნება უეკლო ყლორტები, ასეთი ფორმები (მანდარინი, ფორთოხალი) ხშირად იძლევა ეკლიან მუტაციებს. უეკლო ყლორტები მემკვიდრეობით გადაეცემა ფორთოხლის, ლიმონის, ბიგარადიის, ლაიმის, ციტრონის, გრეიპ-ფრუტის, პომპელმუსის, ბერგა-მოტის ნუცელარულ ნათესარებს [218, 121].

ი. ქერქაძე აღნიშნავს, რომ ყველა ჩამოთვლილი ნიშნის მემკვიდრული გადაცემა უნდა შემოწმდეს შემდგომ ვეგეტატიურ თაობებში ( $V_1$  და  $V_2$ ) და მას შემდეგ უნდა შეფასდეს მუტანტი [121]. მართალია, მეცნიერთა უმრავლესობის მიერ საყოველთაოდ აღიარებულია ციტრუსოვანთა ძლიერი მიდრეკილება ბუნებრივი - სომატური (კვირტული) მუტაციების გამოვლენისა და თაობებში მათი ვეგეტაციური გზით დამაგრებაზე, მაგრამ, ამასთანავე, აღნიშნავენ, რომ მუტაციათა უმრავლესობა უარყოფითია, მათი თანდათანობით დაგროვება იწვევს სამრეწველო პლანტაციების ნიშან-თვისებების გაუარესებას, ბიოლოგიურ დანაგვიანებას, ქიმერული ფორმების წარმოქმნას. ასეთ შემთხვევაში, ერთსა და იმავე მცენარეზე აღინიშნება ნაყოფის შეფერილობის, სიდიდის, ტექნიკური სიმწიფის ვადების, მსხმოიარობის და სხვა ნიშან-თვისებების ცვალებადობა. მართალია ის აზრი, რომ ციტრუსოვნებში სამეურნეო თვალსაზრისით სასარგებლო მუტაციები უფრო იშვიათია, ვიდრე უარყოფითი მუტაციები, თუმცა ის ფაქტი, რომ სპონტანური მუტაციების შედეგად მიღებული კლონები არიან მსოფლიოში აღიარებული მაღალ-

ხარისხოვანი ჯიშები, ამტკიცებს მის სარგებლიანობას კლონების შერჩევისას [75, 131, 378, 387].

### 1.3. კლონური სელექციის შედეგები ციტრუსებში

დადგენილია, რომ ციტრუსოვანთა თანამედროვე სამრეწველო ჯიშების 80% წარმოადგენს სპონტანური მუტაციების შედეგს. ამას ადასტურებს ისიც, რომ დღეისთვის მსოფლიოში მეციტრუსეობის წამყვან ქვეყნებში კულტივირებული მანდარინის ძირითადი სამრეწველო ჯიშები (მიაგავა ვასე, ივასაკი, ნანკანი-20, სუგამა უნშიუ, სილვერხილი, აოშიმა, კლაუზელინა, კოვანო ვასე, ნიჩინანი, უენო ვასე, იურა ვასე, კავადა და სხვა) კვირტული მუტაციის შედეგად არის მიღებული.

ისევე, როგორც ყველა ციტრუსს, ლიმონებსაც ახასიათებთ კვირტული მუტაციების წარმოქმნის უნარი. კვირტული ვარიაციების გამოვლენისა და შესწავლის გზით არის მიღებული ლიმონის საუკეთესო სამრეწველო ჯიშებიც: ამერიკაში - ვილაფრანკა, ლისბონი, ევრიკა, ჯენოა. ხმელთაშუაზღვის ქვეყნებში შედარებით მალსეკოგამძლე ჯიშები: ვერნია, ფინო; ესპანეთში - ბედმანი; იტალიაში - მონაკელო, კვატროკი, ფემინიელო, სანტა-ტე-რეზა, ინტერდონატო; თურქეთში - კარა, კუდდიკენი, ლამაცი; საქართველოში - ქართული, უეკლო, უპენეკი, დამკვრელი და სხვა.

სრულიად განსხვავებული და სხვადასხვა მიმართულებით შეცვლილი კვირტული ვარიაციების წარმოქმნის მაღალი უნარი ახასიათებს აგრეთვე, ფორთოხლებსაც, რაც იძლევა მორფოლოგიური, ბიოლოგიური და სამეურნეო ნიშან-თვისებებით ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავებული მრავალი

ფორმის მიღების შესაძლებლობას. კალიფორნიაში ციტრუსოვან-  
თა პლანტაციებში ფორთოხლის ნარგავების შესწავლამ აჩვენა,  
რომ ვაშინგტონ ნაველის 25% წარმოადგენს სომატურ მუტანტს.  
კლონური სელექციის გზით არის გამორჩეული ფორთოხლის  
ერთ-ერთი საუკეთესო ჯიში „ვაშინგტონ ნაველი“, რომელიც,  
როგორც სომატური მუტანტი მიღებულია ფორთოხლის ბრაზი-  
ლიურ ჯიშ „სელექტასაგან“ [366]. სომატური მუტაციების საუკე-  
თესო მაგალითს წარმოადგენს ფორთოხლის ცნობილი ჯიში  
„იაფა“, რომელიც მიღებულია პალესტინაში არაბული ჯიშის  
„ბელადისაგან“ [156].

ვაშინგტონ ნაველისაგან კლონური სელექციის გზითაა მი-  
ღებული, აგრეთვე, ფორთოხლის საუკეთესო ჯიშები: ტომსონ  
ნაველი, დრიმ ნაველი, რობერტსონ ნაველი, ტრავიტა, სიურ-  
პრიზ ნაველი, ნაველინა, ნაველატე, ფუკუმოტო ნაველი, სეიკე  
ნაველი და მრავალი სხვა. აღნიშნული ჯიშები 15-20 დღით ადრე  
მწიფდება და იძლევა საუკეთესო ხარისხის ნაყოფს. ამ გზით  
არის მიღებული წითელრბილობიანი კოროლიოკების მრავალი  
ჯიში, რომლებმაც მსოფლიო აღიარება მოიპოვეს. დღეს კულ-  
ტურაში არსებული გრეიპფრუტისა და პომპელმუსების სამრეწ-  
ველო ჯიშები: ფოსტერი, დუნკანი, სტარ რუბი, რიო რედი,  
ტომპსონი სომატური მუტანტებია [7, 9, 38, 121].

ბუნებრივი მუტაციების სიხშირე (მათ შორის პოლიპლოი-  
დების და ანეოპლოიდების) და სხვადასხვა მორფოლოგიური ნი-  
შნის ცვალებადობის ფართო დიაპაზონი ციტრუსებში დადას-  
ტურებულია მრავალი ქართველი მეცნიერის მიერ – ი. ქერქაძე  
[109, 110, 112], შ. გოლიაძე [20, 21, 26], ბ. თუთბერიძე [56], ქ.  
რეკვავა [90, 91], ვ. კუტუბიძე [67], გ. ჯინჭარაძე [133, 134, 135], ნ.  
ხალვაში [126, 127, 128, 129, 130], ნ. ბერიძე [10, 11]. მათ მიერ

კვირტული მუტაციის გზით გამოვლენილია ციტრუსოვანთა მრავალი საინტერესო, პერსპექტიული ფორმა და კლონი.

ფ. ზორინის მიერ სოჭის საცდელ სადგურში გამორჩეული იქნა მანდარინ უნშიუს მრავალი საინტერესო და პერსპექტიული კლონი, რომელთაგან აღსანიშნავია: სოჭი-№23, პიონერი №80, კრასნოდარი №38 და შავი ზღვა №320.

ქართველი სელექციონერების მიერ [123, 125, 163, 176, 214, 243, 269] აფხაზეთის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში არსებულ მანდარინის პლანტაციებში კვირტული ვარიაციის გზით გამორჩეულ იქნა მანდარინის მრავალი კლონი, რომლებიც მორფოლოგიური და სამეურნეო მაჩვენებლებით ჯობნის მანდარინ უნშიუს. ისინი გამოირჩევა ადრემწიფადობით, მოსავლიანობით, ნაყოფის ხარისხით და შენახვისუნარიანობით. აღნიშნული ჯიშებს აქვთ მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი (ფენოფაზებს გადაიან ხანმოკლე ვადებში) ადრე შედიან მოსვენების ფაზაში, აქედან გამომდინარე, ისინი მომზადებული ხვდებიან ზამთარს და ავლენენ შედარებით მაღალ ყინვაგამძლეობას.

1962 წელს კოხორის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში (აფხაზეთი) გამოვლენილ იქნა მანდარინ კლემენტინის ახალი კლონი, რომელიც დედამცენარისგან გამოირჩეოდა მსხვილი ნაყოფებით, აღნიშნული კლონი შემდგომში შესწავლილ იქნა ი. კაპანაძის მიერ [64].

აჭარაში არსებულ მანდარინის სამრეწველო პლანტაციებიდან გ. ჯინჭარაძის მიერ კვირტული მუტაციის გზით გამორჩეულია მანდარინის 10 საინტერესო კლონი, რომლებიც გამოირჩევიან რეგულარული და უხვმსხმოიარობით [188].

სელექციონერ ქ. რეკვაკას მიერ აჭარაში არსებულ მანდარინის სამრეწველო პლანტაციებიდან გამორჩეულია 9 პერსპექტიული კლონი (№№1; 3; 4; 13; 14; 19; 20; 25; 30), რომელთაგან

ადრეულობითა და რეგულარულად მსხმოიარობით გამოირჩევა კლონები: №№4; 13; 30, ხოლო განსაკუთრებული სიტკბოთი და მაღალი ბიოქიმიური მაჩვენებლებით – №№1; 14; 20 [91].

საქართველოს სუბტროპიკებში, ფორთოხლის კულტურის გავრცელების შემზღუდველი ძირითადი ფაქტორი აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის უკმარისობაა, აქედან გამომდინარე, ჯიშებისა და ფორმების შერჩევის დროს განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა საადრეო ფორმების გამორჩევას, სადაც ნაყოფის კრეფა შესაძლებელია არა უგვიანეს 15 ნოემბრიდან.

საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის (აფხაზეთი) მეცნიერ თანამშრომელთა მიერ გაგრის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის პლანტაციაში გამორჩეულ იქნა 9 კლონი, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებოდნენ: ზრდის სიძლიერით, ყინვაგამძლეობით, მსხმოიარობით, ნაყოფის მომწიფების ვადებით, ნაყოფის ხარისხით და ა. შ. აღნიშნულ კლონებს შორის განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებდა კლონი №33 (იგივე ადრეული), რომელსაც ნაყოფის განსაკუთრებული სიტკბოს გამო „ძლიერ ტკბილი“ უწოდეს [79].

გასული საუკუნის 60-იანი წლებში საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომლების მიერ, ეშერის სასწავლო საცდელი მეურნეობის ფორთოხლის ნარგავებიდან გამორჩეულ იქნა კლონები: №30 (ტკბილი) და №41 (მტევანა), რომლებიც ხასიათდება რეგულარული და უხვ-მსხმოიარობით [65].

გასული საუკუნის 70-80-იან წლებში ნატანების ექსპერიმენტულ მეურნეობაში, ფორთოხლის ნარგავებში ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის ინსტიტუტის, სელექციისა და გენეტიკის განყოფილების თანამშრომლების მიერ

გამორჩეულ იქნა ვაშინგტონ ნაველის ორი კლონი (კოლექტიური-№1 და კოლექტიური-№2), რომლებიც დედამცენარისგან განსხვავებით გამოირჩევა უხვმსხმოიარობითა და ადრემწიფადობით, შემდეგში შესწავლილ იქნა ნ. ბერიძის მიერ [10, 11].

კვირტული ვარიაციების გამოვლენისა და შესწავლის გზით არის მიღებული საქართველოში ფორთოხლის, სამეურნეო თვალსაზრისით მრავალი პერსპექტიული ჯიში [73, 95, 144]: კოროლიოკი-100, ნარტა, მერხეული, დაიასი, ორდო, მზიური, მსხვილნაყოფა, თხელკანიანი, გლუვკანიანი, კლონები: №№3; 4; 31; 100; 21; 90; ჩამოთვლილთაგან დარაიონებულია: კოროლიოკი-100, ნარტა, მერხეული, დაიასი, ორდო და გლუვკანიანი.

2000-2005 წწ. ჭოროხის ხეობაში გავრცელებული ფორთოხლის ნარგავებიდან ნ. ხალვაშის მიერ კლონური სელექციის გზით გამორჩეულ იქნა ადგილობრივი ფორთოხლის – 5, ვაშინგტონ ნაველის – 3 და ფორთოხალ კოროლიოკის – 4 საინტერესო, პერსპექტიული ფორმა, რომელიც გამრავლებულ იქნა ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში. აღნიშნული ფორმები გამოირჩევიან: უხვმსხმოიარობით, ყინვაგამძლეობით, ადრემწიფადობით და ნაყოფის მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით. ისინი საინტერესო მასალას წარმოადგენენ, როგორც სელექციური, ასევე პრაქტიკული თვალსაზრისითაც. თუმცა დღეისთვის შექმნილი მდგომარეობის გამო მათ გაქრობის საშიშროება ემუქრებათ [8, 78, 126].

#### 1.4. ციტრუსოვანთა კლონური სელექციით გამორჩეული ჯიშებისა და ფორმების დახასიათება

როგორც უკვე აღვნიშნეთ საქართველოში კლონური სელექციის გზით გამორჩეულ იქნა ციტრუსოვანთა მრავალი პერსპექტიული კლანი. ისინი მორფოლოგიური და სამეურნეო მაჩვენებლებით განსხვავდება ჩვეულებრივი მანდარინ უნშიუსაგან, აღემატება მას მოსავლიანობით, ნაყოფის ხარისხით, შენახვისუნარიანობით, ადრე მწიფდება, მოკლე ვადებში გადის ფენოფაზებს, საჭიროებენ მოკლე სავეგეტაციო პერიოდს, რითაც უფრო მომზადებული ხვდებიან ზამთარს და ავლენენ შედარებით უფრო მაღალ ყინვაგამძლეობას, ვიდრე საკონტროლო მცენარეები. საქართველოში კვირტული სელექციით მიღებულ კლონებს შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია ფართოფოთლიანი უნშიუ, ქართული საადრეო, აფხაზური საადრეო, ადრეულა, სოხუმის და სხვა [61].

**მანდარინი „ფართოფოთლიანი უნშიუ“** - გამორჩეულია საქართველოში 1929 წელს მანდარინ უნშიუს ნარგავებიდან კვირტული მუტაციის გზით. მცენარე საშუალოდ მზარდია (3-5მ), გაშლილი ვარჯით, დატოტვას იწყებს ნიადაგის ზედაპირიდან 50სმ-ის სიმაღლეზე. დიამეტრი - 4,0-4,5მ. ფოთოლი ფართო (12-15სმ X 4,5-5,5სმ), კვერცხისებრ-ოვალური, კიდემთლიანი, ფოთლის ფირფიტა გლუვზედაპირიანი, ფუძესთან სოლივით შევიწროებული, მახვილწვერიანი და წვეროსთან გაყოფილი.

ყვავილი მსხვილი, თეთრი ფერის, გვირგვინის ფურცელი ლანცეტისებური, ერთეულად ან წყვილად განლაგებული, უხვად მოყვავილე. ნასკვი ნახევრად შეზრდილი ფოთოლაკებისგან შემდგარი, მტვრიანა მრავალი, ორი ან სამი ერთად შეზრდილი. მტვერი - სტერილური, დინგი - მომრგვალებული, ბრტყელზე-

დაპირიანი. ნაყოფი – მრგვალი, ბრტყელი, ოვალური ან მსხლი-სებურია, დიამეტრი - 5,5სმ-დან 8,3სმ-მდე, სიმაღლე - 4,9 სმ-დან 6,2სმ-მდე. კანი – მოყვითალო ნარინჯისფერი, ზედაპირი – უსწორმასწორო, სუსტად ხორკლიანი, ნაყოფის უმეტესობას წვერო ჩაღრმავებული აქვს. კანი ადვილად სცილდება რბილობს, შეიცავს ღრმად ჩამჯდარ დიდი რაოდენობის ეთერზეთის ჯირკვლებს. სეგმენტი – 8-12, ზოგჯერ – 14, თითქმის თანაბარი ზომის, ადვილად სცილდება ერთმანეთს. ლეზნები დაფარულია თხელი აკვით. უხვწენიანი, საწენე პარკები მოგრძო–თითისტარისებური, წვენი ღია მოყვითალო ფერის, სასიამოვნო მომჟავო-მოტკბო გემოსი. მჟავიანობა და შაქრიანობა ჰარმონიულადაა შეზავებული. შაქრების შემცველობა ეკოლოგიურ ზონისგან დამოკიდებულებით იცვლება – 6-დან 10%-მდე, მჟავიანობა – 0,98%-მდე, „C“ ვიტამინი – 30-38მგ%-მდე. ნორმალურ პირობებში ნაყოფის მომწიფება იწყება ოქტომბრის დასასრულს და გრძელდება ნოემბრის ბოლომდე. ნაყოფი ინახება აპრილის ბოლომდე, მაღალმოსავლიანია, დარაიონებულია 1961 წელს. მოსავლიანობისა და ნაყოფის ხარისხის მიხედვით ჯიში საუკეთესოდ ითვლებოდა საქართველოში გავრცელებულ სხვა ჯიშებს შორის, თუმცა მანდარინის საადრეო ჯიშების ფართო მასშტაბით დანერგვის გამო დღეისთვის მდგომარეობა საკმაოდ შეიცვალა [9, 70].

**მანდარინი „ქართული საადრეო“** მანდარინ უნშიუს სომ-ატური მუტანტია. გამორჩეულია 1958 წელს ჩაქვში არსებულ ციტრუსების პლანტაციაში აგრონომ ო. მეგრელიშვილის მიერ.

მცენარე დაბალმზარდია (1,8-2,5მ), ფართო, ოვალური ვარჯით. ძირითადი ტოტები პირდაპირი, ერთწლიანი ტოტები მოკლე მუხლთაშორისებით, უეკლო. ფოთოლი მცირე ზომის, კვერცხისებური ფორმის, ყუნწი – მოკლე, ვიწროფრთიანი. ყვავილი – მსხვილი, თეთრი ფერის. მტვერი – სტერილური. ნაყოფი –

მსხვილი, საშუალო მასა 82-85გრ. არომატული, მომჟავო-მოტკბო გემოსი. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი-8,0%, მჟავიანობა-1,1%, ვიტამინი „C“-32,2მგ/%. 25 დღით ადრე მწიფდება, ვიდრე მანდარინი უნშიუ, დარაიონებულია 1963 წელს, ერთეული ეგზემპლარების სახით გვხდება კერძო საკარმიდამო და საკოლექციო ნაკვეთებზე [9].

**მანდარინი „აფხაზური საადრეო“ (№29190)** - წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ ვარიაციას. გამორჩეულია მანდარინ უნშიუს სამრეწველო პლანტაციებიდან 1950 წელს, სინონი-მია - „Абхазский ранний“. დარაიონებულია 1985 წლიდან. მცენარე დაბალმზარდია 2მ-მდე სიმაღლის, შეკრული, უხვფოთლიანი. ძირითადი ტოტები მსხვილია და დაკუთხული, ერთწლიანი ტოტები – მრგვალი და გლუვი. ფოთოლი – წვრილი, ოვალური ან რომბისებრი, სიგრძე -7,0-8,5სმ., სიგანე-3,5-4,5სმ. ყუნწი – მოკლე. ყვავილი – საშუალო ზომის, ოვალური. ნაყოფი საშუალო ზომის, ოვალური ფორმის, 5,0-5,5სმ დიამეტრის. კანი ღია ნარინჯისფერი, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი წვნიანი, მოტკბო-მომჟავო გემოსი, არომატული. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი-6,35%, მჟავიანობა-0,61%, ვიტამინი „C“-24,99მგ/%. ნაყოფი მწიფდება ოქტომბრის დასაწყისში. მოსავლიანობა 35-40 ტ/ჰა-ზე. ჯიში ყინვაგამძლეა, დარაიონებულია 1986 წლიდან [270].

**მანდარინი „სოჭი-№23“ (№28145)** - გამორჩეულია ფ. ზორინის მიერ 1959 წელს სოხუმის საცდელ სადგურში მანდარინ უნშიუს ნუცელარული თესლნერგებიდან, დარაიონებულია 1968 წელს.

მცენარე საშუალოდ მზარდია (4,5-5მ), ახასიათებს ფართოდ გაშლილი უხვად შეფოთლილი ვარჯი, დიამეტრი - 4,0-4,5მ, ყლორტები – ნაცრისფერი შეფერილობის, ძველი ტოტები –

მსხვილი, საშუალო ზომის ეკლებით, ერთწლიანი ყლორტები – საშუალო ზომის, მუხლთაშორისები – 1,5-2,5სმ. სიგრძის.

ფოთოლი მოგრძო ოვალური ფორმის, მთარშიებული, მახვილწვეტიანი, დიდი ზომის, სიგრძე – 12სმ, სიგანე – 5,0-6,0სმ. ყვავილი საშუალო ზომის, კრემისფერი შეფერილობის, 5 გვირგვინის ფურცლითა და 5 ჯამის ფოთოლაკით, მტვრიანა – 19-21 ცალი.

ნაყოფი – მსხვილი, საშუალო მასა – 70-76გრ, მომრგვალო მობრტყო ფორმის, წვერო – ბრტყელი, ფუძე – მომრგვალებული. კანი – ღია წრინჯისფერი, სუსტად ხორკლიანი, კარგად სცილდება რბილობს. რბილობი უხვწვნიანი, წარინჯისფერი, საწვენე პარკები რომბისებური, სეგმენტი-11-12, ლეხანი მკვრივი, აკვი საშუალო სისქის, უთესლო (იშვიათად 1-2). თესლი საშუალო ზომის, მრგვალი, კრემისფერი. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი-7,53%, მჟავიანობა-0,8%, ვიტამინი „C“ – 28,73მგ%. გემო მოტკბო-მომჟავო, არომატული, მწიფდება ნოემბრის პირველ დეკადაში, მოსავლიანობა – 20-25ტ/ჰა-ზე [270].

**მანდარინი „პიონერი 80“ (№28141)** - გამორჩეულია ფ. ზორინის მიერ 1959 წელს სოხუმის საცდელ სადგურში მანდარინ უნშიუს აპოგამიური თესლნერგებიდან, დარაიონებულია 1975 წელს.

მცენარე საშუალოდ მზარდია (4,5-5მ), ახასიათებს მჭიდროდ შეკრული, საშუალოდ შეფოთლილი ვარჯი, დიამეტრი 3,5-მ. ჩონჩხის ტოტები – საშუალო სისქის, ღია ყავისფერი შეფერილობის, შტამბთან ქმნიან 45<sup>0</sup> კუთხეს. ერთწლიანი ტოტები – საშუალო ზომის (8-14სმ), ეკალი – მოკლე (1,2-1,7სმ).

ფოთოლი ფართო ლანცეტისებური, ფუძე მთარშიებული, მახვილწვეტიანი, დიდი ზომის, სიგრძე – 12სმ, სიგანე – 5სმ. ყუნწი – საშუალო ზომის (0,8-2,0სმ). ყვავილი – საშუალო ზომის,

თეთრი ფერის, გვირგვინის ფურცელი – 5, ჯამის ფოთოლაკი – 5, მტვრიანა – 19-22 ცალი.

ნაყოფი – მსხვილი, საშუალო მასა-76გრ, მომრგვალო მობრტყო ფორმის, წვერო – ბრტყელი, ფუძე – მომრგვალებული. კანი – მუქი ნრინჯისფერი, გლუვი, იშვიათად სუსტად ხორკლიანი, საშუალო სისქის, ადვილდ სცილდება რბილობს. რბილობი უხვწვნიანია, ნარინჯისფერი, საწვენე პარკები – რომბისებური, სეგმენტი – 9-11. ლებანი – მკვრივი, აპკი – შედრებით სქელი, უხეში, უთესლო (იშვიათად 1-2). თესლი – საშუალო ზომის, მრგვალი, კრემისფერი. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი – 7,55%, მჟავიანობა-0,8%, ვიტამინი „C“ – 31,36მგ/%. გემო – მოტკბო-მომჟავო, არომატული [91].

**მანდარინი „სარეკორდო“ (№27142)** - წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია 1940 წელს. მცენარე საშუალოდ მზარდია, სიმაღლე – 4მ, ახასიათებს მჭიდროდ შეკრული, საშუალოდ შეფოთილი ვარჯი, დიამეტრი – 3,8მ. ჩონჩხის ტოტები – საშუალო ზომის, ღია ყავისფერი შეფერილობის, ერთწლიანი ტოტები – უეკლო, საშუალო ზომის (8-14სმ), მუხლთაშორისები – 1,2-2,0სმ.

ფოთოლი – წაგრძელებულ-ოვალური, სიგრძე – 12-14სმ, სიგანე – 4,5-6,0სმ, წვერო – მახვილი, ფუძე – მთარშიებული, მახვილწვეტიანი, ყუნწი – 2სმ. ყვავილი – მსხვილი, თეთრი, გვირგვინის ფურცელი – 5, იშვითად – 4, ჯამის ფოთოლაკი – 5, მტვრიანა – 17-20 ცალი, სამტვრე ძაფები – თეთრი, მტვრის მარცვალი – კრემისფერი, მტვერი სტერილური. ნაყოფი – მსხვილი, საშუალო მასა – 72-75გრ, მომრგვალო-მობრტყო ფორმის, წვერო – ბრტყელი, ფუძე – მომრგვალებული. კანი – ღია ნარინჯისფერი, გლუვი, იშვიათად სუსტად ხორკლიანი, საშუალო სისქის, კარგად სცილდება რბილობს. რბილობი – უხვწვნიანი, ნარინჯის-

ფერი, საწვენე პარკები თითისტარისებური ფორმის, სეგმენტი – 11-13. ლებანი – მკვრივი, აპკი – საშუალო სისქის, უთესლო. თესლი – საშუალო ზომის, მრგვალი, კრემისფერი. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი-6,3%, მჟავიანობა-0,69%, ვიტამინი „C“-9,72მგ/%. გემო – მოტკბო-მომჟავო, არომატული. ყინვაგამძლეობით ჰგავს მანდარინ უნშიუს. მწიფდება ნოემბრის მეორე დეკადაში ან ნოემბრის ბოლოს, მოსავლიანობა 25-30ტ/ჰა-ზე [270].

**მანდარინი „კრასნოდარი №83“ (№28143)** - წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია 1969 წელს ფ. ზორინის მიერ სოხუმის საცდელ სადგურში. მცენარე საშუალოდ მზარდია, სიმაღლე – 4მ, ვარჯი – საშუალოდ დატოტვილი და უხვად შეფოთილი. დიამეტრი – 3,5მ, ჩონჩხის ტოტები – ღია ყავისფერი შეფერილობის, ერთწლიანი ტოტები – შედარებით წვრილი, მუხლთაშორისები – 1,5-3,0სმ, მცირე ეკლიანი. ფოთოლი – დიდი ზომის, სიგრძე – 13სმ, სიგანე – 5სმ, წაგრძელებულ-ოვალური, წვერო – მომრგვალებული, ფუძე – მოარშიებული, ყუნწი – 2,0-2,5სმ სიგრძის, ვიწროფრთიანი. ყვავილი – მსხვილი, თეთრი ფერის, გვირგვინის ფურცელი – 5, იშვიათად – 4, ჯამის ფოთოლაკი – 5, მტვრიანა – 18-21 ცალი, სამტვრე ძაფები – თეთრი, მტვრის მარცვალი – ღია ყვითელი, მტვერი – სტერილური.

ნაყოფი – მსხვილი, საშუალო მასა – 75გრ, მრგვალი, სუსტად შებრტყელებული ფორმის, წვერო – მობრტყო, ფუძე – მრგვალი. კანი – ნარინჯისფერი, სუსტად ხორკლიანი, საშუალო სისქის, კარგად სცილდება რბილობს. რბილობი უხვწვნიანი, ნარინჯისფერი, საწვენე პარკები – თითისტარისებური ფორმის, სეგმენტი-9-10. ლებანი – მკვრივი, აპკი – საშუალო სისქის, უთესლო. თესლი – საშუალო ზომის, მრგვალი, კრემისფერი. ნაყოფის ქიმი-

ური შემადგენლობა: მჟავიანობა-0,63%, ვიტამინი „C”-34,86მგ%. შაქარი-8,78%, გემო მოტკბო-მომჟავო. ყინვაგამძლეობით მანდარინ უნშიუს ჰგავს. საშუალო მოსავლიანია, მწიფდება ნოემბრის მეორე დეკადაში [270].

**მანდარინი „საქართველო“** - გამორჩეულია შ. ჯალალონიას მიერ მანდარინ უნშიუს თესლნერგებიდან. მცენარე საშუალოდ მზარდია, ვარჯი - მომრგვალო, მჭიდროდ შეკრული, კომპაქტური, შტამბის ტოტებზე ადრეულ ასაკში უვითარდება ეკლები.

ფოთლები ელიფსურია, ფუძე - ფართო-მომრგვალებული, წვერო - ბლავი, მუქი მწვანე ფერის, პრიალა, ყუნწი - საშუალო ზომის. ყვავილი - უბის ტიპის, ორსქესიანი, ერთეული ან 2-3 ერთად შეკრული, მტვრიანა - მრავალი. ნაყოფი - მომრგვალო-მობრტყო, საშუალო ან დიდი ზომის, წვერო - ჩაზნექილი, ფუძე - მომრგვალებული. კანი - საშუალო სისქის, გლუვი ან სუსტად ხორკლიანი, ნარინჯისფერი, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი წვნიანი, ღია ნარინჯისფერი, ტკბილი, სასიამოვნო არომატის. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი-8,78%, მჟავიანობა-0,81%, ვიტამინი „C”-30,94მგ%. გემო მოტკბო-მომჟავო. მწიფდება 10-15 დღით ადრე, ვიდრე მანდარინი უნშიუ. ჯიშში უხვადმსხმოიარე და ყინვაგამძლეა. 1968 წელს გადაეცა ჯიშთგამოცდას [270].

**ივერია** - გამორჩეულია მანდარინ უნშიუს ნუცელარულ თესლნერგებიდან. მცენარე სწრაფადმზარდია, საშუალო სიმაღლის (4-4,5მ), ფართო ოვალური ვარჯით, ხშირფოთლიანი, მცირე ეკლიანი. ფოთოლი - დიდი ზომის, სიგრძე - 10-15სმ, სიგანე - 4,5-5,5სმ. წაგრძელებულ-ოვალური. ნაყოფი - მსხვილი (70-75გრ), მომრგვალო, სუსტად გაბრტყელებული. კანი - ნარინჯისფერი, გლუვი, თხელი, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი - უხვწვნიანი, მოტკბო-მომჟავო გემოსი, შეიცავს: შაქარი

– 6,6%, ვიტამინი C -25-30მგ%, ლიმონმჟავა-0,65%. მწიფდება ოქტომბრის შუა რიცხვებში. მოსავლიანობა შეადგენს 20-25ტ/ჰა-ზე. ყინვაგამძლეა, 1975 წლიდან დარაიონებულია საქართველოს მეციტრუსეობის ყველა რაიონისთვის [270].

**მანდარინის კლონი „ანასეულის საადრეო“ (№15).** წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას. დედამცენარისგან განსხვავდება ნაგალა ზრდით. სიმაღლე 1,5-1,6მ-ია, ახასიათებს მოკლე და სუსტი ტოტები. ფოთოლი – წვრილი, მუქი მწვანე ფერის, ყვავილი შედარებით მსხვილია. ნაყოფი – მსხვილი, საშუალო მასა 82გრ. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი – 7,1%, მჟავიანობა – 1,1%, ვიტამინი „C“–35,2 მგ%. რბილობი წვნიანია, არომატული, მომჟაო-მოტკბო გემოთი. გამორჩეული იქნა ნაყოფის ადრეული სიმწიფის გამო [125].

**მანდარინის კლონი „მსხვილნაყოფა“ (№82<sup>ა</sup>)** – გამორჩეული იქნა კოხორის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში გ. ცეკვავას მიერ. კლონი ხასიათდება ყველაზე მოკლე სავეგეტაციო პერიოდით და გრძელი წლიური ნაზარდით (23 სმ). ნაყოფის მასა – 115გრ. მწიფდება ოქტომბრის ბოლოს. ნაყოფი სასიამოვნო გემოსია და შეიცავს 9,71% შაქარს, 0,75% მჟავას და 28,25 მგ% ვიტამინ „C“-ს [125].

**მანდარინის კლონი „ტკბილი“ (№366)** - გამორჩეულია კოხორის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში. ნაყოფი – მომრგვალო ფორმის, მასა - 100გრ. წვენი – უხვი, კარგი არომატით. კლონი გამოირჩევა შაქრის მაღალი შემცველობით (10,19%), ვიტამინ „C“–36მგ%. ნაყოფი მწიფდება ოქტომბრის მეორე დეკადაში [125].

**მანდარინის კლონი „მოსავლიანი“ (№613)** - გამორჩეულია გაგრის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში. ნაყოფის ფორმა ბრტყელი-მომრგვალო, წვენი – უხვი, სასიამოვნო არომატით,

შეიცავს 8% შაქარს, 1,14% მჟავას და 33,16 მგ% ვიტამინ „C“-ს. ნაყოფის საშუალო მასა – 90გრ. მასიურად ყვავილობს ივნისის პირველ დეკადაში, ნაყოფი მწიფდება ნოემბრის პირველ დეკადაში, გამოირჩევა მაღალი მოსავლიანობით [125].

**მანდარინის კლონი „საადრეო“ (№669<sup>ა</sup>)** - გამორჩეულია გაგრის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში. ნაყოფი მომრგვალო ფორმისაა, კანი – თხელი, გლუვი, უხვწვნიანი, სასიამოვნო არომატით. შეიცავს 7,56% შაქარს, მჟავიანობა – 1,60%, ვიტამინი „C“- 36მგ%. ნაყოფი მწიფდება ოქტომბრის პირველ დეკადაში [125].

**მანდარინის კლონი „მტევნისებრი“ (№1090)** - გამორჩეულია გაგრის ყოფილი ციტრუსების მეურნეობაში. კლონი მაღალმოსავლიანია, ნაყოფის მტევნისებურად განლაგების გამო კლონს „მტევნისებრი“ ეწოდა. ნაყოფი მომრგვალო ფორმისაა, საშუალო მასა – 95,3გრ. წვენი – სასიამოვნო, არომატული. შაქარი – 7,56%, მჟავა-1,14%, ვიტამინი „C“- 34მგ% [125].

**მანდარინის კლონი „მოსავლიანი“ (№1947)** - გამორჩეულია გულრიფშის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში მაღალი და რეგულარული მოსავლიანობის გამო. ნაყოფი მომრგვალო ფორმისაა, წვნიანი, სასიამოვნო არომატით, შაქრები - 9,2%, ვიტამინი „C“ - 36მგ%. საადრეოა, ნაყოფი მწიფდება ოქტომბრის მეორე დეკადაში [125].

**მანდარინის კლონი „მოსავლიანი“ (№2033)** - გამორჩეულია ფსირცხის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში მაღალი და რეგულარული მოსავლიანობის გამო. ნაყოფის მასა - 50გრ. მომრგვალო ფორმის, კარგი არომატით. შაქრების შემცველობა - 8,90%. ნაყოფი მწიფდება ნოემბრის პირველი დეკადაში [125].

**მანდარინის კლონი „საადრეო“ (№3919)** - გამორჩეულია სიხარულის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში. ნაყოფი მომრგვალო ფორმის, კარგი არომატით. ნაყოფის მასა - 78გრ, შაქრების

შემცველობა - 9,10%. გამოირჩევა ადრემწიფადობით და რეგულარული მოსავლიანობით, მწიფდება ოქტომბრის პირველ დეკადაში, ყველა სხვა კლონზე ადრე [125].

**მანდარინ უნშიუს კლონი №1009** - წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია ურეკში ყოფილი ციტრუსების მეურნეობის პლანტაციიდან კლონური სელექციის გზით. მცენარე ნახევრად ნაგალაა, გაშლილი საშუალო სიხშირის ვარჯით. ტოტები შტამბიდან გამოდიან მახვილი კუთხით და განლაგებული არიან კომპაქტურად. ფოთოლი – ლანცეტისებური, გრძელი (11-12სმ) და განიერი (4,5-სმ) ღია მწვანე ფერის, კიდე – სუსტად დაკბილული, ყუნწი – მოკლე (0,8-1სმ). ყვავილი – საშუალო ზომის (0,6-1სმ), თეთრი ფერის ყვავილედად შეკრული, გვირგვინის ფურცელი – 5-6 ცალი, დინგი – მოკლე, ზოგჯერ მოხრილი, მამრობითი ხაზით სტერილური.

ნაყოფი – მომრგვალო ფორმის, სუსტად შებრტყელებული, საშუალო მასა – 70გრ. კანი – ნარინჯისფერი, თხელი, ადვილად სცილდება რბილობს. სეგმენტი-11-12, საწვენე პარკები – ელიფსური ფორმის, რბილობი – ნარინჯისფერი, წვნიანი, ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქრები - 7,4%, ვიტამინი „C“–36-40მგ%, მჟავა - 1,2%. კლონი ხასიათდება უხვმოსავლიანობით, ადრეულობით, მწიფდება 30-35 დღით ადრე, ვიდრე მანდარინი უნშიუ, 1979 წელს გადაცემული იყო სახელმწიფო ჯიშთგამოცდის ქსელს [122].

**მანდარინ უნშიუს კლონი №1320** - გამორჩეულია 1964 წელს ციხისძირის ყოფილი ციტრუსების მეურნეობის პლანტაციიდან. მცენარე ნახევრად ნაგალაა, ვარჯი – გაშლილი, ქოლგის მსგავსი, უხვად შეფოთილი, ახალგაზრდა ტოტებზე ზოგჯერ შეინიშნება მცირე ზომის ეკლები. ფოთოლი დიდი ზომისაა, მოგრძო-ელიფსური, მუქი მწვანე ფერის, სუსტად დაკბილული, ზოგჯერ

ფოთლის წვერო ორად გაყოფილი, სიგრძე – 13-16სმ, სიგანე – 5-7სმ. ყვავილი – საშუალო ზომის, ცილინდრული ფორმის, არომატული, ბუტკო კარგად განვითარებული. ნაყოფი – დიდი ზომის, ოვალური, სიგრძე – 5-6სმ, სიგანე – 4-5სმ, საშუალო მასა – 78გრ. კანი – მუქი ნარინჯისფერი, საშუალო სისქის (0,2სმ), ზედაპირი – გლუვი. რბილობი – ნარინჯისფერი, სეგმენტების რაოდენობა – 10, საწვენე პარკები – მოგრძო ელიფსური. ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქარი – 7,4%, მჟავა – 1,1% და C ვიტამინი – 40მგ%. კლონი გამოირჩევა მსხვილნაყოფიანობით, რეგულარული მსხმოიარობით, მწიფდება ნოემბრის დასაწყისში [122].

ქ. რეკვავამ გასული საუკუნის 70-იან წლებში აჭარის რეგიონში არსებული მანდარინის სამრეწველო პლანტაციებიდან მრავალმხრივი შესწავლის შედეგად სამეურნეო ნიშნების მიხედვით გამოარჩია 9 საუკეთესო პერსპექტიული კლონი:

**მანდარინის კლონი „ადრეულა“ (№№ 1; 14)** - წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია ქობულეთის მუნიციპალიტეტში (სოფ. ხალა), როგორც სახელწოდებიდან ჩანს, კლონი ხასიათდება ნაყოფის სიმწიფის ადრეულობით. ნაყოფი მსხლისებური ფორმისაა, საკმაოდ მსხვილი (97გრ), კანი – მუქი ნარინჯისფერი, გლუვი. ქერქი თხელი, ადვილად სცილდება რბილობს, სეგმენტი 10-12, სეგმენტის აკვი თხელი, რბილობი უხვწვნიანი, მომჟავო-მოტკბი, სასიამოვნო არომატით. ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქარი-10,4%, მჟავა-0,74%, „C“ ვიტამინი-33,83-42,55მგ%. კლონები გამოირჩევიან ადრემწიფადობით (№1 ოქტომბრის მე-2 ნახევარი, №14 ნოემბრის ბოლო), მსხვილნაყოფიანობით და რეგულარული მსხმოიარობით [91, 137].

**მანდარინის კლონი „თხელკანიანი“ (№3)** - წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია ქობულეთის მუნიციპალიტეტში (ჩაქვის ყოფილი ციტრუსების მეურნეობა).

ნაყოფი ტიპური უნშიუსგან განსხვავდება. ნაყოფის წვერო ბრტყელია, რომელსაც უვითარდება მცირე ზომის ჭიპი, ფუძე სუსტად ჩაზნექილია, საშუალო ზომის (65-72გრ), კანი – ნარინჯისფერი, გლუვზედაპირიანი. სეგმენტი – 8-10, ქერქი – თხელი (0,1-0,2სმ), ადვილად სცილდება რბილობს, სეგმენტის აპკი – თხელი, რბილობი – უხვწვნიანი, მომჟავო-მოტკბო, სასიამოვნო არომატით. ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქარი – 8-9%, მჟავა – 0,52%, C ვიტამინი – 24,98მგ%, შაქარმჟავას კოეფიციენტი – 13,26, სადეგუსტაციო მაჩვენებელი – 4,8 ბალი. მწიფდება ნოემბრის პირველ ნახევარში. გამოირჩევა ადრემწიფადობითა და უხვ-მსხმოიარობით [91].

**მანდარინის კლონი „უხემოსავლიანი“ (№4, №13, № 25)** წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია ქობულეთის მუნიციპალიტეტში (სოფ. დაგვა). ნაყოფი – მომრგვალო-მობრტყო, დიდი ზომის (100გრ). კანი – ნარინჯისფერი, გლუვი. ქერქი – საშუალო სისქის (0,3სმ), ადვილად სცილდება რბილობს, სეგმენტი – 8-11, სეგმენტის აპკი – თხელი, რბილობი – ნაზი, ტკბილი, უხვწვნიანი, სასიამოვნო არომატით. ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქარი-9,3%, მჟავა-0,46%., ვიტამინი C 36,32მგ%, შაქარმჟავას კოეფიციენტი - 20,2, სადეგუსტაციო მაჩვენებელი – 4,9 ბალი. კლონი №4 გამოირჩევა მსხვილნაყოფიანობით, რეგულარული და უხვი მსხმოიარობით. კლონი №13 გამოირჩევა უხვი და რეგულარული მსხმოიარობით და ადრემწიფადობით [91].

**მანდარინის კლონი „მსხვილნაყოფა“ (№19)** – წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას; გამორჩეულია ქობულეთის მუნიციპალიტეტში (ჩაისუბანი). ნაყოფი, მსხვილი (100-110გრ). მობრტყო, ფუძე – სუსტად ჩაზნექილი, დადარულია. კანი – ნარინჯისფერი, ეთერზეთოვანი ჯირკვლები ღრმად ჩამჯდარი.

ქერქი – საშუალო სისქის, ადვილად სცილდება რბილობს, სეგმენტი 9-11. სეგმენტის აპკი – თხელი, ნაზი. რბილობი უხვწვნიანი, ტკბილი, სასიამოვნო არომატით. ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქარი-7,5%, „C“ ვიტამინი-32,49მგ%, მჟავა-0,52%, შაქარმჟავას კოეფიციენტი 14,46, სადეგუსტაციო მაჩვენებელი 4 ბალი. კლონი გამოირჩევა მსხვილი ნაყოფებით, რეგულარული და უხვი მსხმოიარობით [91].

**მანდარინის კლონი „ტკბილი“ (№20)** - წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია ქობულეთის მუნიციპალიტეტში (სოფ. ოქტომბერი). ნაყოფი – საშუალო ზომის (88-90გრ), მომრგვალო-მობრტყო, წვერო – ბრტყელი მცირე ზომის ჭიპით, ფუძე – დანაოჭებული. კანი – მუქი ნარინჯისფერი, თხელი (0,3სმ), ადვილად სცილდება რბილობს, სეგმენტი – 8-10. რბილობი – უხვწვნიანი, მომჟავო-მოტკბო გემოთი და სასიამოვნო არომატით. ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქარი – 9,9%, მჟავა 0,4%, „C“ ვიტამინი – 38,23მგ%, შაქარმჟავას კოეფიციენტი 20,6%. კლონი გამოირჩევა ნაყოფის განსაკუთრებული სიტკბოთი, რამაც განსაზღვრა კლონის სახელწოდებაც, გარდა ამისა, ხასიათდება ადრემწიფადობით, უხვი და რეგულარული მსხმოიარობით [91].

**მანდარინის კლონი „მტევანა“ (№30)**–წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია ქობულეთის მუნიციპალიტეტში (სოფ. ხალა). ნაყოფი საშუალოზე დიდი ზომისაა (85-88გრ), მომრგვალო ფორმის, წვერო ბრტყელი, სუსტად ჩაზნექილი. კანი – ელასტიური, მუქი ნარინჯისფერი, თხელი (0,3სმ), ადვილად სცილდება რბილობს, სეგმენტი – 10-12. რბილობი – უხვწვნიანი, მომჟავო-მოტკბო, სასიამოვნო არომატით. ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქარი – 8,8%, მჟავა – 0,51%, ვიტამინი „C“ – 34მგ%, შაქარმჟავას კოეფიციენტი – 17,2%, სადეგუსტაციო

მაჩვენებელი – 5 ბალი. კლონი გამოირჩევა ნაყოფის მტევნისებური განლაგებით, რამაც განაპირობა კლონის სახელწოდებაც, ხასიათდება სტანდარტული ნაყოფით და წვენის მაღალი გამოსავლიანობით, უხვი და რეგულარულად მსხმოიარეა [91].

**მანდარინ კლემენტინის კლონი „მსხვილნაყოფა“** - გამორჩეულია 1962 წელს კოხორის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში არსებულ კლემენტინის ნარგავებიდან ს. კაპანაძის მიერ. დედამცენარისგან განსხვავებით, ისხამს დიდი ზომის ნაყოფებს. მცენარე საშუალოდ მზარდია, ძველ ტოტებზე აღინიშნება მცირე რაოდენობის ეკლები, ხოლო პერიფერიულ ნაწილზე ეკლები არ შეიმჩნევა. ფოთოლი – მსხვილი, მუქი მწვანე ფერის, სუსტად დაკბილული, უთანაფოთლო, სიგრძე – 8,6-15,7სმ, სიგანე – 4,1-7,3სმ, ყუნწის სიგრძე – 1,5-2,2სმ, ფუძე – უკუსოლისებური, წვერო წამახვილებული. ყვავილის სიგრძე – 2,7სმ-ია, შეკრულია თანაყვავილედად 3-5 ან 5-7 ცალად, ხორციანი და ძლიერ სურნელოვანია. ნაყოფი – მომრგვალო, კანი – ნარინჯისფერი, სუსტად ხორკლიანი, შედარებით ადვილად სცილდება რბილობს, ვიდრე საწყისი ფორმა, სემენტის რაოდენობა – 10. თესლის რაოდენობა 1-დან 7-მდე, აღმოცენების უნარი – მაღალი. საწვენე პარკები – ლანცეტისებრი, წვენი – უხვი, სასიამოვნო არომატითა და გემოთი. ბიოქიმიური შედგენილობა: შაქარი – 8,5%, მჟავიანობა – 1,7%, „C“ ვიტამინი – 25,3მგ%. გამოირჩევა მაღალი ყინვაგამძლეობით [64].

**ფორთოხალი „კოროლიოკი 100“** – გამორჩეულია წითელწვნიანი ფორთოხლის ნარგავებიდან, ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში 1951 წელს კ. კლიმენკოსა და ი. გოგვაძის მიერ. მცენარე საშუალოდ მზარდია, ვარჯი – ფართო პირამიდული. ფოთოლი – ფართო-ლანცეტისებური, ყვავილი – საშუალო ზომის. ნაყოფი – ფართო მსხლისებური, წვერო – მომრგვალებული, მცირე ზომის

ჭიპით, 6,0სმ დია-მეტრის, საშუალო ზომის, მასა – 90-120გრ. კანი – მუქი ნარინჯისფერი, ზოგჯერ მოწითალო პიგმენტებით, საშუალო სისქის (3-6მმ), ხორკლიანი, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი მკვრივი, სეგმენტი – 8-13, თესლი – 2-5 ცალი. რბილობი – წვნიანი, მოწითალო ფერის, შენახვისას იღებს სისხლისფერ შეფერილობას. გემო მომჟავო-მოტკბო, დამახასიათებელი ღვინისმაგვარი სასიამოვნო არომატით. შეიცავს: შაქარს – 5,0%, ლიმონმჟავას – 1,7%, „C“ ვიტამინს – 50მგ%. საშუალომწიფადია, ვაშინგტონ ნაველთან შედარებით ადრე მწიფდება, ხოლო ჰამლინთან შედარებით გვიან. კოროლიოკ-100-ის სახელწოდებით დარაიონებულია 1958წ. გავრცელების მასშტაბები მცირეა, ისინი ერთეული ეგზემპლარების სახით გვხვდება მხოლოდ კერძო ნარგავებში და ციტრუსოვანთა კოლექციაში.

**ადგილობრივი „გლუკანიანი“** – გამორჩეულია ვ. შანიძის მიერ ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში. ხასიათდება ფართო პირამიდული ვარჯით, სუსტად ეკლიანია, ფოთოლი – მუქი მწვანე ფერის, წაგრძელებული, ოვალური ფორმის, ყუნწზე ვიწრო ფრთით, ორივე მხრიდან პრიალა, კიდე – სუსტად დაკბილული. ნაყოფი – მომრგვალო, სუსტად შებრტყელებული, წვერო – მომრგვალებული და გლუვი, ფუძე – მომრგვალებული და ხორკლიანი, საშუალო ან დიდი ზომის, მასა - 135-190გრ. კანი საშუალო სისქის, ნარინჯისფერი, საშუალო სისქის (3-6მმ), გლუვი, რბილობი მკვრივი, სეგმენტი 9-12, საწვენე პარკები გრძელი, სოლისებური, უხვწვნიანი, წვენი ყვითელი, მომჟავო-მოტკბო გემოსი, არომატული, თესლი-15-20, მცენარე საშუალო-მწიფადი და ყინვაგამძლეა, დარაიონებულია 1958 წლიდან [211].

**ფორთოხალი „ანასეული №1“** – გამორჩეულია ანასეულის კვლევითი ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლების მიერ. წარმოადგენს ადგილობრივი ფორთოხლის გენერაციულ თაობას,

შერჩეულ იქნა, როგორც შედარებით ყინვაგამძლე ფორმა. ნაყოფი – თხელკანიანი, მცირეთესლიანია, გემური თვისებებით აღემატება ადგილობრივ ფორთოხალს. სახელმწიფო ჯიშთგამოცდას გადაეცა 1979 წელს, დარაიონდა 1982 წელს.

**ფორთოხალი „ადგილობრივი თხელკანიანი“** - გამორჩეულია ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ვ. შანიძის მიერ. მცენარე ხასიათდება ფართო პირამიდული, კომპაქტური ვარჯით, სუსტად ეკლიანი, ფოთოლი წაგრძელებული ოვალური ფორმის, ვიწრო ფრთით, ორივე მხრიდან პრიალა, სუსტად დაკბილული კიდეით, მუქი მწვანე ფერის. ნაყოფი – მომრგვალო, სუსტად შებრტყელებული, წვერო – მომრგვალებული და გლუვი, ფუძე მომრგვალებული და ხორკლიანი, საშუალო ან დიდი ზომის, მასა – 135-190გრ, დიამეტრი – 6,4სმ, სიმაღლე – 6,0სმ. კანი – თხელი, ნარინჯისფერი, საშუალო სისქის (3-6მმ), გლუვი, საშუალოდ სცილდება რბილობს. რბილობი მკვრივი, სეგმენტი 9-12, საწვენე პარკები გრძელი-სოლისებური, უხვწვნიანი, წვენი – ყვითელი, მომჟავომოტკბო გემოსი, სასიამოვნო არომატით, თესლი -15-20, მცენარე საშუალომწიფადი და ყინვაგამძლეა [211].

**ფორთოხლის კლონი „ადგილობრივი მსხვილნაყოფა“** - გამოვლენილია გონიოში გასული საუკუნის 30-იან წლებში. კლონი ხასიათდება ძლიერი ზრდით, ხშირფოთლიანი ვარჯით. ფოთოლი ფართო ოვალურია, მუქი მწვანე ფერის. საშუალოდ ეკლიანი. ნაყოფი – მომრგვალო, წვეროსა და ფუძის ნაწილში გაბრტყელებული, საშუალო ან დიდი ზომის, სიმაღლე – 5-8სმ, დიამეტრი – 4,4-6,5სმ. ნაყოფის საშუალო ზომის წონა 185გრ. კანი – საშუალო სისქის (4-8მმ), ნარინჯისფერი, ხორკლიანი, ადვილად სცილდება რბილობს, ეთერზეთის ჯირკვლები მსხვილი, რბილობი მსხვილმარცვლოვანი, ყვითელი ფერის, უხვწვნიანი, წვენი ღია ყვითელი ფერის, მოტკბო-მომჟავო გემოთი, არომატული.

აკვი – თხელი, სეგმენტი – 10, თესლი – 12-16, მრავალჩანასახიანი. გამოირჩევა უხვმსხმოიარობით და ყინვაგამძლეობით [143, 189].

**ფორთოხალი „დაისი“** - მიღებულია კლონური სელექციის გზით. მცენარე საშუალოდ მზარდია, სიმაღლე – 4მ-მდე. ვარჯი – მომრგვალო ფორმის, ხშირი და უხვად შეფოთლილი, დიამეტრი – 3მ. ტოტები კომპაქტურად განლაგებული ღეროდან გამოდიან თითქმის სწორი კუთხით. ფოთოლი – საშუალო ზომის, ელიფსური ფორმის, მახვილი ბოლოთი, მუქი მწვანე ფერის, პრიალა, შეუბუსავი. ყუნწი – საშუალო ზომის წვრილი და უფრთო. ყვავილი საშუალო ზომის, თეთრი, და არომატული, ახასიათებს ზრდის ორი ტალღა. პირველი ზრდა იწყება ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველთან ერთად მარტის პირველ ნახევარში და გრძელდება მაისის შუა რიცხვებამდე. მეორე ტალღა იწყება აგვისტოს ბოლოს და გრძელდება ოქტომბრის ბოლომდე. ყვავილობს 10 მაისიდან 20 მაისამდე.

ნაყოფი მომრგვალო ფორმის, სიმეტრიული, სიმაღლე – 7,2სმ, დიამეტრი – 7,5სმ, მასა – 184გრ, წვერო ბრტყელი, ფუძე – ოდნავ შეჭყლეტილი, კანი – საშუალო სისქის, მკვრივი, პრიალა, ღია ნარინჯისფერი შეფერილობის, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი – ნარინჯისფერი, წვნიანი, მომჟავო-მოტკბო გემოსი, ძლიერ არომატული, უთესლო. მშრალი ნივთიერება – 14,3%, საერთო შაქრები – 11.8%, ვიტამინი „C“ – 45,8 მგ%, მჟავანობა – 0,7%. ხასიათდება უხვმსხმოიარობით და შედარებით მაღალი ყინვაგამძლეობით. ჯიში დარაიონებულია 1990 წელს [47].

საქართველოს სუბტროპიკული ინსტიტუტის ეშერის ყოფილ სასწავლო საცდელ ნაკვეთზე ა. კახნიაშვილის მიერ ფორთოხლის ნარგავებიდან გამოვლენილ იქნა ფორთოხლის მრავა-

ლი პერსპექტიული კლონი, რომელთაგან განსაკუთრებით პერსპექტიული აღმოჩნდა 5 კლონი [65].

**ფორთოხლის კლონი №30** - გამოირჩევა უხვმოსავლიანობით და რეგულარული მსხმოიარობით.

**ფორთოხლის კლონი №41** - გამოირჩევა რეგულარული მსხმოიარობით, ხნოვანებასთან ერთად მატულობს მისი მოსავლიანობა.

**ფორთოხლის კლონი „მეწლე“** - ხასიათდება მსხმოიარობის მკვეთრი პერიოდულობით.

**ფორთოხლის კლონი „მტევანა“** - ხასიათდება ნაყოფის მტევნისებური განლაგებითა (თითოეულ მტევანში 5-7 ნაყოფია) და უხვმსხმოიარობით.

**ფორთოხლის კლონი „ტკბილი“** - გამოირჩევა ადრეული სიმწიფით (თითქმის ემთხვევა მანდარინის სიმწიფის ვადებს), ახასიათებს შაქარმჟავას მაღალი კოეფიციენტი (10-ზე მეტი), რის გამოც მას „ტკბილი“ უწოდეს.

**ფორთოხლის კლონი №33** - წარმოადგენს ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის სომატურ მუტანტს, გამორჩეულია ვაშინგტონ-ნაველის სრულმოსავლიანი ნარგაობებიდან კვირტული მუტაციის გზით. მცენარე საშუალო სიმაღლისაა, ვარჯი – გადაშლილი. ფოთოლი – საშუალო ზომის. ნაყოფის საშუალო მასა – 150 გრ. კანი – ნარინჯისფერი, რბილობი – წვნიანი, უთესლო, გამოირჩევა საუკეთესო გემოთი და არომატით. ნაყოფის ქიმიური შე-მადგენლობა: შაქარი - 9,34%, მჟავიანობა - 0,98%. ახასიათებს განსაკუთრებით ტკბილი გემო – ამიტომაც მას „ძლიერ ტკბილი“ უწოდეს. სიმწიფის პერიოდით უახლოვდება მანდარინ უნშიუს. მწიფდება ნოემბრის პირველ დეკადაში.

**ფორთოხლის კლონი „კოლექტიური- №1“ (№448)** - წარმოადგენს ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის სომატურ მუტანტს.

მცენარე საშუალოდ მზარდია, უხვად შეფოთილი, ვარჯი მომრგვალო ფორმის. ახალგაზრდა ნაზარდები დაკუთხული, ხასიათდებიან მცირე ზომის ეკლებით (თითქმის უეკლო). ზრდასრული ყლორტი – მრგვალი, მუქი მწვანე ფერის. ფოთოლი – საშუალო ზომის, მუქი მწვანე ფერის. ყვავილი – თეთრი ფერის, ძალიან არომატული, მტკერი – სტერილური.

ნაყოფი – მსხვილი, საშუალო მასა 252გრ-ია, გემო – მომჟავო-მოტკბო, საუკეთესო არომატით. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი - 8,0%, მჟავიანობა - 0,9%, ვიტამინი „C“ – 61,7 მგ/%, წვენის გამოსავლიანობა - 40,1%. მწიფდება ნოემბრის მეორე დეკადაში, 10-12 დღით ადრე, ვიდრე ვაშინგტონ-ნაველი [10, 11].

**ფორთოხლის კლონი „კოლექტიური №2“ (№421)** - წარმოადგენს ფორთოხალ ვაშინგტონ-ნაველის კვირტულ ვარიაციას. მცენარე საშუალოდ მზარდია, ვარჯი – მრგვალი, უხვადშეფოთილი. ახალგაზრდა ყლორტებზე შეიმჩნევა მცირე ზომის ეკლები, ასაკოვან ტოტებზე ეკლები მცირე რაოდენობით გვხვდება (თითქმის უეკლოა), ფოთოლი – საშუალო ზომის, მუქი მწვანე. ყვავილი – თეთრი ფერის, სურნელოვანი, მტკერი სტერილური.

ნაყოფი – მსხვილი, მკვეთრად გამოხატული ჭიპით, საშუალო მასა - 260გრ. კანი – ნარინჯისფერი, რბილობი – წვნიანი, სასიამოვნო გემოსი, უთესლო. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი-8,0%, ვიტამინი „C“-68,1 მგ%, მჟავიანობა-0,94%. მწიფდება ნოემბრის ბოლოს, გამოირჩევა უხვმოსავლიანობით, ნაყოფის სასაქონლო სახით და საუკეთესო ხარისხით [10, 11].

**ფორთოხლის კლონი №31** - წარმოადგენს ფორთოხალ „შამუტის“ კვირტულ მუტაციას, გამორჩეულია ვ. ალექსეევისა და ა. კოჟინის მიერ 1934 წელს ახალშენის ყოფილ ციტრუსების მეურნეობაში არსებულ ფორთოხლის ნარგავებს შორის.

ნაყოფი ოვალური ფორმისაა, საშუალო მასა – 120გრ. კანი – სქელი, უთესლო, კარგი გემოთი და საუკეთესო არომატით. კლონი გამორჩეულია ნაყოფის ხარისხით, ადრეულობით და მაღალი მოსავლიანობით [189, 210].

**ფორთოხლის კლონი №511** - გამორჩეულია სელექციონერ ა. ზარეცკის მიერ ფორთოხლის ნარგაობებიდან (ჯიში უცნობია). მცენარე საშუალოდ მზარდია, ვარჯი – მომრგვალო ფორმის, უხვად შეფოთლილი. ფოთოლი საშუალო ზომის, მუქი მწვანე ფერის, ყვავილი – თეთრი ფერის, სიგრძე – 35მმ, ორსქესიანი. ბუტკო მტვრიანებზე მაღალია. ნაყოფი – საშუალო ზომის (საშუალო მასა 95გრ), მრგვალი, კანი – საშუალო სისქის (6მმ), ნარინჯისფერი. რბილობი უხვწვნიანი, თესლი 15-17 ცალი, მრავალჩანასახიანი. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქარი-3,78%, მჟავიანობა-0,73%, ვიტამინი „C“ – 45,4მგ%, ვიტამინი „P“-29,07მგ%. კლონი მაღალმოსავლიანი და ადრემწიფადია (ნოემბრის მე-2 დეკადა), ხასიათდება კარგი შენახვისუნარიანობითა და ტრანსპორტაბელობით [189].

**ადგილობრივი ფორთოხლის ფორმა №36** - გამორჩეულია ჭოროხის ხეობაში (სარფი) გავრცელებული ფორთოხლის ნარგაობებიდან ნ. ხალვაშის მიერ, რომლებიც სხვა ადგილობრივი ფორთოხლებისგან გამოირჩევა განსაკუთრებული ყინვაგამძლეობითა და უხვი მსხმოიარობით. მცენარის ასაკი 100 წლისაა ამ ხნის განმავლობაში არც ერთი ყინვიანი ზამთრის პერიოდში სერიოზულად არ დაზიანებულა. ვეგეტაციაში შედის შედარებით გვიან, თუმცა ახასიათებს მოკლე სავეგეტაციო პერიოდი. ნაყოფი საშუალოზე დიდია, ახასიათებს თხელი ნარინჯისფერი კანი, გლუვი ზედაპირით [126].

**ადგილობრივი ფორთოხლის ფორმა №31**-გამორჩეულია ჭოროხის ხეობაში (გონიო) გავრცელებული ფორთოხლის ნარგაო-

ბებიდან ნ. ხალვაშის მიერ. კლონი გამოირჩევა განსაკუთრებულად უხვი მსხმოიარობით. ასაკის (100 წელი) მიუხედავად, არ ახასიათებს მეწლეობა. მცენარე სრულიად უეკლოა, აქვს დიდი ზომის, მობრტყო-მომრგვალო ფორმის ნარინჯისფერი ნაყოფები, რომელიც გამოირჩევა მცირეთესლიანობით, უხვწვნიანობით და კარგი შენახვისუნარიანობით [126].

**ადგილობრივი ფორთოხლის ფორმა №50** - გამორჩეულია ჭოროხის ხეობაში (სოფელი გონიო) გავრცელებული ადგილობრივი ფორთოხლის ნარგაობებიდან ნ. ხალვაშის მიერ. გამოირჩევა ადრე მწიფადობით (ნოემბრის ბოლო დეკადა) თითქმის მანდარინთან ერთად. სხვა ადგილობრივ ფორთოხლებისგან განსხვავებით ყველაზე ადრე იწყებს ყვავილობას, არ ახასიათებს მკვეთრად გამოხატული მეწლეობა. ნაყოფი საშუალო ზომისაა, კანი ადვილად სცილდება რბილობს, რბილობი განსაკუთრებით ტკბილი, უხვწვნიანი და არომატულია [130].

**ადგილობრივი ფორთოხლის ფორმა №32**-გამორჩეულია ჭოროხის ხეობაში (სოფელი გონიო) გავრცელებული ადგილობრივი ფორთოხლის ნარგაობებიდან ნ. ხალვაშის მიერ. გამოირჩევა უხვმსხმოიარობით და შენახვის უნარიანობით. ნაყოფი ოვალურია (იშვიათია ადგილობრივ ფორთოხლებში), უხვწვნიანი და ნაკლებად მჟავე (უმჟავო), მიუხედავად გვიან მწიფადობისა, ხეზე დატოვების შემთხვევაშიც არ კარგავს წვნიანობას, გემოსა და არომატს [126].

**ვაშინგტონ ნაველის ფორმა №23** - გამორჩეულია ჭოროხის ხეობაში (ახალისოფელი) გავრცელებული ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის ნარგაობებს შორის ნ. ხალვაშის მიერ. ფორმა გამოირჩევა რეგულარული მსხმოიარობით, არ ახასიათებს მეწლეობა და ადრემწიფადია. ნაყოფი მსხვილია, ოვალური, გლუვი ნარინჯისფერი კანით და დახურული ჭიპით, ახასიათებს კარგი

სასაქონლო სახე, წვენის მაღალი გამოსავლიანობა და აქვს საუკეთესო ბიოქიმიური შემადგენლობა [127].

**ვაშინგტონ ნაველის ფორმა №26** - გამორჩეულია ჭოროხის ხეობაში (სარფი) გავრცელებული ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის ნარგაობებიდან. გამოირჩევა რეგულარული და უხვი მსხმოიარობით. ნაყოფი მსხვილია, ახასიათებს კარგი სასაქონლო სახე, წვენის მაღალი გამოსავლიანობა და მაღალი ბიოქიმიური შემადგენლობა [127].

**ფორთოხალ კოროლიოკის ფორმა №67** - გამორჩეულია ჭოროხის ხეობაში (სოფელი სარფი) გავრცელებული ფორთოხალ კოროლიოკის ნარგაობებს შორის ნ. ხალვაშის მიერ. გამოირჩევა ყინვაგამძლეობით, რეგულარულად მსხმოიარობით, ნაყოფის უხვწვნიანობით და განსაკუთრებული არომატით (ღვინის-მაგვარი). მიუხედავად იმისა, რომ გვიან მწიფდება, ხეზე დატოვებისას არ კარგავს წვნიანობას, გემოსა და არომატს [128].

**ფორთოხალ კოროლიოკის ფორმა №57** - გამორჩეულია ჭოროხის ხეობაში (სარფი) გავრცელებული ფორთოხალ კოროლიოკის ნარგაობებს შორის. გამოირჩევა განსაკუთრებული ყინვაგამძლეობით და კარგი შენახვის უნარიანობით. ნაყოფი ხასიათდება საუკეთესო გემოთი და არომატით. ხეზე დატოვებისას არ კარგავს წვნიანობას, გემოსა და არომატს [128].

საქართველოში შავი ზღვის სანაპიროზე ქართველი სელექციონერების მიერ კვირტული მუტაციის გზით გამორჩეულია ლიმონის მრავალი ჯიში და კლონი: „ქართული“ (ახალქართული), „უპენეკი“, „დამკვრელი“, „უეკლო“, „კავკასია“, „ბჟუჟი“, „მეგობრობა“, „კლონები“ №54, №212 და მრავალი სხვა [71].

**ლიმონი „ქართული“ (ახალქართული)** – გამოვლენილია 1810 წელს ახალ ათონში, მონასტრის ეზოში, სავარაუდოდ, ახალი ათონის ანუ პეტრიკონის ლიმონის ნარგავებს შორის. მცე-

ნარე მაღალმზარდია (3,5მ), ოვალური მჭიდროდ შეკრული ვარჯით, შტამბის ძირითადი ტოტები დაფარულია ეკლებით. ფოთოლი წაგრძელებულ-ოვალური, მახვილი წვეროთი. ყვავილი მსხვილი, გვირგვინის ფერცლები სოსანისფერი შეფერილობის.

ნაყოფი წაგრძელებულ-ოვალური ან კვერცხისებრია, რომლის წვერო ბოლოვდება კარგად განვითარებული ბლაგვწვეროვანი „საწოვართი“, რომლის ფუძე ერთ მხარეს ძლიერ ჩაჭყლეთილია. ნაყოფის ფუძე მოკლე დანაოჭებული ყელით ბოლოვდება. ნაყოფი საშუალო ზომის (95-110გრ), სიგრძე – 6-9სმ, სიგანე – 5,5-7,2სმ. კანი – საშუალო სისქის (3-6მმ), მომწვანო-მოყვითალო, გლუვი ან სუსტად ბორცვიანი, მჭიდროდ ეკვრის რბილობს, რომელიც მკვრივია, უხვწვნიანი, წვენი გამჭვირვალე, მომწვანო-მოყვითალო ფერის, საწვენე პარკები ლანცეტისებრი და წვრილი. გემო ძლიერ მჟავე სასიამოვნო სუნით და არომატით. სეგმენტი – 9-13, თესლი – 10-12 ცალი, შეიცავს: ლიმონმჟავას – 6,5%, ვიტამინ „C“ – 78,5%. ჯიში მაღალმოსავლიანია. იკრიფება ნოემბრის მე-3 დეკადიდან, ნაყოფი შენახვისუნარიანი და ტრანსპორტაბელურია. მალსეკოგამძლეობა და ყინვაგამძლეობა სხვა ჯიშებთან შედარებით დაბალია. დარაიონებულია 1961 წლიდან [53]. ჯიში-სგან მიღებულია ჯუჯა ფორმები, რომელიც, როგორც ქოთნის კულტურა, ფართოდ გავრცელდა ყოფილ საბჭოთა კავშირის რესპუბლიკებში. თუ შენობაში ტემპერატურა არ ეცემა 10°C ქვემოთ, მას შეუძლია, შეზღუდული განათების პირობებშიც გაიზარდოს, იყვავილოს და მოგვცეს ნაყოფი. ქართული ლიმონი ერთეული ეგზემპლარების სახით გვხვდება ციტრუსოვანთა კერძო ნარგაობებში [227].

**ლიმონი „აჭარული“** - წარმოადგენს ქართული ლიმონის კვირტულ ვარიეტას; გამოვლენილია ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში. მცენარე ხასითდება უფრო ძლიერი ზრდითა და ხშირ-

ფოთლიანობით, ვიდრე საწყისი ჯიში. მცენარე აღწევს 4-5მ-მდე, აქვს მრგვალი მახვილი ეკლები. ფოთოლი ელიფსურია, კიდე – სუსტად დაკბილული ვიწრო თანაფოთლით. ყვავილობა – ერთდროული, ყვავილობს გაზაფხულსა და ზაფხულში. ნაყოფი – ყვითელი, ფუძე პატარა და დანაოჭებულია. კანი – შედარებით სქელი – 3-4მმ, რბილობი – უხვწვნიანი, არომატული, ძალიან მჟავე, თესლი – 6-7, მსხმოიარობს უხვად [34].

**ლიმონი „უდარნიკი“ (დამკვრელი 25097)** – წარმოადგენს ქართული ლიმონის პოპულაციას, რომელიც გამოვლენილია სოხუმის სასელექციო სადგურში. საქართველოში დამკვრელის სახელწოდებით მოიხსენიებენ. მცენარე ხასიათდება მჭიდროდ შეკრული, ფართო ოვალური ვარჯით, იზრდება 3-დან 4 მეტრამდე, ტოტები – მრგვალი, ეკალი – მოკლე და წვრილი. ფოთოლი წაგრძელებულ-ოვალური, წვერო – მახვილი, საშუალოდ დაკბილული კიდითა და სუსტად მთარშიებული ფუძით. მუქი მწვანე ფერის, ტყავისებრი, სიგრძე – 10-14სმ, სიგანე – 6,5-7,5სმ. ყვავილი – საშუალო ზომის, დიამეტრი – 50-60მმ, სურნელოვანი, მტვრიანები – გრძელი.

ნაყოფი, საშუალო ზომის ან მსხვილი, დიამეტრი – 6,0-6,5სმ, სიგრძე – 7,2-8,5სმ ოვალური ან უკუკვერცხისებრი ფორმის, რომლის წვერო ბოლოვდება მკვეთრად გამოკვეთილი ბლაგვი საწოვარათი, ხოლო ფუძე – მოკლე დანაოჭებული ყელით. ნაყოფის კანი – საშუალო სისქის (5მმ), სუსტად დანაოჭებული, ლიმონისთვის დამახასიათებელი ყვითელი ფერის. რბილობი მომწვანო, ნაზი, სეგმენტი – 7-11, თესლი – 8-12. წვენი – არომატული, ნაკლებად მჟავე, სუსტი სიმწარით. ჯიში გამოირჩევა მცირეეკლიანობით, ადრემწიფადობითა და მაღალი მოსავლიანობით, ნაკლებად მედეგია მალსეკოს მიმართ. დარაიონებულია 1952 წელს [9].

**ლიმონი „უეკლო“ (უთესლო)** – წარმოადგენს ქართული ლიმონის კვირტულ ვარიაციას; გამოვლენილია ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში ვ. შანიძის მიერ. ალავიძის მონაცემებით [1] კი, ა. გოგიბერიძის მიერ. მცენარე დაბალმზარდია (2-3მ), ხასიათდება ფართოდ გადაშლილი, სუსტად დატოტვილი, ხშირფოთლიანი, დახრილი ტოტებით. ფოთლები – მუქი მწვანე, ლანცეტისებრი ფორმის, მახვილი წვეროთი და მომრგვალებული ფუძით, უფრო, ყუნწი – მოკლე, ყვავილი – მსხვილი, 2-3 ერთად, გვირგვინის ფურცლები – ბუტონიზაციის პერიოდში მეწამული შეფერილობის. ნაყოფი მოგრძო – ოვალური ფორმის. ფუძე – მომრგვალებული. კანი – ყვითელი ფერის. რბილობი – უხვწვნიანი, არომატული. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: მჟავიანობა - 6 %, ვიტამინი „C“ – 72.5 მგ/%. უთესლო. ყინვა და მალსეკოგამძლეობით სჯობნის ქართულ ლიმონს. გამოირჩევა უხვმსხმოიარობით [9].

**ლიმონი „ურეკი“** – გამორჩეულია მასიური სელექციის გზით ჩაის სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის სელექციის განყოფილების თანამშრომლების მიერ (შ. გოლიაძის ხელმძღვანელობით). წარმოადგენს ქართული ლიმონის კვირტულ ვარიაციას. ნაყოფი ცილინდრული ფორმისაა, უთესლო, სიმწიფეში შედის 15 ნოემბრამდე. ნაყოფის მასა 120-150გრ-ია, მჟავიანობა - 7%, მოსავლიანობა 10-11ტ/ჰა-ზე. ჯიში ხასიათდება მაღალი მალსეკო და ყინვაგამძლეობით [9].

**ლიმონი „ჭოროხი“** - გამორჩეულია მასიური სელექციის გზით 1983 წელს ჩაქვის ფილიალის მიერ ლიმონ მეიერის ნარგავებიდან, რომელიც შემდგომ შესასწავლად გადაეცა ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტს. ახასიათებს ლიმონ მეიერის ნიშნები,

მაგრამ ჩამორჩება ვარჯის ზრდა-განვითარებით. ადრე შედის მსხმოიარობაში და გამოირჩევა უხვმსხმოიარობით. დარგვიდან მეორე-მესამე წელს იძლევა საკმარაოდენობის ნაყოფს. გამოირჩევა მაღალი ყინვაგამძლეობით. იდეალურია დახურული გრუნტის პირობებისთვის [31].

ქართული ლიმონის კვირტულ ვარიაციებს წარმოადგენს ლიმონი №54, №212 და უეკლო ჩაისუბნიდან (ჩაქვი). კლონები ლიმონ ქართულთან შედარებით ხასითდებიან უპირატესობებით: შედარებით მაღალი ყინვა და მალსეკოგამძლეობით, კარგი სასაქონლო სახით და უხვმსხმოიარობით.

1961-1963 წლებში ყოფილ კოხორის მეურნეობაში (აფხაზეთი) არსებულ ქართული ლიმონის პლანტაციებიდან მალსეკოთი დაავადებული 5600 მცენარიდან გამორჩეული იქნა 3 კლონი (№№6, 3, 11), რომელთაც მალსეკოს ნიშანწყალი არ აღენიშნებოდა. აღნიშნული ქართული ლიმონის კლონები ხასიათდებოდნენ არა მარტო მალსეკოს მიმართ გამძლეობით არამედ გამოირჩეოდნენ მცირე თესლიანობითა და ნაკლები ეკლიანობით [1].

1984-1985 წლებში მკაცრი ზამთრის დასრულების შემდეგ აჭარის რეგიონის მეციტრუსეობის რაიონებში (ქობულეთი, ხელვაჩაური) არსებულ ციტრუსოვანთა ნარგაობებიდან გამორჩეულ იქნა მანდარინის, ფორთოხლისა და ლიმონის მრავალი ყინვაგამძლე ფორმა (№472; 473; 475; 476; 291; 295; 297; 299; 300). აღნიშნულმა ფორმებმა დაუზიანებლად ან მცირე დაზიანებით (2-3 ბალი) გადაიტანა მკაცრი ყინვები [31].

ბ. თუთბერიძემ კლონური სელექციის გზით გამოარჩია ტრიფოლიატის ადრემწიფადი, ნაგალა და ადრემოყვავილე ფორმები [56, 57].

**ტრიფოლიატა „ადრემწიფადი”** - გამორჩეულია ტრიფოლიატის ნათესარებს შორის. მცენარე ძლიერ მზარდია, ახასიათებს შეკრული კომპაქტური ვარჯი. ტოტები – გრძელი და წვრილი, ძლიერ ეკლიანი (3,5-5,5სმ). ფოთოლი – დიდი ზომის სამფოთლიანი, ყველაზე დიდი შუა ფოთლის სიგრძე – 4,5-6,0სმ, გვერდითი ფოთლებისა კი – 3,3-3,5სმ სიგრძის. ყუნწი გრძელი – 1,2-2,0სმ, შესამჩნევი ვიწრო ფრთით. ვეგეტაციას იწყებს მარტის დასაწყისში და ამთავრებს ივლისის ბოლოს. საყვავილე კოკო-რი დიდი ზომისაა, გვირგვინის ფურცელი გარედან ღია ვარდისფერი შეფერილობის, ხოლო შიგნიდან – თეთრი. მტვრიანა – 17-23 ცალი, სამტვრე ძაფები, თეთრი, ნახევრად შეზრდილი, მომწიფებული სამტვრე პარკები და მტვერი – ყვითელი ფერის, დინგი სამტვრე პარკების სიმაღლეზეა. ყვავილი ვითარდება გასული წლის ტოტებზე ერთეულად. ყვავილობას იწყებს მარტის პირველ და ამთავრებს მე-3 დეკადაში. შედარებით უფრო ადრე, ვიდრე ჩვეულებრივი ტრიფოლიატა. ახასიათებს რეგულარული და უხვყვავილობა, გამონასკვის პროცენტი მაღალია (98%).

ნაყოფი მსხვილი, ოვალური ან მომრგვალო, ნაკლებად შებუსუსული და დანაოჭებული ზედაპირით. ნაყოფის მასა მერყეობს 42-დან 58 გრ-მდე, თითოეული ნაყოფი შეიცავს 18-დან 32-მდე თესლს, აღმოცენება – 96%, მრავალჩანასახიანობა – სუსტი (10,2%). იძლევა გენეტიკურად ერთგვაროვან მასალას, დიდ ინტერესს იმსახურებს, როგორც პერსპექტიული საძირე [58].

**ტრიფოლიატა „ნაგალა”** - გამორჩეულია ტრიფოლიატის ნათესარებიდან. მცენარე დაბალმზარდია, ახასიათებს ნაგალა ზრდა, შეკრული კომპაქტური ვარჯი, წვრილი მოკლე ტოტები, სუსტად ეკლიანია (2,5სმ). ფოთოლი – მცირე ზომის, სამფოთლიანი, ყველაზე დიდი ფოთლის სიგრძე 3-3,5სმ-ია. ახალი ფოთლები ანტოციანური შეფერილობისაა, რომელიც მას ადვილად

განასხვავებს სხვა ფორმებისგან. ვეგეტაციაში შედის სხვა ფორმებთან ერთად, თუმცა ამთავრებს უფრო ადრე. ყვავილობას იწყებს და ამთავრებს, როგორც ტრიფოლიატა „ადრემწიფადი“. საყვავილე კოკორი – მცირე ზომის, ძლიერი ანტოციანური შეფერილობის, სიგრძე – 0,6-1,2სმ, დიამეტრი-0,4-0,5სმ, ყვავილის ყუნწი წვრილი და მოკლე, ყვავილები უვითარდება ეკლის ილიაში გასული წლის ტოტებზე ერთეულად. მტვრიანები 17-20 ცალი, მომწიფებული სამტვრე პარკები და მტვერი ყვითელი ფერის, დინგი სამტვრე პარკების სიმალლეზეა. ნაყოფის გამონასკვის პროცენტი მაღალია (78%), ემჩნევა მეწლეობის ნიშნები.

ნაყოფი მცირე ზომისაა, საშუალო მასა – 20გრ-მდე, მომრგვალო ფორმის, უსწორმასწორო ზედაპირით, ყვითელი ფერის, მიუხედავად ნაყოფის მცირე სიდიდისა, შეიცავს დიდი რაოდენობით (12-15) ნორმალურად განვითარებულ პატარა ზომის თესლებს, აღმოცენების პროცენტი 83,8%-ია, არ ახასიათებს მრავალჩანასახიანობა. ფორმა გამოირჩევა ნაგალა ზრდით, მოკლე სავეგეტაციო პერიოდით, ინტერესს იმსახურებს, როგორც პერსპექტიული საძირე [58].

**ტრიფოლიატა „ადრემსხმოიარე“** - გამორჩეულია ბ. თუთბერიძის მიერ ტრიფოლიატის ნარგავებიდან, ჩვეულებრივი ტრიფოლიატასგან განსხვავდება საიუვენილო პერიოდით. ნათესარები ყვავილობს და მსხმოიარობს დათესვიდან მეორე წელს, მაშინ როდესაც ჩვეულებრივი ტრიფოლიატის ნათესარები ყვავილობს და მსხმოიარობს დათესვიდან 4-5 წლის შემდეგ. ბ. თუთბერიძის მოსაზრებით ადრემსხმოიარე ფორმა გენეტიკურად განსხვავებული ფორმაა. მცენარე ნახევრად ბუჩქისებრი ფორმისაა, გაშლილი ვარჯით, საშუალოდ მზარდი, ნაკლებად ივითარებს გვერდით ტოტებს და იზრდება სიმალლეში, ტოტები ნაკლებეკლიანია, ფოთლები წვრილი და ძლიერ ტალღისებური.

ყვავილები ფოთლის იღლიაშია. ნაყოფი საშუალო ზომის, შებუსული, ზედა მხარე დანაოჭებული, თესლი 12-19 ცალი, მრავალჩანასახიანობის უნარი სუსტადაა გამოხატული, ფორმა დიპლოიდია. სამირედ გამოყენების თვალსაზრისით საინტერესოა იმითაც, რომ მცენარე ერთი წლით ადრე შედის მსხმოიარობაში. აღნიშნული ფორმა უკვე გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან დანერგილია წარმოებაში [56].

## 1.5. ინდუცირებული მუტაგენები

მუტაციები ბუნებრივ პირობებში წარმოიქმნება საკმაოდ იშვიათად, ხოლო ინდუცირებული მუტაციური პროცესი საშუალებას იძლევა ცვლილებები გამოწვეული იქნას სწრაფად და მაღალი სიხშირით. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ სპონტანურ და ინდუცირებულ მუტაციებს შორის მკვეთრი ზღვრის გავლება არ შეიძლება, ვინაიდან ხშირად სპონტანური და ინდუცირებული მუტაციების გამომწვევი ფაქტორები ერთნაირია და თვით მუტაციებს შორის რაიმე მნიშვნელოვანი სხვაობა არ არსებობს. ინდუცირებულმა მუტაგენებმა შესაძლებელი გახადა, შექმნილიყო სასოფლო სამეურნეო კულტურათა ახალი ჯიშები და ფორმები.

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა სელექციაში ინდუცირებული მუტაგენების გამოყენების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მუტაგენების მოქმედებით ცოცხალი ორგანიზმში ერთდროულად შეიძლება შეიცვალოს რამდენიმე ნიშანი, განსაკუთრებით ფიზიოლოგიური სახეობის ეკოლოგიური რეაქცია და შეიქმნას ახალი ეკოტიპი [236]. მუტაგენებს შეუძლიათ, დაარღვიონ მემკვიდრულად შეჭიდული ნიშნები, გადალახონ სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა შორის შეუჯვარებლობა, გაზარდონ ცვალებადობის ლიმიტი და გარკვეული როლი შეასრულონ ისეთი ამოცანების გადაწყვეტაში, რომლის გადაჭრა შეუძლებელია სელექციის სხვა მეთოდების გამოყენებით [142, 312].

მიუხედავად იმისა, რომ სპონტანური (ბუნებრივი) მუტაციები უფრო ადრეა აღმოჩენილი, ვიდრე ინდუცირებული, მის შესახებ გაცილებით მეტია ცნობილი. ეს გასაგებიცაა, რადგან იმ პროცესების შესწავლა, რომელთა მანიპულირება შესაძლებელია ექსპერიმენტულად, გაცილებით ადვილია, თუმცა ცხადია, რომ

ბუნებრივი მუტაციების წარმოქმნის მექანიზმები მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანია.

მუტაგენების კანონზომიერებათა შესწავლაში დიდი მნიშვნელობა აქვს თვით ორგანიზმების ბიოლოგიური თავისებურებების ცოდნას. გათვალისწინებული უნდა იქნას, ასევე, შესაბამისი ბიოლოგიური ობიექტების ბიოგენეზის, სისტემატიკის, წარმოშობის ადგილისა და ინტროდუქციის პირობების, რეპროდუქციული თავისებურებების, განსაკუთრებით გენეტიკური და ეკოლოგიური კანონზომიერებების მორფოგენეზური გარდაქმნების, ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური პროცესების და სხვათა ძირითადი თავისებურებანი.

მუტაციების შესწავლისას მნიშვნელოვანია ისიც, რომ მუტაციურ პროცესს არამიმართული და შემთხვევითი ხასიათი აქვს, ვინაიდან ახლად წარმოქმნილი მუტაცია არაადეკვატურია მასზე მოქმედი ფაქტორის მიმართ.

დღეისთვის ინდუცირებული მუტაგენები წარმატებით გამოიყენება: კანადაში, იაპონიაში, აშშ-ში, ინდოეთში, ახალ ზელანდიაში, ევროპაში (გერმანია, ბულგარეთი, საფრანგეთი, უნგრეთი) ბალტიისპირეთის ქვეყნებში, სომხეთში, აზერბაიჯანში, უკრაინაში, მოლდავეთში, რუსეთში, ბელორუსიაში, შუა აზიის რესპუბლიკებში და სხვა.

ინდოეთსა და მექსიკაში გამოყვანილია მარცვლოვანთა მაღალმოსავლიანი ჯიშები, რომლებიც ითვლებიან რადიომუტანტებად, მათ განსაკუთრებულ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მინერალური სასუქებით გამოკვების შემდეგ იზრდება არა მარტო მწვანე მასა, არამედ მარცვლის წონაც. ინდუცირებული მუტაგენებით გამოყვანილია, აგრეთვე, ბრინჯის საშიში დაავადებების მიმართ გამძლე ჯიში.

ცხრილი 1

სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა რეაქცია მუტაგენების მიმართ

მცენარეთა ჯგუფი	მუტაგენი	გაუმჯობესებული ნიშან-თვისებები	მუტანტების ავტორი და წლები
ზეთოვანი რაფსი	ნიტროზოეთლ შარდოვანა	გაზრდილია ოლეი- ნის მჟავას შემცველ- ლობა, შემცირებულ- ია უჯერი ცხიმები.	Auld et al., 1992
ზეთოვანი რაფსი	ნიტროზოეთლ შარდოვანა	გაზრდილია რეზის- ტენტობა სულფანილ შარდოვანას მიმართ.	Tonnemaker et al., 1992
ბრინჯი	გამა გამოსხივება	ჯუჯა, მაღალმოსავ- ლიანი	Chakrabarti et al., 1991
ბრინჯი	გამა გამოსხივება	თერმომგრძობიარე სტერილური (მამრ)	Maruyama et al., 1991
სელი	ნიტროზოეთლ შარდოვანა	მაღალხარისხიანი მცენარეული ზეთი	Rowland, 1991
მზესუმზირა	რენტგენის სხივები	გაზრდილია ოლეი- ნისა და პალმიტინის მჟავას შემცველობა	Fernandez- Martinez et al., 1997
ვაშლი	გამა გამოსხივება	შეცვლილია კანის შეფერილობა.	Brunner and Keppel, 1991
მსხალი	გამა გამოსხივება	დაავადებების მიმართ გამძლეობა.	Masuda et al., 1997
გრეიპფრუტი	რენტგენის სხივები	რბილობის ფერი და უთესლობა	Hensz, 1991
ფორთოხალი პაინეპლი	ინვიტრო	აღინიშნა უმნიშვნელო ცვლილება	Lapade, 1995

იაპონელი მეცნიერის ხ. იაგამუტას მიერ რადიაციული მუტაგენეზის გზით მიღებულია ბრინჯის მრავალი პერსპექტიული ჯიში და ფორმა [7].

ბ. ბრაუნის მონაცემებით (ცხრ. 1), სხვადასხვა სახეობისა და პლოიდობის ორგანიზმები მუტაგენების ზემოქმედებით სხვადასხვანაირად რეაგირებენ და მუტაგენის მიმართ განსხვავებულ ეფექტს ავლენენ [335].

ა. კოლესნიკოვას მიერ რუსეთში ორლოვის ხეხილოვნების საცდელ სადგურში ალუბალზე რადიაციული მუტაგენეზის გამოყენებით ჩატარებული ფართომასშტაბიანი სამუშაოების შედეგად მიღებულია მრავალმხრივ განსხვავებული 200-მდე მუტანტური ფორმა. ამავე სადგურში ლ. შუმიგაის, ხოლო მოსკოვის ტიმირიაზევის სახელობის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიაში ს. პროტოპოვის მიერ  $C_{60}$ -ის გამოყენებით მიღებული აქვთ ვაშლის სიმაღლეში შეზღუდული ზრდის მუტანტები, რომელთაგან რამდენიმე უკვე დანერგულია წარმოებაში [208].

1997 წელს ბანგლადეშში მიწის თხილზე ფიზიკური მუტაგენეზის (200 Gy) გზით, მიღებულ იქნა 8 საინტერესო მუტანტი, რომელთაგან გამორჩეული 3 პერსპექტიული მუტანტი 2008 წელს დარეგისტრირდა ჯიმ-Binachinabadam-4-ის სახელწოდებით. აღნიშნული ჯიში გამოირჩევა მაღალმოსავლიანობით და მსხვილი ნაყოფებით [284].

ახალ ზელანდიაში კ. პანდის მიერ შემუშავდა მეთოდოლოგია, რომლის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მტვრის რადიაციის მაღალი დოზებით დამუშავების და შემდგომ მისი ჰიბრიდიზაციაში გამოყენების შედეგად ცალკეული ნიშნების დომინირების შესაძლებლობა იქმნება. ამ მეთოდს დიდი მნიშვნელობა აქვს სელექციისთვის [7].

ბულგარეთში ინდუცირებული მუტაგენეზის სელექციაში გამოყენება დაიწყო შედარებით გვიან (გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან), არ იყო დადგენილი მუტაგენის კონცენტრაციები (მუტაგენების კომბინაციები) და დოზები. მიუხედავად ამისა, ბოლო 50 წლის განმავლობაში ბულგარეთის სოფლის მეურნეობის ინსტიტუტის მიერ ინდუცირებული მუტაგენეზის გზით (ფიზიკური და ქიმიური) მიღებულია სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურის 76-ზე მეტი მუტანტური ჯიში. ამ გზით მიღებული ჯიშების უმრავლესობა უკვე დანერგილია წარმოებაში, ხოლო ზოგიერთი მუტანტური ხაზი დაცულია გენეტიკური პლაზმის სახით ნაციონალური ბანკის-Sadovo-ის კოლექციაში და გამოიყენება, როგორც სამეცნიერო, ასევე – კომერციული მიზნით.

ნ. ტომლეკოვას მონაცემებით, ბულგარეთში ინდუცირებული მუტაგენეზის გზით გამოყვანილია სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მრავალი ჯიში, რომელთა შორის აღსანიშნავია ქერის-5, რბილი ხორბლის-5, მაგარი ხორბლის-9, სიმინდის-26, მზესუმზირას-3, სოიოს-2, ბარდას-1, პომიდორის-6, წიწაკის-4, ბამბის-2, თამბაქოს-2 ჯიში [379]. დღეისთვის აღიარებული სიმინდის ჯიში Kneja-509 (1973) და ხორბლის ჯიში Gergana (1984). ეს ხაზები და ჯიშები გვიჩვენებენ, რომ მუტაციები ცვლის მცენარის მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ ნიშან-თვისებებს, პროტეინებისა და β კაროტინების შემცველობას, მწიფადობას, მოსავლიანობას, მავნებელ-დაავადებების გავრცელებას და გარემო პირობებთან ადაპტაციას.

1990 წელს ბულგარეთში ინდუცირებული მუტაგენეზის გზით მიღებული იქნა პომიდვრის 2 ჯიში (Balkan და Kom), რომლებიც გამოირჩევიან ადრემწიფადობით, მაღალმოსავლიანობით, რეზისტენტულობით მოზაიკური ვირუსის მიმართ და

გამძლეობით ფუზარიუმისა და ვერტიცილიუმის მიმართ. აღნიშნული ჯიშები ფართოდაა გავრცელებული ევროპაში სამრეწველო მიზნით.

ცნობილია, რომ მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების ნათესების 50% ინდუცირებული მუტაგენეზის გზით გამოყვანილ ჯიშებს უჭირავს. მაგალითად, ჩეხეთში ქერის ფართობების 90% დაკავებულია მუტაგენეზის გზით მიღებული მაღალმოსავლიანი ჯიშებით. ამავე კულტურაზე მუტაციების გამოსაწვევად მაიონიზებული გამოსხივება წარმატებით იქნა გამოყენებული გერმანიაში. იტალიელმა მეცნიერებმა ბ. ჯორჯმა და ფ. ბარბერმა რადიაციის გამოყენებით მიიღეს ხორბლის სრულიად ახალი ტიპის მუტაციები. ბრაზილიის მეცნიერთა ჯგუფის მიერ ფორთოხლის ფართოდ გავრცელებულ ჯიშ პერაზე (**Pera**) ფიზიკური მუტაგენეზის გზით ჩატარებული კვლევების შედეგად მიღებულ იქნა ფორთოხალ პერას რამდენიმე კლონი (№№ 27, 28, 58, 59, 101), რომლებიც გამოირჩევა მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით, მოსავლიანობით, უთესლობით და გამძლეა კიბოს მიმართ [7].

FAO/IAEA მონაცემებით ინდუცირებული მუტაგენეზით გამოყვანილი ჯიშების რაოდენობა მსოფლიოში სწრაფი ტემპით იზრდება. თუ 1969 წლის მონაცემებით მუტაგენეზის გზით მიღებული იყო 77 მუტანტური ჯიში, 1989 წლის მონაცემებით, ეს მაჩვენებელი გაიზარდა 1330-მდე, 2009 წლის მონაცემებით კი, მუტანტური ჯიშების რაოდენობა 3200-მდე გაიზარდა [300, 346]. ინდუცირებული მუტაგენეზით მიღებული ჯიშების უმრავლესობა მოდის ჩინეთზე (264) და ინდოეთზე (186), თუმცა ამ გზით სასოფლო სამეურნეო კულტურების მრავალი ჯიში გამოყვანილია სხვა ქვეყნებშიც: ნიდერლანდია (171), იაპონია (87), აშშ (75), რსფსრ (96) ბულგარეთი და სხვა [346, 347].

შემუშავებულია სხვადასხვა კულტურისთვის ინდუცირებული მუტაგენების შედეგების სელექციაში გამოყენების არაერთი მეთოდური მითითება. მათში რეკომენდებულია მუტაგენების გამოყენების ეფექტური მეთოდები და ხერხები, ოპტიმალური დოზები, ზემოქმედების ექსპოზიციები და სხვა [201, 233]. კვლევებში ჩართულია მარცვლოვანი (ხორბალი, სიმინდი, ბრინჯი, ქერი, შვრია, ბარდა, და სხვა), ხეხილოვანი (ვაშლი, მსხალი, ალუბალი, ციტრუსოვნები, ფეიჰოა, კაკლოვნები და ა.შ.), კენკროვანი (მარწყვი, მოცხარი, ქაცვი) და სხვა სასოფლო-სამეურნეო და დეკორაციულ მცენარეთა ფართო სპექტრი [204].

მუტაციების ხელოვნურად მიღების ხერხები და მეთოდები მრავალფეროვანია. მუტაციების ხელოვნურად გამოსაწვევად იყენებენ, როგორც ქიმიურ ნაერთებს (ქიმიურ მუტაგენებს), ასევე ფიზიკურს (რენტგენის სხივებს, ჩქარ და თბურ ნეიტრონებს, პროტონებს, β-აქტიურ რადიოიზოტოპებს და სხვა). იმის მიხედვით, თუ რომელი ფაქტორია გამოყენებული მუტაციის გამოსაწვევად ინდუცირებულ მუტაგენებში გამოყოფენ ქიმიურ და ფიზიკურ მუტაგენებს.

## 1.6. მუტაგენები და მათი კლასიფიკაცია

მუტაციები, როგორც ბუნებრივად, ისე ხელოვნურად წარმოიქმნება სხვადასხვა ფაქტორის ანუ მუტაგენის ზემოქმედებით. მუტაგენები ქიმიური ნაერთებია, რომლებსაც მუტაციების ხელოვნურად გამოსაწვევად იყენებენ. მუტაციის გამომწვევი ფაქტორები იყოფა ორ ჯგუფად: ფიზიკური და ქიმიური.

**ფიზიკური მუტაგენები** - რომელთაც მიეკუთვნება:

✓ რენტგენის სხივები;

- ✓ რადიაციის ბუნებრივი ფონი;
- ✓ რადიოაქტიური ელემენტები: ურანი, ფტორი და სხვა;
- ✓ გამა სხივები;
- ✓ ნეიტრონები (ჩქარი, შუალედური, თბური);
- ✓ ბეტა და ალფა ნაწილაკები;
- ✓ მაღალი ენერგიის კორპუსკულარული გამოსხივება;
- ✓ ულტრაიისფერი სხივები;
- ✓ ტემპერატურის ცვლილება ( $0^{\circ}\text{C}$ -ს ქვემოთ და  $25\text{-}28^{\circ}\text{C}$ -ს ზევით);
- ✓ ლაზერული ხილული სინათლე;
- ✓ ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის წნევისა და კონცენტრაციების ცვალებადობა;
- ✓ მზის სინათლის რაოდენობა, ხარისხი და სხვა.
- ✓ მექანიკური დაზიანებით გამოწვეული კვირტული ვარიაციები და მრავალი სხვა.

#### **ქიმიურ მუტაგენებს მიეკუთვნება:**

- ✓ მაალკილირებელი ნაერთები (იოდოაცეტილამიდი, ეპოქსიბენზოანტრაცინი);
- ✓ აკრიდინული საღებავები;
- ✓ ანტიმეტაბოლიტები (მათ შორის დნმ-ის ფუძეთა ანალოგები);
- ✓ შარდოვანას ჯგუფის ნაერთები (ნიტროზოეთილშარდოვანა, ნიტროზომეთილშარდოვანა, ნიტროზოდიეთილშარდოვანა);
- ✓ დნმ-ის სინთეზის ინჰიბიტორები;
- ✓ მძიმე მეტალების მარილები;
- ✓ ზეჟანგები;
- ✓ ალდეჰიდები;
- ✓ აზოტმჟავა და მისი მარილები;

- ✓ კარცეროგენები;
- ✓ ალკალოიდები (კოლხიცინი, ვინკამინი, პოლოფილო-ტოქსინი);
- ✓ ზოგიერთი პრეპარატი;
- ✓ ჰერბიციდები;
- ✓ პესტიციდები;
- ✓ მინერალური სასუქები (ფოსფოროვანი, აზოტოვანი);
- ✓ ინსექტიციდები და სხვა [97, 142].

აღნიშნული ფაქტორების გარდა მუტაგენური ეფექტით ხასიათდება, ასევე ნივთიერებათა ცვლის ტოქსიკური პროდუქტები, კვების პირობებისა და აერაციის გაუარესება, ზოგიერთი ბიოქიმიური კომპონენტი (კოფეინი, ფლავონოიდები) და სხვა [7].

ქიმიურ მუტაგენტა შორის ყველაზე მეტად გავრცელებულია: ეთილენამინი, დიეთილსულფატი, ნიტროზოეთილმარდოვანა, ნიტროზომეთილმარდოვანა, ნიტროზოდიეთილმარდოვანა, 1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუტანი, კოლხიცინი, წყალბადის ზეჟანგი, აზოტმჟავა და სხვა.

## 1.7. ქიმიური მუტაგენები და მისი მნიშვნელობა ციტრუსოვანთა სელექციაში

ქიმიური რეაგენტებით მუტაციის მისაღებად პირველი კვლევები ჩატარდა 1906-1909 წწ. ქიმიური მუტაგენებით მუტაციების ხელოვნურად მიღების შესაძლებლობა კი დადგენილ იქნა 1934 წელს ვ. სახაროვისა და მ. ლობაშევის მიერ. ცნობილმა რუსმა გენეტიკოსმა ი. რაპაპორტმა [234] და შვედმა მეცნიერმა შ. აურებახმა [141] ექსპერიმენტულად დაასაბუთეს მუტაციების მიღების საქმეში ქიმიური მუტაგენების პერსპექტიულობა. ქიმიური მუტაგენების საშუალებით, მემკვიდრული ცვალებადობის ინდუცირება პირველად აღწერა ფ. ქელკერსმა 1943 წელს [361].

გასული საუკუნის 40-იანი წლებიდან დაიწყო ქიმიური მუტაგენების შესწავლის ახალი ეტაპი, რა დროსაც აღმოჩენილ იქნა ძლიერი ქიმიური მუტაგენები: მდოგვის გაზი, ეთილენიმინი, ეთილენის ჟანგი, დიმეთილსულფატი, ფორმალდეჰიდი, ურეთანი და სხვა.

კლასიკური მეთოდების გამოყენებით ახალი ჯიშების შექმნა გარკვეულ სირთულეებთან არის დაკავშირებული. განსაკუთრებულ სირთულეს წარმოადგენს ის, რომ სახეობის გენეტიკური პოტენციალი უსაზღვრო არ არის. უმაღლეს მცენარეებზე დასხივებისა და ქიმიური აგენტების მოქმედების შედარებითი ანალიზის შედეგად დადგენილია, რომ ფართო სპექტრის სასარგებლო მუტაციები მიღებულია ქიმიური მუტაგენების გამოყენების შედეგად. ზოგიერთი ქიმიური მუტაგენი (ნიტროზოეთილმარდოვანა, ნიტროზომეთლმარდოვანა, 1,4 ბისდიაზოაცეტილბუთანი, დიმეთილსულფატი, დიეთილსულფატი, ეთილენამინი და სხვა) გენეტიკურად იმდენად აქტიური არიან, რომ

მათ „აქვთ უნარი, ცოცხალ ორგანიზმში გამოიწვიონ ინდუცირებული მუტაციების არა მარტო ტიპური განმეორებანი, არამედ მსხვილი „სისტემური“ მუტაციები, რომლებიც დიდ როლს თამაშობენ არა მარტო სახეობის, არამედ გვარების დიფერენცირებაში“ [147, 235, 236, 266, 273].

ვ. სიგურდტორსონის და ა. მისკეს (1974) მონაცემები ცხადყოფენ, რომ ინდუცირებული მუტაგენებით გამოყვანილი ჯიშების რაოდენობა მსოფლიოში სწრაფი ტემპით იზრდება [368].

ა. რავეკინის მონაცემების მიხედვით, მუტაგენების გზით მიღებულია 500-მდე სასოფლო-სამეურნეო კულტურა, რომლებიც მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან საწყისი ფორმებისგან მოსავლიანობით, მავნებელ-დაავადებების მიმართ გამძლეობით, ადრემსხმოიარობით, ზამთარგამძლეობით, ყინვაგამძლეობით და სხვა ნიშან-თვისებებით. მისივე კვლევებით დადასტურებულია, რომ ინდუცირებული მუტაციების წარმოქმნის სიხშირე მერქნიან მცენარეებში ისეთივეა, როგორც ერთწლოვან კულტურებში. მუტაციათა აღმოცენების სიხშირე დამოკიდებულია: კულტურის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე, მუტაგენზე, მუტაგენის დოზაზე, ზემოქმედების ექსპოზიციაზე და სხვა ფაქტორებზე [233].

ვეგეტატიურად მამრავლ მცენარეებზე, სხვადასხვა მუტაგენური ფაქტორის ზემოქმედებით მუტაციების მიღებას აქვს, როგორც პრაქტიკული, ისე თეორიული მნიშვნელობა, ვინაიდან ჰიბრიდიზაციის დროს ირღვევა ჯიშის ნიშან-თვისებათა კომპლექსი, ხოლო გენური მუტაციებისა და მიკროაბერაციების დროს ეს არ ხდება. ვეგეტატიურად მამრავლ მცენარეებს მუტაციების დამაგრება შეუძლიათ ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში, იმ თაობაში, რომელზედაც განხორციელდა მუტაგენით ზემოქმედება [230, 145].

ქიმიური მუტაგენების წარმატებით გამოყენება დაიწყო ნიტროზოომეთილმარდოვანას მუტაგენური აქტივობის აღმოჩენის შემდეგ. ძალიან ბევრი ნაერთის მუტაგენური ეფექტი პირველად აღწერა ი. რაპაპორტმა. მასვე ნ. ზოზისთან ერთად ეკუთვნის ქიმიური მუტაგენების მიმართ მცენარეთა მგრძობელობის დეტალური ანალიზი. მათ მიერ გამოცდილ იქნა 6 მუტაგენის ზემოქმედება 145 სახეობის კულტურული მცენარის 2504 ჯიშზე, ჰიბრიდსა და ხაზზე. კვლევების შედეგად ავტორები მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ყველა მუტაგენი, როგორც წესი, ამცირებს თესლიდან აღმონაცენის მიღებას, თუმცა ზოგიერთი სახეობების შემთხვევაში შეიმჩნევა სტიმულაცია [234, 235, 236].

დადგენილია, რომ სხვადასხვა ოჯახის, გვარისა და ჯიშის მცენარე ინდივიდუალურ მგრძობელობას ავლენს მუტაგენებისადმი. გარდა ამისა, ქიმიურ მუტაგენებისადმი მცენარეთა მგრძობელობა დაკავშირებულია მუტაგენით დამუშავებაზე და ორგანიზმის რეაქციის განმაპირობებელ მრავალრიცხოვან ფაქტორზე. მუტაციური ეფექტის მისაღწევად, ქიმიური მუტაგენის გამოყენებისას, საჭიროა მკაცრი ექსპერიმენტული პირობების დაცვა. მუტაგენისადმი განსხვავებულ ეფექტს ავლენენ მცენარის სხვადასხვა ორგანო: თესლი, ღერო კალამი, მერისტემის ან კალუსის ქსოვილი [237, 335].

მუტაგენის განსხვავებული დოზების ზემოქმედებისას სხვადასხვა კულტურა და ჯიში ხვადასხვანაირად რეაგირებს. სასიცოცხლო პროცესების ცვლილებებთან ერთად მნიშვნელოვნად იზრდება ორგანიზმის მემკვიდრული ცვალებადობა, განსხვავებულია მუტაციების სიხშირე და სპექტრი. ცნობილი გენეტიკოსების: ნ. დუბინინის, ვ. ხვოსტოვას, პ. შვეკორნიკოვას, ნ. ზოზის, ტ. სალნიკოვას და სხვათა შრომებმა საფუძველი ჩაუყარა

მცენარეთა სელექციაში ინდუცირებული მუტაგენეზის მეთოდის გამოყენებას [184, 185, 191, 192, 237, 265, 266, 267, 274].

პ. შკვორნიკოვის [274] მონაცემებით, ფიზიკური და ქიმიური მუტაგენების გამოყენების შედეგად მიღებული მუტანტები გამრავლებისა და გამოცდის შემდეგ შეიძლება აღიარებული იქნას ჯიშად, გარდა ამისა, მუტანტები წარმოადგენენ მდიდარ საწყის მასალას შემდგომი სელექციური საქმიანობისთვის [232, 236, 266, 274, 277].

პ. კოპანის [206] მიერ ვაშლის სხვადასხვა ჯიშზე ქიმიური მუტაგენების მოქმედების შესწავლის შედეგად გამოვლენილი იქნა ზრდის სიძლიერით, სიმწიფის ვადებით, შეფერილობით, ნაყოფის ფორმით, ზომით, მოსავლიანობით, ყინვაგამძლეობითა და სხვა ნიშნებით განსხვავებული ფორმები. ვაშლის თესლებზე ქიმიური მუტაგენების: ნიტროზოეთილშარდოვანას და 1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუთანის 0,01% და 0,1% კონცენტრაციების 4-დან-24 სთ-იანი ექსპოზიციით მოქმედების შედეგად დადგენილ იქნა ნათესარების ცვალებადობის მაჩვენებლები ზრდისა და სიცოცხლისუნარიანობის მიხედვით ვაშლის ჯიშ პეპინ შაფრანის კალმებზე ეთილენამინის და ნიტროზოალკილშარდოვანას (აირადი ფაზა) მოქმედებით მიღებულია ფორმები: წვრილი ნაყოფებით, პატარა ფოთლებით, ნაგალა, შეზღუდული ზრდით [238].

ი. დრიაგინას მონაცემებით, ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედება ვეგეტირებად ვაშლზე ხელს უწყობს 33%-მდე საინტერესო ფორმების მიღებას [182].

კ. მეკიმოვის, ს. კურბანგელდიევის და ნ. ზოზის მონაცემებით, ბამბის თესლებზე ქიმიური მუტაგენების (ნიტროზოეთილშარდოვანას, ნიტროზომეთილშარდოვანას, 1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუთანის, ეთილენამინის) ზემოქმედებისას შესაძლე-

ბელია, მიღებული იქნას ფორმათა ცვალებადობის ფართო სპექტრი [192].

ცნობილია შვეიცარიელი გენეტიკოსის ა. გუსტაფსონის მრავალწლიანი გამოკვლევები მართული მუტაგენეზის შესახებ (განსაზღვრული გენების მუტაცია), რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია წინასწარ განჭვრეტა იმისა, თუ უფრო ხშირად რომელ მარცვლოვნებში წარმოიქმნება მოკლედეროიანი ფორმები [321, 322].

დადგენილია სხვადასხვა სასოფლო – სამეურნეო კულტურათა ეფექტური მუტაგენები. მაგალითად, კომშისა და ატმისთვის ეფექტური მუტაგენების ნიტროზონაერთები, ალუჩისთვის – ეთილენამინი. დადგენილია, რომ გარგარი, ქლიავი, ალუბალი და ბალი მაღალ გამძლეობას იჩენენ მუტაგენების ზემოქმედებისადმი. აგრეთვე, დადგენილია, რომ ხეხილოვან კულტურებზე მუტაგენის ზემოქმედება სპეციფიურია და იცვლება მცენარეთა სახეობისა და ჯიშის მიხედვით და რომ, კაკლოვანი კულტურების (ნუში, კაკალი, პეკანი და სხვა) ზოგიერთ ჯიშზე ქიმიური და ფიზიკური ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად ინდუცირებული ცვალებადობა, ძირითადად, ფენოტიპურ ხასიათს ატარებს [42, 183].

ზოგიერთი ავტორის მონაცემებით, ქიმიური მუტაგენები ხასითდება უფრო მეტი ეფექტურობით, ვიდრე ფიზიკური (გამაგამოსხივება). ხშირ შემთხვევაში მუტაგენის ზემოქმედებისას ვლტულობთ ჯუჯა ნათესარებს, სახეშეცვლილი ფოთლებითა და ყლორტებზე მათი განსხვავებული განლაგებით.

ა. რავკინის მონაცემებით, ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედება ონტოგენეზის სხვადასხვა ეტაპზე იწვევს არაერთგვაროვან მუტაციურ ცვალებადობას [233].

ზოგიერთი მკვლევრის მონაცემებით, ნეკერჩხლის ნიტროზომეთილმარდოვანათი დამუშავებას მიყვავართ გადარჩენილი მცენარის ქლოროფილოვან ქიმერებამდე, ასევე, ნარჩუნდება ნათესარების მაღალი სიცოცხლისუნარიანობა. ქიმიური მუტაგენების გამოყენებისას სხვადასხვა ტიპის ქიმერის წარმოქმნა და მორფოლოგიური ნიშნების ცვლილება აღენიშნება ჩვეულებრივ მუხასაც, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ქიმიური მუტაგენებით ბევრი სასიკეთო ცვლილებების მიღებაა შესაძლებელი [230].

უნდა აღინიშნოს, რომ მრავალწლოვან მცენარეებზე ინდუცირებული მუტაგენებით ჩატარებული კვლევების შესახებ მწირი ინფორმაცია არსებობს, თუმცა ის მასალები, რომლებიც მოიპოვება ამ კულტურებთან დაკავშირებით, მეტყველებს ინდუცირებული მუტაგენების გამოყენების პერსპექტიულობაზე.

საქართველოში ქიმიური მუტაგენების სუბტროპიკულ კულტურებზე ზემოქმედების გენეტიკური ეფექტის შესწავლის საქმეში პირველი კვლევები 1964 წლიდან დაწყებული იქნა ყოფილ სრულიად საკავშირო ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის სელექციისა და გენეტიკის განყოფილებაში, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი – შ. გოლიაძის მიერ, რომელმაც ფაქტიურად შექმნა სუბტროპიკულ კულტურათა ქიმიური და ფიზიკური მუტაგენების საკუთარი სკოლა, აღზარდა მრავალი ასპირანტი, კოლეგებთან ერთად გამოიყვანა ციტრუსოვანთა მრავალი ჯიში და ფორმა [18, 35, 36, 60, 106, 107, 168, 175].

ქიმიურ მუტაგენებზე ფართო მასშტაბიანი სამუშაოები ჩატარებულ იქნა ქართველი სელექციონერების – შ. გოლიაძის [19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 293, 333], ი. ქერქაძის [105, 106, 107, 113, 114, 115, 116, 117,

118, 119, 120, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 293], ბ. თუთ-ბერიძის [59, 60, 258], ჯ. ხუროშვილის [132], ც. ქაშაკაშვილის [33, 103, 104, 173, 303], დ. ბარათაშვილის [3, 4, 5, 6, 7, 151, 152, 153, 154, 155, 198], ლ. თიკანაძის [19, 27, 171, 173], ა. ვაშალომიძის [22, 23, 27, 171, 172], ს. თალაკვაძის [18, 169, 258], ა. დიასამიძის [36, 37, 38, 168], ლ. კალანდარიშვილის [62, 258], ე. თოღაძის [54, 55], შ. თავდგირიძის [51, 52, 116, 201], გ. მემარნის [25, 30, 81, 82, 83, 84, 224, 293, 350, 351], ვ. გოლიაძის [32, 33], მ. ტაკიძის [85, 99, 100, 101, 247, 248], გ. დუმბაძის [41, 174, 186, 333] და სხვების მიერ. მათ მიერ დამუშავებული იქნა სხვადასხვა მუტაგენის (დიმეთილ-სულფატი; ნიტროზომეთილშარდოვანა; ნიტროზოეთილშარდოვანა; ნიტროზოდიმეთილშარდოვანა; ეტილენიმინი; 1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუთანნი; ნიტროზომეთილბიურეტი და სხვა) ზემოქმედების მეთოდები სუბტროპიკულ ხეხილოვანთა თეს-ლებზე, კალმებზე, ნასკვებზე, ემბრიონებზე, ყვავილის მტვერზე, ახალგაზრდა აღმონაცენებზე მათ მიერ ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედების შედეგად მიღებულ იქნა მრავალი საინტერესო ფორმა (ინდუცირებული მუტანტები).

ქართველ სელექციონერთა მიერ დაზუსტდა მუტაგენტთა ოპტიმალური დოზები და ექსპოზიციები. მათ მიერ დადგინდა, რომ ციტრუსებში და სხვა სუბტროპიკულ ხეხილოვნებში შეიმჩნევა კარგად გამოკვეთილი მუტაგენური და გენოტიპური სპეციფიკურობა, რის შედეგად მიღებული ინდუცირებული მუტანტები გამოირჩევიან: მაღალი ნაყოფიერებით, ადრემწიფადობით, მაღალხარისხოვანი ნაყოფით, შედარებითი მაღალი ყინვაგამძლეობით, იმუნურობით და სხვა. ამავე დროს არ არის გამო-რიცხული, რომ ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედებით მიიღება გადახრები, როგორც სახეობის ფარგლებში, ისე მის ფარგლებს გარეთ. ასე მაგალითად, მანდარინ უნშიუს თესლების ქიმიური

მუტაგენის ნიტროზოეთილშარდოვანას სხვადასხვა კონცენტრაციით (0,2; 0,1; 0,08; 0,06; 0,05) და სხვადასხვა ექსპოზიციით დამუშავების შედეგად მნიშვნელოვნად ფართოვდება ცვალებადობის სპექტრი. იცვლება არა მარტო რაოდენობრივი, არამედ ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ნიშნებიც, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს პრაქტიკულ სელექციაში. მორფოლოგიური ცვალებადობა, ძირითადად, გამოიხატება ყუნწის ფრთიანობისა და ფოთლის ფირფიტის მოდიფიცირებაში (ფორმის შეცვლა, ფოთლის ფირფიტის დანაკვეთულობა, კიდის დაკბილულობა და სხვა), რომელიც კორელაციაშია მუტაგენის კონცენტრაციასთან. მანდარინის ნათესარებში გვხვდება სხვადასხვა ნიშან-თვისებებით შეცვლილი ფორმები: დიდი ფრთიანი ფოთლებით, რომელიც ჩამოჰგავს გრეიპფრუტს და პომპელმუსს, სამყურა – ტრიფოლიატის მსგავსი ფოთლებით. ნაგალა ფორმები – ფორთოხლის მსგავსი ფოთლებით, დიდი გრძელი ეკლებით, ძლიერი განტოტვით, ტიპური ლიმონის ფოთლებით და ეკლებით, ახალგაზრდა ყლორტები ანტოციანური შეფერვით, გიგანტური ფორმები და ა.შ. ნიტროზოეთილშარდოვანას სხვადასხვა კონცენტრაციის მასტიმულირებელი გავლენა შეინიშნება მიღებული მანდარინის ნათესარების ზოგიერთ ბიომეტრიულ მაჩვენებლებზე და ნათესარების ყინვაგამძლეობაზე. ამასთან ქიმიური მუტაგენი მოქმედებს არა მხოლოდ რომელიმე არჩეულ გენზე, არამედ გენების კომპლექსზე, რაც თავისთავად ქიმიურ მუტაგენს ხდის მცენარის ბუნების შეცვლის მძლავრ ფაქტორად [24].

მანდარინის თესლებზე მუტაგენის მოქმედების შედეგად მიღებული ფორმების ასეთი ფართო დიაპაზონით ვარირება მიუთითებს იმაზე, რომ მანდარინის სახეობა რთული ჰიბრიდული წარმოშობისაა, რომელთა შექმნაში მონაწილეობენ ციტრუსის გვარის ბევრი სხვა სახეობა. აქედან გამომდინარე, ქიმიური

მუტაგენეზის მეთოდი შესაძლებელია, გამოყენებულ იქნას აპოგამიურად მამრავლ მცენარეთა გენიალოგიის შესასწავლად. მანდარინ უნშიუს თესლის სხვადასხვა კონცენტრაციის მუტაგენით (ნიტროზომეთილშარდოვანა) სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში დამუშავებისას, იმდენად იზრდება ცვალებადობის სპექტრი, რომ მანდარინის გენოტიპი მთლიანად გამოდის სახეობრივი ჩარჩოდან [24]. შ. გოლიადისა და კ. ნიჟა-რადის ამ დებულებამ მთლიანად დაარღვია ნ. დუბინინის მოსაზრება „მიუხედავად იმისა, რაოდენ ღრმად არ შეიძლება შეცვალონ მუტაგენებმა ინდივიდის თავისებურებანი, მემკვიდრეობითობის და ფილოგენეზის დისკრეტულობიდან გამომდინარე, მათ არ შეუძლიათ შეცვლილი ინდივიდების სახეობრივი ჩარჩოებიდან გაყვანა“. მსგავს შეხედულებებს იზიარებდნენ ვ. ბრიგსი და პ. ჰოუიზი, ისინი აღნიშნავდნენ, რომ „მუტაციური სელექციის გამოყენება შესაძლებელია მაშინ, როცა საჭიროა შეიცვალოს ერთი ან რამდენიმე გენი, რომელთა შეცვლა გააუმჯობესებს ჯიშს იმ დროს, როდესაც ორგანიზმის გენოტიპი შეიძლება დარჩეს უცვლელი“ [184].

განსხვავებულად მოქმედებენ ქიმიური მუტაგენები (1.4 ბის-დიაზოაცეტილბუტანი, ნიტროზომეთილშარდოვანა, ნიტროზომეთილშარდოვანა და სხვა) ფორთოხლის გენოტიპზე. ამ შემთხვევაში საკმაოდ ძლიერია სტიმულაცია, რის შედეგადაც იზრდება ცვალებადობის სპექტრი [168]. რაც შეეხება ნუცელარული ნათესარების წარმოქმნას, მნიშვნელოვნად იცვლება ფორმირებული ჩანასახების განვითარების შემდგომი მსვლელობა. 1.4 ბის-დიაზოაცეტილბუტანის მაღალი კონცენტრაციები იწვევენ ფორთოხალ „კომუნეს“ პოლიემბრიონიის სტიმულაციას. საწინააღმდეგო მოვლენას აქვს ადგილი უმჟავო ფორთოხალზე ნიტროზომეთილშარდოვანას ზემოქმედებისას. მის მაღალ

კონცენტრაციებთან შედარებით დაბალი და საშუალო კონცენტრაციები იწვევენ საკმაოდ საგრძნობ სტიმულაციას.

თესლის აღმოცენების უნარის კვლევისას გამოვლინდა, რომ ყველა მუტაგენი იწვევს ადგილობრივი ფორთოხლის თესლის აღმოცენების უნარის სხვადასხვა ხარისხით ჩახშობას. აღმოცენების უნარის ყველაზე ძლიერი ჩახშობა შეინიშნება დიეთილსულფატისა და დიმეთილსულფატის გამოყენებისას (52-45%), ხოლო ნაკლები ნიტროზოეთილშარდოვანას და ნიტროზომეთილშარდოვანას გამოყენებისას (32-20%). ზოგიერთ გენოტიპში აღმოცენების უნარის ჩახშობასთან ერთად აღინიშნება სტიმულაციაც. საწინააღმდეგო მოვლენას აქვს ადგილი ფორთოხალ „პაინეპლის“ შემთხვევაში. დიეთილსულფატი და დიმეთილსულფატი მთლიანად ახშობს აღმოცენებას, მაშინ როდესაც 1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუტანი, ნიტროზოეთილშარდოვანა და ნიტროზომეთილშარდოვანა იწვევს მის სტიმულაციას.

ამრიგად, ზემოთ აღნიშნული მონაცემებიდან ჩანს, რომ განსხვავებული მუტაგენებით ზემოქმედებისას სხვადასხვა გენოტიპის ხარისხი (თესლის აღმოცენების დონე) ძირითადად ერთნაირია, თუმცა შეინიშნება განსხვავებაც. ზოგიერთი გენოტიპი საკმაოდ დიდ მდგრადობას ავლენს მუტაგენების ზემოქმედებისადმი.

ს. თალაკვაძის [50] მონაცემებით, ლიმონ „ვილაფრანკას“ თესლებზე მუტაგენ ნიტროზომეთილშარდოვანას ზემოქმედების შედეგად მიღებული ნათესარები შედარებით ყინვაგამძლე აღმოჩნდა, ვიდრე საკონტროლო მცენარეები. იგი, აგრეთვე, მიუთითებს, რომ ლიმონის თესლებზე ნემ და ნმმ-ის მოქმედების შედეგად მიღებული ნათესარები გამოირჩევიან შედარებით მაღალი მალსეკოგამძლეობით. ამასთან მკვლევარები თვლიან,

რომ ლიმონის სხვადასხვა გენოტიპური ჯგუფი სპეციფიურად რეაგირებს მუტაციის ზემოქმედებაზე.

ქიმიური მუტაგენების გამოყენებით პოლიემბრიონიის გენეტიკური თავისებურებების შესწავლის შედეგად გაირკვა, რომ ციტრუსოვანთა ყველა სახეობის გენოტიპისათვის პოლიემბრიონია არ არის დამახასიათებელი. მუტაგენის გავლენა ციტრუსოვანთა სხვადასხვა გენოტიპზე სპეციფიკურია. ზოგჯერ ისინი იწვევენ მრავალჩანასახიანობის სტიმულაციას, უფრო ხშირად კი ახშობენ მას. ჩახშობა განსაკუთრებით მკვეთრად შეინიშნება ლიმონისა და მანდარინის ჯიშებში, თუმცა ზოგიერთი კონცენტრაცია იწვევს, აგრეთვე, მის სტიმულაციას [27].

დაკვირვებამ აჩვენა, რომ ზოგიერთი მუტაგენი იწვევს ერთი ან რამდენიმე ნიშნის ცვალებადობას. მას აქვს უნარი, გამოავლინოს ატავიზმის ნიშნები (სამფოთლიანობა) და ალბინიზმი. იზრდება ეკლიანობა, თუმცა ხშირად წარმოიქმნება უეკლო ფორმებიც. მუტაგენის მოქმედებით იცვლება, აგრეთვე, ფოთლისა და ყუნწის მორფოლოგია, ახალგაზრდა ნაზარდების სურნელი, ნაყოფის გემო, სიდიდე და ა.შ. ზოგ შემთხვევაში ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედებით შესაძლებელია, მიღებულ იქნას ისეთი გადახრები, რომელიც სცილდება სახეობის ფარგლებსაც კი. ეს გადახრები, პირველ რიგში, მიუთითებს ფორთოხლის ჯიშების ჰეტეროზიგოტულ ბუნებაზე. ამასთან, მუტაგენი მოქმედებს არა მარტო ერთ რომელიმე არჩეულ გენზე, არამედ გენთა კომპლექსზე, რაც თავისთავად ქიმიურ მუტაგენებს ხდის მცენარის ბუნების შეცვლის მძლავრ ფაქტორად [22].

ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედება იწვევს აგრეთვე ფორთოხლის სეზონური განვითარების ბიოლოგიური ციკლის შეცვლას, სასიცოცხლო პროცესების ადრე დაწყებას, რაც კორელაციაშია შემოდგომით ზრდის ადრე შეწყვეტასთან. ეს უკანასკნელი კი

თავისთავად განაპირობებს ფორთოხლის მცენარის უკეთ გამოზამთრებას [171].

ქიმიური მუტაგენით ზემოქმედებისას ფორთოხლის ზოგიერთი ნიშანი შეიძლება შეიცვალოს, როგორც უარყოფითი, ისე დადებითი მიმართულებით. მიუხედავად იმისა, რომ მცენარეები ერთმანეთისგან არ განსხვავდება გენოტიპურად და ფენოტიპურად მუტაგენის თითქმის ყველა კონცენტრაცია იწვევს მცენარის სიმაღლეში ზრდის დამუხრუჭებას.

აღსანიშნავია, რომ ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედებისას მცენარეების სიმაღლის კლება, ძირითადად, მიმდინარეობს მუხლთაშორისების დამოკლების ხარჯზე, ფოთლების რაოდენობის შეუმცირებლად. ამასთან, გვერდითი ყლორტების წარმოქმნით გამოწვეული გაძლიერებული ყლორტწარმოქმნის უნარი შეიძლება იყოს კენწერული კვირტის ზრდის დამუხრუჭების არაპირდაპირი მაჩვენებელი.

ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედებით იცვლება ფორთოხლის ზრდა-განვითარების ბიოლოგიური თავისებურებანიც. მაღალი კონცენტრაციები ასტიმულირებს შეფოთვლის უნარს, ხოლო დაბალი კონცენტრაციები ამუხრუჭებს მას. ზოგიერთმა მუტაგენმა შეიძლება დააჩქაროს მსხმოიარობაში შესვლის ვადა. სამეურნეო ნიშან-თვისებებზე გავლენა იგრძნობა, როგორც უარყოფითი, ისე დადებითი მიმართულებით [23].

ქიმიური მუტაგენები გავლენას ახდენს აგრეთვე ფორთოხლის ნათესარების მსხმოიარობაში შესვლის დროსა და თესლწარმოქმნის უნარზე. ხშირად წარმოიქმნება უთესლო ან სუსტად ფერტილური ფორმები, რომელიც განიხილება, როგორც ორგანიზმის შედარებით მუტაბელური უჯრედებისა და ქსოვილების პირდაპირი რეაქცია მუტაგენის ზემოქმედებაზე. ერთი რომელიმე ნიშან-თვისების გაუმჯობესება, იწვევს მეორის გაუარესებას.

მაგალითად, ნაყოფის მასის ზრდა ხდება კანის გასქელების ხარჯზე, უთესლობას თან ახლავს მჟავიანობის შემცირება და ა.შ. უნდა აღინიშნოს, რომ უარყოფითი კომპონენტებისაგან მთლიანად გათავისუფლება ჯერჯერობით ვერ ხერხდება [22, 32].

შ. გოლიაძემ და ნ. მაისურაძემ [29] მუტაგენ ნიტროზომეთილმარდოვანას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით ლიმონის კალმებზე ზემოქმედებისას დაადგინეს, რომ კვირტის სიცოცხლისუნარიანობა მცირდება ხსნარის კონცენტრაციის გაზრდისას, რადგანაც მუტაგენის ხსნარი კალმებზე გადაადგილდება კენწერულ კვირტებამდე და უფრო აქტიურად მუშავდება ფოთლიანი კალმები, ვიდრე უფოთლო. აქედან გამომდინარე, ფოთლიანი კალმების მუტაგენით დამუშავება იწვევს კენწერული კვირტების დაღუპვას. რაც შეეხება უფოთლო კალმების მუტაგენ ნიტროზომეთილმარდოვანას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარში დამუშავებისას კალმების გახარების უნარი უფრო მაღალია (ვიდრე ფოთლიანი კალმების). მუტაგენით დამუშავებული ლიმონის კალმების გახარების პროცენტის შესწავლის შედეგად მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ მუტაგენ ნიტროზომეთილმარდოვანას მაღალი დოზით ზემოქმედება ლეთალურად მოქმედებს ლიმონის ზოგიერთ ჯიშზე (მეიერი, ქართული და მონაკელი).

ქ. ხუროშვილის მონაცემებით, მცენარე ყველაზე მგრძობიარეა ინდივიდუალური განვითარების ემბრიონალურ სტადიაზე (როდესაც ჩანასახში მიმდინარეობს ქსოვილებისა და ორგანოების დიფერენციაცია), რადგან უფრო ელასტიურია და ადვილად ექვემდებარება გარემო ფაქტორების ზემოქმედებას, ადვილად რეაგირებს გარემო პირობების ცვალებადობაზე. საკვებ ხსნარებზე მუტაგენ ნიტროზომეთილმარდოვანას გარკვეული კონცენტრაციის (0,1%; 0,01%; 0,001%) დამატება რვადღიანი ექსპოზიციის პირობებში ლეთალურ გავლენას ახდენს 44-დან

54-დღიან ჩანასახებზე. ოთხდღიანი ექსპოზიცია ნახევრად ლეტალურად მოქმედებს ჩანასახების აღმოცენებაზე, ხოლო ორდღიანი ექსპოზიციის დროს სიცოცხლისუნარიანობა იზრდება მხოლოდ 0,001% კონცენტრაციის პირობებში [132].

გ. დუმბადის მონაცემებით, მანდარინ უნშიუს თესლიანი ქიმიური მუტანტები ხასიათდება პოლიემბრიონიის საკმაოდ მაღალი (0-10,4%) პროცენტით. ამასთან, მანდარინ უნშიუს გენერაციულ თაობაზე ქიმიურ მუტაგენ ნეშ-ას მოქმედებით, წარმოიქმნება მონოემბრიული ფორმებიც, რომელთაც შესაძლოა, არ გააჩნდეთ დამატებითი ჩანასახები ან ჰქონდეთ ის უმნიშვნელო რაოდენობით. ეს მოვლენა სხვა ნიშნებთან ერთად მანდარინ უნშიუს ბალანსური მემკვიდრეობის თავისებურებებიდან მუტაციური გადახრის ერთ-ერთ დამადასტურებელ ცვალებადობად უნდა მივიჩნიოთ [306].

მ. ტაკიძის მონაცემებით, კოლხიციინით ციტრუსოვანთა კალმების დამუშავება გავლენას ახდენს, როგორც მათ გახარების პროცენტზე, ისევე ბიომეტრიულ მაჩვენებლებზე (ზრდისა და შეფოთვლის ინტენსივობა, დატოტვის სიხშირე, ტოტების სიგრძის ჯამი). მუტაგენის ზოგიერთი კონცენტრაცია იწვევს, როგორც კალმის გახარების სტიმულაციას, ასევე, მის დამუხრუჭებას. გადიდებული კონცენტრაციები (0,2; 0,4) უმეტესად უარყოფით გავლენას ახდენს ცვალებადობის გამოვლინებაზე. შეცვლილი ფორმები განსაკუთრებით მაღალი სიხშირით ვლინდება 0,05%-იან და 0,1%-იანი ხსნარის კონცენტრაციის გამოყენებით 14 და 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში [101].

კოლხიციინი, გარკვეულწილად, გავლენას ახდენს, როგორც გადარჩენილი კვირტების რაოდენობაზე, ისე პოლიპლოიდური ყლორტების წარმოქმნის უნარზე. ლიმონ ქართულის შემთხვევაში ყველაზე მეტი პოლიპლოიდური კვირტები წარმოიქმნება

72-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას, ხოლო მეიერის შემთხვევაში – 48 სთ-იანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას [100].

ლიმონის აღმონაცენების კოლხიციინით დამუშავებისას აღმოჩნდა, რომ ექსპოზიციის გადიდება ორივე გენოტიპის („ახალქართული“ და „მეიერი“) შემთხვევაში არ მოქმედებს პოლიპლოიდური მცენარეების რაოდენობის გადიდებაზე. პირიქით, ექსპოზიციის გადიდება, განსაკუთრებით ლიმონ მეიერის შემთხვევაში, უარყოფით გავლენას ახდენს პოლიპლოიდური მცენარეების სიცოცხლისუნარიანობაზე. ლიმონის სხვადასხვა ჯიშის („მეიერი“, „მონაკელო“, „ქართული“) მუტაბელობის დონის შესწავლით ცხადი გახდა, რომ კალმებზე მუტაგენ ნიტროზოეთილშარდოვანას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით მოქმედებისას სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში ავლენს მუტაბელობის სხვადასხვა დონეს. ლიმონ „ქართულის“ კალმებზე 24 და 40-საათიანი ექსპოზიციისას, ხსნარის კონცენტრაციის შესუსტებისას მუტაციების რაოდენობა მცირდება, 64-სთ-იანი ექსპოზიციისას კი – პირიქით. ხსნარის კონცენტრაციის შესუსტებასთან ერთად იზრდება მუტაციების რიცხვი. კვირტებზე ხსნარის კონცენტრაციისა და ექსპოზიციის ჯამური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ პირველად გაშლილი კვირტებიდან უფრო მეტი (32,2%) მუტანტი მიიღება, ვიდრე მეორე, მესამე და ასე შემდეგ განვითარებული კვირტებისგან. მორფოლოგიური მუტაციების რიცხოვნობის ზრდაზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე, კალმების ფოთლები. ფოთლიანი კალმების კვირტზე სამივე კონცენტრაციის ხსნარის 24სთ-იანი ექსპოზიციის პირობებში მიიღება უფრო ნაკლები რაოდენობის მუტანტი (2,7%), ვიდრე 64სთ-იანი ექსპოზიციის დროს (39%). ასეთივე შედეგია მიღებული ლიმონ „მეიერის“ შემთხვევაშიც. რაც შეეხება ლიმონ „მონაკელოს“, აღნიშნული ჯიშისთვის დამახასიათებელია მუტაბელობის მაღა-

ლი დონე. სამივე ჯიშში მუტაციების რაოდენობის ზრდაზე დიდ გავლენას ახდენს კალმის ბოლოზე დატოვებული ფოთოლი [248].

ა. დიასამიძის მონაცემებით, ქიმიური მუტაგენით ციტრუსოვანთა მტვერის დამუშავებას, თითქმის ყველა შემთხვევაში მივეყვართ ნაყოფში თესლის რაოდენობის შემცირებამდე, ზოგიერთ ვარიანტში, თესლის აღმოცენების შემცირებამდე. თუმცა კვლევებში, სადაც გამოყენებულია დიმეთილსულფატი, ადგილი აქვს აღმოცენების სტიმულაციას, ნიტროზომეთილშარდოვანა კი გარკვეულ ზემოქმედებას ახდენს აღმოცენებასა და ზრდის დინამიკაზე [37].

გ. ღუმბაძის მონაცემებით მანდარინ უნშიუს თესლებზე მუტაგენ ნიტროზომეთილშარდოვანას ზემოქმედებით წარმოქმნილი მუტანტების სიხშირე და მუტირების სიღრმე მიუთითებს მანდარინის, როგორც სახეობის, მაღალ მუტაბელობაზე. ასევე მიუთითებს, რომ ის, როგორც სახეობა, ჯერ საბოლოოდ ჩამოყალიბებული არ არის, სახეობის განმსაზღვრელი პარამეტრები ლაბილურია და საინტერესო ობიექტია სელექციისთვის [41].

მანდარინის თესლზე მუტაგენ ნიტროზომეთილშარდოვანას მუტაგენური ზემოქმედების ეფექტი ვლინდება  $M_1$  თაობაში და მისი სიღრმე კიდევ უფრო იზრდება  $M_2$ -ში. მუტაგენ ნემ-ას 1:1600 კონცენტრაცია 24-საათიანი ექსპოზიციისას იწვევს მკვეთრ მორფოლოგიურ ცვლებადობას.

მუტაგენების დროს, მუტანტური ფორმების ყლორტწარმოქმნაზე შეინიშნება ადიტური ეფექტი, რაც დამოკიდებულია მოქმედი ხსნარის კონცენტრაციაზე. ზოგიერთ ვარიანტში გამოირიცხული არ არის როგორც ზედომინირება, ასევე ეპისტაზის მოვლენა. მუტაგენის ერთი კონცენტრაციის შიგნით გამოვლენილი ცვლილებები, შეიძლება განხილულ იქნას, როგორც ლაბი-

ლური გენეტიკური ნიშანი, რომელიც განპირობებულია შინაგანი მოქმედი ფაქტორების თავისებურებებით.

მანდარინის მუტანტებზე გამოვლენილი გასხვავებული ფენოტიპური ნიშნები – ახალგაზრდა ფოთლებისა და ნაზარდების ანტოციანური შეფერვა (ლიმონისათვის დამახასიათებელი ნიშანი), ნაზარდების შებუსულობა (პომპელომუსისა და ტრიფოლიატას ნიშანი), ნაყოფების მკვეთრი შეფერვა (ფორთოხლის ნიშანი) და სხვა, მიუთითებს მანდარინის პოლიგენურ ბუნებაზე და გარკვეულად ნათელს ჰფენს მისი, როგორც სახეობის, ფილოგენეზს [41].

ამავე ავტორის მონაცემებით მუტაგენ ნემ-ის მანდარინ უნშიუს თესლებზე ზემოქმედებისას ადგილი აქვს ქიმერების წარმოქმნას, რომელიც უარყოფით მოვლენად ითვლება, თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ მათი ინტენსიური განქიმერების შემთხვევაში, შესაძლებელია, მიღებული იქნას კლონები, რომელთაც ექნებათ როგორც თეორიული, ასევე, პრაქტიკული ღირებულება. წარმოქმნილი ქიმერული მანდარინი ვეგეტატიური გამრავლებისას მდგრადი არ არის და განიცდის რევერსიას არა მარტო საწყის ფორმამდე, არამედ, იძლევა ახალწარმონაქმნებს, მანდარინისთვის მანამდე არარსებული ნიშნებით, რაც მნიშვნელოვან საწყის მასალას წარმოადგენს უნშიუს სელექციისთვის [186].

ბ. თუთბერიძისა და მისი კოლეგების მიერ კვლევები განხორციელდა ციტრუს „იჩანგენზისზე“. ისინი მცენარის მტვერსაც ამუშავებდნენ მუტაგენ ნიტროზომეთილშარდოვანას სხვადასხვა კონცენტრაციის (0,1%; 0,3%; 0,5%) ხსნარით (გაზურ მდგომარეობაში). მუტაგენით დამუშავებულ მტვერს იყენებდნენ ლიმონის სხვადასხვა ჯიშის დასამტვერიანებლად. იჩანგენზისის მტვერზე განხორციელებული კვლევებით დადასტურდა, რომ მუტაგენ ნიტროზომეთილშარდოვანას 0,3%-იანი კონცენტ-

რაციის ხსნარი, 12-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში საუკეთესო აღმოჩნდა ლიმონ ქართულისთვის. ლიმონ მონაკელოსთვის კი საუკეთესო იყო 0,5%-იანი კონცენტრაციის ხსნარი. აღნიშნული კონცენტრაციებით დამუშავებული მტვერით დამტვერიანების შემთხვევაში აღმოჩნდა, რომ მცენარეზე მცირდება მამრობითი ნიშნების დომინირება, რის საფუძველზეც მიიღება დიდი რაოდენობით (65,5-70,4%) ჰიბრიდული ნათესარები დომინანტური მდებარეობითი ნიშან-თვისებებით [258].

ი. ქერქაძე [197] აანალიზებს რა ჰიბრიდიზაციისა და მუტაციების გენეტიკურ არსს, მისი წარმოშობის მექანიზმებს და როლს, მიდის იმ დასკვნამდე, რომ ციტრუსოვნებში ყინვაგამძლეობის პრობლემა შესაძლებელია, გადაიჭრას ჰიბრიდიზაციისა და მუტაციის ინტეგრირებული მეთოდების გამოყენებით. თითოეული მეთოდი მიმართული უნდა იყოს სასურველი გენეტიკური ეტაპების შესასრულებლად, კერძოდ, მუტაციით უნდა შეექმნათ ახალი გენური ბალანსი, ხოლო ჰიბრიდიზაციით უნდა ჩამოვაყალიბოთ ჩვენთვის სასურველი ახალი გენეტიკური სისტემა.

ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა საკავშირო სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტში ქიმიური მუტაგენების გამოყენებით მემკვიდრული ცვალებადობის მისაღებად ჩატარებულია კვლევები სხვა კულტურებზეც. საქართველოში პირველად ქიმიური მუტაგენები ფეიჰოას კულტურის სამეურნეო ნიშნების გაუმჯობესების მიზნით გამოყენებული იქნა [55, 251] მიერ. ფეიჰოას ცნობილი ჯიშების („ჩოისიანა“, „ოლეგრო“) ყვავილი იმტვერებოდა სხვადასხვა მუტაგენით (ნიტროზოეთილმარდოვანას და ნიტროზომეთილმარდოვანას) სხვადასხვა კონცენტრაციისა და ექსპოზიციის პირობებში დამუშავებული მტვერით.

მტვერი მუშავდებოდა სხვადასხვა მეთოდიკით:

- სამტვრე პარკების ჩაშვებით მუტაგენის ხსნარში (კონცენტრაცია 0,005%; 0,003%; 0,002%. ექსპოზიცია 2 საათი).
- მომწიფებული მტვრის გაზობრივ ფაზაში დამუშავებით (კონცენტრაცია 0,5%; 0,25%; 0,1%. ექსპოზიცია 24 საათი).
- ბუტონებიანი მოჭრილი ტოტების ჩაშვებით სხვადასხვა კონცენტრაციის (0,25%; 0,5%; 0,1%) მუტაგენის ხსნარში 72-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში.

სამივე შემთხვევაში ქიმიური მუტაგენები მოქმედებდნენ მტვრის ცხოველმყოფლობაზე. მოქმედების სიღრმითა და სიძლიერით გაცილებით ეფექტური აღმოჩნდა სამტვრე პარკების ჩაშვება მუტაგენ ნიტროზო-ეთილმარდოვანას ხსნარში, რომლის დროსაც კულტურაში ძლიერდებოდა ფორმათწარმოქმნის პროცესი და ფენოტიპური ცვალებადობის სპექტრი. მუტაგენების (ნიტროზოეთილმარდოვანას, ნიტროზომეთილმარდოვანას და დიმეთილსულფატის) სხვადასხვა კონცენტრაციის (0,1%; 0,5%) ხსნარით სხვადასხვა ექსპოზიციის (48 საათი; 96 საათი) პირობებში მუშავდებოდა სხვადასხვა სუბტროპიკული კაკლოვნებიც. პეკან ინდიანას თესლების დამუშავებისას ცხადი გახდა, რომ 96-საათიანი ექსპოზიციის შემთხვევაში ძლიერდება და ჩქარდება ფორმათწარმოქმნის პროცესები, რომლის დროსაც დიდი რაოდენობით მიიღებოდა ფენოტიპური ნიშნებით განსხვავებული ფორმები (ინდუცირებული მუტანტები), რომელთა უმრავლესობა წარმოადგენდა საწყის მასალას შემდგომი სელექციური საქმიანობისათვის. გამორჩეული იქნა ორი ფორმა №1 და №2, რომლებიც საწყისი ფორმისაგან განსხვავდება ნაყოფის სიდიდით და გულის გამოსავლიანობით [104].

ქიმიური მუტაგენების გამოყენებით მემკვიდრული ცვალებადობის მისაღებად ფართომასშტაბიანი კვლევებია ჩატარებული დ. ბარათაშვილის [3, 4, 5, 6, 7, 151, 152] მიერ. ჩაის ორი

ჯიშის (კიმიანი და კოლხეთი) აღმონაცენების ღეროს მერისტემის უჯრედებზე მუტაგენ ნიტროზომეთილმარდოვანას ზემოქმედება წარმოქმნის ფენოტიპიურ ცვლილებებს (მორფოლოგიური და ქლოროფილური), რომელთა სიხშირე და სპექტრი ვარირებს საკმაოდ ფართო დიაპაზონში. ცვლილებათა სპექტრი დამოკიდებულია მუტაგენზე, ხსნარის კონცენტრაციაზე, ექსპოზიციის პირობებზე, ორგანიზმის გენოტიპზე და სხვა. ცვლილებათა ყველაზე მაღალი სიხშირე აღინიშნება აღმონაცენთა დამუშავებისას, ყველაზე დაბალი – ნასკვის დამუშავებისას. ცვლილებათა ფართო სპექტრი ფიქსირდება მუტაგენთა დაბალი და საშუალო დოზების ზემოქმედებისას თესლებზე და აღმონაცენთა დამუშავებისას.

ჯიმ კოლხეთის კანგაცლილ თესლებზე მუტაგენების ზემოქმედებისას აღმოჩნდა, რომ მუტაგენის რაოდენობა, რომელიც ხვდება კანგაცლილ თესლების ჩანასახსა და ლეგნებზე 4-10-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე კანგაუცლელი თესლების ვარიანტში, რაც თესლების კანის მიერ ქიმიურ მუტაგენთა ინტენსიურ ადსორბირებაზე მიუთითებს [7].

გამოყენებული ქიმიური მუტაგენების კონცენტრაციები უმცირესი რაოდენობით აღწევენ კანგაუცლელი თესლების ჩანასახამდე, სუსტია მათი ჩართვა და ლოკალიზაცია ჩანასახის მერისტემულ ქსოვილში და კონტაქტი გენეტიკურ მასალასთან, ამ მხრივ დიდ ეფექტს იძლევა ჩაის კანგაცლილ თესლებზე მუტაგენის მოქმედება. კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ციტრუსები, ჩაი, სუბტროპიკული ხეხილოვნები და სხვადასხვა კაკლოვანი კულტურა, ინდუცირებული მუტაგენების დროს ამჟღავნებენ სპეციფიკურ თვისებებს. გენოტიპების რეაქციის ნორმა მკვეთრად იცვლება მუტაგენის ბუნების, კონცენტრაციის, ექსპო-

ზიციის, გენოტიპის გენეტიკური ბუნებისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით.

- მუტაგენების მაღალი დოზები მნიშვნელოვნად ამცირებენ აღმოცენებისა და სხვა სასიცოხლო პროცესების მსვლელობას, დაბალი დოზები კი ზოგიერთი ბიოლოგიური ნიშნების სტიმულაციას იწვევენ.
- მუტაგენები: ნიტროზოეთილშარდოვანა, ნიტროზომეთილშარდოვანა და დიმეთილსულფატი ასტიმულირებენ დამატებითი ჩანასახების განვითარებას, ამლიერებენ პოლიემბრიონიის მოვლენას ერთჩანასახიანი ლიმონი მეიერის შემთხვევაშიც კი.
- მუტაგენი ნიტროზომეთილშარდოვანა ზრდის ალბინოსური მცენარეების განვითარებას და შესაბამისად, ხელს უწყობს პლასტიდური მუტაციის წარმოქმნას.
- ჰიბრიდიზაციაში ქიმიური მუტაგენების გამოყენებისას დაბალი კონცენტრაციები ასტიმულირებენ ნაყოფების გამონასკვას, მაღალი კი პირიქით, ასუსტებს.
- დიდ ეფექტს იძლევა მუტაგენის ზემოქმედება კანგაცილილ თესლებზე.

სუბტროპიკულ კულტურებზე მუტაგენური ფაქტორებით მუშაობის მრავალწლიანმა გამოცდილებამ აჩვენა, რომ წარმოქმნილი მუტაციები ცალკეული ნიშნების მიხედვით მკვეთრად განსხვავდებიან, რაც დამოკიდებულია გენოტიპის ბიოლოგიურ თავისებურებებსა და მუტაგენური ფაქტორების სპეციფიკურობაზე. მუტაციები უმეტესად ვლინდება სხვადასხვა ტიპის ქიმიკატის სახით, მათ შორის აღსანიშნავია:

**სექტორალური ქიმიკატი** – წარმოიქმნება მაშინ, როცა ზრდის კონუსის ერთი ნახევარი მოიცავს მეორე კომპონენტის

უჯრედებს. ასეთი ქიმერები არამდგრადია და ვეგეტაციური გამრავლების დროსაც არ ნარჩუნდება.

**პერიკლინური ქიმერები** – ჩნდება იმ შემთხვევაში, თუ ჰისტოგენური შრეებიდან ერთი შრე მთლიანად წარმოიქმნება ერთი კომპონენტიდან, ხოლო დანარჩენი – სხვებისაგან. პერიკლინური ქიმერები ძლიერ მდგრადია და ვეგეტატიური გამრავლების დროსაც შეიძლება შენარჩუნებულ იქნას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.

**მერიკლინური ქიმერები** - წარმოიქმნება მაშინ, როცა ჰისტოგენის შრეებიდან ერთი შრის მხოლოდ ერთი ნაწილი მიეკუთვნება ერთ-ერთ კომპონენტს, ხოლო ამ შრის დანარჩენი ნაწილი და სხვა ჰისტოგენური შრეებისა ეკუთვნის მეორე კომპონენტს [119, 202].

ლიტერატურაში მრავალი ცნობაა იმის შესახებ, რომ მუტაგენების მაღალ დოზას შეუძლია ერთ გენოტიპში რამდენიმე მუტაციის ინდუცირება, მათ შორის – უარყოფითი. ამიტომ პრაქტიკულ სელექციაში მკვლევართა უმრავლესობა რეკომენდაციას უწევს მუტაგენთა საშუალო დოზის გამოყენებას [238, 266, 267].

## 1.8. ფიზიკური მუტაგენები და შედეგები მცენარეთა სელექციაში

მუტაციების მიღების რადიაციულ მეთოდს საფუძველი ჩაეყარა გ. ნადსონისა და გ. ფილიპოვის [229] გამოკვლევებით, რომლებმაც მუტაციის ხელოვნურად მისაღებად გამოიყენეს საფუარი სოკოები. ექსპერიმენტიდან ორი წლის შემდეგ ჰ. მიულერი [354, 355] და ლ. სტადლერი [370, 371] მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ გამა სხივები იწვევს მემკვიდრულ ცვლილებებს. მცენარეთა ჯიშების გასაუმჯობესებლად მუტაგენები ინტენსიურად გამოიყენებოდა მას შემდეგ, რაც მიულერმა რენტგენის სხივების მუტაგენური ეფექტი აღმოაჩინა ბუზ დროზოფილაში [354]. პირველად მარცვლეულ კულტურებში, ქერში, მუტაგენების გზით მოსავალი მიიღო ლ. სტედლერმა, რომელმაც მუტაციების გამოსაწვევად გამოიყენა რენტგენის სხივები. დაახლოებით ამავე პერიოდში მიულერისგან დამოუკიდებლად კვლევის შედეგები გამოაქვეყნა თავის ნაშრომში [370, 371].

მეცნიერთა მრავალი შრომის [294, 313, 330, 333, 350, 351, 352, 354, 355, 357, 361, 368] შედეგად დღეისათვის სელექციაში განისაზღვრა ინდუცირებული მუტაციებისა და მუტაგენური ფაქტორების გამოკვლევის მრავალი ხერხი. ბირთვული ფიზიკის სფეროში დიდმა აღმოჩენებმა შესაძლებელი გახადა სულ უფრო ფართოდ იქნას გამოყენებული სოფლის მეურნეობაში ატომური ენერგია, კერძოდ, სხვადასხვა სახის მაიონიზებული გამოსხივებები (Y, β - სხივების, სწრაფი და თბური ნეიტრონების, ლაზერის სხივები და სხვა), რამაც ხელი შეუწყო სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა ახალი ფორმებისა და ჯიშების მიღებას. რადიაციული მუტაგენების გამოყენების გზით მსოფლიო სასოფლო-სამეურნეო წარმოებაში რეპროდუცირებულია 200-ზე მეტი რადიომუ-

ტანტი. მრავალი სასოფლო-სამეურნეო კულტურის რადიომუტანტი სტანდარტულ ჯიშებთან შედარებით გამოირჩევიან უფრო მაღალი და მყარი მოსავლიანობით. მიღებულია, აგრეთვე, საადრეო, იმუნური, ჩაწოლისადმი მდგრადი (მარცვლოვნები) და შეცვლილი ქიმიური შემადგენლობის მქონე ჯიშები [300].

სხვადასხვა სახის რადიაციის ზემოქმედებით ვეგეტატიურად მამრავლ მერქნიან მცენარეებში სომატური რადიომუტანტების მიღება საინტერესოა ვინაიდან:

- სელექციაში ჰიბრიდიზაციის მეთოდით გამოყენებისას ჯიშობრივი ნიშან-თვისებების კომპლექსი ირღვევა შესაჯვარებელი ჯიშების მაღალი ჰიბრიდულობის გამო, რაც არ აღინიშნება გენური მუტაციებისა და მიკროაბერაციის მიღებისას;
- რადიაციული სელექციის მეთოდი განსაკუთრებით პერსპექტიულია ვეგეტატიურად მამრავლ მცენარეებში, ვინაიდან ჰეტეროზიგოტულ მდგომარეობაში მუტაციების დამაგრების შესაძლებლობა გააჩნიათ იმ თაობაში, რომელზედაც მოქმედებდა რადიაცია.

მერქნიან კულტურათა რადიოსელექციაში მიღწეული წარმატებები ცხადყოფენ, რომ მათგან მიღებული მუტაციების ტიპები განსხვავდება თესლით გამრავლებისას მიღებული ტიპებისაგან.

ი. დრიაგინას [180, 181] მონაცემებით, ფიზიკური მუტაგენების დროს აუცილებელია, განისაზღვროს მცენარე განვითარების რომელ ეტაპზეა რადიაციის მიმართ მგრძობიარე, აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილია რადიაციული ზემოქმედება ჩატარდეს ეტაპობრივად. მის მიერ ვაშლსა და მსხალზე ჩატარებული ექსპერიმენტით გამოვლინდა, რომ აღნიშნული კულტურები ყველაზე მგრძობიარეა ორგანოგენეზის (მაკრო და მიკრო-

სპოროგენეზი) VI-VIII ეტაპზე, როდესაც დასხივების მინიმალური დოზებით შესაძლებელია მაქსიმალური მუტაციური ეფექტის მიღება. აღნიშნული ეტაპი მგრძნობიარეა სხვა კულტურებშიც. განმეორებითი დასხივება 2-3-ჯერ ზრდის მუტაციის წარმოქმნის სიხშირეს. სწორედ ამ ეტაპებზე ზემოქმედებით მიიღეს ძვირფასი სამეურნეო ღირებულების მქონე (ვაშლის სპოროვანი და თვითფერტილური) მუტანტები. რადიაციული მეთოდი საშუალებას იძლევა, მიღებულ იქნას ფიზიოლოგიური ტიპის ცვალებადობები: ყინვაგამძლე (ვაშლისა და ალუბლის) და შეცვლილი ბიოქიმიური შემადგენლობის მუტანტები ვაშლში, შავ მოცხარში და სხვა კულტურებში [179, 233].

გენერაციულ ორგანოებსა და თესლებზე დასხივება იწვევს ბალის მცენარეებში იმუნური მუტაციების წარმოქმნას. ჩვეულებრივი ვაშლის ჯიშების: „ანტონოვკას“ და „ნაროდნოს“ ნათესარების კალმებზე დასხივებითა და თესლებზე მუტაგენების ზემოქმედებით მიიღეს ქეცის მიმართ მდგრადი მუტანტები.

სუბტროპიკული ხეხილოვანი მცენარეების (ბროწეული (Punica), ლეღვი (Ficus), ნუში (Prunus), ფსტა (Pistacia), ფეიჰოა (Feijoa) და სხვა) თესლზე, კალამზე და მტვერზე გამა დასხივების ზემოქმედების შედეგად დადასტურდა რადიაციული მუტაგენეზის ეფექტურობა სუბტროპიკული კულტურების სელექციაში. მრავალწლიანი გამოკვლევების შედეგად, აზეირბაიჯანის გენეტიკისა და სელექციის ინსტიტუტში მიღებულ იქნა მრავალი ორიგინალური და ძვირფასი სამეურნეო ნიშნების მქონე მუტანტი, რაც საინტერესოა თავისი საწარმოო, სელექციური და დეკორატიული მნიშვნელობით [146].

აზეირბაიჯანის გენეტიკისა და სელექციის ინსტიტუტის მეცნიერის – მ. ალიევის კვლევებით, დადგენილია Morus -ის გვარის რადიაციისადმი მდგრადობა პლოიდობასთან მიმართებაში.

თუთაში (*Morus*) რადიომგრძნობიარობის ზრდა იწვევს პლოიდობის ზრდას. დიპლოიდებისთვის მასტიმულირებელი დოზებია 2-6კრ, ტრიპლოიდისთვის – 5-8კრ, ტეტრაპლოიდებისათვის – 6-12კრ, ხოლო კრიტიკული დოზები დიპლოიდისთვის წარმოადგენს 10-12კრ, ტრიპლოიდისათვის – 12-14კრ, ტეტრაპლოიდისათვის – 15კრ, ხოლო 20კრ დოზის გამოყენების დროს ყველა (დი, ტრი და ტეტრაპლოიდები) აღმონაცენი იღუპება. დადგენილია რადიაციის დოზების გავლენა თუთის სახეობრივ და სქესობრივ ცვალებადობაზე. მაღალი დოზების გამოყენებისას აღინიშნება მამრობითი მცენარეების წარმოშობის ზრდა მდედრობითთან შედარებით. ორსქესიანი თუთის წარმოშობა, ძირითადად, აღინიშნება მასტიმულირებული 2-6კრ დოზების გამოყენების შემთხვევაში. დიპლოიდური ფორმები უფრო ადრე შედის მსხმოიარობაში, ვიდრე სხვა პლოიდობისა და საკონტროლო მცენარეები. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ თუთის ნათესარებზე დასხივებით შტამბის მაჩვენებლებით, მცენარის სიმაღლით და ცალკეულ მცენარეზე ტოტების რაოდენობით გამოირჩევა მასტიმულირებელი დოზებით დასხივებული მცენარეები [140].

ნიკიტის სახელმწიფო ბოტანიკური ბაღის მეცნიერ-თანამშრომლებმა – ლ. სინკომ და ნ. ჩემარინმა უნაბის ჰაერმშრალი სტრატიფიცირებული თესლები (ენდოკარპიუმითა და მის გარეშე) გამა სხივების სხვადასხვა დოზებით დაასხივეს. დადგინდა, რომ დაბალი დოზებით (0,95-20კრ) დასხივებისას თესლების აღმოცენება საგრძნობლად მაღალია (60-98%). დასხივების დოზების გადიდება (15კრ-ს ზევით) კი იწვევს თესლების აღმოცენების უნარიანობის დაქვეითებას [240].

ნიკიტის ბოტანიკურ ბაღში ზ. კლიმენკომ და კ. ზიკოვმა კვლევები ჩაატარეს ბაღის ვარდებზე. გამა სხივებით (ცეზიუმ

137) დასხივებული იქნა საბალო ვარდების 40 ჯიშის 10000-ზე მეტი კალამი, 11400 ცალი თესლი და განახორციელეს დასხივებული მტვრით 325 კომბინაციის 7400 შეჯვარება. დასხივების მიმართ ყველაზე უფრო მგრძობიარე აღმოჩნდა კალმები, ლეტა-ლური დოზა შეადგენს 9-10კრ. შემდეგ თესლები – 20-30კრ. ყველაზე უფრო ნაკლებად რადიომგრძობიარე აღმოჩნდა მტვერი, რომელიც ინარჩუნებს განაყოფიერების უნარს 40-80კრ-მდე.

დასხივებამ ვარდებში გამოიწვია შემდეგი სახის ცვლილებები: მუხლთაშორისების დამოკლება, ფოთლების შეზრდა, ფოთლების განლაგების დარღვევა, ასიმეტრიული ფოთლის ფირფიტის წარმოქმნა, ქლოროფილური მოზაიკით, ფოთლისებრი სტრუქტურით, უკვირტო ნაზარდებით, ახალი ფერისა და ფორმის ყვავილებითა და კოკრებით.

დასხივებისას აღინიშნა აშკარა დამოკიდებულება ყვავილის ცვალებადობასა და საწყისი ჯიშების ყვავილების შეფერილობას შორის, როგორც გამოვლენის სიხშირის, ასევე ცვალებადობის დიაპაზონის მიხედვით. შეფერილობის ყველაზე მეტი ცვლილება აღინიშნა წითელ და ორფეროვან ჯიშებში, ყველაზე ნაკლები კი – მუქი წითელი და ყვითელი ფერის ჯიშებში.

რადიაციული მუტაგენეზის გამოყენებით ი. მიჩურინის სახელობის ცენტრალური გენეტიკის ლაბორატორიაში ო. ჟუკოვმა მიიღო ალუბლის რამდენიმე საინტერესო პერსპექტიული მუტანტი, რომლებიც შეცვლილია სხვადასხვა ნიშნით: მკვეთრად გამოხატული ნაყოფის სიმკვრივით (ხელსაყრელია შენახვისა და ტრანსპორტირებისთვის), ადრემწიფადობით, მაღალი მოსავლიანობით. აღნიშნული ცვლილებები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია წარმოებაში დანერგვის მიზნით [204].

დონეცკის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ვერცხლისფერი ნეკერჩხლის თესლებზე გამა სხივების ( $C_{60}$ ) დასხივებით მიღე-

ბულ იქნა მორფოლოგიურად საინტერესო ნეკერჩხლის მუტანტები („ბუსუსიანი ნეკერჩხალი-1“, „ბუსუსიანი ნეკერჩხალი-2“ და ნეკერჩხალი „დები“), რომლებიც ხასიათდებიან განსაკუთრებული ჭრელფოთლიანობით:

- მწვანე ფოთლის ფირფიტაზე შეიმჩნევა ყვითელ-მწვანე, ნარინჯისფერლაქებიანი ჭრელი მოზაიკა, აღინიშნება ყვითელი, მწვანე და გარდამავალი ფერების სხვადასხვა ფორმითა და სიდიდით შეთანაწყობა.
- ფოთლის ერთ ნახევარზე ჭრელლაქიანი მოზაიკაა, მეორე ნახევარი მწვანეა;
- ფოთლის ერთი ნახევარი მთლიანად მოყვითალო ნარინჯისფერია, მეორე კი – მწვანე;
- ფოთოლი მთლიანად მოყვითალო-ნარინჯისფერია;
- ფოთოლი მთლიანად მწვანეა [275, 276].

ამავე ინსტიტუტში ბუსუსიანი ვერხვის კალმებზე გამა სხივებით ( $C_{60}$ ) ზემოქმედებით მიღებულ იქნა ქლოროფილური მუტაცია, რომელსაც მაღალი დეკორატიული ღირსების გამო „დონცური ოქროს ვერხვი“ ეწოდა. გარდა ამისა, მიიღეს იაპონური კომშის, მუხის, გინკოს, ცხენისწაბლას და სხვა მრავალწლოვანი კულტურების როგორც მტირალა, ისე ბუსუსიანი ფორმები, რომლებიც დაინერგა დეკორატიულ მებაღეობაში [239, 244, 264, 275, 276].

აზერბაიჯანის მეცნიერებათა აკადემიის გენეტიკისა და სელექციის ინსტიტუტში მარანდის ჯიშის ვაზის თესლებზე რადიოაქტიურ  $Cs^{137}$ -ის 7000 რად. დოზით ზემოქმედებისა და თესლნერგების ლეზნების მდგომარეობაში კოლხიციანის 0,2% წყალხსნარით ზრდის წერტილის დამუშავებისას მიიღეს მუტანტური ფორმა, სახელწოდებით „ატიროლი“, რომელიც თავისი ბიოლოგიური და ტექნოლოგიური მაჩვენებლებით განსხვავდე-

ბა საწყისი ჯიშისგან ადრემწიფადობით (არაუმეტეს 20 დღისა), დაავადებისადმი შედარებით გამძლეობით, ყურძნის წვენი კარგი ქიმიურ-ტექნოლოგიური თავისებურებებით და მოსავლიანობით [138].

ნ. ჰასანოვის და ი. ველიევის მონაცემებით, ლელვისა და ნუშის კულტურებზე გამა სხივების ზემოქმედებით, ლელვის შემთხვევაში დაბალმა დოზებმა (150-200 რად) გამოიწვია მცენარის მორფოლოგიური ცვალებადობა, კერძოდ, ფოთლისა და ყლორტის ასიმეტრია, ფოთლის დეფორმაცია, ორად გაყოფა და სიმძლელში ზრდა. ნუშის შემთხვევაში კი წარმოიქმნა მუტანტური ფორმები მაღალი სასარგებლო-სამეურნეო მაჩვენებლებით [160, 162].

ორლოვის ხეხილ-კენკროვნების საცდელ სადგურში (რუსეთი) ა. კოლესნიკოვას და იაკუნინას [208, 209] მიერ ალუბლის რადიაციული მუტაგენეზის სფეროში ჩატარებული ფართომასშტაბიანი სამუშაოების შედეგად მიღებული იქნა მრავალმხრივ განსხვავებული ნაგალა და ნახევრად ნაგალა მუტანტური ფორმები. ამავე სადგურში ლ. შუმიაგის, ხოლო მოსკოვის ტიმირიაზევის სახელობის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიაში ს. პოტაპოვის [231] მიერ  $Co^{60}$ -ის გამოყენებით მიღებულია ვაშლის სიმძლელში შეზღუდული ზრდის საინტერესო მუტანტები, რომელთა შორის რამდენიმე უკვე დანერგილია წარმოებაში.

უკრაინის მეხილეობის სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტში რენტგენისა და გამა გასხივების მოქმედებით მიღებული იქნა კომპაქტურად მზარდი ვაშლის საინტერესო და პერსპექტიული მუტანტები [206].

რუსეთის აკადემიის ცენტრალურ ბოტანიკურ ბაღში გამა სხივების ( $Co^{60}$ ) სხვადასხვა დოზის (3; 6; 10; 15; 20 და 30კრ) გამო-

ყენებით მიღებული იქნა ბერძნული თხილის ყინვაგამძლე და ადრემსხმოიარე მუტანტები [149].

საქართველოში ფიზიკური ფაქტორებით მუტაციების მიღებისა და წარმოშობილი მუტანტების გამოვლენის მიზნით პირველი ცდები დაიწყო 1965 წლიდან ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა საკავშირო-კვლევითი ინსტიტუტის რადიობიოლოგიის განყოფილებაში. ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლების (ი. ქერქაძის, დ. ბარათაშვილის, რ. ჯაყელის, შ. თავდგირიძის, ე. დოლიძის, ნ. მიქაუტაძის) მიერ დამუშავდა ეფექტური ხერხები და მეთოდები. მრავალწლიანი ექსპერიმენტული მასალების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ მუტანტების გამოსავლენად საჭიროა ორგანიზმის ყველა მერისტემულ უჯრედს მიეცეს რეგენერაციის საშუალება, რომელიც საშუალებას მისცემს ორგანიზმის სომატურ ნაწილებს ახალი ემბრიონული მერისტემული ზრდის წერტილების დიდი რაოდენობით ჩამოსაყალიბებლად. ეს კი, საშუალებას მისცემს წარმოშობილი მუტანტური უჯრედების ჰისტოგენის აპიკალურ მერისტემამდე „მიყვანას“, რითაც შეიქმნება ღია „ფანჯარა“ სომატური მუტაციების გამოსავლენად [116].

დ. ბარათაშვილის მონაცემებით, ჩაის კოლხეთისა და კიმინის ჯიშების კანგაცლილ და კანგაუცლელ ჰაერმშრალ თესლებში რადიოიზოტოპების  $P^{32}$  წყალხსნარების, სხვადასხვა კონცენტრაციების (0,01-0,02მკ/მლ) და 40 საათიანი ექსპოზიციის შედეგად  $M_1$ -ში მიღებულია ფორმები, რომლებიც გამოირჩევა სელექციისთვის სასარგებლო ფენოტიპური ნიშნებით: მსხვილფოთლიანობა, დატოტიანების ხარისხი, ზრდის ინტენსიობა, მოკლე ყუნწები და მუხლთაშორისები, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა, ფოთლების შეფერილობა, ნერვაცია და სხვა [3].

კოლხიდასა და კიმინის ჯიშის ჩაის ჰაერმშრალი თესლების დაღობვა  $^{32}\text{P}$ -ის და  $^{35}\text{S}$  წყალხსნარებში სხვადასხვა დოზისა და ექსპოზიციების დროს იწვევს აღმოცენების, ფენოტიპური ცვალებადობისა და ზრდა-განვითარების ბიოლოგიის მნიშვნელოვან ცვლილებებს.  $\text{P}^{32}$  შედარებით მაღალი დოზები (ხვედრითი აქტივობით 0,1-დან 0,5 მკ/მლ-მდე) იწვევს აღმოცენებისა და აღმონაცენების ზრდის ინტენსივობის მნიშვნელოვან შემცირებას. ამავე დროს გადარჩენილი მცენარეები მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ნათესარების სიმალლე 5სმ-ს არ აღემატება.

რადიოგოგირდ-35-ის გამოყენება კი უარყოფითად მოქმედებს არა მარტო თესლების აღმოცენების უნარიანობაზე, არამედ მცენარის ზრდაზეც, ხოლო სიცოცხლისუნარიანობის მიხედვით, კონტროლთან შედარებით არსებითი განსხვავება არ აღინიშნება [4].

დადგენილია, რომ მუტაგენის სხვადასხვა დოზა იწვევს ჩაის თესლების აღმოცენების უნარისა და ზრდის სტიმულირებას საკონტროლოსთან შედარებით. ამასთანავე, წარმოიქმნება 10-125-მდე შეცვლილი ფორმები (მუტანტები) ფოთლის სხვადასხვა ზომით. წარმოიქმნება მუტანტები, რომლებიც ხასიათდება პრიალა ზედაპირიანი, მუქი მწვანე ფერის დიდი ზომის ფოთლებით, მაგრამ არის წვრილფოთლიანი ფორმებიც. ჩაის შეცვლილ ფორმათა შესწავლისას გასხივების დოზების მატებასთან დაკავშირებით აღინიშნება უკუდამოკიდებულება თეს-ლის საერთო აღმოცენებასა და ცვალებადობას შორის. დადებითი ცვალებადობის ყველაზე მეტი რაოდენობა აღინიშნება დაბალი დოზების დროს. მაღალი დოზები იწვევენ უფრო მკვეთრ, მაგრამ სელექციური თვალსაზრისით უარყოფით ცვალებადობას [183, 193].

ი. ქერქაძის მიერ გამასხივებით ციტრუსოვანთა თესლების დამუშავებამ აჩვენა, რომ არსებობს უკუდამოკიდებულება თესლის აღმოცენებასა და ნათესარების ცვალებადობის სიდიდეს შორის. ცვალებადობის სპექტრის გენეტიკური ანალიზისას დადგინდა, რომ მიიღებიან აღმონაცენები, ზრდის წერტილის სხვადასხვა დეფექტით. მაღალი დოზების ზემოქმედებისას (15000-20000რ/სთ) იზრდება დეფექტურ მცენარეთა რაოდენობა, წარმოიქმნება შეცვლილი ფორმის დიდი მრავალფეროვნება (პოლიპლოიდები, ანეუპლოიდები, ალბინოსები, ჭრელფოთლიანი ფორმები). ფოთლის მორფოლოგიური ცვალებადობა წარმოდგენილია ალელომორფული ნიშნების შემდგომ მრავალფეროვან გამოვლინებაში: ფოთლის ფორმა და ზომა, მოყვანილობა, დამარღულობა ახალგაზრდა ფოთლისა და ნაზარდის შეფერილობა და სისქე, ფოთლის განლაგება, ყუნწის ფორმა, ფოთლის დაკბილულობა და სხვა. ციტრუსოვანთა თესლზე ზემოქმედებისას გამოვლენილია ისეთი მუტანტური ფორმები (ნაყოფის ფორმის, სიდიდის, საგემოვნო ხარისხობრივი და ბიოქიმიური მაჩვენებლებით), რომლებიც საინტერესოა სამეურნეო და სელექციური თვალსაზრისით [115].

რადიაციული მუტაგენეზის გამოყენებით ი. ქერქაძის მიერ მიღებულ იქნა ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის ადრემწიფადი მუტანტური ფორმა, ლიმონ „მეიერის“ და „ადგილობრივი ფორთოხლის“ თითო, მანდარინის ორი მუტანტური ფორმა, რომელთაგანაც 1979 წელს გადაიცა სახელმწიფო ჯიშთგამოცდაზე. 1980 წ. ჯიშთა გამოცდაზე გადაცემული იყო, აგრეთვე, ლიმონ „მონაკელოს“ ერთი მუტანტური ფორმაც [115, 119, 152].

ბ. თუთბერიძემ შეისწავლა გამა სხივების გავლენის თავისებურებანი ლიმონ ქართულის ახალგამორჩეულ თესლებზე. „ჰიდროპონიკის“ დანადგარზე თესლების დამუშავებისას გამოვ-

ლინდა, რომ დაბალი დოზები (500-10000რ/სთ) ხელს უწყობს აღმოცენების პროცესის დაჩქარებას 2-5 დღით ადრე, ხოლო შედარებით მაღალი დოზები (20000-25000რ/სთ) იწვევს აღმოცენების 2 დღით დაგვიანებას და 27000 რ/სთ ზევით უკვე ლეტალური აღმოჩნდა. ამავე დროს დაბალი დოზები იწვევენ 1-5%-ით თესლების აღმოცენების პროცენტის გადიდებას, ხოლო დოზების შემდგომი გადიდება ამცირებს მას 17%-ით. რაც შეეხება აღმოცენებული ნათესარების ზრდას, აქაც იგივე შედეგებია მიღებული. ლიმონის თესლებზე გამასხივებით ზემოქმედებისას მატულობს არა მარტო შეცვლილი ფორმების რაოდენობრივი მაჩვენებლები, არამედ მათი ცვალებადობის სპექტრიც [59].

ო. კალანდარიშვილის მონაცემებით, ციტრანჟის თესლებზე სხვადასხვა დოზით (5, 10, 15, 20, 25კრ) გამა სხივებით ზემოქმედების შედეგად დადგინდა, რომ 5, 10 და 15კრ დოზები ზრდის ციტრანჟის თესლების აღმოცენების უნარს, ხოლო 20, 25, 30, 40კრ ამცირებს, 50კრ-ის ზევით მდებარე დოზები კი იწვევს ლეტალურ შედეგს. დოზების მომატებასთან ერთად მცირდება აღმოცენების პროცენტი. გარდა ამისა, დამუშავებულ თესლებში იზრდება ნუცელარული ჩანასახების აღმოცენების პროცენტიც. მუტაგენური ფაქტორებით თესლებზე ზემოქმედებისას იზრდება არა მარტო სპექტრი, არამედ ცვალებადობის სიხშირეც [62].

ბ. თუთბერიძემ, ასევე შეისწავლა ციტრუსოვანთა შორეული ჰიბრიდები (ციტრანჟი, ციტრანდარინი, ციტრამონი), რომლებიც წარმოადგენენ შედარებით ყინვაგამძლეებს, მაგრამ იძლევიან საჭმელად უვარგის ნაყოფებს. მათი ნაყოფის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით ჩატარდა კვლევები თესლზე გამა-სხივების ზემოქმედებით. გამოვლინდა, რომ დაბალი დოზები (5, 10, 15კ/რენტგენი) ზრდის ნათესარების აღმოცენების პროცენტს და ცვალებადობის სიხშირეს [59, 259].

ი. კაპანაძის მონაცემებით, ტრიფოლიატის, ვილსონის და ციტრანჟის ბუტონებზე კობალტ-60-ის დასხივება იწვევს მემკვიდრულად შეცვლილი მტვრის მარცვლის პროდუცირებას, რომელთა შეჯვარების დროს მიღებულ ჰიბრიდებში ელაიოპლასტებში (მწარე ეთეროვანი ზეთის პლასტიდები) მემკვიდრეობითობენ რეცესიული ტიპის მიხედვით. დასხივებული მტვერი 5000-რენტგენამდე ამჟღავნებს განაყოფიერების ფუნქციურ უნარს, ხოლო მის ზევით კარგავს მას, თუმცა გაღივების უნარიანობას ინარჩუნებს 100000 რენტგენამდე [63].

მანდარინ კოვანო ვასეს, უნშიუს, ლიმონ მეიერის და ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის კვირტებზე გამასხივების (1000-6000რ/დოზა) ზემოქმედების შედეგად მიღებულ მცენარეებზე ვეგეტაციის პირველ წელს აღინიშნა მასიური ყვავილობა, ხოლო მომდევნო ვეგეტაციურ თაობაში (V<sub>1</sub>-V<sub>2</sub>) ყვავილობა არ შეიმჩნეოდა. მანდარინ კოვანო ვასეს, ლიმონ მეიერის და ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის მცენარეებზე 3000 რ/წთ დოზით ზემოქმედებისას მანდარინ კოვანო ვასეს ზრდაში შესული 68 ნაზარდიდან შეცვლილი იყო 8 ნაზარდი მეორე წელს კი ცვლილება შენარჩუნებული იყო 3 ნაზარდზე, მესამე წელს – 9-ზე, მეოთხე წელს კი – 2-ზე. ანალოგიური მდგომარეობა დაფიქსირდა სხვა ჯიშებზეც, რაც გამოწვეული იყო ქსოვილის ქიმერით [116].

ა. გორგიძის მონაცემებით [17], მაიონიზებული გამოსხივებით ქართული ხორბლის „ზანდურის“ სახეობაზე გამოიხატა პათოგენური ხასიათის ცვლილებები (ქლოროფილური ანომალიები, მთლიანი ალბინიზმი, გენერაციული ორგანოების განუვითარებლობა და სხვა), რომლის გამოვლენა ხდება ონტოგენეზის სხვადასხვა ეტაპზე. ცვლილებათა ხარისხი, რომელიც განსაზღვრავს მცენარის სიცოცხლის ხანგრძლივობას დამოკიდებულია: მცენარის სახეობაზე, გასხივების დოზაზე, მოქმედების ექსპოზი-

ციაზე, ზემოქმედების შემდგომ განვლილ დროზე და მცენარის პლოიდობაზე. მუტაგენურმა პროცესმა გამოიწვია ქრომოსომთა ჯერადი გადიდება, რის შედეგადაც წარმოიქმნა ქართული ხორბლის ზანდურის პოლიპლოიდური ფორმები.

ვ. ელისევის მონაცემებით, კლემენტინი საინტერესოა სელექციისთვის, რამდენადაც იგი კარგ რეკომბინაციულ უნარს ფლობს მაღალი ყინვაგამძლეობის თვალსაზრისით, მაგრამ მანდარინის ეს ჯიში გვიან მწიფდება, რითაც შეზღუდულია მისი კულტივირება ჩვენს სუბტროპიკულ რეგიონებში. გარდა ამისა, მის ნაყოფებში წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით თესლები (6-8 ცალი), რაც რამდენადმე ამცირებს მის სამომხმარებლო ღირსებას. ამიტომ კლემენტინის ახალი ფორმის მიღების მიზნით გამოყენებული იყო გამასხივებით (5000 რენ/სთ) გასხივება  $Cn^{60}$ -საკვებარეან ჭურჭელში მოთავსებულ საყვავილე ნაზარდებზე და მტვერზე. დასხივებული მტვრით დამტვერიანებისას წარმოიქმნა შეცვლილი ფორმები: ეკლიანი და უეკლო, რომლებიც განსხვავდებოდნენ, როგორც დაკნინებული ზრდით, ასევე ძლიერ გამოხატული ჰეტეროზისით. შეცვლილ ფორმებს შორის გამოიყო ჰეტეროპლოიდები ( $2n=18+1$ ;  $2n=18+2$ ), ამასთან, ზოგიერთმა მათგანმა იყვავილა იუვენალურ ასაკში. მიღებულ შეცვლილ ფორმებს შორის განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებდა ერთი ნათესარი (№21), რომელიც მკვეთრად განსხვავდებოდა, როგორც ნაყოფების გემური თვისებით, ისე ადრემწიფადობით [44].

მაიონიზებული გამოსხივების (გამა-ველი) გამოყენებით თესლის თესვისწინა დამუშავების შედეგად მიღებულია მარცვლოვნების მოსავლის 20%-იანი მატება [204].

## 1.9. ინდუცირებული მუტაგენებით საქართველოში გამოყვანილი ციტრუსოვანთა ბოგიერთი მუტანტის მოკლე დახასიათება

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში მუტაციურ სელექციას არცთუ ისე დიდი ხნის ისტორია აქვს, ამ გზით ქართველი მეცნიერების მიერ მიღებულია მრავალი საინტერესო მუტანტი. ქიმიურ მუტაგენებზე დიდი მუშაობაა ჩატარებული ქართველი სელექციონერების – შ. გოლიაძის [19, 22, 24, 27, 28, 29, 30, 168], ი. ქერქაძის [106, 107, 109, 110, 111, 112], ბ. თუთბერიძის [59, 60], ჯ. ხუროშვილის [132], ც. ქაშაკაშვილის [104, 303], ლ. თიკანაძის [19, 248], ა. ვაშალომიძის [22, 23, 27], ს. თალაკვაძის [49, 60, 169], ლ. კალანდარიშვილის [62], ა. დიასამიძის [40], ე. თოდაძის [54, 55] და სხვების მიერ. მათ მიერ სუბტროპიკული ხეხილოვნებისა და კაკლოვნების სხვადასხვა ჯიშის მცენარის კალამზე, თესლზე, ყვავილის მტვერზე, ნასკვზე, ემბრიონზე გამოცდილი იქნა ქიმიური მუტაგენები (ნიტროზომეთილშარდოვანა, ნიტროზოეთილშარდოვანა, დიმეთილსულფატი, ნიტროზოდიმეთილშარდოვანა, ეტილენიმინი, 1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუტანი, ნიტროზომეთილბიურეტი და სხვა), რომელთა ზემოქმედების შედეგად მიიღეს მეტად საინტერესო ფორმები (ინდუცირებული მუტანტები).

ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტში მიიღეს როგორც ციტრუსოვანთა, ასევე სხვა სასოფლო სამეურნეო კულტურათა სამეურნეო ნიშან-თვისებების მიხედვით საინტერესო პერსპექტიული რადიომუტანტები, რომლებიც გამოირჩევა: მავნებელ-დაავადებების მიმართ გამძლეობით, განვითარებისა და ზრდის კომპაქტურო-

ბით, ნაგალობით, ადრემწიფობით, ნაყოფში მაღალი ბიოქიმიური შემადგენლობით და სხვა.

**მანდარინი „გალაქტიონი“ №5018** - მიღებულია მანდარინუნშიუს თესლზე მუტაგენ ნიტროზოეთილშარდოვანას 0,08%-იანი ხსნარით 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში დამუშავების შედეგად. მცენარე საშუალოდ მზარდია, საკუთარფესვიანი მცენარის სიმაღლე 10 წლის ასაკში 1,70-1,95მ-ია. ვარჯის დიამეტრი-1,80მ, შტამბის დიამეტრი-8,5სმ, ყლორტი სუსტად ეკლიანი. ძირითადი ტოტები – მორუხო-მომწვანო ფერის, ახალგაზრდა ტოტები – ღია-მწვანე ფერის. ფოთოლი – საშუალო ზომის (11,7X4,6სმ), მოგრძო-ოვალური ფორმის, ფართობი – 36,7სმ<sup>2</sup>, მუქი-მწვანე ფერის, ყუნწი – საშუალო ზომის (1,6სმ), უფროთო. ყვავილი საშუალო სიდიდის, თეთრი, არომატული, 5 გვირგვინის ფურცლით, მტვრიანა 17-22 ცალამდე, მტვერი სტერილური ბუტკო განთავსებულია მტვრიანების დონეზე.

ნაყოფი მრგვალი, სუსტად შებრტყელებული, საშუალო ზომის, სიმაღლე – 4,1სმ, დიამეტრი – 5,3სმ, საშუალო მასა – 72,6გრ. კანი თხელი, გლუვი, ღია ნარინჯისფერი, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი – ნარინჯისფერი, წვნიანი, მკვრივი კონსტიტენციის, აპკი – თხელი, სეგმენტი – 8-9, უთესლოა. ნაყოფში შაქრის შემცველობა შეადგენს – 8,8%, ვიტამინ „C“ – 35,4მგ%, სასიამოვნო არომატი, გემო – მოტკბო-მომჟავოა [9].

**მანდარინ კოვანო ვასეს მუტანტი №1087** - მიღებულია 1972 წელს მანდარინ კოვანო ვასეს თესლის მუტაგენ ნიტროზომეთილშარდოვანათი დამუშავების შედეგად. მცენარე ნახევრად ნაგალაა, კარგად შეფოთილილი გაშლილი ვარჯით. ფოთოლი – საშუალო ზომის, ლანცეტისებური, საშუალოდ დაკვილებული, სიგრძე – 10-11სმ, სიგანე – 4-5სმ, მუქი მწვანე ფერის, მახვილი წვეროთი. ყუნწი საშუალო ზომის (2სმ). ყვავილი საშუალო

ზომის, ყვავილედად შეკრული, თეთრი-მოყვითალო ფერის, მტვერი სტერილური. ნაყოფი მსხვილი, ოვალური-მოზრტყო ფორმის, საშუალო მასა – 102გრ, სიმაღლე – 4-5სმ, სიგანე – 5-6სმ. კანის ზედაპირი – გლუვი, რბილობი, წვნიანი, უთესლო, არომატული. ბიოქიმიური მაჩვენებლები: მჟავიანობა -0,95%, შაქრები-8,62%, ვიტამინი „C”-43,3მგ%. ხასიათდება მაღალი მოსავლიანობით და ნაყოფის მაღალი ბიოქიმიური მაჩვენებლებით [122].

გარდა ზემოთ აღნიშნული მუტანტებისა, საინტერესოა ლიმონის (№№4554, 2188, 3680, 4461, 4857, 4664, 4666) და ფორთოხლის მრავალი მუტანტი (№№ 4636, 4695).

**მანდარინის მუტანტი №5985** - მიღებულია მანდარინის თესლებზე ქიმიური მუტაგენის - ნიტროზო-ეთილშარდოვანას 0,06%-იანი კონცენტრაციის ხსნარის ზემოქმედებით.

მცენარე შედარებით დაბალმზარდია (3,0-3,5მ), ვარჯი საშუალოდ დატოტვილი, ტოტები მსხვილი, სწორმდგომი. ახალგაზრდა ტოტები ანტოციანური შეფერვის, რომელიც მანდარინისთვის იშვიათი მოვლენაა. ფოთოლი დიდი ზომის, ოვალური, მუქი მწვანე ფერის, პრიალა, ყუნწი გრძელი. ყვავილი ცილინდრული ფორმის, ანტოციანური შეფერილობის, სურნელოვანი. ნაყოფი მრგვალი ფორმის, მსხვილი (78-96,5მმ), საშუალო მასა – 270გრ. კანი – სქელი (15მმ), ფაშარი, მომწვანო-მოყვითალო შეფერილობის, თესლი 2 ან მეტი, რბილობი – უხვწვნიანი, მომჟავო-მოტკბო გემოსი. ბიოქიმიური მაჩვენებლები: მჟავიანობა – 1,9%, შაქრები – 7,3%, ვიტამინი „C” – 60,4 მგ%. ვეგეტაციაში შესვლის პერიოდი და ყვავილობა 10-15 დღით გვიან აღენიშნება, ვიდრე დედა მცენარეს. აქტიური სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა - 56 დღე. მასიურად ყვავილობს ივნისის პირველ დეკადაში, მწიფდება 10 ნოემბრიდან - 30 ნოემბრამდე. მუტანტი უხვ-

მსხმოიარე და შედარებით ყინვაგამძლეა, ვიდრე მისი საწყისი ფორმა.

**მანდარინ კოვანო ვასეს რადიომუტანტი №1461**-გამოყვანილია კვირტებზე გამა სხივების 5000 რენტგენის ზემოქმედებით (V<sub>2</sub>). მცენარე საშუალოდ მზარდია, ნაზარდები – არაერთგვაროვანი, ფოთოლი – ძირითადად ლანცეტისებური, ზოგჯერ უკუკვერცხისებური, საშუალოდ დაკბილული, სიგრძე – 5-12სმ, სიგანე – 4,5-7სმ. ყუნწი – მოკლე (0,5-1სმ). ყვავილი – თეთრი, ყვავილედებად შეკრებილი, მამრობითი ხაზით სტერილური, ყვავილობს მაისში. ნაყოფი საშუალო ზომის (72-75 გრ), ტკბილი, ოდნავ მომჟავო გემოსი, თესლი იშვიათად გვხვდება. ფორმა მოსავლიანია, გადაცემული იყო საკონკურსო ჯიშთგამოცდაზე [114].

**მანდარინ კოვანო ვასეს რადიომუტანტი №1438**-გამოყვანილია კვირტებზე გამასხივების 3000 რენტგენის ზემოქმედებით (V<sub>2</sub>). მცენარე საშუალოდ მზარდია, ნაზარდები საშუალო ზომის, ფოთოლი – არაერთგვაროვანი, სიგრძე – 4-10სმ, სიგანე – 4-6სმ, მუქი მწვანე ფერის, ხორცოვანი, ძლიერ დაკბილული, ყუნწი – მოკლე. ყვავილი – თეთრი, ყვავილედებად შეკრებილი, მამრობითი ხაზით სტერილური. ნაყოფი – საშუალო, წონა – 62გრ, გარედან ჭრელი. კანი – საშუალო სისქის, რბილობი – ვარდისფერი, მოტკბო-მომჟავო გემოსი, თესლი იშვიათად გვხვდება. ფორმა საშუალო მოსავლიანია, გადაცემული იყო ჯიშთგამოცდაზე [114].

**ლიმონ მეიერის უთესლო მუტანტი №2725** გამოყვანილია ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის სელექციის განყოფილებაში (შ. გოლიაძის ხელმძღვანელობით). მიღებულია ლიმონ მეიერის თესლებზე ქიმიური მუტაგენის ნიტროზოეთილშარდოვანას მოქმედების შედეგად. აღნიშნული მუტანტები შემოდგომაზე ადრე

აჩერებენ ზრდას, რაც დადებითად მოქმედებს მათ ყინვაგამძლეობაზე. მუტანტი მთლიანად იმუნურია მალსეკოს მიმართ, ახასიათებს დიდი ზომის ნაყოფები (150გრ), თხელკანიანია, უთესლო, უხვწვნიანი, სასიამოვნო არომატით. სიმწიფეში შედის ჩვეულებრივ მეიერზე 20 დღით ადრე [31].

**ლიმონის მუტანტი „მონაკელო 90“** გამოყვანილია ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის სელექციის განყოფილებაში (შ. გოლიაძის ხელმძღვანელობით) მიღებულია ჩვეულებრივი ლიმონ მონაკელოს ჩანასახის იმუნიზაციით, შემდგომ კი თესლის გამა სხივებით დამუშავებით. ეს მუტანტი იმუნურია მალსეკოს მიმართ, მაღალმოსავლიანია და ახასიათდება ნაყოფის კარგი ბიოქიმიური მაჩვენებლებით, ახასიათებს დაბალი ვარჯი [31].

**ლიმონის მუტანტი „მეიერი“ №1102** - გამორჩეულია ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის სელექციის განყოფილების თანამშრომლების მიერ. მიეკუთვნება ჯუჯა ფორმის ლიმონებს და ახასიათებს გვერდითი ტოტების ინტენსიური ზრდა, რის გამოც მცენარის ვარჯი ნახევრად გართხმულ ფორმას ღებულობს, გამორჩევა მალსეკოგამძლეობით და შედარებით მაღალი ყინვაგამძლეობით. პირველადი გამოცდისას უმნიშვნელოდ დაზიანდა 6°C ყინვის დროს. ნაყოფის მჟავიანობა-5,8%-ია. ჯიში მაღალმოსავლიანია (14ტ/3ა-ზე) სახელმწიფო ჯიშთგამოცდას გადაეცა 1985 წელს [31].

**ლიმონის მუტანტი „კავკასია“ №3079** - გამოყვანილია ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის სელექციის განყოფილებაში. მიღებულია ლიმონ ქართულის თესლებზე ქიმიური მუტაგენ ნეშ-ას 0,0001%-იანი ხსნარის ზემოქმედებით. მცენარე საშუალო სიმაღ-

ლისაა (2,2მ), სუსტად ეკლიანი, ხშირი კრონით. ფოთოლი – მუქი მწვანე ფერის, ოვალური ფორმის. ახალგაზრდა ნაზარდებს არ ახასიათებს ანტოციანური შეფერვა, ყვავილი თეთრი ფერისაა, საშუალო ზომის, სასიამოვნო არომატით. ნაყოფი – მსხვილი, შებრუნებულ-კვერცხისებრი ფორმის, პატარა ზომის წაგრძელებული საწოვართი, მასა – 150-170გრ. კანი – ყვითელი ფერის. ბიოქიმიური მაჩვენებლები: მჟავიანობა – 5,4%, ვიტამინი „C“ – 70 მგ%. ფორმა უთესლოა ახასიათებს ლიმონის სუსტი არომატი. მასიურად ყვავილობს მაისის მესამე დეკადაში, მწიფდება ოქტომბრის პირველ დეკადაში, ხასიათდება მაღალი მოსავლიანობით, რემონტატულია. ფორმა შედარებით გამძლეა მალსეკოს მიმართ [31].

**ლიმონის მუტანტი „მეგობრობა“ №1124** - მიღებულია ლიმონ ქართულის თესლებზე ქიმიურ მუტაგენის - 1,4 დიაზოაცეტილბუტანის 0,001%-იანი ხსნარის ზემოქმედებით. მცენარე საკმაოდ მაღალია (3,0-3,5მ), უეკლო. ფოთოლი – მუქი მწვანე, წარგძელებულ-ელიფსური (6X18სმ), სუსტად დაკბილული, ყუნწი – ფრთის გარეშე, ყვავილი – მსხვილი (2,5-0,9სმ), შებრუნებული კვერცხისებრი ფორმის, თეთრი. ნაყოფი მსხვილი (105X62მმ), საშუალო მასა 250გრ. წაგრძელებული ოვალური ფორმის. კანი – ყვითელი ფერის, სუსტად ლიმონისფერი. თესლის რაოდენობა – 0-4 ცალი. ბიოქიმიური მაჩვენებლები: მჟავიანობა – 5,3%, ვიტამინ „C“ – 65მგ%. ლიმონის სუსტი არომატით. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა 219 დღე, ფორმა რემონტატულია [31].

**ლიმონ მეიერის მუტანტი №2128** - გამოყვანილია ლიმონ მეიერის თესლებზე გამა სხივების 5000 რენტგენის ზემოქმედებით. მცენარე საშუალო ზომისაა, კომპაქტური. ნაზარდები საშუალო ზომის, ფოთოლი – უკუკვერცხისებური, სუსტად დაკბილული, ღია მწვანე, ყუნწი – საშუალო ზომის. ყვავილი – ძირი-

თადად თეთრი ფერის, ვარდისფერი ზოლებით. ნაყოფი – მომრგვალო ოვალური, ზოგჯერ კვერცხისებური, საშუალო ზომის, წონა 75გრ, კანი ცულადად სცილდება რბილობს. რბილობი – კრემისფერი, მჟავე, ასკორბინის მჟავას შემცველობა-54მგ%, მჟავიანობა-5,4%, ფორმა მსხმოიარობას იწყებს 5 წლის ასაკში, მაღალმოსავლიანია. გავლილი აქვს წინასწარი საკონკურსო ჯიშთგამოცდა [115, 116].

ციტრუსების სხვადასხვა ქიმიური მუტაგენით ორგანოებზე ზემოქმედებისა და დამუშავებული მტვრის ჰიბრიდიზაციაში გამოყენების შედეგად ა. დიასამიძის მიერ მიღებული იქნა მრავალი მუტანტური ფორმა [38].

მთლიანად წვერმაღალას საცდელ-საკოლექციო ნაკვეთებზე გასული საუკუნის 90-იან წლებში თავმოყრილი იყო ციტრუსების 218 და ჩაის 511 მუტანტური ფორმა, სამწუხაროდ, 1992-2000 წლებში ციტრუსების საცდელი კოლექცია თითქმის განადგურდა [199, 200].

### 1.10. გენომური ტექნოლოგიები ციტრუსოვანთა სელექციაში

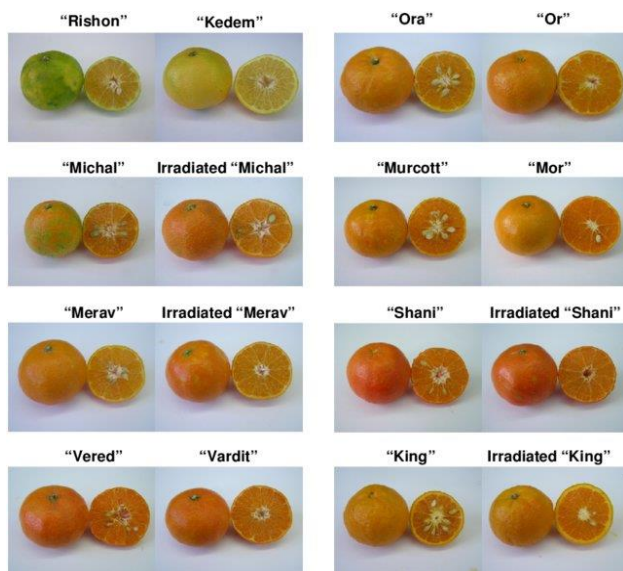
მას შემდეგ, რაც ადამიანმა დაიწყო კულტურული მცენარეების მოშენება, მათი მხრიდან მუდმივად იყო მცდელობა, გამოეჩინათ და გაემრავლებინათ ისეთი ინდივიდები, რომლებსაც ექნებოდათ მათთვის სასურველი ნიშან-თვისებები. ამგვარი სელექციით ათასწლეულების მანძილზე ადამიანის მიერ გამოყვანილ იქნა კულტურული ჯიშები, რომლებიც განსხვავდებოდნენ მათი ველური წინაპრებისგან და ჰქონდათ გამოხატული საუკეთესო ნიშან-თვისებები. ბუნებრივმა და ხელოვნურმა გადარ-

ჩვენამ თავის დროზე უდიდესი როლი შეასრულა მრავალფეროვანი ჯიშების ჩამოყალიბების პროცესში, - 21-ე საუკუნეში სელექცია მხოლოდ გამორჩევა არ არის. მართალია, სელექცია ეყრდნობა კლასიკურ მეთოდებს, მაგრამ ყველა ეს მეთოდი შრომატევადია და საკმაოდ დიდ დროს მოითხოვს.

სელექციონერების ერთ-ერთი მთავარი ამოცანა ყოველთვის იყო და არის მცენარეთა უხვმოსავლიანი და მაღალი კვებითი ღირებულების მქონე ჯიშების მიღება. გასულ საუკუნეში მცენარეთა სელექციაში წარმატებით გამოიყენებოდა ჰიბრიდიზაციის მეთოდი, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მეთოდი უამრავ სირთულესთან არის დაკავშირებული. კერძოდ, ჰიბრიდიზაციის დროს გახანგრძლივებულია მცენარეში მიმდინარე იუვენილური პერიოდი, ამას ემატება ორგანიზმთა შეუთავსებლობა, პოლიემბრიონია, ჰეტეროზიგოტურობა, პართენოკარპია და ა. შ., რაც ართულებს სელექციურ პროცესებს [292, 318].

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ახალი ჯიშების გამოყვანის საქმეში დიდი ხნის განმავლობაში აქტიურად გამოიყენებოდა ინდუცირებული მუტაგენეზი, როგორც ეს ნაშრომშია წარმოდგენილი. აღნიშნული მეთოდი ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ ინსტრუმენტს წარმოადგენდა ეკონომიკური სარგებლიანობის თვალსაზრისით კულტურულ მცენარეთა სასარგებლო მუტაციების მიღების, მოსავლიანობის გაზრდისა და ჯიშების გაუმჯობესების საქმეში. აღნიშნული მეთოდის მიზანი იყო ახალი, გენეტიკურად შეცვლილი ფორმების (მუტანტების) მიღება, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელი გახდა სხვადასხვა მიმართულებით მნიშვნელოვანი ნიშან-თვისებების (მოსავლიანობა, ნაყოფის ხარისხი, მავნებელ-დაავადებების და ყინვების მიმართ გამძლეობა) გაუმჯობესება [357, 360, 361]. ფიზიკური მუტაგენეზის (გამა გამოსხივებით) მეთოდით იქნა მიღებული მანდა-

რინის ჰიბრიდული (თესლიანი) ჯიშებიდან „რიშონი“ (Rishon), „მიჩალი“ (Michal), „მერავი“ (Merav), „ვერედი“ (Vered), „ორა“ (Ora), „მურკოტი“ (Murcott), შანუ“ (Shanu), „სამეფო“ (King) საუკეთესო, უთესლო მუტანტური ჯიშები: Kedem, Vardit, Irradiated Merav, Irradiated Michal Or, Mor, Irradiated Shan, Irradiated king [294, 313].



**სურათი 1. ფიზიკური მუტაგენეზის გზით მიღებული მანდარინის უთესლო ჯიშები.**

იმ პერიოდისთვის ინდუცირებული მუტაგენეზი ჰიბრიდიზაციასთან ერთად იქცა პროცესების მარეგულირებელ ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ინსტრუმენტად. სწორედ ამ გზით არის მიღებული სხვადასხვა სასოფლო სამეურნეო კულტურათა 2000-ზე მეტი მუტანტური ფორმა, სადაც მკვეთრად გაუმჯობე-

სებულია მოსავლიანობა. ჯიშების უმეტესობა დღეისთვის დანერგილია სოფლის მეურნეობაში [300, 346].

ინდუცირებული მუტაგენეზის მეთოდის ფართო შესაძლებლობის მიუხედავად, დაკავშირებულია მრავალ გამოწვევასთან, მათ შორის საზიანო მუტაციების სიხშირის გაზრდასთან. ინდუცირებული მუტაგენეზის დროს მცენარის სხვადასხვა ორგანოზე (თესლი, კვირტი, ნასკვი, მტვრის მარცვალი და სხვა) მუტაგენის ზემოქმედების შედეგად მაღალი სიხშირით წარმოიქმნება შემთხვევითი ცვლილებები, რომელთა უმრავლესობას შესაძლებელია ჰქონდეს უარყოფითი გავლენა [363, 368]. ამავდროს მუტაციების გამოწვევა, სასურველი ცვლილების მქონე ორგანიზმის გამორჩევა და მათი სოფლის მეურნეობაში დანერგვა (განსაკუთრებით მრავალწლოვან კულტურებში) შრომატევადი პროცესია და მოითხოვს საკმაოდ ხანგრძლივ დროს. ამდენად, მუტაგენეზი ისე, როგორც ჰიბრიდიზაცია, დროში გაწეილი, რთული და ეკონომიურად წაგებიანი პროცესია. ინდუცირებული მეთოდით რთულია, აგრეთვე, გენომში წარმოქმნილი მუტაციის ლოკალიზაციის დადგენაც და შეიძლება ითქვას, რომ მუტაგენეზისა და ჰიბრიდიზაციის მეთოდების გამოყენებით ძნელია მოკლე დროში სასურველი ნიშან-თვისების გაუმჯობესება. თუმცა არსებული სირთულეების მიუხედავად მცენარეთა სელექციაში ჰიბრიდიზაციაც და მუტაგენეზიც მნიშვნელოვანი მეთოდებია განსაკუთრებით ნაყოფის ხარისხთან დაკავშირებული ნიშან-თვისებების (ნაყოფის მწიფადობა, წვნიანობა, რბილობისა და კანის ფერი, ნაყოფში თესლის რაოდენობა, ნაყოფის გემო და სხვა) გაუმჯობესების თვალსაზრისით [316, 352].

ზემოთ აღნიშნული სირთულეების მიუხედავად, 21-ე საუკუნეში გენეტიკურ-სელექციურ კვლევებში მუტაგენეზის მიმართულეებით მიღწეულმა შედეგებმა შექმნა ძლიერი პლატფორმა,

რომელიც თანამედროვე, გენომური ტექნოლოგიების მიმართულებით დანერგილ მეთოდებთან ერთად შესაძლებელს ხდის დნმ-ის თანმიმდევრობის ეფექტურ ცვლილებას. საბოლოოდ კი იძლევა ფართო შესაძლებლობას მცენარეებში სამეურნეო და ბიოლოგიური ნიშან-თვისებების გაუმჯობესებისა და სრულყოფის თვალსაზრისით. გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან, გენეტიკის, მოლეკულური ბიოლოგიისა და სხვა მომიჯნავე დარგების განვითარებით მეცნიერებს მიეცათ ფართო შესაძლებლობა, გენომური ტექნოლოგიების გამოყენებით საფუძვლიანად შეესწავლათ მოლეკულურ დონეზე მიმდინარე ცვლილებები. შესაბამისად, შესაძლებელი გახდა სხვადასხვა მიმართულებით არსებული მრავალი ბუნებრივი ბარიერის გადალახვა, მათ შორის გენეტიკური მასალის წარმატებით გადატანა არამონათესავე სახეობათა შორის, რაც მიზნად ისახავს სამიზნე ორგანიზმებში სასურველი ნიშან-თვისებების გაუმჯობესებას. რეკომბინანტული დნმ-ის ტექნოლოგიის გამოყენებით შესაძლებელია სამიზნე მცენარეზე პირდაპირი გენეტიკური ზემოქმედება. ასევე წარმატებით დაინერგა დნმ-სა და მათსპრესირებელი ვექტორების გადატანის სისტემები. ტრანსგენეზის განვითარებამ ხელი შეუწყო სამრეწველო კულტურებში სასურველი ნიშან-თვისებების გაუმჯობესებას. გარდა აღნიშნულისა, ტრანსგენეზი მცენარეებში შესაძლებელია, გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა მიზნით, თუმცა აღნიშნული მეთოდის ეფექტურობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს, როგორც სახეობის გენოტიპური შემადგენლობა, ასევე გარემო პირობები.

თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდი გულისხმობს ორგანიზმის გენეტიკური მასალის შეცვლას ხელოვნურ (*in-vitro*) პირობებში [295, 343], საშუალებას იძლევა გადაილახოს სხვა-

დასხვა ბარიერი (ბუნებრივი, ფიზიოლოგიური, რეპროდუქციული ან რეკომბინაციული და სხვა).

თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდებით შესაძლებელია, სასურველი მიზნით გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმის მისაღებად შეირჩეს სხვადასხვა მეთოდი (გენის პირდაპირი ინექცია, მიკრონაწილაკებით ბომბარდირება, პათოგენური მიკროორგანიზმების გამოყენება ვექტორებად და ა. შ.). დღეისთვის მრავალი ტრანსგენური მცენარეა მიღებული, როგორც კულტურული, ისე ველური სახეობებიდან, რომელთაც ფართო გამოყენება აქვთ, როგორც სოფლის მეურნეობაში, ისე სასურსათო მრეწველობასა და სხვა დარგებში. სწორედ გენური ინჟინერიის გზით გახდა შესაძლებელი სასოფლო სამეურნეო დანიშნულების სასურველი ნიშან-თვისებების მქონე მავნებელ-დაავადებების, გვალვისა და ყინვის მიმართ მდგრადი ტრანსგენული ჯიშების გამოყვანა [316, 328, 339, 341, 343, 349, 353, 358, 363, 381].

გენური ინჟინერიის განვითარება დაკავშირებულია რეკომბინანტული დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას (დნმ-ის) ტექნოლოგიების დანერგვასა და სრულყოფასთან. გენეტიკური ინჟინერის მიმართულებით მნიშვნელოვანმა პროგრესმა და მიღწევებმა გაზარდა გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების რაოდენობა და მათი მოხმარება. სხვადასხვა მიმართულებით შეცვლილი გენ-მოდიფიცირებული კულტურებიდან ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია ჰერბიციდების მიმართ რეზისტენტული მარცვლოვანი კულტურები, მათ შორის განსაკუთრებით ჰერბიციდ „რაუნდაპ“ ტოლერანტული სოიო. სწორედ ბიოტექნოლოგიის მიღწევებმა შესაძლებელი გახდა ლაბორატორიულ პირობებში ერთი სახეობის გენი გადატანილი იქნას სხვა, თუნდაც არამონათესავე სახეობაში [358]. გენური ინჟინერიის შემთხვევაში

არამონათესავე სახეობების სამიზნე გენების კომბინაციისა და გენეტიკური მასალის შეცვლის შედეგად მიღებულ ახალ ორგანიზმებს, გააჩნიათ გამრავლებისა და შთამომავლობის მოცემის უნარი, თუმცა იმის განსაზღვრა, თუ რა ზიანის მოტანა შეუძლიათ გენმოდირეცირებული ორგანიზმების ბუნებაში გავრცელებას, აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით არსებული კვლევის შედეგები ურთიერთგამომრიცხავია [382, 390]. ფაქტია, რომ გენურმა ინჟინერიამ სელექციონერებს მნიშვნელოვანი დახმარება გაუწია ინდუსტრიული სოფლის მეურნეობის მიმართულებით არსებული პრობლემების გადაჭრის საქმეში, რომელთაგანაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი და საყურადღებოა მოსავლიანობასთან დაკავშირებული პრობლემები. გენურმა ინჟინერიამ მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით შესაძლებელი გახადა სხვა ნათესაურად დაშორებული მცენარეების მოსავლიანობის განმაპირობებელი გენების გადატანა სამიზნე მცენარეში. მიუხედავად მნიშვნელოვანი პროგრესისა, აღნიშნული მეთოდი უფრო მეტად ორიენტირებულია მონოკულტურებზე. მართალია, გენეტიკური ინჟინერიით მიღებულ ორგანიზმებს ბუნებრივ ანალოგთან შედარებით აქვს ბევრი უპირატესობა, მაგრამ გარემოში (ბუნებრივი ეკოსისტემა) მათი გავრცელების შემთხვევაში შესაძლებელია, საფრთხე შეუქმნას არსებულ ბიომრავალფეროვნებას. მაღალია ალბათობაც, რომ ლოკალურად (სადაც გავრცელებულია ასეთი ორგანიზმები) გაქრეს ბუნებაში გავრცელებული არარეკომბინანტული ფორმებიც [295, 349].

ბოლო პერიოდში ინტენსიურად ვითარდება მუტაგენეზის ახალი მიმართულება, რომელიც დაკავშირებულია ინოვაციური სწრაფი რეაგირების მქონე მოლეკულურ-გენეტიკურ მეთოდებთან. აღნიშნული მეთოდების ერთობლივი გამოყენებით შესაძლებელია მოდელ ორგანიზმებში დნმ-ის თანმიმდევრობის სწრა-

ფი შესწავლა, ანალიზი და, შესაბამისად, სასარგებლო ცვლილებების მაქსიმალური სიზუსტით მიღება. ასეთი კომპლექსური მიდგომა ქმნის მუტაგენეზის ახალ ნიშანს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მიმართ, რაც უზრუნველყოფს სამოდელო მცენარეებში მიღებული შეცვლილი ნიშან-თვისებების (სიახლეების) მქონე კულტურების მიღებას და წარმოებაში დანერგვას [285, 308, 327, 400].

რეალურ დროში პჯრ (პოლიმერაზა ჯაჭვური რეაქცია) მეთოდის დანერგვამ შესაძლებელი გახადა სასურველ ორგანიზმში სამიზნე გენის ექსპრესის მექანიზმის შესწავლა, ხოლო სხვა მეთოდების (NGS, MutMap, Mut ChromSeq) გამოყენებით, გამოვლინდა მუტაციები. გენომურ დონეზე მიმდინარე ცვლილებების საფუძვლიანმა გამოკვლევამ კი შესაძლებელი გახადა ერთდროულად მრავალი გენის თანმიმდევრობის შესწავლა. გენომურ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული მეთოდოლოგიის საშუალებით შესაძლებელია უმოკლეს დროში ნაკლები დანახარჯებით მიღწეულ იქნას სასურველი შედეგი. გარდა აღნიშნულისა, შემუშავებულია გენომის რედაქტირების უახლოესი სისტემები, რომლებიც წარმოადგენენ გენური ინჟინერიის მეტად ეფექტურ და უსაფრთხო ინსტრუმენტს. გენომის რედაქტირების სისტემები (TALEN და CRISPR/Cas) წარმატებით გამოიყენება მრავალი მიმართულებით, მათ შორის მუტანტური და ტრანსგენური მცენარეების მისაღებად. აღნიშნული სისტემებით შესაძლებელია სხვადასხვა დაავადების გამომწვევი პათოგენის მოდელების შექმნაც [282, 289, 291, 362, 399].

2011 წელს შემუშავებული იქნა გენების რედაქტირების TALEN სისტემა, რომელიც დაკავშირებულია ბაქტერიების (*Xanthomonas* გვარი) შესწავლასთან და წარმოადგენს სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურების (წიწაკა, ბრინჯი, პომიდორი)

დაავადებების გამომწვევ პათოგენებს. კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ აღნიშნული ბაქტერიები მცენარეული უჯრედების ციტოპლაზმაში გამოყოფს ცილებს, რომლებიც თავის მხრივ მოქმედებენ უჯრედშიდა პროცესებზე და ზრდიან უჯრედის მგრძობელობას პათოგენის მიმართ [385]. დნმ-დამაკავშირებელი TALE დომენების და ინაქტივირებული ნუკლეაზის Cas9 საფუძველზე შექმნილი ქიმერული ცილების გამოყენებით შესაძლებელია გენების ტრანსკრიპციის რეგულაციის, ეპიგენომებისა და უჯრედულ ციკლში ქრომოსომის სხვადასხვა ლოკუსების საფუძვლიანი შესწავლა. ეფექტორული ცილები უკავშირდება დნმ-ს სამიზნე გენებს და შესაბამისად, ცვლის მათ ექსპრესიას [282, 330, 332].

CRISPR/Cas (კლასტერული რეგულარული მოკლე პალინდრომული განმეორებები) სისტემა წარმოადგენს გენომის რედაქტირების ყველაზე იაფ და ეფექტურ სისტემას, რომელიც წარმატებით გამოიყენება სხვადასხვა ცოცხალ ორგანიზმში და მათ შორის მცენარეებში. კრისპერის ლოკუსი პირველად აღმოჩენილი იქნა ბაქტერია-*Escherichia coli*-ში [317, 325].

კრისპერი (CRISPR) – ეს არის ბაქტერიული გენომის ანუ დნმ-ის ერთ-ერთი უბანი, რომელიც შედგება რამდენიმე გენისაგან განმეორებადი, მოკლე – 23-50 სიგრძის, ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობებისგან. აღნიშნული სისტემის ელემენტებია არამაკოდირებელი რნმ და ცილები (Cas).

CRISPR/Cas სისტემაში TALEN სისტემის ქიმერული ცილებისგან განსხვავებით, დნმ-ის თანმიმდევრობა ამოიცნობა არამაკოდირებელი რნმ-ის სამიზნე უბნებთან. შექმნილია სპეციალური გენეტიკური მანიპულირების სისტემების (CRISPR/ Cas/9; CRISPR/Cpf1; CRISPR/Cas9) ტექნოლოგიური პლატფორმა, რომელთაგან ყველაზე ხშირად გამოიყენება CRISPR/Cas/9 (რეგულ-

ლარულად დაშორებულ პალინდრომულ განმეორების კლასტერთან ასოცირებული ცილა 9). ეს არის ბაქტერიული დნმ-ის მოკლე ფრაგმენტი, რომელსაც შეუძლია, გაწყვიტოს დნმ-ის ნუკლეოტიდური ჯაჭვი და შეცვალოს თანმიმდევრობა [325, 329, 364]. აღნიშნული მეთოდი ფართოდ გამოიყენება, როგორც მცენარეთა მოდელების, ასევე ეკონომიურად მნიშვნელოვან მცენარეთა სახეობებში სასურველი გენის თვისების შესაცვლელად და სასურველი ნიშან-თვისების გასაუმჯობესებლად. ცვლილებების შესაბამისად, ადგილი აქვს სასურველი მუტაციური სპექტრის მქონე მცენარეული ხაზების მიღებას [327, 328, 362, 399].

ბიოტექნოლოგიის, სოფლის მეურნეობისა და საბაზისო კვლევების მიმართულებით დაგეგმილი მასშტაბური მნიშვნელობის პროექტების განხორციელებაში წარმატებით გამოიყენება გენომის რედაქტირება, რომელიც დაფუძნებულია დნმ-ის განსაზღვრულ სამიზნე ლოკუსში ორმაგი ჯაჭვის გასაწყვეტად სპეციფიკური ნუკლეაზების გამოყენებასთან [398]. შემდეგ აღნიშნული ლოკუსები აღდგება ორი გზით: არაჰომოლოგიური დაბოლოების შეერთებით (NHEJ) და ჰომოლოგიურის აღდგენით (HDR).

სამეცნიერო საზოგადოებაშიც ფართო დისკუსიაა CRISPR-ზე დაფუძნებული გენური ინჟინერიის პოტენციალთან დაკავშირებით. ტექნოლოგიური კრისპერ სისტემა საშუალებას იძლევა, განხორციელდეს დნმ-ის თანმიმდევრობაში სასურველი ცვლილების მიღება. კერძოდ, სამიზნე გენის ამოღება ან სასურველი გენების ჩართვა [328]. აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენებით შესაძლებელია, აგრეთვე, მცენარეთა და ცხოველთა გენომებში ქრომოსომის სამიზნე ლოკუსის ან მთლიანი ქრომოსომის წაშლა [282, 398, 399, 400]. CRISPR სისტემები ფართოდ გამოიყენება

განსაკუთრებით ეკონომიკური თვალსაზრისით მნიშვნელოვან მცენარეთა სახეობებში სამიზნე გენში ცვლილებების განსახორციელებლად. შემდგომში გასამრავლებლად შეირჩევა ის მცენარეული ხაზები, რომლებმაც მუტაცია განიცადეს გენების ფართო სპექტრში. აღნიშნული ტექნოლოგიით შესაძლებელია ერთდროულად მრავალი სასურველი ნიშან-თვისების გაუმჯობესება, მათ შორის, ზრდა-განვითარების, ბიოტური და აბიოტური ფაქტორებით გამოწვეული სტრესისგან დამცველობითი უნარისა [327, 328, 362, 397] და სხვა.

სხვა ბიოტექნოლოგიურ სისტემებთან ერთად მნიშვნელოვანი მონაპოვარია მცენარეთა გენომის რედაქტირების მონაცემთა ბაზის (PGED-ს) შექმნა, რომელიც მნიშვნელოვან ინფორმაციას გვაწვდის CRISPR/Cas9 ტექნოლოგიის გამოყენებით შექმნილ ტრანსგენული და მუტანტური მცენარეების ეკონომიკური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი და საყურადღებო თვისებების შესწავლისთვის. ამისთვის საჭიროა აირჩეს კონკრეტული სახეობა, დათვალიერებული და შერჩეულ უნდა იქნას ის გენები, სადაც უნდა განხორციელდეს მუტაცია. მონაცემთა ბაზაში შესაძლებელია, აგრეთვე, მოიძებნოს სპეციფიკური გენის იდენტიფიკატორები, რომელიც იძლევა შესაძლებლობას მოვიძიოთ სასურველი ინფორმაცია, როგორც სამიზნე სახეობების, ასევე CRISPR-ის მეთოდით შემქნილი მუტანტური ფორმების შესახებ. მონაცემთა ბაზაში წარმოდგენილია მცენარეთა სხვადასხვა სახეობის გენების სია, რომელთა შემთხვევაშიც განხორციელებულია CRISPR/Cas-ის მეთოდებით რედაქტირება. ამდენად, ბაზის საშუალებით შესაძლებელია სხვადასხვა სახეობის მცენარის სამიზნე გენების მოძებნა კონკრეტული გენის id, ან gRNA-ს სპეციფიკური თანმიმდევრობების გამოყენებით. ამჟამად მცენარეთა გენომის რედაქტირების მონაცემთა ბაზა (PGED) აერთიან-

ნებს ინფორმაციას პომიდვრის, ბრინჯის, მარწყვის და სხვა სასოფლო სამეურნეო კულტურების მუტანტური ხაზების შესახებ. მუტანტების მისაღებად განხორციელებულია 150 სამიზნე გენზე ზემოქმედება. მუტანტურ ხაზებს სხვადასხვა პათოგენის მიმართ ძლიერი იმუნიტეტი აქვთ [300, 349].

სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა გენომის შესწავლამ ცხადყო, რომ გენომის რედაქტირების ტექნოლოგია ფართო შესაძლებლობებს იძლევა დაავადებებისადმი რეზისტენტული ჯიშების მისაღებად, თანამედროვე ეტაპზე გენომის კვლევისთვის აქტიურად ვითარდება ისეთი მეთოდები, რომლებიც დნმ მანიპულირების, გენთა ექსპრესიის ვიზუალიზაციის და მისი კონტროლის მექანიზმის საშუალებას იძლევა. თუმცა ამგვარი მეთოდები უმეტესწილად არ პასუხობს ეფექტურობის, უსაფრთხოებისა და მეცნიერების ფართო წრეებისთვის მისაწვდომობის კრიტერიუმებს. გენომის რედაქტირების ტექნოლოგიის გამოყენებით შესაძლებელია სამიზნე გენის შეცვლა ან გენომის რედაქტირება სამიზნე გენთან განლაგებული გენის/გენების ცვლილებების გარეშე. სასასურველი ნიშან-თვისების მქონე მცენარის გამოყვანა არ საჭიროებს შეჯვარებას, შესაბამისად, პრიორიტეტულია დროის ფაქტორის თვალსაზრისითაც. გენომის ხელოვნური რედაქტირება ტექნიკურად ყოველდღიურად იხვეწება ამის საუკეთესო დასტურია “კრისპერის“ ტექნოლოგია, რომლის სწორად გამოყენების შემთხვევაში საკმაოდ დიდია მისი სარგებლობის პოტენციალი. მომავალში შესაძლებელია, გენეტიკური ინჟინერია სამყაროში არსებული სიცოცხლის ფორმების ევოლუციის ერთ-ერთი სტანდარტული გზაც კი გახდეს. სოფლის მეურნეობის პროდუქციის მოცულობისა და ხარისხის (საკვები ღირებულების და საბაზრო თვისებების) ამაღლების აუცილებლობა საყოველთაოდაა ცნობილი, თუმცა ეს უნდა განხორციელდეს

ეკონომიკურად მისაღები ხერხებით და გარემოზე ზემოქმედების გათვალისწინებით.

ბიოტექნოლოგია გვეხმარება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის და ხარისხის გაუმჯობესებისთვის საჭირო მეთოდების შემუშავებაში, რომლის გამოყენებითაც შესაძლებელია, მივიღოთ ძვირად ღირებული ქიმიური სასუქების ან პესტიციდების შემცველები. სოფლის მეურნეობაში ბიოტექნოლოგიის მნიშვნელოვანი მონაპოვარია რეკომბინანტული დნმ-ის და პროტოპლასტების გამოყენებით მცენარეთა ნიშან-თვისებების შეცვლა და არსებული ჯიშების გაუმჯობესება. ამჟამად საქართველოშიც მიმდინარეობს სხვადასხვა მიმართულებით ბიოტექნოლოგიის მეთოდების გამოყენება.

სხვადასხვა ბიოტექნოლოგიური მეთოდებია გამოყენებული ციტრუსოვანთა სელექციაშიც. ციტრუსები უნიკალური საკვები ღირებულებისა და კიდევ სხვა მრავალი ღირსების გამო წარმოადგენენ მსოფლიოში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან სასოფლო-სამეურნეო კულტურას, შესაბამისად, მათ პროდუქტიულობასთან დაკავშირებული საკითხები, განსაკუთრებით მაღალმოსავლიანი ჯიშების მიღების თვალსაზრისით საკმაოდ აქტუალურია. მნიშვნელოვანია ციტრუსოვანთა ისეთი ჯიშების გამოყვანა, რომლებიც გამოირჩევა მავნებელ-დაავადებებისა და არახელსაყრელი ფაქტორებისადმი მიმართ მაღალი რეზისტენტულებით. დღეს არსებული გამოწვევებისა და ტენდენციების გათვალისწინებით, გენომური ტექნოლოგიების სწრაფმა პროგრესმა შესაძლებელი გახადა ახალი მეთოდების წარმატებით დანერგვა ციტრუსოვან კულტურებშიც. გენომურ დონეზე განხორციელებული კვლევები, მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა ციტრუსოვანთა ახალ ჯიშებთან და ფორმებთან დაკავშირებით. არსებული კვლევები ცხადყოფს, რომ ციტრუსოვნებში (ველური

და კულტურული) მნიშვნელოვნადაა შეცვლილი ზოგიერთი გენის ექსპრესია [307, 384, 373]. ამდენად კულტურულ ჯიშებში მოლეკულურ დონეზე განხორციელებული კვლევებით, მათ შორის გენების ექსპრესიის შესწავლით შესაძლებელი გახდა სასურველი ნიშან-თვისებების გაუმჯობესება და სრულყოფა.

ლიტერატურული მონაცემებით დასტურდება, რომ ციტრუსოვანთა ნაყოფი ხასიათდება ანტისიმისიგნური და ანტიანთე-ბითი მოქმედებით, ამცირებს გულსისხლძარღვთა დაავადებების, ოსტეოპოროზის, შაქრიანი დიაბეტისა და სხვა მრავალი დაავადებების განვითარების რისკს [9, 350, 363]. ციტრუსოვანთა ნაყოფი მდიდარია მაკრო და მიკროელემენტებით, ანტიოქსი-დანტებით და სხვა, აქედან გამომდინარე, ბიო-სამედიცინო მი-მართულებით მათდამი ინტერესი განსაკუთრებით მაღალია. აღ-ნიშნულის გათვალისწინებით ციტრუსოვანთა მაღალხარის-ხიანი და მაღალპროდუქტიული ხილის წარმოება სხვადასხვა ნიშან-თვისების (ნაყოფის ზომა, უთესლობა, შაქრიანობისა და მჟავიანობის თანაფარდობა, ნაყოფიდან წვენი გამოსავლიანობა, მდიდარი ანტიოქსიდანტური შემადგენლობა, სხვადასხვა აბიო-ტური და ბიოტური ფაქტორის მიმართ მდგრადობა და ა.შ.) გათვალისწინებით წარმოადგენს გრძელვადიან პროცესს და დაკავშირებულია მნიშვნელოვან რესურსებთან. ციტრუსოვანთა სელექციაში, ძირითადად, გამოიყენებოდა: ჰიბრიდიზაცია, მუ-ტაგენები და კლონური სელექცია, თუმცა სქესობრივი გამ-რავლება სხვადასხვა მიზეზის (შეუთავსებლობა, სტერილურო-ბა, პოლიემბრიონია და ა. შ.) გამო ყოველთვის არ იძლევა სასურ-ველ შედეგს [283, 288, 296, 363]. საინტერესო და ეფექტური აღ-მოჩნდა ფორთოხლის (*Citrus sinensis* *osb.*) უთესლო ჯიშების მისაღებად გამა სხივების ზემოქმედებით ინდუცირებული მუტაციების გამოწვევა [313, 373, 384]. მიუხედავად იმისა, რომ

ზემოთ ჩამოთვლილი ტრადიციული მეთოდები შედარებით დაბალი ეფექტურობით ხასიათდებოდა ციტრუსების ახალი ჯიშებისა და ფორმების გამოსაყვანად საკმაოდ მნიშვნელოვან როლს ასრულებდა [294, 306, 313, 320, 322, 333, 344, 357, 396]. დღეს ციტრუსოვანთა არსებული ჯიშების გაუმჯობესებისა და ახალი ჯიშების მიღების საქმეში ტრადიციულ მეთოდებთან ერთად წარმატებით გამოიყენება თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდები [302, 337, 363, 367, 372, 373, 391].

როგორც უკვე აღვნიშნეთ ბიოტექნოლოგიის განვითარება დაიწყო გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან და ეტაპობრივად ვითარდება, სწორედ ამ პერიოდს უკავშირდება ბიოტექნოლოგიური მეთოდებით ახალი ჯიშების გამოყვანა [309, 384]. დღეს სოფლის მეურნეობაში განსაკუთრებით აქტუალური პრობლემაა პროდუქციის რაოდენობისა და ხარისხის გაუმჯობესება. გენომის ტექნოლოგიების განვითარებამ, სამიზნე გენის თანმიმდევრობის შესწავლამ და ანალიზმა ისე, როგორც სხვა მრავალ სასოფლო-სამეურნეო კულტურაში და მათ შორის ციტრუსებშიც, შესაძლებელი გახადა მცენარეთა ნიშან-თვისებების გასაუმჯობესებლად ტრადიციულ მეთოდებთან ერთად დაინერგოს შედარებით ალტერნატიული, ეფექტური მეთოდები. ამ მიმართულებით წინ გადადგმული ნაბიჯია მოლეკულური მარკერების იდენტიფიკაცია. ტრანსგენეზის განვითარებამ შესაძლებელი გახადა სოფლის მეურნეობაში ბიოტური და აბიოტური ფაქტორებისადმი გამძლე კომერციული ჯიშების მიღება [301, 334, 363]. ამ მიმართულებით განსაკუთრებით წარმატებული აღმოჩნდა „*Agrobacterium tumefaciens*“-ის ინფექციის და პოლიეთილენგლიკოლის (PEG) გამოყენება.

მცენარეთა სელექციაში მნიშვნელოვანი ეტაპია ახალი (NPBT) ტექნოლოგიების: თუთიის თითების ნუკლეაზას ტექნო-

ლოგია, ოლიგონუკლეოტიდების მიმართული მუტაგენეზი (ODM), ცისგენეზი, ინტრაგენეზი, რნმ-ზე დაფუძნებული დნმ-ას მეთილაცია, გენეტიკურად მოდიფიცირებულ საძირეებზე გადანერგვა, აგროინფილტრაცია, სინთეზური გენომიკა და სხვა განვითარება [308, 317, 343]. სწორედ ეს მეთოდები იძლევა ალტერნატიულ შესაძლებლობებს უხვმოსავლიანი, საუკეთესო კვებითი ღირებულების მქონე, ბიოტური და აბიოტური ფაქტორებისადმი რეზისტენტული, მავნებელ-დაავადებებისადმი გამძლე ჯიშების მიღების საქმეში [286, 289, 330]. აქვე გასათვალისწინებელია ისიც, რომ NPBT ტექნოლოგიების ეფექტურად წარმართვა და სასურველი ნიშან-თვისებების გენეტიკური კონტროლის წარმატებით განხორციელება მოითხოვს მნიშვნელოვან ცოდნას. მთლიანობაში გენომური ტექნოლოგიების პლატფორმის შემუშავებამ განაპირობა აგროტექნოლოგიური მეთოდების გაუმჯობესება, თუმცა აღნიშნული მიმართულებით მუშაობისას მნიშვნელოვანია კანონმდებლობით გათვალისწინებული ნორმების დაცვა.

ციტრუსოვანთა სელექციაში ახალი პერსპექტიული ჯიშების მისაღებად ზემოთ აღნიშნულ ტექნოლოგიებს შორის მნიშვნელოვანი და პერსპექტიულია გენომის რედაქტირება და ცისგენეზი [289]. გენომის რედაქტირებით შესაძლებელია ისეთი მუტაციების მიღება, სადაც ეგზოგენური დნმ, უარყოფითი ეფექტის გარეშე იქნება და არასასურველი ცვლილებები მინიმუმამდე იქნება დაყვანილი. ჯიშების გაუმჯობესების საქმეში, ასევე წარმატებით გამოიყენება ცისგენეზი, რომელიც გულისხმობს გენების გადატანას ჯვარედინადთავსებადი სახეობებისგან.

ციტრუსოვანთა სელექციაში საყურადღებო და მნიშვნელოვანია GENIUS პროექტი, რომლის მიხედვითაც ახალი ჯიშების გამოყვანისას შესაძლებელია გენომის რედაქტირება ისე, რომ

პესტიციდების გამოყენება საჭირო გახდეს მცირე რაოდენობით და მდგრადი იყოს კლიმატის ცვლილებისადმი. მნიშვნელოვანია BIOTECH პროექტი, რომლის დროსაც გენომის რედაქტირება და ცისგენეზი განახორციელებს ნაყოფის თვისობრივი მახასიათებლების გასაუმჯობესებლად, მათ შორის ბიოტური და აბიოტური სტრესისადმი გამძლეობის გასაზრდელად [385].

ცნობილია, რომ ციტრუსის გვარში შემავალ სახეობათა უმრავლესობა წარმოშობილია ოთხი უძველესი სახეობიდან [299, 392], ესენია ციტრონი (*Citrus medica*), პუმელო (*Citrus maxima*), მანდარინი (*Citrus reticulata*) და მიკრანტა (*Citrus micrantha*). პირველადი და მათგან წარმოშობილი სახეობების კომერციული ციტრუსების უმეტესობა წარმოშობილია საერთო წინაპრისაგან სომატური მუტაციების დაგროვების გზით, რომელიც დროთა განმავლობაში წარმოიშვა სხვადასხვა გეოგრაფიულ გარემოში გავრცელებული სახეობებიდან [299]. ცნობილი აგრეთვე, ისიც, რომ ციტრუსებში ემბრიო სპეციფიკური Dc3 გენი პრომოტორი შესაძლოა, დაკავშირებული იყოს VvMybA1 გენის მოქმედებასთან. აღნიშნული გენი ციტრუსებში მონაწილეობას იღებს ემბრიო სპეციფიკური გენის ექსპრესიაში. სარწმუნოა, რომ Dc3 პრომოტორი პროტოპლასტური ტრანსფორმაციის საშუალებით შესაძლებელია წარმატებით იქნას გამოყენებული ტრანსგენური მცენარეების მისაღებად [307]. კვლევების მიხედვით, ციტრუსოვანთა ემბრიოგენეზში მონაწილე გენების ექსპრესია მნიშვნელოვნადაა შეცვლილი კულტივირებული ჯიშების შემთხვევაში, რაც დაკავშირებულია მრავალ ფაქტორთან [373, 384].

ციტრუსოვანთა სელექციაში გენომის რედაქტირების ტექნოლოგიების როლი მნიშვნელოვანია მრავალი მიმართულებით. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია CRISPR სისტემის ტექნოლოგია, რომელიც ეფუძნება ფერმენტ Cas9 და იყენებს რნმ მო-

ლეკულას დნმ თანმიმდევრობის ამოსაცნობად გენის შემდგომი გათიშვისა ან დნმ-ში სასურველი თანმიმდევრობის ჩასმისთვის. აღნიშნული ტექნოლოგიების გამოყენებით შესაძლებელი ხდება ციტრუსის გვარში შემავალი მრავალი სახეობის გენომის გაშიფვრა, სხვადასხვა დაავადების განმაპირობებელი გენის იდენტიფიკაცია და საჭიროების შემთხვევაში მათი შეცვლა. ციტრუსოვანთა მავნებელ-დაავადებების მიმართ გამძლე ჯიშების მისაღებად ეფექტურია და წარმატებით გამოიყენება ტექნოლოგიები – გენეტიკური ტრანსფორმაცია, გენომის რედაქტირება და სხვა [339]. წარმატებული გენეტიკური ტრანსფორმაციის შედეგია ციტრუსოვანთა გენომში განხორციელებული გენეტიკური მანიპულაციები, რომლებიც ამცირებენ იუვენილურ ფაზას, სტრესისადმი გამძლეობას და ასე შემდეგ [283, 326]. რომელიმე სამიზნე გენზე ზემოქმედების მიზნით აუცილებელია ციტრუსის გენომომის თანმიმდევრობის ცოდნა.

ბიოინფორმატიკის მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელი გახდა ციტრუსოვანთა გენომის მონაცემთა ბაზის შექმნაც [401], სადაც ხელმისაწვდომია ციტრუსოვანთა მრავალი სახეობის სრული გენომის თანმიმდევრობები. ამდენად, ციტრუსებში ბიოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენებამ, სრული გენომის თანმიმდევრობების გაშიფვრამ, მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა ციტრუსოვანთა მრავალი ახალი პერსპექტიული ჯიშების მიღების შესაძლებლობები [308, 372]. სასურველი ნიშან-თვისებების მაკონტროლებელი გენების საფუძვლიანი შესწავლით კი შესაძლებელია მათი მარკერებად გამოყენება [299]. მაგალითად, შესწავლილია Ruby გენი, რომელიც პასუხისმგებელია პიგმენტაციის კონტროლზე [287], CsLOB1 და CsWRKY22 გენები ასოცირდება ფორთოხალში ციტრუსის ბექტერიული კიბოსადმი (CBC) მგრძობელობასთან [383]. კვლევებით დადასტურებულია, რომ

ფორთოხლის, გრეიპფრუტის, ლიმონისა და მანდარინის სახეობებში CitRWP გენი აკონტროლებს უსქესო გამრავლებას [384].

ცნობილია, რომ მცენარეებში ენდოგენური გენების ჩასახშობად ხშირად იყენებენ ვირუსულ ვექტორებს, კერძოდ, ადგილი აქვს ვირუსებით სასურველი გენის ჩახშობას (VIGS) და უცხო გენების ექსპრესიას. მაგალითად, ციტრუსებში გამოიყენება ფოთლების ლაქიანობის ვირუსი (CLBV), აღნიშნული ვექტორი ციტრუსისგან ატარებს FT - გენს, რომელიც აინფიცირებს მხოლოდ ფლოემას [382]. საყურადღებოა ისიც, რომ დაავადება არ ვრცელდება მავნებლების მიერ და ვირუსული ვექტორი არ ინტეგრირდება მცენარის გენომში და შესაბამისად არ გადაეცემა ყვავილის მტვერით.

ციტრუსებში პათოგენების მიმართ მდგრადობა დაკავშირებულია NPBT-ტექნოლოგიებთან. კვლევების უმეტესობა ფოკუსირებულია სპეციფიკური გენების იდენტიფიკაციაზე, რომელთა რედაქტირებაც არის შესაძლებელი. საყურადღებოა, აგრეთვე, მგრძობიარე გენების იდენტიფიკაცია, რომელთა რედაქტირებაც საშუალებას იძლევა, შენარჩუნდეს მცენარის მნიშვნელოვანი ნიშანთვისებები [363].

კვლევებით დადასტურებულია, რომ FT გენის მატარებელი CLBV ვექტორი მცენარეებში იწვევს ბიოლოგიური სიმწიფის ფაზაში ადრე შესვლას (დაინფიცირების შემდგომი 4 თვის განმავლობაში მინიმუმ 5 წლით), რაც დამოკიდებულია გენოტიპზე და კლიმატურ პირობებზე. აღნიშნული ვექტორი წარმოადგენს მნიშვნელოვან ბიოტექნოლოგიურ ინსტრუმენტს, რომელსაც უდიდესი პრაქტიკული გამოყენება აქვს სხვადასხვა მიმართულებით, მათ შორის გენეტიკური კვლევების დასაჩქარებლად [363].

ციტრუსოვან კულტურებში თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენებასა და მიღწეულ შედეგებზე დაყრდნობით, გენური ინჟინერიის განვითარების ისტორია შესაძლებელია, დაიყოს სამ ეტაპად.

პირველი ეტაპი (1989–1999წწ) მოიცავს ტრანსფორმაციული პროტოკოლების განვითარების პერიოდს, კერძოდ, პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის (პჯრ) დანერგვას. გენეტიკური ტრანსფორმაციის პროტოკოლების შემუშავება კვლევის მნიშვნელოვანი სფეროა. ციტრუსის გენეტიკური ტრანსფორმაციისთვის შემუშავდა რამდენიმე პროტოკოლი. გენურ ინჟინერიაში ნუკლეინის მჟავას სპეციფიკური მონაკვეთის მილიონობით ასლის მისაღებად გამოყენებულ იქნა პჯრ (PCR) მეთოდი. აღნიშნულ პერიოდში დაიწყო ციტრუსოვანთა გენეტიკურად მოდიფიცირებული მცენარეების გამოსაყვანად პროტოპლასტის გამოყენების პირველი მცდელობა [326, 358]. პოლიეთილენგლიკოლი (PEG)-ის გამოყენებით პირდაპირი დნმ-ას გადატანის მეთოდით პირველად წარმატებულად გამოიყენეს ტრანსგენური ციტრუსი. გარდა ამისა, ციტრუსოვნებში აგრობაქტერიუმის (*Agrobacterium*) გამოყენებით დაინერგა ტრანსფორმაციის მეთოდი [331]. არაპირდაპირი გენის გადატანის მეთოდების გარდა, ასევე, წარმატებით იქნა გამოყენებული გენის პირდაპირი გადატანის - ელექტროფორაციის მეთოდი. ამ დროს უჯრედებისა და ვექტორული დნმ-ას ნარევის ხანმოკლე პერიოდით ათავსებენ მაღალ-ელექტრული ძაბვის ზემოქმედების ქვეშ, რომლის შედეგადაც მასპინძელი უჯრედის (მცენარეული პროტოპლასტის) მემბრანა ხდება განლევადი. ეს კი უცხო დნმ-ის შესაძლებლობას აძლევს, შეაღწიოს უჯრედში, რის შედეგადაც ადგილი აქვს ახალი დნმ-ის ჩართვასა და სასურველი გენის ექსპრესიას.

ციტრუსოვანთა სელექციაში წარმატებით იქნა გამოყენებული მიკრონაწილაკებით ბომბარდირების ანუ ბიოლისტიკის მეთოდი (დნმ-ის შეყვანის მეთოდი). ოქროს ან ვოლფრამის სფერული ნაწილაკებით ბომბარდირებით შესაძლებელია დნმ-ის მოხვედრა სასურველ უჯრედში და მისი ინტეგრირება მცენარეულ დნმ-ში [395]. ციტრუსოვანთა სელექციაში ეფექტურია ელექტროფორაციის მეთოდი.

მეორე ეტაპი (2000-2013წწ) მოიცავს გენეტიკურ ტრანსფორმაციას, როცა აქტიურად დაიწყო სტრესისადმი გამძლე ციტრუსოვანთა ჯიშების მიღება. სადაც აგრობაქტერიუმი (*Agrobacterium*) გადაიქცა მნიშვნელოვან ინსტრუმენტად გენის გადასატანად. გენეტიკური ტრანსფორმაციის მაღალი სიზუსტით განხორციელებისთვის გამოიყენეს სხვადასხვა ტიპის ციტრუსის ექსპლანტი [309, 332]. ამ პერიოდში ასევე წარმატებით იქნა გამოყენებული რნმ ინტერფერენციის მეთოდი. ციტრუსის ტრისტეფას ვირუსის გამოყენებით შესაძლებელი გახდა ინფიცირებულ უჯრედში სასურველი გენების ექსპრესიის ჩახშობა. ციტრუსოვანთა სელექციაში გენეტიკური ტრანსფორმაციისა და სომატური ჰიბრიდიზაციის კვლევები წარმატებით გამოიყენება მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში [302]. NGS ტექნოლოგიის განვითარებამ შესაძლებელი გახადა ციტრუსების მონაცემთა ბაზის (CitGVD) შექმნა, რომელიც წარმოადგენს ციტრუსოვანთა გენომის ვარიაციების მონაცემთა ბაზას, სადაც ხელმისაწვდომია ციტრუსის გენეტიკურ ვარიაციებთან დაკავშირებული ინფორმაციები. მისი გამოყენებით შესაძლებელია მოლეკულურ მარკერებთან დაკავშირებით დეტალური ინფორმაციის მიღება, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ციტრუსებში მოლეკულური და გენომური სელექციის სტრატეგიის შემუშავებისთვის [315, 345, 393]. ციტრუსებში ფართოდაა გავრცელებული ნუკლეოტიდური პოლი-

მორფიზმები, ინსერცია/დელეციები [297]. სწორედ გენომური ვარიაციების მონაცემთა ბაზა (CitGVD) მოიცავს ერთნუკლეოტიდურ პოლიმორფიზმს (SNPs) და ინვერცია/დელეციებს (INDELs) [402, 403]. გენეტიკური ვარიაციები წარმოადგენენ მნიშვნელოვან მოლეკულურ მარკერებს, იძლევიან მნიშვნელოვან ინფორმაციას ციტრუსების ფენოტიპური და გენოტიპური ვარიაციების შესახებ, ამდენად, SNPs/INDELs-თან დაკავშირებული ინფორმაციის სწრაფი მოძიების პლატფორმის გამოყენებით შესაძლებელია ციტრუსებში გენომური ვარიაციების, გენოტიპებსა და ფენოტიპებთან დაკავშირებული დეტალური ინფორმაციის მიღება [337].

ამრიგად, გენომური ტექნოლოგიები წარმოადგენენ მნიშვნელოვან ინტრუმენტს სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო და მათ შორის ციტრუსოვანთა ახალი გაუმჯობესებული ჯიშების მიღების საქმეში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მავნებელ-დაავადებების და გარემო პირობებისადმი მდგრადი ჯიშების მისაღებად. თუმცა საყურადღებოა ტრანსგენული მცენარეების უარყოფითი გავლენის შედეგები გარემოზე და მათ შორის ადამიანის ჯანმრთელობაზე. რაც შეეხება CRISPR/Cas ტექნოლოგიების მას აქვს არატრანსგენური მცენარეების წარმოქმნის დიდი პოტენციალი, ამიტომაც იგი წარმოადგენს პერსპექტიულ მიმართულებას.

## თავი 2. კვლევის ობიექტი და მეთოდები

### 2.1. კვლევის ობიექტის დახასიათება

საკვლევ ობიექტად აღებული იყო საქართველოში ფართოდ გავრცელებული მანდარინი ფართოფოთლოვანი უნშიუ – **Citrus reticulata Blanco „Unshiu“** (სინონიმია-**Citrus reticulata Blanco**). ჯიში გამორჩეულია საქართველოში 1929 წელს მანდარინ უნშიუს ნარგავებიდან კვირტული მუტაციის გზით. მცენარე საშუალოდ მზარდია (3-4მ), გაშლილი, საშუალოდ შეფოთლილი აღმამზარდი ვარჯით. ვარჯის დიამეტრი – 4,0-4,5მ, დატოტვას იწყებს ნიადაგის ზედაპირიდან 50 სმ-ის სიმაღლეზე, უეკლოა, ახალგაზრდა ყლორტები მუქი-მწვანე ფერის.

ფოთოლი საშუალო ზომის, კიდემთლიანი, ფართო (12-15X4,5-5,5სმ), კვერცხისებრ-ოვალური, ფოთლის ფირფიტა გლუვზედაპირიანი, ფუძესთან სოლივით შევიწროებული, მახვილწვერიანი და წვეროსთან გაყოფილი, ყუნწი – 1,5-2,1სმ, მცირე ზომის ფრთით.

ყვავილი მსხვილი, თეთრი ფერის, გვირგვინის ფურცლები ლანცეტისებური, ერთეულად ან წყვილად განლაგებული, უხვად მოყვავილე. ნასკვი ნახევრად შეზრდილი ფოთოლაკებისაგან შემდგარი, მტვრიანა მრავალი, მაგრამ წვრილი და ორი სამი ერთად შეზრდილი. მტვერი სტერილური, დინგი მომრგვალებული, ბრტყელზედაპირიანი.

ნაყოფი მრგვალი, ბრტყელი, ოვალური ან მსხლისებური, დიამეტრი – 5,5სმ-დან 8,3სმ-მდე, სიმაღლე – 4,9სმ-დან 6,2სმ-მდე. კანი მოყვითალო ნარინჯისფერი, ზედაპირი უსწორმასწორო, სუსტად ხორკლიანი, ნაყოფის უმეტესობას წვერო ჩაღრმავებული აქვს. კანი ადვილად სცილდება რბილობს, შეიცავს ღრმად

ჩამჯდარ დიდი რაოდენობით ეთერზეთის ჯირკვლებს. სეგმენტი – 8-12, ზოგჯერ – 14, თითქმის თანაბარი ზომის, ადვილად სცილდება ერთმანეთს. ლეზნები დაფარულია თხელი აკვით. საწყენე პარკები – მოგრძო, თითისტარისებური, უხვწყნიანი, წვენი – ღია მოყვითალო ფერის, სასიამოვნო მომჟავო-მოტკბო გემოსი. მჟავიანობა და შაქრიანობა ჰარმონიულადაა შეზავებული. შაქრების შემცველობა ეკოლოგიურ ზონისგან დამოკიდებულებით იცვლება - 6-დან 10%-მდე, მჟავიანობა - 0,6 -1,5%- მდე, C ვიტამინი-30-38მგ%-მდე. ნორმალურ პირობებში ნაყოფის მომწიფება იწყება ოქტომბრის დასასრულს და გრძელდება ნოემბრის ბოლომდე. ნაყოფის შენახვა შეიძლება აპრილის ბოლომდე. ჯიში უხვმსხმოიარეა, მოსავლიანობისა და ნაყოფის ხარისხის მიხედვით ჯიში საუკეთესოდ ითვლებოდა საქართველოში გავრცელებულ სხვა ჯიშებს შორის, თუმცა მანდარინის საადრეო ჯიშების ფართო მასშტაბით დანერგვის გამო დღეისთვის მდგომარეობა საკმაოდ შეიცვალა. დარაიონებულია 1961 წელს [2, 91, 139].

ნაშრომში, ძირითადად, გამოყენებულია მანდარინ ფართო-ფოთლიანი უნშიუს თესლის მუტაგენით დამუშავების შედეგად მიღებული ნათესარები (მუტანტები). კვლევის პერიოდში ნათესარებში მუტაგენის გავლენის, მუტაციების წარმოქმნის სიხშირისა და ცვალებადობის სპექტრის შესწავლის მიზნით ნათესარების (მუტანტები) მონაცემებს ვადარებდით 2 საკონტროლო ვარიანტის მონაცემებს:

**I საკონტროლო ვარიანტს** წარმოადგენდა მანდარინ ფართო-ფოთლიანი უნშიუს ნათესარი, რომელიც მიღებული იყო მანდარინ უნშიუს თესლის გამოხდილ წყალზე დამუშავების შედეგად.

**II საკონტროლო ვარიანტს** წარმოადგენდა მანდარინ უნშიუს თესლის მუტაგენ ნიტროზოეთილშარდოვანას 0,2%-იანი ხსნა-

რით დამუშავებული თესლიდან მიღებული მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე მუტანტური ნათესარის-№1624 -ის ვეგეტატიური თაობა.

## 2.2. კვლევის მეთოდები

ექსპერიმენტის ჩასატარებლად ნაყოფი იკრიფებოდა სრული სიმწიფის პერიოდში და ინახებოდა საწყობში. ნაყოფიდან თესლის გამოირჩეოდა უშუალოდ თესვის წინ. გამორჩეული თესლი 3 დღის განმავლობაში შრებოდა ჰაერზე. გამომშრალ თესლს დოლბანდის ტომსიკებით ვათავსებდით მუტაგენის ხსნარში, რომლის მოცულობა 15-ჯერ აღემატებოდა თესლების მოცულობას. ჭურჭელს ჰერმეტიულად ვაფარებდით სახურავს და ვაყოვნებდით 24 საათის განმავლობაში. მუტაგენებით ზემოქმედების დამთავრებისთანავე თესლი ირეცხებოდა გამდინარე წყალში 2-3 საათის განმავლობაში, ხოლო შემდგომ ითესებოდა სპეციალურ სათეს ყუთებში. მუტაგენით დამუშავებული თესლის ნაწილი ინახებოდა ლაბორატორიული კვლევებისთვის. საკონტროლო ვარიანტის თესლს ვაყოვნებდით გამოხდილ წყალში, დამუშავებიდან 10 საათის განმავლობაში თესლს ვაშრობდით ოთახის ტემპერატურაზე და ვთესავდით ყუთებში, ახალგაზრდა ნათესარები სავეგეტაციო პერიოდის გავლის შემდეგ გადავქონდა ღია გრუნტში [192].

კვლევაში მუტაგენის ზემოქმედება ხორციელდებოდა, ძირითადად, მანდარინ უნშიუს თესლსა და კალამზე, თესლი მიღებული იყო თავისუფალი დამტვერვის შედეგად. მანდარინის დიდი რაოდენობით თესლის მისაღებად დამტვერვა ხორციელ-

დებოდა სხვადასხვა დამამტვერიანებლის გამოყენებით ჰიბრიდიზაციის გზით [77, 93, 216].

მუტაგენების მანდარინის თესლზე ზემოქმედების ეფექტის შესწავლისა და ცდის სპეციფიკის გათვალისწინებით გამოყენებული იყო გამობდილ წყალზე დამზადებული სხვადასხვა კონცენტრაციის (0,2%; 0,1%; 0,08%; 0,06%; 0,05%) მუტაგენის ხსნარი, 24-საათიანი ექსპოზიციით. მანდარინის კვირტზე მუტაგენების ზემოქმედების ეფექტის შესწავლისთვის კი გამოყენებული იყო 24, 30 და 36-საათიანი ექსპოზიციები.

ციტრუსოვანთა საცდელი ნაკვეთი გაშენებული იყო ზღვისკენ მიქცეულ ფერდობზე (ჩრდილო-აღმოსავლეთის და სამხრეთ-დასავლეთის ექსპოზიციით) ზღვის დონიდან 50-60 მ სიმაღლეზე. ფერდობის დახრილობა შეადგენდა 4-7<sup>0</sup>-ს. ნიადაგი ყვითელმიწა, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობით, სტრუქტურული აგებულება და წყალგამტარობა ხელსაყრელი იყო ციტრუსოვანი კულტურების ნორმალური ზრდა-განვითარებისთვის. 0-15სმ ნიადაგის ფენის შედგენილობა იყო: ჰუმუსი-2,58%, აზოტი-0,18%, PH<sub>KCl</sub>-3,3, გაცვლითი მჟავიანობა-6,6 მგრ ეკვივალენტი, ჰიდროლიზური მჟავიანობა - 8,54მგრ ეკვივალენტი/100გრ, ჰიდროლიზირებული აზოტი - 17,69 მგრ, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- 33,74 მგრ, K<sub>2</sub>O - 32,87 მგრ, CaO - 77,0 მგრ, MgO - 18,3 მგრ /100 გრ-ში.

ნაკვეთზე მიწის დამუშავება და საკვლევ მცენარეთა მოვლის პროცესი მიმდინარეობდა აგროწესების სრული დაცვით.

კვლევის სპეციფიკიდან გამომდინარე, მცენარის მორფოლოგიური ცვალებადობის შესწავლისას ყურადღება ექცეოდა შემდეგ ნიშნებს: მცენარის ზომა (სიმაღლე, ვარჯის დიამეტრი), საერთო მდგომარეობა (ჰაბიტუსი), ყლორტების რაოდენობა, ზომა, ეკლიანობა. ფოთლის ზომა (სიგრძე, სიგანე, ფართი), ფორმა,

ყუნწის სიგრძე, სისქე, ფრთიანობა. ყვავილის რაოდენობა, ნაყოფის ზომა, ფორმა და ფერი.

მცენარის სიმაღლე, ვარჯის დიამეტრი, შტამბის სისქე, ყლორტის სიგრძე, ფოთლის სიგრძე/სიგანე, ყუნწის სიგრძე ისწავლებოდა ბიომეტრიული გაზომვებით [92, 260].

ნამყენი მცენარის სიმაღლე ისაზღვრებოდა ნამყენის ადგილიდან კენწერული ყლორტის ბოლომდე, ხოლო ნათესარის სიმაღლე ნიადაგის ზედაპირიდან ყლორტის ბოლომდე. ვარჯის დიამეტრი იზომებოდა რიგის მიმართულებით და მის პერპენდიკულარულად. მცენარის ვარჯის მოცულობა იანგარიშებოდა ფორმულით  $PR^2H$ , სადაც: P-არის მუდმივი სიდიდე და უდრის 3,14;  $R^2$ -არის რადიუსის კვადრატით; H-არის მცენარის სიმაღლე;

მცენარის შტამბის დიამეტრი იზომებოდა შტანგერფარგალით მცნობის ადგილიდან 5 სმ-ით ზევით, ხოლო ნათესარისა – ფესვის ყელს ზემოთ.

ფოთლის ფართი ითვლებოდა ფორმულით  $B=DSK$ , სადაც D- სიგრძეა, S- სიგანე, K- კოეფიციენტი 0,67 [45].

მორფოლოგიური ნიშნების პარარელულად დიდი ყურადღება ექცეოდა ბიოლოგიურ ნიშნებს (ყლორტწარმოქმნის უნარი, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა, ზრდის დასაწყისი/დასასრული, ყვავილობის დასაწყისი და დასასრული, ნაყოფების სიმწიფის დასაწყისი და მასიური სიმწიფე. ფენოლოგიური დაკვირვება მიმდინარეობდა ჩაის, სუბტროპიკულ და კაკლოვან კულტურათა ჯიშთაგამოცდის სახელმწიფო მეთოდის მიხედვით [96].

ფენოლოგიური დაკვირვება ტარდებოდა, ამინდის მიუხედავად, ყოველ ხუთ დღეში ერთხელ, მცენარეში წვეწარის მოძრაობის დაწყებიდან ნაყოფის მოკრეფამდე. მთელი წლის განმავლობაში დაკვირვება მიმდინარეობდა ერთი და იგივე მარშრუტით.

ვეგეტაციის დასაწყისად ითვლება პერიოდი, როდესაც ზრდის კვირტიდან განვითარებული ყლორტი უკვე შესამჩნევი იყო, ხოლო დასასრული, როცა კენწერული ყლორტი წყვეტდა ზრდას. ყვავილობის დასაწყისად ითვლებოდა პირველი ყვავილის გაშლის პერიოდი.

ნაყოფის მომწიფების ხარისხი შეისწავლებოდა ნაყოფის კანის შეფერილობის აღრიცხვით. მონაცემების სრული შეფასებისთვის ვიყენებდით სიმწიფის ხუთბალიან შკალას:

1) ნაყოფები მუქი მწვანეა;

2) ნაყოფები ღია მწვანეა;

3) ნაყოფების უმრავლესობა (2/3) ყვითელია უმნიშვნელო სიმწვანით;

4) ნაყოფების უმრავლესობა (2/3) ნარინჯისფერ ყვითელია,

5) ნაყოფების უმრავლესობა (2/3) ჯიშისთვის დამახასიათებელი ნარინჯისფერი შეფერვისაა.

იმ შემთხვევაში, თუ ორ შესაფასებელ კრიტერიუმს შორის ბალური შეფასება შუალედური იყო, მაშინ ძირითად ბალს ვამატებთ 0,5-ს. ნაყოფის მომწიფებაზე დაკვირვება იწყებოდა აგვისტოს ბოლოდან და გრძელდებოდა დეკემბრის ბოლომდე (საგვიანო მუტანტებში).

მცენარეთა ცინვაგამძლეობა ისწავლებოდა როგორც მინდვრის პირობებში, ასევე ხელოვნური კლიმატის ლაბორატორიაში გადაჭრილი ტოტების პირდაპირი გაყინვის მეთოდით [68, 69]. მინდვრის პირობებში ცინვაგამძლეობა ფასდებოდა ვიზუალურად. ცინვებისგან დაზიანების აღრიცხვა ტარდებოდა წელიწადში ორჯერ. პირველად ცინვიანი პერიოდის გავლის შემდეგ, მეორედ – ივნისის თვის ბოლოს ან ივლისის თვის დასაწყისში, როდესაც ცინვებისგან დაზიანება მთლიანად ვლინდება.

მცენარის დაზიანების ხარისხი ფასდებოდა 5-ბალიანი სისტემით:

0 - დაზიანება არ არის;

1 - დაზიანებულია ფოთლების 50% და გაუხეშებულია ყლორტების წვეროები;

2 - დაზიანებულია ყლორტის წვეროები და ფოთლები;

3 - დაზიანებულია ფოთლები და ტოტები;

4 - დაზიანებულია ფოთლები, ძირითადი ტოტები და ღეროს ნაწილი;

5 - მცენარე დაზიანებულია მთლიანად, ფესვის ყელამდე.

თუ ორ შესაფასებელ კრიტერიუმს შორის ბალური შეფასება შუალედური იყო, მაშინ ძირითად ბალს ვამატებთ 0,5-ს.

მცენარის მოსავლიანობა ფასდებოდა ნაყოფის რაოდენობის დათვლით და აწონვით, ხოლო მისი ხარისხი – ნაყოფის ორგანო-ლექტიკური მახასიათებლების მიხედვით.

ნაყოფის ზომა (სიმაღლე, დიამეტრი, მასა, მოცულობა), ფორმა, ფუძისა და წვეროს მახასიათებლები, ნაყოფების ზედაპირის ფორმა, რბილობის და კანის შეფერილობა, კანის სისქე, კანში ეთერზეთოვანი ჯირკვლების ფენის სისქე ( $1\text{სმ}^2$ ) შეისწავლებოდა აწონვითა და გაზომვით.

ნაყოფის ბიოქიმიური შედგენილობის და ტექნიკური მაჩვენებლების შესწავლის სამუშაოები შესრულებულია ჩაის, სუბტროპიკულ კულტურათა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ბიოქიმიის განყოფილებაში. შაქრები ისაზღვრებოდა - ბერტრანის, ვიტამინები – მურის, საერთო მჟავიანობა – გატიტვრის მეთოდით (ლიმონმჟავასთან მიმართებაში). ნაყოფის საგემოვნო თვისებებისა და ორგანოლექტიკური მახასიათებლები შეისწავლებოდა დეგუსტაციის გზით ჩაის, სუბტროპიკულ და კაკლოვან კულტურათა ჯიშთგამოცდის სახე-

ლმწიფო მეთოდის 100-ბალიანი სისტემით (ნაყოფის ცალკეული ნიშნისა და თვისებების შეფასების ჯამი).

შენახვის შემდეგ ნაყოფში რაოდენობრივი და ბიოქიმიური მაჩვენებლების ცვალებადობის შესწავლის მიზნით ნაყოფი ინახებოდა სპეციალურ საწყობებში, სადაც საშუალო ტემპერატურა არ აღემატებოდა 6-7°C, ხოლო შეფარდებითი ტენიანობა 80-85%-ს.

ინახებოდა 1 დეკემბრიდან 30 მარტის ჩათვლით. ტექნიკური და ბიოქიმიური ანალიზი ტარდებოდა ნაყოფის შენახვამდე და შენახვის შემდეგ. ნაყოფი იკრიფებოდა სრული სიმწიფის პერიოდში. კვლევა ტარდებოდა 3 წლის განმავლობაში.

მუტაგენით დამუშავებისთვის კალმები იჭრებოდა დედამცენარიდან, ივლის-აგვისტოს თვეში – მიმდინარე წლის ზრდასრული (მომწიფებული) ნაზარდებიდან. თითოეულ კალამს ჰქონდა 6 კვირტი (კალმები იყო ერთგვაროვანი) თითოეულ ვარიანტში იყო 11-21 ცალი კალამი. მუტაგენებით დამუშავებისას ხსნარში კალმები თავსდებოდა გადაჭრილი ნაწილით პირველ კვირტამდე. სულ მუტაგენით მუშავდებოდა 9 ვარიანტი. იგივე რაოდენობით საკონტროლო ვარიანტს ვამუშავებდით გამოხდილ წყალში.

მუტაგენით დამუშავებული კალამი ირეცხებოდა გამდინარე წყალში და იმყნობოდა ტრიფოლიატის საძირეზე. კვირტზე მუტაგენის ზემოქმედების შესწავლის მიზნით, მყნობის პერიოდში ვითვალისწინებდით მათ რიგითობას (მდებარეობას) კალამზე. აითვლებოდა ქვემოდან ზემოთ (ხსნარში არსებული ითვლებოდა პირველ კვირტად) მუტაგენის ზემოქმედების ეფექტის შესწავლის მიზნით კვლევა ხორციელდებოდა შემოდგომაზე (ერთწლიან ნამყენებზე სანერგეში, ხოლო ორწლიანზე ნაკვეთში).

კვირტზე მუტაგენის ზემოქმედების ეფექტის და მუტაციათა სიხშირისა და სპექტრის გამოვლენის მიზნით ისწავლებოდა კვირტების გაღვივებისა და ყლორტწარმოქმნის უნარი (მათი კალამზე განლაგების მიხედვით), ფოთლის ფირფიტის ფორმა, ფოთლის კიდე, დამარღვა, ყუნწის ფრთიანობა, ფოთლის ფირფიტის ყუნწთან შეზრდა, მცენარის (ოკულანტის) სიმაღლე და სხვა მახასიათებლები.

კვლევის სპეციფიკიდან გამომდინარე, ექსპერიმენტული მონაცემების მათემატიკურ სტატისტიკური დამუშავება შესრულებულია სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით. ბიომეტრიული გაზომვები და სხვა მონაცემების ცდომილება განისაზღვრა დისპერსიული ანალიზის მეთოდით [178]. ნათესარების სიცოცხლისუნარიანობის (გადარჩენის) ცდომილებას და ცვალებად მცენარეთა სიხშირეს ვითვლიდით ალტერნატიული განაწილების ფორმულით [260]. საშუალო სიდიდეებს შორის სხვაობათა სარწმუნოობა ფასდებოდა სტუდენტის კრიტერიუმის მიხედვით [161].

### 2.3. კვლევაში გამოყენებული ციტრუსოვანთა ბოგიერთი ჯიშის (დამამტვერიანებელი) დახასიათება

ცნობილია, რომ მანდარინ უნშიუს ნაყოფის გამონასკვა მიმდინარეობს დამტვერვის გარეშე (პართენოკარპულად) და ჩვეულებრივ პირობებში არ იძლევა ცხოველუნარიან მტვერს. თუმცა მოიპოვება ცნობები, იმის შესახებ, რომ მანდარინ უნშიუს ყვავილებში წარმოიქმნება მცირე რაოდენობის ცხოველუნარიანი მტვერი.

ტ. ტანაკას მონაცემებით, იაპონიაში მანდარინ უნში-უს ძირითადი ჯიშები ხასიათდება მტვრის წარმოქმნით, რომლის ცხოველმყოფლობა შეადგენს 0,6%-ს [376].

კ. კლიმენკოს და ვ. კლიმენკოს მონაცემებით [212], მანდარინ უნშიუს ჩვეულებრივი ყვავილობისას აღებული მტვერი არასიცოცხლისუნარიანია, ხოლო მეორე ყვავილობისას (ივლისი) აღებული მტვერის 1% სიცოცხლისუნარიანია. გარდა ამისა, სოხუმის მემცენარეობის საერთაშორისო ინსტიტუტის ტერიტორიაზე აღმოჩენილი იყო სიცოცხლისუნარიანი მტვრის დიდი რაოდენობით შემცველი მანდარინ უნშიუს მცენარეები [278].

ა. თათარიშვილის მონაცემებით 20%-იან საქაროზას ხსანარში გაღვიდა მანდარინ უნშიუს 0,7% მტვერი. ნ. ჯინჭარაძის [136, 187] მონაცემებით კი, რამდენჯერმე დაფიქსირდა მტვრის 1,7-13,1%-ის გაღვივებაც [249].

ფ. ზორინი აღნიშნავს, რომ ხელოვნური დამტვერვისას, მანდარინ უნშიუს ნაყოფებში თესლების რაოდენობა ორჯერ იზრდება [46, 190].

ე. თოფურბე [252, 253] და ნ. მაისურაძე [216] აღნიშნავენ, რომ სამეურნეო თვალსაზრისით ციტრუსოვანთა პერსპექტიული ფორმების მიღებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა

მიექცეს მანდარინის ჰიბრიდიზაციაში ფორთოხლისა და პომპელმუსის გამოყენებას.

ნ. მაისურაძე თვლის, რომ მანდარინ უნშიუს კომბინაციური შესაძლებლობიდან გამომდინარე პომპელმუსებს და გრეიპფრუტებს შორის განსაკუთრებული მაღალი ყინვაგამძლეობით ხასიათდება მანდარინსა და პომპელმუსის ჰიბრიდები. მანდარინ უნშიუს და პომპელმუსის ჰიბრიდთა უმეტესობა, მანდარინ უნშიუს მსგავსად, არანაკლებ ამტანია დაბალი ტემპერატურის მიმართ [220].

ამრიგად, ლიტერატურული მასალებიდან [213] იკვთება, რომ მანდარინ უნშიუ ყველა შეჯვარებაში გამოყენებული იყო, როგორც მდედრობითი კომპონენტი. ამასთან ერთად დამტკიცებულია, რომ მანდარინ უნშიუ, რომელიც მიღებულია ციტრუსოვანთა სხვადასხვა მტვრით დამტვერვისას, ნაყოფში იშვიათად, მაგრამ მაინც ივითარებს თესლს, რომლებიც დასაბამს აძლევენ ჰიბრიდებს და მრავალრიცხოვან ნუცელარულ ნათესარებს. ვინაიდან მანდარინ უნშიუს ნაყოფი ინასკვება პართენოკარპულად, ნაყოფში თესლი ძალიან იშვიათად წარმოიქმნება. სელექციური საქმიანობისთვის კი აუცილებელია სიცოცხლისუნარიანი თესლის დიდი რაოდენობით მიღება. გამომდინარე აქედან, კვლევისთვის დიდი რაოდენობით თესლის მიღების მიზნით დამამტვერიანებლად გამოყენებული იყო ბიოლოგი-ურად განსხვავებული ციტრუსის გვარის ოთხი სახეობა:

**იჩანგენზისი (*Citrus ichangensis* Swingle);**

**ფორთოხალი პერვენეცი (*Citrus sinensis*(L) Osch „Pervenec);**

**სფეროსებური პომპელმუსი (*Citrus maxima* (Burm) Merr);**

**მანდარინი შივა მიკანი (*Citrus leiokarpa* Tan. procox. Lour).**

**იჩანგენზისი (*Citrus ichangensis* Swingle) - ციტრუსის გვარში შემავალ სახეობებს შორის, ყველაზე ძველი და ნაკლებად გავრ-**

ცელებული სახეობაა. იგი წარმოადგენს ჩინეთის ენდემურ სახეობას. წარმოშობის ადგილია აღმოსავლეთი აზია (ჩინეთი-ჰუბეის პროვინცია), ძირითადად გავრცელებულია ჩინეთის ცენტრალურ და სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში. იგი 2მ-მდე სიმაღლის, ხშირად დატოტვილი სფეროსებრი ვარჯის მქონე ეკლიანი ხეა. ეკალი – მახვილი, დიამეტრი – 3-5მმ. ფოთოლი – ვიწრო, კვერცხისებრი ფორმის, ფართო ფრთიანი, ფოთლის ნახევარი თითქმის ფრთაზე მოდის. ფოთლის კიდე დაკბილულია, ყუნწი – მომრგვალო ფორმის, მოკლე (0,2-0,3სმ), მწვანე ფერის, ტყავისებური, პრიალა ზედაპირით. ყვავილი თეთრი, ანტოციანური შეფერილობის, ჯამის ფოთოლაკი – 5, გვირგვინის ფურცელი – 5, მტვრიანა – 14-21 ცალი. ნაყოფი საშუალო ზომის, მოგრძო-ოვალური ფორმის, სიმაღლე – 41-46მმ, დიამეტრი – 38-46მმ, საშუალო მასა – 20,5-36,5გრ, არასასიამოვნო სუნით, რბილობის გარეშე, შიგთავსი ამოვსებულია თეთრი მასით, საჭმელად უვარგისია. საწვენე პარკები ან არ აქვს ან ძალიან ცოტაა, თესლი – მრგვალი ფორმის, მსხვილი, ერთჩანასახიანი. ნაყოფი მწიფდება ოქტომბრის თვის ბოლოს. მცენარე მარადმწვანეა, თუმცა გასული წლის ფოთლების 30% ნოემბრის თვეში სცვივა. ერთ-ერთი ყინვაგამძლე საძირეა ტრიფოლიატის შემდეგ, კარგად ეგუება ჭარბტენიან ადგილებს, ამიტომაც ფართოდ იყენებენ ამერიკისა და ევროპის ცივ და ტენიან ადგილებში. ვეგეტაციის პერიოდში ხასიათდება ზრდის ორი ტალღით. იჩანგენზისი ბიომორფოლოგიური ნიშნებით ძლიერ განსხვავდება საქართველოში კულტივირებული ციტრუსის გვარის სხვა სახეობებისგან [9].

**შივა მიკანი (*Citrus leiokarpa Tan. Var. procox. Lour*)** ჩინური წარმოშობისაა, ხასიათდება საშუალო სიმაღლის კომპაქტური ვარჯით. ახალგაზრდა ყლორტები – მწვანე ფერის. წვრილი, ფოთლის უბეში ახასიათებს მოკლე წვრილი ეკლები ან სრუ-

ლიად უეკლოა. ფოთოლი – პატარა ზომის, ელიფსური ფორმის, მოკლე ვიწროფრთიანი ყუნწით. ყვავილი – პატარა, თეთრი ფერის. ნაყოფი – მცირე ზომის, გაბრტყელებული, კანი – თხელი, მოყვითალო-ნარინჯისფერი, ეთერზეთოვანი ჯირკვლები ღრმად ჩაზრდილი, ახასიათებს სპეციფიკური სუნი. კანი ადვილად სცილდება რბილობს, სეგმენტები - ერთმანეთს. რბილობი უხვწვნიანია, არომატული, მომჟავო-მოტკბო გემოთი. თესლი წვრილი, მრავალჩანასახიანი. ნაყოფი განლაგებულია ტოტის მთელ სიგრძეზე, მწიფდება მანდარინ უნშიუსთან ერთად. მცენარის ყინვაგამძლეობა უნშიუსთან შედარებით 20°C-ით მეტია, მოსავლიანი და ადრემწიფადია. საინტერესოა სელექციური თვალსაზრისით, ნაკლებტრანსპორტაბელურია და ხასიათდება ცუდი შენახვისუნარიანობით [9].

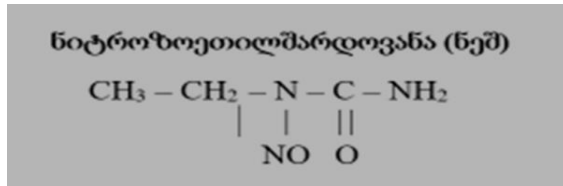
**პერვენეცი (*Citrus sinensis* (L) *Oscbek* „Pervenec“)** წარმოადგენს ადგილობრივი ფორთოხლის ნუცელარულ ნათესარს, მიღებულია სოხუმის სასელექციო საცდელ სადგურში ნ. რინდინისა და ვ. ესინოვსკაიას მიერ. ადგილობრივი ფორთოხლისა და მანდარინ შივა მიკანის ჰიბრიდიზაციის შედეგად მიღებული ნუცელარული თესლნერგია. 1950 წელს, გადაცემულია ჯიშთგამოცდაზე, ხოლო დარაიონებულია 1958 წელს როგორც შედარებით ყინვაგამძლე ჯიშში. მცენარე ძლიერ მზარდი და მცირე-ეკლიანია, ახასიათებს ოვალური ხშირფოთლიანი მჭიდროდ შეკრული ვარჯი. ფოთოლი დიდი ზომისაა, 11სმ სიგრძისა და 5,5სმ სიგანის, წაგრძელებული კვერცხისებური ფორმის. ყვავილი – 40-43მმ დიამეტრის. ნაყოფი – საშუალო ზომის, მომრგვალო ან სუსტად ოვალური ფორმის, წვერო – მომრგვალებული, მასა – 110-180გრ, დიამეტრი – 60-65მმ, კანი – საშუალო სისქის (6-7მმ), ღია ნარინჯისფერი, სუსტად ხორკლიანი, შედარებით ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი – ნარინჯისფერი,

ნაზი, წვნიანი, მომჟავი-მოტკბო გემოსი, სეგმენტი – 9-12, თესლი – 15-20 ცალი, მწიფდება ვაშინგტონ ნაველთან ერთად [9].

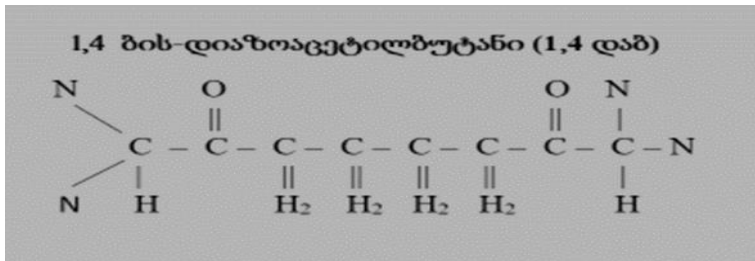
**სფეროსებური პომპელებუსი (*Citrus maxima* (Burm) Merr)**  
მცენარე მაღალმზარდია, კომპაქტური ვარჯით. ახალგაზრდა ყლორტები – ღიაწვანე შეფერილობის. ფოთოლი – დიდი ზომის, ელიფსური ფორმის, ყუნწი – მსხვილი დიდი ზომის ფრთებით. ახალგაზრდა ფოთლები და ყლორტები – დაშვებული. ყვავილი დიდი ზომის (ყველაზე დიდი ყვავილი ახასიათებს ციტრუსის გვარში შემავალ სახეობებს შორის), მტვრიანა მრავალი (20-22), მტვრის მარცვლები მსხვილი. ნაყოფი – დიდი ზომის, მრგვალი ან შებრტყელებულ-ოვალური, სეგმენტების რაოდენობა – 11-14 ცალი საწვენე პარკები – მსხვილი, ღია-ყვითელი ან ვარდისფერი შეფერილობის, მომჟავო-მოტკბო გემოთი, უმეტესწილად, დამახასიათებელი სიმწართა და სპეციფიური არომატით. თესლი – მრავალი, მსხვილი, გვერდებიდან შებრტყელებული, ზოგჯერ სოლისებური ფორმის, ერთჩანასახიანი. ნაყოფი მწიფდება დეკემბერ-იანვრის თვეში. მცენარე ნაკლებყინვაგამძლეა, ილუპება  $-7^{\circ}\text{C}$ -ზე. გავრცელებულია ჩინეთში, ტაილანდში, ვიეტნამსა და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში [9].

## 2.4. კვლევაში გამოყენებული ქიმიური მუტაგენები

მანდარინში მუტაგენური ზემოქმედების ეფექტისა და სელექციური მასალის მიღების მიზნით გამოყენებულ იქნა შემდეგი მუტაგენები (ქიმიური ნაერთები):



**ნიტროზოეთილშარდოვანა** წარმოადგენს კრემისფერი ფერის კრისტალურ ფხვნილს, კარგად იხსნება წყალში, სპირტში, ეთერში, ინახება დაბალ ტემპერატურაზე მაცივარში, ძლიერ შხამიანია, მოითხოვს დიდ სიფრთხილეს და სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმების დაცვას.



**1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუტანი** - კრისტალური, ღია ყვითელი ფერის ფხვნილი, კარგად იხსნება წყალში და ორგანულ გამხსნელებში, ძლიერ შხამიანია, მოითხოვს დიდ სიფრთხილეს, სანიტარიულ-ჰიგიენური ნორმების დაცვას.

### **თავი 3. მანდარინ უნშიუს ბიომორფოლოგიური სვალეაბაღობა სხვადასხვა დამამტვერიანებლის გემოქმედებისას**

#### **3.1. დამამტვერიანებლების გავლენა მანდარინ უნშიუს ნაყოფის გამონასკვაზე**

მანდარინ უნშიუს ნაყოფის გამონასკვაზე დამამტვერიანებლის გავლენის შესწავლის მიზნით, გამოყენებული იყო ციტრუსოვანთა სხვადასხვა სახეობის (იჩანგენზისი, ფორთოხალი პერვენეცი, სფეროსებური პომპელმუსი, მანდარინი შივა-მიკანი) ყვავილის მტვერი. საკონტროლოდ ვიყენებდით თავისუფალი დამტვერვის შედეგად მიღებულ ნაყოფებს. კვლევა ტარდებოდა 3 წლის განმავლობაში.

მანდარინ უნშიუს ყვავილის იჩანგენზისის მტვერით დამტვერვის შედეგად პირველ წელს გამოინასკვა ნაყოფის-10,1%, მე-2 წელს-11,8%, ხოლო მე-3 წელს გამოინასკვული ნაყოფების რაოდენობამ შეადგინა-45,3%. ე. ი. პირველ და მეორე წელს გამოინასკვული ნაყოფების რაოდენობა 4-4,5-ჯერ ნაკლები აღმოჩნდა ვიდრე მე-3 წელს (ცხრ. 2).

ფორთოხალ პერვენეცის მტვერით დამტვერვის შემთხვევაშიც მსგავსი შედეგები დაფიქსირდა, მე-3 წელს ნაყოფების გამოინასკვის პროცენტი უფრო მაღალი (22,1%) იყო, ვიდრე პირველ (8,8%) და მეორე წელს (19,2%).

როგორც ცხრილი 2-ის მონაცემებიდან ჩანს, სფეროსებური პომპელმუსისა და შივა მიკანის მტვერით დამტვერვის შემთხვევაშიც ანალოგიური მდგომარეობა დაფიქსირდა. სფეროსებური პომპელმუსით დამტვერვისას მე-3 წელს გამოინასკვა ყველაზე

მეტი რაოდენობის ნაყოფი (33%), ხოლო პირველ (18,1%) და მეორე წელს (10,7%) – მცირე რაოდენობა.

ცხრილი 2

დამამტვერიანებლის გავლენა მანდარინ უნშიუს  
ნაყოფის გამონასკვაზე

დამამტვერიანებელი	წლები	დამტვერილი ყვავილის რაოდენობა	გამონასკული ნაყოფის რაოდენობა	
			ცალი	%
ციტრუს იჩანგენზისი	I	119	12	10,1±2,8
	II	212	25	11,8±2,2
	III	212	96	45,3±3,4
	სულ	543	133	24,5±1,8
ფორთოხალი პერვენეცი	I	182	16	8,8±2,1
	II	463	89	19,2±1,8
	III	240	53	22,1±2,7
	სულ	885	158	17,8±1,3
სფეროსებური პომპელმუსი	I	166	30	18,1±2,8
	II	271	29	10,7±2,0
	III	237	84	32,9±3,0
	სულ	674	143	21,2±1,6
მანდარინი შივა მიკანი	I	174	17	9,8±2,3
	II	242	19	7,8±1,6
	III	218	51	23,4±3,0
	სულ	634	87	13,7±1,4
საკონტროლო (თავისუფალი დამტვერვა)	II	35	4	11,4±5,3
	III	54	8	15,1±4,8
	სულ	89	12	13,4±3,7

მსგავსი შედეგები იქნა მიღებული შივა მიკანის მტვრით დამტვერვის შემთხვევაშიც. მე-3 წელს გამოინასკვა ნაყოფების მაქსიმალური რაოდენობა (23,4%), ხოლო, პირველ (9,8%) და მეორე (7,8%) წელს კი შედარებით ნაკლები. მე-2 ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ მნიშვნელოვნად განსხვავებულია ციტრუსოვანთა სხვადასხვა სახეობის მტვრის გავლენა მანდარინ უნიუს ნაყოფის გამონასკვაზე. სამწლიანი კვლევის შედეგები ცხადყოფენ, რომ ყველაზე დიდი რაოდენობით (24,5%) ნაყოფი გამოინასკვა ციტრუს იჩანგენზისის მტვრით დამტვერვისას, მეორე ადგილზე ამ მიმართებით დგას პომპელმუსი (21,2%), მესამეზე კი – ფორთოხალი პერვენეცი (17,8%), ყველაზე მცირე რაოდენობის (13,7%) ნაყოფი გამოინასკვა მანდარინ შივა მიკანის მტვრით დამტვერვისას, დაახლოებით იგივე რაოდენობის (13,4%) ნაყოფი გამოინასკვა თავისუფალი დამტვერვის შემთხვევაშიც.

აღსანიშნავია ისიც, რომ კვლევის პირველი წელი გამოირჩეოდა არამდგრადი ამინდებით. ხანგრძლივი, ინტენსიური წვიმის გამო დამტვერვის ხანგრძლივობამ შეადგინა 15 დღე, 9 დღის განმავლობაში მოსულმა ატმოსფერული ნალექების რაოდენობამ შეადგინა 116მმ. საშუალო დღიური ტემპერატურა შეადგენდა  $+15,1^{\circ}\text{C}$ , ტენიანობა იყო 82%, რამაც დიდი გავლენა იქონია მანდარინ უნიუს გამონასკვის პროცენტზე. კვლევის მეორე წელს დამტვერვის პროცესს დასჭირდა 8 დღე, საშუალო დღიური ტემპერატურა ამ პერიოდისთვის  $+13,3^{\circ}\text{C}$  შეადგენდა, ტენიანობა იყო 78,8%, 3 დღის განმავლობაში მოსული ნალექის რაოდენობამ 3,3მმ შეადგინა. კვლევის მე-3 წელს დამტვერვის ხანგრძლივობა 7 დღემდე გაგრძელდა, ამ პერიოდისთვის საშუალო დღიური ტემპერატურა  $+17,7^{\circ}\text{C}$ , ხოლო ტენიანობა  $-76,6\%$  იყო. დამტვერვის პერიოდში (ორი დღის განმავლობაში) მოსული ნა-

ლექების რაოდენობამ შეადგინა 30,4მმ. აქედან გამომდინარე წლების მიხედვით გამონასკვის პერიოდში მეტეოროლოგიური ფაქტორები სამივე წელს განსხვავებული იყო და შესაბამისად, ნაყოფების გამონასკვის პროცენტული მაჩვენებლებიც ერთმანეთისგან მნიშვნელოვნად განსხვავებული იყო და საკმაოდ ფართო დიაპაზონში მერყეობდა.

ამრიგად, მანდარინ უნშიუს ნაყოფის გამონასკვაზე დიდ გავლენას ახდენს დამტვერვის პერიოდში მეტეოროლოგიური ფაქტორები. ვინაიდან სამი წლის განმავლობაში ყველაზე ოპტიმალური პირობები იყო კვლევის მე-3 წელს, შესაბამისად, გამონასკვის ყველაზე მაღალი პროცენტიც სწორედ ამ წელს დაფიქსირდა.

მანდარინის ნაყოფის გამონასკვის პროცენტის დეტალური შესწავლით (4 სახეობის ციტრუსის მაგალითზე) ცხადი გახდა, რომ პართენოკარპიის ხარისხი ხელოვნური დამტვერვის დროს დამოკიდებულია არა მხოლოდ დამამტვერიანებელზე, არამედ დამტვერვისა და გამონასკვის პერიოდში არსებულ მეტეოროლოგიურ პირობებზეც.

კვლევის შედეგებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია გაკეთდეს დასკვნა, რომ მანდარინის პლანტაციის გაშენებისას მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით პლანტაციაში დარგული უნდა იქნას მცენარე-დამამტვერიანებლები (ფორთოხლებისა და პომპელმუსების ფერტილური ჯიშები და სხვა სახეობები), რომელიც მნიშვნელოვნად ზრდის მანდარინ უნშიუს სასარგებლო გამონასკვას (მოსავლიანობას).

### 3.2. დამამტვერიანებლების გავლენა მანდარინ უნშიუს ნაყოფის თესლიანობასა და თესლის მასაზე

ციტრუსოვანთა სხვადასხვა სახეობის მტვრით (მანდარინი შივა მიკანი, ციტრუს იჩანგენზისი, ფორთოხალი პერვენეცი, სფეროსებური პომპელმუსი) მანდარინ უნშიუს ყვავილის დამტვერვის შედეგად მიღებული ნაყოფების ანალიზმა აჩვენა, რომ მანდარინის ყველა ნაყოფი თესლს არ შეიცავს, ამასთან, ნაყოფში თესლის გამონასკვის მიხედვით განსხვავება შეინიშნება წლების მიხედვითაც.

სამწლიანი კვლევის პერიოდში თესლიანი ნაყოფის გამონასკვისთვის ყველაზე ხელსაყრელი აღმოჩნდა კვლევის პირველი და მეორე წელი, ვინაიდან ციტრუსოვანთა ყველა სახეობის დამამტვერიანებლის შემთხვევაში თესლიანი ნაყოფის გამონასკვის მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა სწორედ ამ წლებში (ცხრ. 3).

აღსანიშნავია ისიც, რომ თესლიანი ნაყოფის გამონასკვის პროცენტი განსხვავებულია სხვადასხვა დამამტვერიანებლის შემთხვევაშიც. ყველაზე დიდი რაოდენობით თესლიანი ნაყოფი (77,6%) გამოინასკვა მანდარინ უნშიუს ყვავილის სფეროსებური პომპელმუსის მტვრით დამტვერვისას. მეორე ადგილზე აღმოჩნდა ციტრუს იჩანგენზისი (73,6%), მესამეზე - ფორთოხალი პერვენეცი (67,1%).

ყველაზე მცირე რაოდენობის (54%) თესლიანი ნაყოფი გამოინასკვა მანდარინ შივა მიკანის მტვრის გამოყენებისას. თესლის მორფოლოგიური ანალიზის დროს აღმოჩნდა, რომ შივა მიკანის მტვრით დამტვერვის შემთხვევაში მანდარინ უნშიუს ნაყოფში ჯანსაღ თესლთან ერთად საკმაო რაოდენობით იყო ფუყე, განუვითარებელი და წვრილი თესლი.

დამამტვერიანებლების გავლენა მანდარინ უნშიუს  
ნაყოფის თესლიანობაზე

დამამტვერიანებელი	წლები	ნაყოფის რაოდენობა (ცალი)	თესლიანი ნაყოფი		თესლის რაოდენობა	მათ შორის აღმოცენების უნარის მქონე	
			ცალი	%		ცალი	%
ციტრუს იჩანგეზისი	I	12	6	50,0	6	2	33,3±4,3
	II	25	16	64,0	43	19	44,1±3,4
	III	96	76	79,2	183	116	63,4±3,3
	სულ	133	98	73,6±3,8	290	137	47,2±2,2
ფორთოხალი პერვენცი	I	16	4	25,0	4	3	75,0±3,3
	II	89	74	83,1	144	51	35,4±2,2
	III	53	28	52,8	80	41	51,2±3,3
	სულ	158	106	67,1±3,7	228	95	41,7±1,7
სფეროსებური პომპელმუსი	I	30	18	60,0	26	9	34,6±3,7
	II	29	16	55,2	56	27	48,2±2,9
	III	84	77	91,7	240	115	47,9±3,3
	სულ	143	111	77,6±3,5	322	151	46,9±1,9
მანდარინი შივა მიკანი	I	17	13	76,5	22	6	27,3±3,7
	II	19	11	57,9	24	8	33,3±3,0
	III	51	23	45,1	60	28	46,6±3,4
	სულ	87	47	54,0±5,3	106	42	39,6±1,9

თესლის ცხოველუნარიანობის შესწავლის შედეგად გამოვლინდა, რომ რაოდენობრივად ჯანსაღი (ცხოველუნარიანი) თეს-

ლი ყველაზე დიდი რაოდენობით აღმოჩნდა ციტრუს იჩანგენზისის (47,2%) და სფეროსებური პომპელომუსის (46,9%) დამტვერვით მიღებულ ნაყოფში, ხოლო ფორთოხალ პერვენეცის მტვერის გამოყენებისას აღმოცენების უნარის მქონე თესლის რაოდენობამ შეადგინა-41,7%. ყველაზე მცირე რაოდენობის (39,6%) ცხოველუნარიანი თესლი აღმოჩნდა მანდარინ უნშიუს ყვავილის შივა მიკანის მტვერით დამტვერვის შემთხვევაში.

გამომდინარე აქედან, შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ციტრუს იჩანგენზისის, სფეროსებური პომპელომუსისა და ფორთოხალ პერვენეცის მტვერი ფუნქციურად უფრო აქტიურია, ვიდრე მანდარინ შივა მიკანის მტვერი.

დამამტვერიანებლის გავლენა თესლის მორფოლოგიურ და ტექნიკურ მაჩვენებლებზე ხორციელდებოდა სამი წლის განმავლობაში. სხვადასხვა დამამტვერიანებლის გამოყენებით მიღებულ მანდარინ უნშიუს თესლის მასის შედარებითი ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა, რომ მანდარინ უნშიუს თესლის მასა კვლევის სხვადასხვა წელს განსხვავებულია. სამწლიანმა დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ მანდარინ უნშიუს თესლის მასა დამოკიდებულია, როგორც მეტეოროლოგიურ პირობებზე, ასევე დამამტვერიანებელზე (მანდარინი შივა მიკანი, ციტრუს იჩანგენზისი, ფორთოხალი პერვენეცი, სფეროსებური პომპელომუსი).

მე-4 ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ მანდარინ უნშიუს თესლის საშუალო მასა ცვალებადია და საკმაო ფართო დიაპაზონში ვარირებს. ყველაზე მსხვილი თესლი (92,3მგ) მიღებულ იქნა მანდარინ უნშიუს ციტრუს იჩანგენზისთან კომბინაციის შემთხვევაში, ხოლო ყველაზე მცირე ზომის (38მგ) თესლი გამოინასკვა მანდარინ შივა მიკანის მტვერით დამტვერვისას.

ცხრილი 4

დამამტვერიანებლის გავლენა მანდარინ უნშიუს თესლის მასაზე

დამამტვერიან ებელი	ერთი თესლის საშუალო მასა, მგ-ში			თესლის მინიმალური, მაქსიმალური მასა, მგ-ში
	I წელი	II წელი	III წელი	
ციტრუს იჩანგენზისი	66,3±2,3	72,4±3,3	138,4±3,4	<u>51-153</u> 92,3
ფორთოხალი პერვენეცი	49,5±2,6	46,0±3,2	76,8±2,7	<u>41-84</u> 57,7
სფეროსებრი პომპელმუსი	69,4±2,8	63,9±2,8	88,5±3,4	<u>44-109.5</u> 74
მანდარინი შივა მიკანი	37,2±3,1	32,9±2,7	43,6±2,6	<u>26-62</u> 38

სხვადასხვა წელს მიღებული შედეგების შედარების ანალიზიდან ჩანს, რომ ციტრუსოვანთა სხვადასხვა სახეობის დამამტვერიანებლის გამოყენებისას ყველაზე მსხვილი (138,4±3,4მგ) თესლი მიღებულია მანდარინ უნშიუს ყვავილის ციტრუს იჩანგენზისის მტვრით დამტვერვისას კვლევის მესამე წელს. ყველაზე მცირე ზომის (43,6±2,6მგ) თესლი კი გამონასკულია შივა მიკანის მტვრით დამტვერვის შემთხვევაში, რაც 3,1-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე იჩანგენზისის კომბინაციისას. სფეროსებური პომპელმუსით დამტვერვისას მე-3 წელს თესლის საშუალო მასამ შეადგინა 88,5±3,4მგ., ხოლო ფორთოხალ პერვენეცის შემთხვევაში – 76,8±2,7მგ., რაც 1,7-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე მანდარინ უნშიუს

ყვავილის, ციტრუს იჩანგენზისის მტვრით დამტვერვის შემთხვევაში.

თუ შევადარებთ 3 წლის განმავლობაში გამონასკული თესლის რაოდენობასა და თესლის მასას, ჩანს, რომ თესლის საშუალო მასა ყველა კომბინაციის დროს ყველაზე მაღალია კვლევის მე-3 წელს, რაც მეტყველებს იმაზე, რომ თესლის გამონასკვისთვის საუკეთესო პირობები სწორედ კვლევის მესამე წელს იყო. სხვადასხვა წლებში მიღებული თესლის მასის შედარებით ანალიზიდან კი ჩანს, რომ თესლის მასაზე ისე, როგორც მთლიანად ნაყოფისა (მოსავლიანობაზე) და თესლის გამონასკვაზე გავლენას ახდენს თესლის გამონასკვის პერიოდში მეტეოროლოგიური ფაქტორები (ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა, ნალექიან დღეთა ხანგრძლიობა და სხვა). აღნიშნული პირობების გავლენა განსაკუთრებით კარგად ჩანს ციტრუს იჩანგენზისის შემთხვევაში, სადაც კვლევის პირველ წელს თესლის წონა 2,1-ჯერ ნაკლები იყო, ვიდრე მე-3 წელს. ამ მხრივ ნაკლები განსხვავება დაფიქსირდა მანდარინ შივა მიკანის მტვრის გამოყენებისას.

ამრიგად, კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით შესაძლებელია გაკეთდეს დასკვნა, რომ თესლის მასაზე ისე, როგორც ნაყოფში თესლის რაოდენობაზე, დამამტვერიანებელთან ერთად მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მეტეოროლოგიური ფაქტორები.

### 3.3. ყვავილის განვითარების ფაზების გავლენა მანდარინ უნშიუს ნაყოფის თესლიანობაზე

მანდარინ უნშიუს საყვავილე კვირტების ჩასახვა მიმდინარეობს გასული წლის ყლორტებზე (ფოთლის უბეში). აქედან გამომდინარე, მცენარეთა ბუტონიზაციის პროცესი იწყება გაზაფხულის ყლორტების ზრდის დაწყებასთან ერთად. ბუტონების გაშლა მიმდინარეობს პერიოდულად და ყველაზე ადრე კენწერული ბუტონები იღვიძებს და მათი დაცილების პარალელურად მცირდება ბუტონის განვითარების ხარისხიც.

ციტრუსოვანთა ყვავილის განვითარების პერიოდში გამოყოფენ 10 ფაზას. თითოეული ფაზის დროს ყვავილის გარეგნული მდგომარეობა (იერი) განსაზღვრავს მის შინაგან მდგომარეობას, ამიტომაც ჰიბრიდიზაციის ჩატარებისას გათვალისწინებული უნდა იყოს ყვავილის განვითარების ფაზები. ვინაიდან ციტრუსოვანთა ვეგეტაცია და მცენარეში სასიცოცხლო ფიზიოლოგიური პროცესების განახლება მჭიდროდაა დაკავშირებული მეტეოროლოგიური ფაქტორების მთელ კომპლექსთან (ჰაერის ტემპერატურა, ნიადაგის ტემპერატურა, ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა, ნიადაგის ტენიანობა და სხვა), ამიტომაც ციტრუსოვანთა სავეგეტაციო პერიოდი სხვადასხვა წელს სხვადასხვა კალენდარულ ვადას ემთხვევა. მცენარეში ყვავილობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მცენარეზე არსებული ყვავილის რაოდენობაზე და მოყვავილე ყლორტების ტიპზე.

დადგენილია, რომ მანდარინ უნშიუს ყვავილობის პერიოდის სრული ციკლი (ბუტონიზაციის დაწყებიდან ყვავილობის დასრულებამდე) მიმდინარეობს 18-47 დღის განმავლობაში. მანდარინ უნშიუს თესლიანი ნაყოფის გამონასკვაზე ყვავილის ფენოლოგიური ფაზების გავლენის შესწავლის მიზნით კვლევა

ხორციელდებოდა ორი წლის განმავლობაში. თვითდამტკერვის თავიდან აცილების მიზნით ყლორტზე ვარჩევდით ერთი ხნოვანების ბუტონებს (სულ გამოირჩა დაახლოებით 1400 ბუტონი), შემდეგ ვუკეთებდით იზოლირებას, ხელოვნურ დამტკერვას კი ვახორციელებდით 10 დღის განმავლობაში: ბუტონის გახსნიდან (ერთი დღით ადრე) სვეტის ჩამოცვენამდე. ყოველდღიურად ვამტკერიანებდით 30-30 ცალ ყვავილს. დასამტკერიანებლად ვიყენებდით ფორთოხალ პერვენეცის და ციტრუს იჩანგენზისის მტკერს. შესადარებლად (საკონტროლო ვარიანტი) ვიყენებდით თავისუფალი დამტკერვით მიღებულ შედეგებს.

### ცხრილი 5

#### ყვავილის განვითარების ფაზების გავლენა მანდარინ უნშიუს ნაყოფის თესლიანობაზე (ფორთოხალ პერვენეცით დამტკერვისას)

წლები	ყვავილის განვითარების ფენოლოგიური ფაზა	ნაყოფის რ-ბა	თესლიანი ნაყოფი		თესლის რაო-ბა	მათ შორის აღმოცენების	
			ცალი	%		ცალი	%
II	ბუტონები გახსნამდე	10	8	80,0	22	9	40,9
III		4	3	75,0	7	3	42,8
სულ		14	11	78,6	29	12	41,3
II	ნაწილობრივ გახსნილი გვირგვინის ფურცლები	13	10	76,9	20	9	45,0
III		15	6	40,0	21	11	52,3
სულ		28	16	57,1	41	20	48,8

II	გახსნილი	8	4	50,0	3	2	66,6
III	გვირგვინის	5	2	40,0	3	1	33,3
სულ	ფურცლები	13	6	46,1	6	3	50,0
II	გახსნილი	4	3	75,0	2	1	50,0
III	გვირგვინის	6	5	83,3	9	5	55,5
სულ	ფურცლები	10	8	80,0	11	6	54,5
II	გახსნილი	4	4	100	4	2	50,0
III	გვირგვინის	9	3	33,3	5	2	40,0
სულ	ფურცლები	13	7	53,8	9	4	44,4
II	გვირგვინის	3	1	33,3	1	0	0
III	ფურცლების ჭკნობის	4	4	100	5	2	40
სულ	დასაწყისი	7	5	71,4	6	2	33,3
II	გვირგვინის	1	1	100	1	0	0
III	ფურცლების ცვენის	8	2	25,0	2	0	0
სულ	დასაწყისი	9	3	33,3	3	0	0
II	გვირგვინის	4	0	0	0	0	0
III	ფურცლების ცვენა	1	0	0	0	0	0
სულ		5	0	0	0	0	0
II	სვეტის ხმოზა	4	0	0	0	0	0
III		4	0	0	0	0	0
სულ		8	0	0	0	0	0
II	სვეტის ცვენა	3	0	0	0	0	0
III		4	0	0	0	0	0
სულ		7	0	0	0	0	0
II	საკონტროლო	4	0	0	0	0	0
III		8	0	0	0	0	0
სულ		12	0	0	0	0	0

*შენიშვნა: ყვავილები იზოლირებულ მდგომარეობაში იმყოფებოდა მარლის ტომსიკებში.*

კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ მანდარინ უნშიუს 657 ყვავილის ფორთოხალ პერვენეცის მტვრით დამტვერვის შემთხვევაში სულ გამოინასკვა 115 ნაყოფი (17,5%). დაკვირვებამ ცხადყო, რომ გამოინასკვის პროცენტი მცირდებოდა ყვავილის განვითარების ფაზის (ასაკის) ზრდის შესაბამისად. ნაყოფის მაქსიმალური რაოდენობა (39,4%) მიღებული იქნა გვირგვინის ფურცლების ნაწილობრივი გაშლის ფაზაში მყოფი ყვავილების დამტვერვის შედეგად (ცხრ. 5).

მანდარინ უნშიუს ყვავილის ფორთოხალ პერვენეცის მტვრით დამტვერვის შემთხვევაშიც დიდი რაოდენობის თესლი მიღებული იქნა, გვირგვინის ფურცლების გაშლიდან ჭკნობამდე პერიოდში. სწორედ ამ დროს დაფიქსირდა ნაყოფის გამოინასკვის ყველაზე მაღალი პროცენტი (21,1%). ყვავილობის პერიოდის სხვა დანარჩენ ფაზებში გამოინასკვის პროცენტი შედარებით დაბალი (9,9%) აღმოჩნდა. ხელოვნური დამტვერვის შედეგად გამოინასკული ნაყოფის 35% იყო უთესლო (პართენოკარპული), ხოლო თავისუფალი დამტვერვის შედეგად გამოინასკული ყველა ნაყოფი უთესლო აღმოჩნდა (ცხრ. 5). მანდარინ უნშიუს ყვავილის ფორთოხალ პერვენეცის მტვრით დამტვერვისას სულ მივიღეთ 105 თესლი, რომელთა შორის 47 თესლი (43,9%) აღმოჩნდა ცხოველუნარიანი, ხოლო დანარჩენ თესლს აღმოცენების უნარი დაკარგული ჰქონდა.

კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ ცხოველუნარიანი თესლის გამოინასკვის ყველაზე მაღალი პროცენტული მაჩვენებელი დაფიქსირდა ყვავილის განვითარების წინა შვიდ ფაზაში: გვირგვინის ფურცლის გაშლის დაწყებიდან - გვირგვინის ფურცლის ჭკნობამდე (გვირგვინის ფურცლის გახსნილ მდგომარეობაში ყოფნის პერიოდში). ცხოველუნარიანი თესლის გამოინასკვის

პროცენტული მაჩვენებელი ყვავილობის პერიოდის სხვა დანარჩენ ფაზაში შედარებით დაბალი იყო.

მანდარინ უნშიუს 657 ყვავილის იჩანგენზისის მტვრით დამტვერიანებისას გამოინასკვა 143 ნაყოფი ანუ დამტვერიანებული ყვავილის მთლიანი რაოდენობის 20,4%. აღნიშნულ შემთხვევაშიც ნაყოფების მაქსიმალური რაოდენობა გამოინასკვა ყვავილობის ადრეულ ფაზაში (ცხრ. 6). კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ მანდარინ უნშიუს ყვავილის სხვადასხვა დამამტვერიანებლობით გამოყენებისას თესლის ძირითადი მასა მიღებული იქნა ყვავილის გვირგვინის ფურცლების გაშლიდან - ჭკნობამდე პერიოდში დამტვერვისას. ამ პერიოდში გამოინასკვა ნაყოფის 23,6%. ყვავილის განვითარების ბოლო ფაზებში გამოინასკვისთვის საჭირო ენერგია შემცირდა 10%-ით. ყვავილის განვითარების საწყის ფაზაში გამოინასკულ ნაყოფებს შორის თესლიანი იყო 57,1%, დანარჩენი (43%) კი უთესლო (პართენოკარპული).

მანდარინ უნშიუს ყვავილის ციტრუს იჩანგენზისის მტვერით დამტვერვისას სულ მიღებულ იქნა 131 ცალი თესლი, მათგან 64 ცალი ანუ 48,9% იყო აღმოცენების უნარის მქონე, რაც მიუთითებს ციტრუს იჩანგენზისის მტვრის უფრო მაღალ ფუნქციურ აქტიურობაზე. კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ კვლევის პირველი წელი ნაკლებად ხელსაყრელი აღმოჩნდა აღმოცენების უნარის მქონე თესლის გამოსანასკვად, ხოლო ამ მხრივ შედარებით ხელსაყრელი აღმოჩნდა მეორე და მესამე წელი.

მე-2 წელს მიღებული 54 თესლიდან ცხოველუნარიანი აღმოჩნდა 38 (70%) თესლი. კვლევის პირველ წელს თესლების უმრავლესობა იყო წვრილი, ფუყე, განუვითარებელი, სიცოცხლისუნარიანი თესლი აღმოჩნდა მხოლოდ 33,8%.

ცხრილი 6

ყვავილის განვითარების ფაზების გავლენა  
მანდარინ უნშიუს ნაყოფის თესლიანობაზე  
(იჩანგენზისით დამტვერვისას)

წლები	ყვავილის განვითარების ფენოლოგიური ფაზები	ნაყოფის რაო-ბა	თესლიანი ნაყოფი		თესლის რაო-ბა	მათ შორის აღმოცენების უნარიანობა	
			ცალი	%		ცალი	%
II	ბუტონები, გახსნამდე	6	5	83,3	15	4	26,7
III		9	4	44,4	8	5	62,5
სულ		15	9	60,0	23	9	39,1
II	ნაწილობრივ გახსნილი გვირგვინის ფურცლები	8	3	37,5	15	5	33,3
III		11	5	45,4	8	5	62,5
სულ		19	8	42,1	23	10	43,5
II	გახსნილი გვირგვინის ფურცლები	9	5	55,5	16	7	43,7
III		6	3	50,0	10	8	80,0
სულ		15	8	53,3	26	15	57,7
II	გახსნილი გვირგვინის ფურცლები	6	3	50,0	8	4	50,0
III		5	2	40,0	1	1	100,0
სულ		11	5	45,4	9	5	55,6
II	გახსნილი გვირგვინის ფურცლები	5	2	40,0	4	2	50,0
III		8	7	87,5	9	7	77,7
სულ		13	9	69,2	13	9	69,2

II	გვირგვინის ფურცლების ჭკნობა	11	7	63,7	13	3	23,0
III		9	7	77,7	16	11	68,7
სულ		20	14	70,0	29	14	48,3
II	გვირგვინის ფურცლების ცვენის დასაწყისი	8	5	62,5	6	1	16,7
III		4	2	50,0	2	1	50,0
სულ		12	7	58,3	8	2	25,0
II	გვირგვინის ფურცლების ცვენა	3	0	0	0	0	0
III		11	0	0	0	0	0
სულ		14	0	0	0	0	0
II	სვეტის ხმოზა	5	0	0	0	0	0
III		2	0	0	0	0	0
სულ		7	0	0	0	0	0
II	სვეტის ცვენა	5	0	0	0	0	0
III		3	0	0	0	0	0
სულ		8	0	0	0	0	0
II	საკონტროლო	4	0	0	0	0	0
III		8	0	0	0	0	0
სულ		12	0	0	0	0	0

ამრიგად, ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, შესაძლებელია გაკეთდეს დასკვნა, რომ აღმოცენების უნარის მქონე თესლის მისაღებად ყვავილების დამტვერვა უნდა განხორციელდეს ყვავილის გვირგვინის ფურცლების გახსნიდან - ჭკნობის ფაზამდე. ფენოფაზის ზრდასთან ერთად მცირდება, როგორც ნაყოფის სასარგებლო გამონასკვის პროცენტი, ასევე აღმოცენების უნარის მქონე თესლების გამონასკვის შესაძლებლობა.

## **თავი 4. ინდუსტრიული მუტაციური ცვალებადობის თავისებურებანი მანდარინ უნშიუს თესლზე ქიმიური მუტაგენის გამოქმედებისას**

### 4.1. მუტაგენ ნემ–ას გავლენა ნათესარების ზრდის ინტენსივობაზე

ნათესარების ზრდის ინტენსივობის შესწავლა მუტაციურ სელექციასა და ციტოგენეტიკაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია, ვინაიდან იგი გენეტიკურად დაკავშირებულია მუტაციის სიხშირესა და სპექტრზე. გარდა ამისა, მნიშვნელოვანია მუტაგენების მიმართ ბიოლოგიური ობიექტების მგრძობელობის შეფასებისთვის.

მუტანტურ ნათესარებში შესწავლილ იქნა სავეგეტაციო პერიოდში კვირტის გაღვიძება და ყლორტწარმოქმნის უნარი, რომელიც, გარკვეულწილად, განსაზღვრავს მანდარინის მოსავლიანობას.

ცნობილია, რომ მანდარინ უნშიუს თესლი მრავალჩანასახიანია, ერთ თესლში საშუალოდ 8-9-მდე ჩანასახია, საიდანაც ვითარდება ნუცელარული ნათესარები, რომლებიც, როგორც წესი, იმეორებენ დედა მცენარის ყველა ნიშან-თვისებას. მანდარინ უნშიუა მუტაგენის ზემოქმედებით იმდენად იზრდება მუტაციათა წარმოქმნის სიხშირე და სპექტრი, რომლის წარმოქმნა ბუნებრივ პირობებში შეუძლებელია.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ქიმიური მუტაგენების გზით მანდარინის ახალი მუტანტური ფორმების მიღება, საუკეთესო ფორმების გამორჩევა და შემდგომში მათი გამოყენება სხვადასხვა მიზნით. კვლევა მიზნად ისახავდა მანდარინის

თესლზე მუტაგენით დამუშავების ეფექტური კონცენტრაციისა და ექსპოზიციის დადგენას. კვლევის მასალას წარმოადგენდა მანდარინ უნშიუს მუტაგენით დამუშავებული თესლიდან მიღებული ნათესარები (მუტანტები), საკონტროლოდ გამოიყენებოდა უნშიუს ნათესარები (მუტაგენით დაუმუშავებელი).

მანდარინ უნშიუს თესლის მუტაგენ ნემ-ას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით დამუშავებისას მიღებული ნათესარების ნიშან-თვისებათა ცვალებადობა ფასდებოდა შემდეგი მაჩვენებლების აღრიცხვით: მცენარის ზრდა-განვითარება (სიმაღლე, ვარჯის დიამეტრი), ყლორტწარმოქმნის უნარი, ყლორტის ზრდის ინტენსივობა, ფოთლის ზომა, საასიმილაციო ზედაპირის ფართობი, სეზონური ზრდის დინამიკა (პირითადი ფენოფაზების მიმდინარეობა), ყინვაგამძლეობა, ნაყოფის სიმწიფის ვადები, მოსავლიანობა, ბიოქიმიური შემადგენლობა, შენახვისუნარიანობა, შენახვისას მათი რაოდენობრივი მაჩვენებლების ცვალებადობა, გამორჩეული მუტანტური ფორმების ბიოლოგიური, სამეურნეო ნიშნების აღწერა, მათი ეკონომიური შეფასება.

ნათესარების ზრდა-განვითარება, როგორც გარემო ფაქტორების ზემოქმედებისადმი ორგანიზმის ფიზიოლოგიური მდგომარეობის გამოხატვა, წარმოადგენს სასიცოცხლო პროცესების ყველაზე მგრძობიარე მაჩვენებელს. როგორც მონაცემებიდან ჩანს, მანდარინ უნშიუს თესლზე მუტაგენის მაღალი კონცენტრაციის (0,2%) ხსნარის ზემოქმედებისას ნათესარები მორფოლოგიურად უფრო მკვეთრად არის შეცვლილი, ვიდრე შედარებით დაბალი კონცენტრაციის გამოყენებისას. თუმცა აღსანიშნავია, ისიც, რომ ცვალებადობა ვლინდება მუტაგენის ნებისმიერი კონცენტრაციის დროს. კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ ნათესარების ბიომეტრიული მაჩვენებლების ცვალებადობის ხარისხი სხვადასხვა კონცენტრაციის მუტაგენის გამოყენებისას მუტან-

ტურ ფორმებში თითქმის ერთმანეთის ანალოგიურია. ნათესარების სიმაღლეში ზრდას თან ახლავს ვარჯის დიამეტრისა და ღეროს დიამეტრის ზრდა და პირიქით. ნათესარებს შორის მორფოლოგიურად უმნიშვნელო ცვალებადობას განიცდის მუტაგენ ნემ-ას საშუალო კონცენტრაციის (0,08%) ხსნარის გამოყენებისას.

**ცხრილი 7.**

**მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ზრდის ინტენსივობაზე (ზემოქმედების ექსპოზიცია 24 საათი)**

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	ნათესარის სიმაღლე, მ-ში	ვარჯის დიამეტრი, მ-ში	ღეროს დიამეტრი, სმ-ში
0,2	11987	2,80	2,70	10,8
	5435	3,70	3,40	10,6
0,1	1961	2,50	2,65	9,4
	1965	2,25	2,45	8,7
	2027	2,30	2,00	8,0
	2029	2,35	2,70	9,4
	5423	2,40	2,70	9,2
0,08	1717	1,90	2,40	9,4
	2063	1,70	2,15	8,1
	5018	1,90	1,80	8,5
	5428	1,95	2,10	7,8
	5440	2,35	2,40	7,8
0,06	1752	2,10	1,80	8,0
	1755	1,90	2,35	7,6
	2065	2,25	1,80	9,3

	5412	2,20	2,35	7,9
	5425	2,45	2,40	10,2
0,05	1730	2,20	2,55	8,9
	1691	2,80	2,20	10,5
	5442	2,10	1,85	8,3
საკონტროლო I		2,48	2,40	9,7
საკონტროლო II		2,20	1,80	8,3

**შენიშვნა:**

*საკონტროლო I - მანდარინი ფართოფოთლიანი უნშიუ (ვეგეტატიურად გამრავლებული მცენარე);*

*საკონტროლო II - მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარის-№1624 ვეგეტატიური თაობა;*

*11987; 5435- მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილებების მქონე მუტანტის №1464- ის ვეგეტატიური თაობა*

როგორც მე-7 ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, მუტანტურ ნათესარებს შორის მკვეთრი მორფოლოგიური ცვალებადობით გამოირჩევა მუტანტი №1464-ის ვეგეტატიური თაობის ნათესარი, რომელიც მიღებულია მანდარინ უნშიუს თესლზე მუტაგენ ნეშ-ას მაღალი კონცენტრაციის (0,2%) ხსნარის ზემოქმედებით. მუტაგენის სხვა კონცენტრაციებმა შედარებით უმნიშვნელო მორფოლოგიური ცვლილებები გამოიწვია. ნათესარის ზრდის ინტენსივობის შესწავლის მიზნით ნათესარები პირობითად გავაერთიანეთ სამ ჯგუფში:

- **დაბალმზარდი** – 2მ-მდე სიმაღლის ნათესარებია, რომელთა სიმაღლის ვარჯის დიამეტრთან შეფარდების ინდექსი (ს/დ) 1: 0,7-დან 1: 0,9-მდეა;
- **საშუალომზარდი** – ნათესარები იზრდება 2,5მ სიმაღლემდე, რომლის ს/დ შეფარდების ინდექსია 1:1;

- **მაღალმზარდი** – ნათესარები იზრდება 2,5მ-ზე მაღალი, რომლის ს/დ შეფარდების ინდექსია 1:1.

სავეგეტაციო პერიოდის დასრულების (წლის ბოლოს) შემდეგ 10-წლიანი ნათესარების ბიომეტრიული ანალიზის შედეგები ცხადყოფენ, რომ მუტაგენ ნეშ-ას სხვადასხვა კონცენტრაცია იწვევს ზრდის პროცესში მნიშვნელოვან ცვლილებებს. მაგალითად, განსაკუთრებით მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილებების მქონე მუტანტის (№1464) ვეგეტატიური თაობა, პირობითად მივაკუთვნეთ მაღალმზარდ ჯგუფს, რომელიც გამოირჩეოდა ინტენსიური ზრდით (სიმაღლე და ვარჯის დიამეტრი). 10-წლიანი ნათესარის სიმაღლე და დიამეტრი 3მ-ზე მეტს შეადგენდა, რითაც მნიშვნელოვნად აღემატებოდა საკონტროლო ვარიანტების მაჩვენებლებს (ცხრ. 7).

მუტანტურ ნათესარებს შორის ზოგიერთი ფორმა: №№5018, 5428, 2063, 1717 შეზღუდული ზრდით გამოირჩეოდა, რომელთა ვარჯის დიამეტრი სიმაღლესთან შედარებით მნიშვნელოვნად ჩამორჩებოდა საკონტროლო ვარიანტების მაჩვენებლებს.

საშუალომზარდ მუტანტებს მივაკუთვნეთ 11 სელექციური ფორმა (მუტანტი), რომლებსაც, ძირითადად, სფეროსებური ვარჯი ახასიათებთ. ნათესარებს შორის 7 საკონტროლოთან შედარებით უფრო მაღალი აღმოჩნდა.

მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილებების მქონე მუტანტის (№1464) ვეგეტატიური თაობის ბიომეტრიული მონაცემები ცხადყოფენ, რომ ისინი საკონტროლო მცენარეებისგან განსხვავებით გამოირჩევიან ზრდის ინტენსიურობით.

#### 4.2. მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების კვირტის განვითარებასა და ყლორტწარმოქმნის უნარზე

ცნობილია, რომ მანდარინი უნშიუ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ხასიათდება ზრდის ორი ტალღით (გაზაფხული, ზაფხული): ვეგეტაციის პირველი (გაზაფხულის) პერიოდი გამოირჩევა ინტენსიური ყლორტწარმოქმნის უნარით, ვიდრე ვეგეტაციის მეორე (ზაფხულის) პერიოდი. მუტაგენით დამუშავებული თესლიდან მიღებულ ნათესარებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ მუტაგენ ნეშ-ას სხვადასხვა კონცენტრაცია კვირტის გაღვიძებასა და ყლორტწარმოქმნის უნარზე სხვადასხვანაირად რეაგირებს. ნეშ-ას კონცენტრაციის გაზრდით მცენარეებს უძლიერდებათ კვირტწარმოქმნის (გაღვიძების) უნარი. მაგ. მუტაგენის 0,05%-იანი კონცენტრაციის ხსნარით თესლის დამუშავების შემთხვევაში ნათესარებში წარმოქმნილი კვირტის რაოდენობა დიდად არ განსხვავდებოდა I საკონტროლო ვარიანტისგან (მუტაგენით დამუშავების გარეშე), ხოლო ნათესარებში, რომელიც მიღებული იყო მუტაგენ ნეშ-ას 0,06% და 0,08%-იანი კონცენტრაციით დამუშავებისას ვეგეტაციის პირველი ტალღის (საგაზაფხულო ზრდის) პერიოდში წარმოქმნილი ყლორტების რაოდენობა საკმაოდ გაიზარდა.

როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს, ყლორტწარმოქმნის უნარის მნიშვნელოვანი სტიმულაცია შეინიშნებოდა მუტაგენ ნეშ-ას 0,1%-იანი ხსნარით თესლის დამუშავებით მიღებულ ნათესარებში (242-315 ცალი ყლორტი).

ცხრილი 8

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების  
წლიურ ნაზარდზე (ექსპოზიცია 24 სთ)

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	I ზრდის ყლორტების საშუალო რაოდენობა ერთ ხეზე (ცალი)	I ზრდის ყლორტების საშუალო სიგრძე ერთ ხეზე, სმ-ში	წლიური ნაზარდი ერთ ხეზე, სმ-ში	% კონტროლის მიმართ
0,2	11987	341	12,9±0,9	4398,9	184,4
	5435	268	11,8±1,4	3162,4	132,5
0,1	1961	315	9,7±0,9	3055,5	128,1
	1965	242	12,8±1,1	3097,6	129,8
	2027	144	11,0±1,05	1589,2	66,6
	2029	282	11,8±1,01	3393,7	142,2
	5423	304	11,4±0,7	3471,3	145,5
0,08	1717	186	11,1±1,5	2064,6	86,5
	2063	223	11,8±1,6	2631,4	110,3
	5018	198	8,9±1,0	1297,2	64,3
	5428	213	9,8±1,3	2087,4	87,5
	5440	142	14,1±1,1	2002,2	83,9
0,06	1752	167	11,1±1,5	1853,7	77,7
	1755	148	12,2±1,63	1805,6	75,6
	2065	193	11,3±1,03	2180,9	91,4
	5412	203	12,8±1,6	2598,4	108,9
	5425	289	12,8±1,05	3699,2	155,1
0,05	1730	160	12,8±1,08	2048,0	85,8
	1691	167	13,0±1,0	2184,0	91,5
	5442	158	13,2±1,1	2085,6	87,4
საკონტროლო II		168	14,2±0,6	2385,6	100

აღსანიშნავია, აგრეთვე, ისიც, რომ მუტაგენ ნეშ-ას ერთი და იგივე კონცენტრაციის შემთხვევაში მიღებულ ფორმებს ყლორტის წარმოქმნის სხვადასხვა ხარისხი გააჩნია. მაგალითად, მუტაგენის 0,1%-იანი ხსნარის გამოყენებისას მიღებული ორი მუტანტური ფორმა №2027 და №1961 მუტაგენის მიმართ სხვადასხვანაირად რეაგირებს. №2027-ის შემთხვევაში 2-ჯერ ნაკლები რაოდენობის ყლორტი წარმოიქმნა, ვიდრე ფორმა №1961-ის შემთხვევაში (ცხრ. 8). მიუხედავად იმისა, რომ ორივე ფორმა მიღებულია მუტაგენის ერთი და იმავე კონცენტრაციის ზემოქმედებით. ამრიგად, კვლევის შედეგებიდან შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ თესლის ჩანასახზე მუტაგენ ნეშ-ას ერთი და იგივე კონცენტრაცია მუტანტური ფორმების ყლორტწარმოქმნის უნარზე სხვადასხვანაირად რეაგირებს, ე.ი ხსნარის კონცენტრაცია კორელაციურ კავშირში არ არის მუტანტური ნათესარების ყლორტწარმოქმნის უნართან.

ნათესარების წლიური ნაზარდების განვითარებაზე მუტაგენის გავლენის შესწავლის შედეგებმა აჩვენა, რომ მუტაგენი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნაზარდების წლიურ ნამატზე. მაღალი კონცენტრაცია ზრდის ნაზარდების ინტენსივობას და ყველა შემთხვევაში აღემატება I საკონტროლო ვარიანტს. თუმცა აღსანიშნავია ისიც, რომ ერთი და იგივე კონცენტრაციის გამოყენების შემთხვევაშიც კი, ადგილი აქვს მუტანტებს შორის მკვეთრ განსხვავებას. მაგალითად, მუტაგენ ნეშ-ას 0,08%-იანი ხსნარით დამუშავების შემთხვევაში მიღებული ზოგიერთი ნათესარის (№5425) წლიური ნამატი (გაზაფხულის ზრდის პერიოდში ყლორტების საშუალო რაოდენობა ერთ ხეზე) შეადგენდა 289-ს, როცა მაღალი კონცენტრაციის (0,1%) შემთხვევაში წლიური ნამატი შეადგენდა 315-ს. ე. ი. ნაზარდების წლიური ნამატი ცვალებადობს არა მარტო ხსნარის კონცენტრაციის შეცვლით, არამედ

ერთნაირ პირობებშიც კი (ერთი და იგივე კონცენტრაციის შემთხვევაში) სხვადასხვანაირად რეაგირებენ. მუტაგენ ნემ-ას 0,1%-იანი ხსნარით თესლის დამუშავებისას ნათესართა უმრავლესობაში, წლის განმავლობაში ყლორტების ჯამური ნამატის რაოდენობა 28-45%-ით აღემატება საკონტროლო ვარიანტს, ხოლო ზოგიერთი (№11987) მუტანტის შემთხვევაში კი 1,5-ჯერ (0,2%) აღემატება, რაც ადასტურებს იმას, რომ მუტაგენის კონცენტრაცია არ არის კორელაციაში აღნიშნული მაჩვენებლების ცვალებადობასთან.

#### 4.3. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ფოთლის მორფოლოგიურ ცვალებადობაზე

მუტაგენუზის დროს ერთ-ერთ ძირითად განზომილებას ორგანიზმთა ფენოტიპური ცვალებადობის სპექტრი წარმოადგენს, რაც უფრო მრავალფეროვანი და ფართოა ცვალებადობის სპექტრი, მით უფრო დიდია სასარგებლო ფორმების მიღების სელექციური შესაძლებლობა. აქვე გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ფორმათა დიდ მრავალფეროვნებაში, როგორც წესი, ცვლილებათა მნიშვნელოვანი ნაწილი უარყოფითია. ისინი ნაკლებად არიან დაკავშირებული ამა თუ იმ გენოტიპისთვის ბიოლოგიურად სასარგებლო ან ადამიანისთვის სასურველ რაოდენობრივი და თვისობრივი ნიშნების წარმოქმნასთან.

ცნობილია, რომ ციტრუსებში მუტაციური ცვალებადობის გამოვლენის ძირითადი მარკერია ფოთლისა და ნაყოფის მორფოლოგია. ჩვენ მიერ მრავალწლიანი კვლევების შედეგად გამოვლინდა, რომ მუტაგენ ნემ-ას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით თესლების დამუშავებისას მუტანტურ ნათესარებში

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების  
ფოთლის მორფოლოგიურ ცვალებადობაზე  
(ექსპოზიცია 24 საათი)

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	ფოთლის სიგრძე, სმ	ფოთლის სიგანე, სმ-	ყუნწის სიგრძე, სმ	ფორფიტის ინდექსი სიარძი/სიჯანი
0,2	11987	11,9±0,9	6,6±0,9	1,9±0,3	1,8
	5435	11,5±1,2	6,1±0,9	1,8±0,2	1,9
0,1	1961	12,6±1,7	4,9±0,9	1,8±0,2	2,6
	1965	13,2±2,1	5,5±1,1	2,4±0,4	2,4
	2027	12,5±1,7	5,0±1,1	2,0±0,5	2,5
	2029	11,8±1,8	4,8±0,8	1,9±0,2	2,4
	5423	11,2±1,3	4,8±0,7	1,7±0,3	2,3
0,08	1717	11,3±1,5	4,6±0,1	1,7±0,4	2,4
	2063	11,0±0,9	4,9±0,9	1,9±0,2	2,2
	5018	11,7±1,3	4,6±0,7	1,6±0,2	2,5
	5428	11,1±1,4	5,0±1,1	2,0±0,3	2,2
	5440	13,1±2,1	5,2±1,2	2,1±0,3	2,5
0,06	1752	11,2±1,4	6,3±0,3	2,7±0,7	1,8
	1755	12,2±2,1	5,9±0,4	2,0±1,1	2,1
	2065	12,2±2,0	5,6±0,4	3,1±0,9	2,2
	5412	11,3±2,1	7,1±0,5	2,6±0,9	1,6
	5425	11,0±1,6	5,9±0,3	3,1±0,9	1,9
0,05	1730	10,6±1,8	4,3±0,6	1,7±0,2	2,5
	1691	12,7±1,7	5,3±1,0	2,2±0,4	2,4
	5442	11,8±1,9	5,0±0,8	1,9±0,2	2,4
საკონტროლო II		13,3±1,7	5,4±0,8	2,2±0,4	2,5

მნიშვნელოვნად იცვლება ფოთლის მორფოლოგია: ფოთლის ფორმის, ზომის, ფერის, ყლორტზე ფოთლის მიმაგრების კუთხის, ფრთიანობის, ეკლიანობის და სხვა მაჩვენებლების მიხედვით (ცხრ. 9).

როგორც სურათიდან (სურ. 2) ჩანს, მუტანტურ ნათესართა ფოთლები გარეგნული ნიშნებით მნიშვნელოვნად განსხვავდება, როგორც დედამცენარისგან, ასევე ნუცელარული ნათესარების ფოთლებისგან.



სურ. 2. მუტაგენ ნემ-ას სხვადასხვა კონც-ის ზემოქმედებით შეცვლილი მანდარინ უნშიუს მუტანტურ ნათესართა ფოთლები



სურ. 3 მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარის ფოთოლი (საკონტროლო II).



სურ. 4 მანდარინ უნშიუს ფოთოლი (საკონტროლო I).

მათ ახასიათებს სუსტად დაკბილული ფოთლები, რომელთა წვერო შუაზეა გაყოფილი, ფოთლის ფირფიტა ტალღისებურია, ჩვეულებრივ მანდარინ უნშიუს ფოთოლთან შედარებით უფრო ფართოა, რომლის ინდექსი (ფირფიტის სიგრძე/სიგანეზე) შეადგენს 1,8სმ, როცა მანდარინ უნშიუს შემთხვევაში 2,5სმ-ია. მუტანტური ნათესარების უმრავლესობას ყუნწზე უვითარდებათ დიდი ფრთა, რითაც მნიშვნელოვნად განსხვავდება საკონტროლო ვარიანტებისგან. კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა (სურ. 3, 4), რომ მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარების ფოთლებს მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ განუცდიათ და ძირითადად დედის (მანდარინ უნშიუ) მსგავსია, მუქი-მწვანე ფერის, ყუნწი ფრთის გარეშე. მუტანტური ნათესარების ფოთლები საკონტროლო ვარიანტებისგან განსხვავებით, უმეტესწილად, უფრო ფართო და ფრთიანია. ფოთლის სიგრძე მერყეობს 11სმ-დან 13,2სმ-ის ფარგლებში, ხოლო სიგანე-4,3სმ-დან 7,1სმ-მდე. 12სმ-იანი სიგრძის ყლორტზე დაახლოებით 5-7 ფოთოლია განლაგებული. მე-10 ცხრილიდან ჩანს, რომ მუტაგენ ნემ-ას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარი განსხვავებულად რეაგირებს, როგორც ნათესარების წლიურ ნაზარდზე, ასევე ფოთლის რაოდენობასა და შესაბამისად, საასიმილაციო ზედაპირის ფართობზე.

მუტანტური ფორმის ნაზარდებზე ყველაზე დიდი რაოდენობით ფოთოლი და შესაბამისად, საასიმილაციო ზედაპირის ფართობი ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა მუტანტ №1464-ის ვეგეტატიური თაობის ნათესარებში (ხსნარის კონცენტრაცია 0,2%). გარდა აღნიშნულისა, შედარებით მაღალი მაჩვენებელი გამოვლინდა იმ ნათესარებში, რომელიც მიღებულია უნშიუს თესლის მუტაგენ ნემ-ას 0,1%-იანი კონცენტრაციის ხსნარით დამუშავებისას, სადაც ნათესარების უმრავლესობაში (№№1961; 1965; 2027; 5423) წლიური ნაზარდის საასიმილაციო

ცხრილი 10.

მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინის უნშიუს ნათესარების  
წლიური ნაზარდის საასიმილაციო ზედაპირის ფართზე  
(ზემოქმედების ექსპოზიცია 24 საათი)

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	ფოთლების საშუალო რაოდენობა I ზრდის პერიოდში (ცალი)	ფოთლების სრული რაოდენობა წლიურ ნაზარდზე	ფოთლის ფართი, სმ <sup>2</sup>	ფოთლის ფართი, სმ <sup>2</sup>	ფოთლის ფორფიტის სასიმილაციო ზედაპ- ირის ფართი, სმ <sup>2</sup>	% კონტროლის მიმართ
0,2	11987	5,6±0,7	1909,6	52,6	10,4		203,9
	5435	5,5±0,4	1474,0	47,0	7,0		137,2
0,1	1961	5,2±0,3	1638,0	41,3	6,8		133,3
	1965	6,1±0,3	1476,2	48,6	7,2		141,2
	2027	5,3±0,4	765,8	41,9	3,3		64,7
	2029	6,5±0,4	1610,6	37,9	6,1		119,6
	5423	5,7±0,2	1735,6	36,0	6,2		121,6
0,08	1717	6,0±0,2	1116,0	34,8	3,9		76,4
	2063	5,7±0,7	1271,1	36,1	4,6		90,2
	5018	5,8±0,2	1148,4	36,7	4,2		60,8
	5428	4,2±0,2	894,6	37,2	3,3		64,7
	5440	7,2±0,6	1082,4	50,9	5,2		101,8
0,06	1752	6,3±0,3	1052,1	35,2	3,7		72,6
	1755	5,9±0,4	873,2	40,8	3,6		70,6
	2065	5,6±0,4	1080,8	41,7	4,5		88,2
	5412	7,1±0,5	1441,3	34,8	5,0		98,0
	5425	5,9±0,3	1705,1	37,1	6,4		125,5
0,05	1730	6,2±0,2	992,0	30,5	3,0		58,8
	1691	6,6±0,3	1108,8	45,1	5,0		98,0
	5442	5,7±0,3	900,6	39,5	3,6		70,6
საკონტროლო II		5,9±0,3	1056,1	48,1	5,1		100

ზედაპირის ფართი 20-40%-ით მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე საკონტროლოდ აღებულ ნუცელარულ ნათესარებში. ნემ-ას დაბალი კონცენტრაციის ხსნარით მანდარინ უნშიუს თესლის დამუშავებისას მიღებული ნათესარები, საკონტროლოსთან შედარებით ხასიათდება წლიური ნაზარდის შედარებით მცირე რაოდენობით და შესაბამისად, მცირე საასიმილაციო ზედაპირით.

მუტაგენით დამუშავებული თესლიდან მიღებული ნათესარების კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ ნებისმიერი კონცენტრაციის მუტაგენ ნემ-ას ხსნარის გამოყენების შემთხვევაში, მცენარის ფოთლის ფირფიტის ფართი მერყეობს 37სმ<sup>2</sup>-დან 50სმ<sup>2</sup>-მდე და მნიშვნელოვნად განსხვავდება საკონტროლო ვარიანტისგან. ფოთლის ფართის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა მუტანტ №1464-ის ნათესარებში (მუტაგენის კონცენტრაცია – 0,2%), სადაც ფოთლის ფართმა შეადგინა – 52,6სმ<sup>2</sup>, როცა II საკონტროლო ვარიანტის შემთხვევაში აღნიშნული მაჩვენებელი – 48,1სმ<sup>2</sup>-ია.

#### 4.4. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მუტანტური ნათესარების განვითარების სეზონურ რიტმზე

მცენარის განვითარების წლიურ ციკლში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ზრდა-განვითარებისა და ყვავილობის პერიოდი, ვინაიდან ამ უკანასკნელზე დამოკიდებული მოსავლიანობა. მანდარინის თესლებზე მუტაგენ ნემ-ას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარის ზემოქმედებით მიღებული ნათესარების ზრდა-განვითარების ფენოლოგიური ფაზების მიმდინარეობის შეისწავლებოდა მცენარის განვითარების წლიური ციკლის ძირითადი ფაზების მიხედვით: ზრდის საგაზაფხულო პერიოდი (I

ტალდა), ყვავილობა, ზრდის საზაფხულო პერიოდი (II ტალდა) ნაყოფის სიმწიფის და მოსვენების (ზამთრის) ფაზა.

ცნობილია, რომ მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარე-ბისთვის დამახასიათებელია ზრდის მხოლოდ ერთი (საგა-ზაფხულო) პერიოდი, იშვიათ შემთხვევაში ზრდის მეორე პე-რიოდი (საზაფხულო). ზრდის საგაზაფხულო ზრდა იწყებოდა აპრილის შუა რიცხვებში, როდესაც ჰაერის საშუალო დღიური ტემპერატურა აღწევდა  $-14^{\circ}\text{C}$  და მთავრდებოდა ივნისის პირველ დეკადაში. ზრდის საგაზაფხულო პერიოდი (I ტალდა) ახასია-თებდათ, აგრეთვე, მუტაგენ ნეშ-ით დამუშავებული თესლიდან მიღებულ მუტანტ - №1464-ს ვეგეტატიურ თაობასაც (საკონტ. II). როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს, მუტაგენის ზემოქმედებას ნუცელარული ნათესარების ზრდა-განვითარების სეზონურ რიტმზე მნიშვნელოვანი გავლენა არ მოუხდენია.

ციტრუსოვნებში ისე, როგორც ყველა მცენარეში, ყვავილო-ბის დაწყება დაკავშირებულია მეტეოროლოგიურ ფაქტორებთან და განსაკუთრებით ჰაერის ტემპერატურასთან. გაზაფხულზე, თბილ, მშრალ ამინდებში ყვავილობის პერიოდი შედარებით ხანმოკლეა, ხოლო ტენიანი და ცივი ამინდების შემთხვევაში ყვავილობის პერიოდი ხანგრძლივდება, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს ნაყოფის გამონასკვაზე და შესაბამისად, ამცირებს მო-სავლიანობას [102, 221].

მუტაგენის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით დამუ-შავებული თესლიდან მიღებულ ნათესარებში ყვავილობა იწყე-ბოდა სავეგეტაციო პერიოდის დაწყებიდან (ზრდის პერიოდი) ერთი თვის შემდეგ (16-22 მაისი) და მთავრდებოდა ზრდის პირ-ველი სავეგეტაციო პერიოდის დამთავრებისთანავე. ყვავილობის ხანგრძლივობამ მუტანტურ ფორმებში შეადგინა 10-დან 17 დღემდე (ცხრ. 11).

ცხრილი 11

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ზრდის პერიოდის ხანგრძლივობაზე

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	ზრდის პერიოდი (დღე)	ყვავილობის პერიოდი (დღე)	ნაყოფის ფორმირების პერიოდის ჩათვლით (დღე)
0,2	11987	55	12	170
	5435	55	14	175
0,1	1961	59	13	176
	1965	55	16	169
	2027	58	13	165
	2029	55	13	168
	5423	56	15	180
0,08	1717	57	15	177
	2063	56	15	181
	5018	56	13	161
	5428	58	17	177
	5440	56	15	176
0,06	1752	58	10	178
	1755	53	11	171
	2065	57	14	181
	5412	59	13	164
	5425	57	12	177
0,05	1730	56	13	165
	1691	53	14	181
	5442	56	15	182
საკონტროლო I		54	13	182
საკონტროლო II		56	13	167

ყვავილობის დაწყებისა და დამთავრების ვადების მიხედვით მუტანტურ ფორმებსა და საკონტროლო ვარიანტებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება არ დაფიქსირებულა.

მუტანტურ ნათესარებში გენერაციული ორგანოების ზრდის პერიოდის ხანგრძლივობამ (ყვავილობის დაწყებიდან ნაყოფების მომწიფებამდე) შეადგინა 161-182 დღე. ნუცელარულ ნათესარებში - 167 დღე, ხოლო მანდარინ უნშიუმში (საკონტროლო I) კი - 182 დღე. ნაყოფის მომწიფების პერიოდის მიხედვით II საკონტროლო ვარიანტსა (მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე მუტანტური ნათესარი №1464) და მანდარინ უნშიუმს ნუცელარულ ნათესარებს (საკონტროლო I) შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება არ დაფიქსირებულა. სხვა მუტანტურ ნათესართა უმრავლესობის ნაყოფი მანდარინ უნშიუმსგან განსხვავებით, ადრე შევიდა სიმწიფის ფაზაში (ოქტომბრის III დეკადა), როცა მანდარინ უნშიუმ ტექნიკურ სიმწიფეს მიაღწია ნოემბრის მეორე დეკადაში. სხვა დანარჩენ მუტანტურ ნათესარებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება არ დაფიქსირებულა.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ ქიმიური მუტაგენის ნემ-ას განსხვავებული კონცენტრაციები მნიშვნელოვან გავლენას ვერ ახდენენ ვეგეტაციური განვითარების ფენოლოგიური ფაზების მიმდინარეობასა და ნაყოფის მომწიფებაზე. ამას ადასტურებს ისიც, რომ მუტანტი №1464, რომელიც მორფოლოგიურად მკვეთრად განსხვავებულია, ფენოლოგიური ფაზების მიმდინარეობით მნიშვნელოვნად არ განსხვავდება საკონტროლო ვარიანტებისგან (I-II). უმნიშვნელო სხვაობა დაფიქსირდა მხოლოდ 4 მუტანტურ ნათესარში (№№ 2027, 5018, 5440, 5412), რომლებიც სხვა ნათესარებისგან განსხვავებით, ადრე შევიდნენ სიმწიფის ფაზაში (ოქტომბრის II დეკადა), ვიდრე სხვა დანარჩენი ფორმები. როგორც ჩანს, ასეთი

განსხვავება განპირობებულია ნუცელარული ნათესარების ბიოლოგიური თავისებურებებით.

ამრიგად, დაკვირვებამ ცხადყო, რომ მანდარინ უნშიუს თესლის მუტაგენ ნემ-ას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით დამუშავების შედეგად მიღებულ ნათესარებში განვითარების სეზონური ციკლის ფენოლოგიური განვითარების არც ერთ ფაზაში მუტაგენის არც ერთი კონცენტრაცია მნიშვნელოვან გავლენას ვერ ახდენს.

#### 4.5. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ყინვაგამძლეობაზე

ციტრუსოვან მცენარეებში გამოწრთობა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და სპეციფიკური თავისებურებაა, რომელიც განაპირობებს მცენარის მაღალ ყინვაგამძლეობას, ეს კი, როგორც სხვა მრავალი ნიშან-თვისება, კოდირებულია მცენარეთა უჯრედების გენეტიკურ აპარატში და კონტროლდება პოლიგენებით. სწორედ გენების განსაზღვრული ჯგუფის არსებობით ყინვაგამძლე მცენარეები განსხვავდება ნაკლებად ყინვაგამძლე მცენარეებისგან. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ეს გენომები პასიურ მდგომარეობაში არიან და აქტიურდებიან მხოლოდ მაშინ, როდესაც მცენარის სავეგეტაციო პერიოდის დროს, დაბალი ტემპერატურა და განათების ცვალებადი პირობებია [155, 170, 261, 262, 263].

თ. სულაკაძე აღნიშნავს, რომ ციტრუსოვნებში ზამთრისთვის მზადება მიმდინარეობს შემდეგი თანმიმდევრობით: ზრდის შეჩერება, მოსვენების პერიოდში გადასვლა და გამოწრთობა (I და II ფაზა). აღნიშნული ეტაპების ნორმალური მიმდინარეობა, ძირითადად, დამოკიდებულია მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე,

განსაკუთრებით კი, ტემპერატურაზე. აღნიშნული ეტაპებიდან რომელიმეს შეცვლა მეორეთი, გადატანა ან ამოვარდნა იწვევს მცენარის ზამთრისთვის მზადების შეჩერებას [98, 241, 242].

მცენარის ზამთრისთვის მზადება (გამოწრობა) იწყება წელიწადის ყველაზე გვიან პერიოდში. I ფაზა იწყება დეკემბერში, ხოლო II ფაზა – შუა ზამთარში. ციტრუსოვნები მაქსიმალურად ყინვაგამძლეობას იძენენ გამოწრობის II ფაზაში. ციტრუსოვანი მცენარეები აღნიშნულ ფაზას გაივლიან დაბალი ტემპერატურის პერიოდული ზემოქმედების პირობებში, მცენარეები თითქოსდა, „აგროვებენ“ ყინვის ზემოქმედებას [242].

ციტრუსოვანთა ყინვაგამძლეობა განსაკუთრებით მაღალია მაშინ, როცა ისინი ხანგრძლივად ექცევიან უარყოფითი ტემპერატურის ზეგავლენის ქვეშ. გარდა ამისა, მაღალი ყინვაგამძლეობა ყალიბდება მაშინაც, როცა გამოწრობის II ფაზის დასაწყისში მცენარეები განიცდიან შედარებით დაბალი ( $-2, -4^{\circ}\text{C}$ ) ტემპერატურის ხანგრძლივ (არანაკლებ 15 დღე) ზემოქმედებას. შემდგომ პერიოდში ტემპერატურა უფრო მეტად ეცემა თითქმის კრიტიკულამდეც კი ( $-5-6^{\circ}\text{C}$ ), რაც დაახლოებით გრძელდება 5-6 დღის განმავლობაში [242]. მეცნიერთა დიდი ნაწილი თვლის, რომ ყინვაგამძლეობა განპირობებულია უჯრედებში შაქრის შემცველობით და მისი მაღალი კონცენტრაცია დაბლა სწევს გაყინვის წერტილს.

ნ. მაქსიმოვის მოსაზრებით, ხსნადი შაქრების და ზოგიერთი სხვა ნივთიერების დამცავი მოქმედება ყინვაგამძლეობაზე ექვს არ იწვევს, თუმცა არ არის გარკვეული მათი მოქმედების ხასიათი (მოქმედება ქიმიურია, თუ ფიზიკურ-ქიმიური), შაქრის დამცავ ზემოქმედებაზე მიუთითებენ სხვა მეცნიერებიც [319, 380]. მეცნიერთა კვლევებით დასტურდება, რომ ყინვაგამძლეობას ამცირებს გაზაფხულისა და ზაფხულის გვალვები. გარდა ამისა,

ყინვაგამძლეობაზე გავლენას ახდენს სხვა ფაქტორებიც: წინა წლის მოსავლიანობა, ზრდის რეჟიმი, მინერალური სასუქების დროული და ზომიერი გამოყენება და სხვა [150, 159, 164, 222, 253, 255, 256, 257, 290, 295, 297, 311, 336, 341].

მცენარის ყინვაგამძლეობის ფიზიოლოგია ისწავლება სხვადასხვა მეთოდით (პირდაპირი და ირიბი). ციტრუსოვანთა ყინვაგამძლეობის შესწავლის ყველაზე სწრაფი და ეფექტური მეთოდია ხელოვნური კლიმატის ლაბორატორიაში ერთწლიანი ყლორტების გაყინვის მეთოდი (ლადარაიას მეთოდი). აღნიშნულ მეთოდს წარმატებით იყენებენ, როგორც უცხოელი, ასევე ქართველი მეცნიერები. პირდაპირი გაყინვის მეთოდი მინდვრის მეთოდისგან განსხვავებით ხასიათდება მრავალი უპირატესობით, პირველ რიგში, საგრძნობლად მცირდება მცენარის ყინვაგამძლეობის გამოვლენის ხანგრძლივობა, გარდა ამისა, აღნიშნული მეთოდის გამოყენებით, შესაძლებელია მცენარის სხვა ფაქტორების ზეგავლენისგან იზოლირება, რომელიც იძლევა დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედების ზუსტი მონაცემების მიღების შესაძლებლობას.

მუტანტურ ფორმებში ყინვაგამძლეობის შესწავლის მიზნით, ჩვენ მიერ ხელოვნური კლიმატის ლაბორატორიაში კვლევის პროცესში თითო მუტანტური ფორმიდან გამოყენებულ იქნა 10-10 ცალი ნიმუში. გაყინვა ხორციელდებოდა 5-საათიანი ექსპოზიციის ხანგრძლივობით  $-8^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში ( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ). საცდელ ნიმუშებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ  $-8^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში ყველა ტოტზე დაზიანდა მხოლოდ ფოთლები, ყლორტები კი გადარჩა.

ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების  
ყინვაგამძლეობაზე

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	დაზიანება (%)		% კონტროლის მიმართ	
		ფოთილი	ყლორტი	საკონტრ. I	საკონტრ. II
0,2	11987	48,6	0	104,7	123,8
	5435	42,8	0	92,4	108,6
0,1	1961	46,4	0	100,2	117,8
	1965	39,7	0	85,7	100,7
	2027	30,6	0	67,6	77,7
	2029	48,2	0	104,1	122,8
	5423	41,6	0	89,8	105,6
0,08	1717	38,5	0	83,1	97,7
	2063	34,5	0	74,5	87,6
	5018	41,6	0	89,8	105,6
	5428	51,6	0	111,4	130,9
	5440	31,5	0	68,1	79,9
0,06	1752	32,7	0	70,7	82,9
	1755	52,2	0	112,7	132,5
	2065	37,2	0	58,7	94,4
	5412	41,2	0	88,9	104,6
	5425	57,0	0	123,1	144,7
0,05	1730	47,2	0	101,8	119,8
	1691	33,7	0	72,8	85,6
	5442	30,4	0	65,7	77,2
საკონტროლო I		46,3	0	100	-
საკონტროლო II		39,4	0	85,1	100

შენიშვნა: კვლევა ჩატარდა ხელოვნური კლიმატის ლაბორა-  
ტორიაში (ექსპოზიცია 5 საათი, ტემპერატურა - 8°C)

მანდარინ უნშიუს ნათესარის (№1624) ვეგეტატიური თაობის (საკონტ. II) ფოთლები უფრო ადრე დაზიანდა, ვიდრე მანდარინი უნშიუს ვეგეტატიურად გამრავლებულ მცენარის (საკონტ. I) ფოთლები. მუტაგენ ნეშ-ას 0,2%-იანი ხსნარით დამუშავებული მუტანტური ნათესარი (№1464) ნაკლებ ყინვაგამძლე აღმოჩნდა, ვიდრე ჩვეულებრივი მანდარინ უნშიუ (საკონტ. I).

კვლევის შედეგად მუტანტურ ფორმებს შორის გამოვლინდა ისეთი ფორმები, რომლებმაც II საკონტროლო ვარიანტისგან (მანდარინ უნშიუს ნათესარის ვეგეტატიური თაობა) განსხვავებით გამოვლინა შედარებით მაღალი ყინვაგამძლეობა: №5442 (0,05%), №5440 (0,08%), №2027 (0,2%), №2063 (0,08%), №2065 (0,06%), №1691 (0,06%).

როგორც მე-12 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, მცენარის ყინვაგამძლეობასა და მუტაგენის კონცენტრაციებს შორის კორელაციური კავშირი არ ფიქსირდება, ვინაიდან შედარებით მაღალი ყინვაგამძლე ფორმები გამოვლინდა მუტაგენის თითქმის ყველა კონცენტრაციის შემთხვევაში.

ყინვაგამძლეობის შესწავლა ხორციელდებოდა, აგრეთვე, საველე პირობებში. კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ მაღალი კონცენტრაციის (0,2%) მუტაგენით დამუშავებული მუტანტური ნათესარები უფრო მეტად დაზიანდნენ, ვიდრე საკონტროლო ვარიანტები (I და II).

მე-13 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ დაზიანების ყველაზე დაბალი პროცენტული მაჩვენებელი (12,5%) დაფიქსირდა დაბალი კონცენტრაციის (0,05%) მუტაგენ ნეშ-ას ხსნარით დამუშავებულ მუტანტურ ნათესარებში, ხოლო ყველაზე მაღალი – (23,6%) მაღალი კონცენტრაციის (0,2%) მუტაგენის ხსნარით დამუშავებისას.

ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს  
ნათესარების გადაზამთრებაზე მინდვრის პირობებში

კონცენტრ., %	მცენარეთა რაოდენობა	შეფასება, ბალი						დაზიანების %
		0	1	2	3	4	5	
0,2	33	9	17	4	0	1	2	23,6
0,1	28	5	16	4	3	0	0	21,3
0,08	8	3	3	2	0	0	0	17,7
0,06	27	7	17	2	1	0	0	15,5
0,05	16	8	6	2	0	0	0	12,5
საკონტ.	6	2	3	1	0	0	0	16,6

შენიშვნა: კვლევის პერიოდში ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი შეადგენდა -9,5°C

შედეგებიდან ჩანს, რომ მანდარინ უნშიუმ (საკონტროლო I) მუტანტურ ნათესარებთან შედარებით აჩვენა საშუალო ყინვაგამძლეობა (16,6%). ყოველივე ეს გვაძლევს იმის საფუძველს, ვივარაუდოთ, რომ მუტაგენის მაღალი კონცენტრაცია აქვეითებს მცენარის ყინვაგამძლეობას. ყინვაგამძლეობის მიხედვით ჩვენ მიერ გამორჩეულ (ზემოთ ჩამოთვლილ) მუტანტურ ფორმებს შედარებით მაღალი ყინვაგამძლეობის გამო აქვთ, როგორც სელექციური, ასევე პრაქტიკული ღირებულება.

#### 4.6. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ნაყოფის სიმწიფესა და მოსავლიანობაზე

საქართველოს ის ნაწილი, სადაც სუბტროპიკული კულტურებია გაშენებული ყველაზე ჩრდილოეთით მდებარეობს და მისი გავრცელების საზღვრებს სცილდება. აქედან გამომდინარე, ადრემწიფადი ჯიშებისა და ფორმების გამორჩევა, ტიპურ სუბტროპიკულ ქვეყნებში ნაკლებად აქტუალურია, თუმცა ჩვენი ქვეყნისთვის უაღრესად მნიშვნელოვანია. დასავლეთ საქართველოში მანდარინი ჩვეულებრივ მწიფდება ნოემბერ-დეკემბერში, ეს პერიოდი ჩვენთან გამოირჩევა არახელსაყრელი კლიმატური პირობებით. მოსავლის ალების დროს ხშირია დაბალი ტემპერატურები, თოვლი, სეტყვა, რაც იწვევს, ნაყოფის დაზიანებას, სასაქონლო სახის დაკარგვას, მოსავლის ალების პერიოდის გაჭიანურებას, ციტრუსოვანთა ნაყოფის დროულ რეალიზაციას კი ფერმერებისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს. გარდა ამისა, დაგვიანებით ნაყოფის კრეფა, უარყოფითად მოქმედებს არა მარტო მოსავლიანობაზე, არამედ მცენარის ყინვაგამძლეობაზე. ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, სიმწიფის ვადების დადგენას და საადრეო ჯიშების გამოყვანას დიდი მნიშვნელობა აქვს ჩვენი კლიმატური პირობებისათვის, როგორც მაღალხარისხიანი პროდუქციის მისაღებად, ასევე მცენარის ყინვაგამძლეობის თვალსაზრისითაც.

ცნობილია, რომ ციტრუსოვანთა ნაყოფის საგემოვნო თვისებები მაქსიმალურად მათი ხეზე მომწიფებისას ვლინდება. ციტრუსოვანთა ნაყოფის სიმწიფის პერიოდის დასადგენად პირველი ნიშანია მისთვის დამახასიათებელი კანის შეფერილობა, რომელიც დამოკიდებულია აქტიურ ტემპერატურათა ჯამთან (მანდარინისათვის შეადგენს  $4200^{\circ}\text{C}$ ).

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების  
ნაყოფის სიმწიფესა და მოსავლიანობაზე

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	ნაყოფის სიმწიფე, ბალი	ერთი ხის საშუალო მოსავლიანობა, კგ	მოსავლიანობა კონტროლთან მიმართებაში, %
0,2	11987	4,0	10,6	108,2
	5435	4,0	10,0	102,0
0,1	1961	4,5	12,4	126,5
	1965	5,0	5,1	52,0
	2027	5,0	7,2	73,5
	2029	4,5	12,2	124,4
	5423	4,0	9,0	91,8
0,08	1717	3,5	3,8	38,7
	2063	4,0	3,5	35,7
	5018	5,0	12,3	125,5
	5428	4,0	6,6	67,3
	5440	4,0	10,1	103,1
0,06	1752	4,0	6,1	62,2
	1755	4,5	5,6	57,1
	2065	4,0	3,2	32,6
	5412	5,0	7,3	74,4
	5425	4,0	8,3	84,7
0,05	1730	4,5	11,5	117,3
	1691	3,5	6,7	68,4
	5442	4,5	6,3	64,2
საკონტროლო I		4,0	9,8	100
საკონტროლო II		5,0	9,4	96,9

ზოგიერთი ავტორის მონაცემებით, მანდარინის ნაყოფის სიმწიფე განისაზღვრება ნაყოფში ხსნადი მშრალი ნივთიერების ლიმონმჟავასთან შეფარდებით [166].

სხვადასხვა მუტანტურ ნათესარებში ნაყოფის სიმწიფის ხარისხის შესწავლისთვის გამოყენებული იყო ნაყოფის სიმწიფის შეფასების 5-ბალიანი სისტემა [96].

კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ მუტანტური ნათესარები ნაყოფის სიმწიფის პერიოდის მიხედვით უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან საკონტროლოდ (II) აღებულ მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარისგან (№1624).

როგორც მე-14 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ზოგიერთ მუტანტურ ფორმაში (№№2027, 1965, 5018, 5412) ნაყოფის სიმწიფის პერიოდი მიმდინარეობდა საკონტროლო ვარიანტების სიმწიფის სინქრონულად (I, II). მანდარინ უნშიუს ნათესარი (II) უფრო ადრე შევიდა სიმწიფეში, ვიდრე თვით დედამცენარე (I). სხვა დანარჩენ მუტანტურ ნათესარებში სიმწიფის ფაზაში შესვლა შედარებით გვიან დაფიქსირდა. მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე მუტანტის - №1464 ვეგეტატიური თაობის მცენარეების (№5435, №11987) ნაყოფის მომწიფების ხარისხის მიხედვით 1 ბალით დაბალი აღმოჩნდა, ვიდრე მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარისა (II საკონტროლო). მუტანტურ ფორმათა უმეტესობაში ნაყოფის სიმწიფე 1 ბალით დაბალია ან იგივეა, რაც I საკონტროლოს (დედამცენარე) შემთხვევაში.

ამრიგად, მუტაგენ ნემ-ას ზოგიერთმა კონცენტრაციამ, გარკვეულწილად, გავლენა იქონია ნაყოფის ადრეულ მომწიფებაზე, თუმცა ცალკეული კონცენტრაციების გამოყენებისას ერთეულ ეგზემპლარებზე გამოიკვეთა ნაყოფის სიმწიფის შედარებით ადრეული პერიოდი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ნათესარებს შორის შევარჩიოთ ადრემწიფადობით გამორჩეული მუტანტები.

#### 4.7. მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მუტანტურ ნათესართა ნაყოფის გამონასკვაზე (მოსავლიანობის შეფასება)

მცენარის ამა თუ იმ ჯიშის ან ფორმის გარემო პირობებთან შეგუებულობის ერთ-ერთ ძირითად მაჩვენებელს მოსავლიანობა წარმოადგენს. ცნობილია, რომ ყვავილის გამონასკვის შემდგომ პერიოდში ადგილი აქვს ნასკვების ბუნებრივ ჩამოცვენას, რომლის რაოდენობა დამოკიდებულია მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზე (გვალვა, ქარი, ჰაერისა და ნიადაგის ტემპერატურებს შორის მკვეთრი განსხვავება და სხვა). ნასკვების პირველი ცვენა მიმდინარეობს გვირგვინის ფურცლების ჩამოცვენის შემდეგ (ივნისში), სწორედ ამ პერიოდში ხდება ყველაზე დიდი რაოდენობით ნასკვების ჩამოცვენა და ხშირად ჩამოცვენილი ნასკვების პროცენტული რაოდენობა აღწევს 60-70%-ს.

ვ. იაკობაშვილის [278] მონაცემებით ციტრუსებში ნასკვების ჩამოცვენის I ტალღა იწყება ივლისში, რომლის დროსაც ჩამოცვენილი ნასკვების რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 20-25%-ს. ნაყოფის გამსხვილებასთან ერთად ნასკვის ჩამოცვენის პროცენტი მცირდება და მომწიფების დაწყებამდე არ აღემატება 1-2%-ს. საბოლოოდ ყვავილების და ნასკვების ჩამოცვენის შემდეგ ხეზე რჩება ნაყოფის მხოლოდ 6-7%, ფ. მამფორიას [222] მონაცემებით კი – 10-12%.

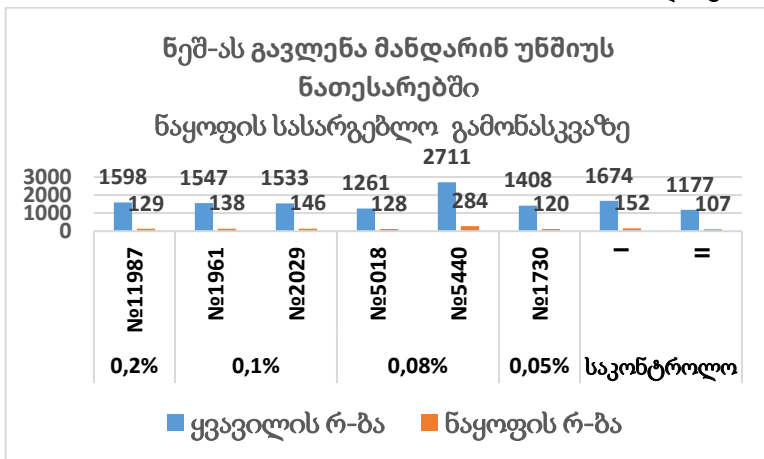
ე. ტრელიცკაიამ [254] ფორთოხალ „ჰამლინის“ ვარჯის განათების ხარისხსა და ნაყოფის გამონასკვის პროცენტულობას შორის საინტერესო კანონზომიერება აღმოაჩინა. დაადგინა, რომ ვარჯის სამხრეთ-დასავლეთის ყველა ვარიანტში, ნაყოფის გამონასკვის პროცენტი უფრო დაბალია (13,0-26,0%), ვიდრე ჩრდილო-აღმოსავლეთზე (17,8-33,6%).

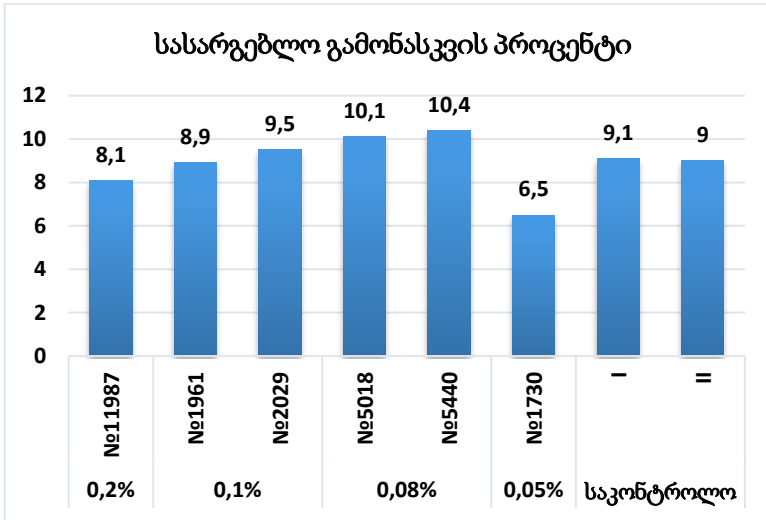
გ. ნადარაიას მოსაზრებით ბუტონების, ყვავილების და ნასკვების უხვად წარმოქმნისას ადგილი აქვს მათ მასიურ ჩამოცვენას, რაც მცენარის ბუნებრივი განტვირთვის პროცესს წარმოადგენს [228].

ფ. კობელი ეყრდნობა რა სხვა ავტორთა მონაცემებს, მიუთითებს, რომ ვაშლისა და მსხლის უხვადმოყვავილე მცენარეებიდან საშუალო მოსავლის მისაღებად საკმარისია მცენარეზე დარჩეს ყვავილების საერთო რაოდენობის მხოლოდ 4%, კურკოვნებისთვის კი შეადგენს 15-25% [205].

მუტანტურ ნათესარებში ნაყოფის სასარგებლო გამონასკვის შესწავლისთვის შეირჩა 6 მუტანტური ფორმა, რომელიც მიღებულ იქნა მუტაგენ ნემ-ას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით დამუშავების შედეგად. თითოეულ მცენარეზე ყველა მხრიდან შეირჩა 4 ძირითადი ტოტი, სადაც ითვლებოდა: ყვავილობის პერიოდში მათი მთლიანი რაოდენობა, ხოლო კრეფის დაწყების წინ – ნაყოფის რაოდენობა.

დიაგრამა 1





როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს (დიაგრამა 1; 2), ორმა მუტანტურმა ნათესარმა №5018 და №5440 საკონტროლო ვარიანტთან შედარებით გამოავლინა ნაყოფის სასარგებლო გამონასკვის ყველაზე მაღალი (10,1±0,8%; 10,4±0,6%) მაჩვენებელი. აღნიშნული ფორმები მიღებულია მანდარინის თესლის მუტაგენ ნემ-ას 0,08%-იანი ხსნარით დამუშავებით. მუტანტებს შორის გამონასკვის შედარებით დაბალი პროცენტული მაჩვენებელი დაფიქსირდა შემდეგ ფორმებში: №11987 (8,1±0,7%), №1730 (6,5±0,8%). დანარჩენ მუტანტებში (№№1961, 2029, 5018, 1730) გამონასკვის პროცენტი და შესაბამისად, მოსავლიანობა უმნიშვნელოდ განსხვავდებოდა საკონტროლო (I-II) ვარიანტებისგან.

ამრიგად, კვლევის შედეგებით დასტურდება, რომ მოსავლიანობასა და კვლევაში გამოყენებული ქიმიური მუტაგენის კონცენტრაციებს შორის კორელაციური კავშირი და კანონზომიერება არ დასტურდება. არ არის გამორიცხული მაღალმოსა-

ვლიან ეგზემპლართა წარმოქმნა მუტაგენის ნებისმიერი კონცენტრაციის შემთხვევაში. მაგალითად, სხვადასხვა კონცენტრაციის მუტაგენით დამუშავებულ მუტანტურ ფორმებში – №1961(0,1%), №2029(0,1%), №5018 (0,08%), №1730 (0,08%) – დაფიქსირდა მოსავლიანობის თითქმის ერთნაირი მაჩვენებელი.

#### 4.8. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ნაყოფის ტექნიკურ მახასიათებლებზე

მანდარინის ნაყოფის სასაქონლო სახეს, ძირითადად, განსაზღვრავს ნაყოფის ზომა, ფორმა, კანის ზედაპირი, კანის სისქე და სხვა ორგანოლექტიკური მახასიათებლები. მუტაგენის (ნემ) სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით თესლის დამუშავებით მიღებულ მუტანტურ ფორმათა უმეტესობას ახასიათებს უნშიუს მსგავსი სიმეტრიული, მომრგვალო ფორმის სუსტად შებრტყელებული ნაყოფები, რომლის ინდექსი (სიმაღლის დიამეტრთან მიმართებაში) 0,8%-ია, თუმცა, მუტანტურ ფორმებს შორის მრავლადაა დიდი ზომის ნაყოფის მქონე სახეშეცვლილი ფორმები.

მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე მუტანტური ნათესარის (№1464) ნაყოფი, მასითა და მოცულობით განსხვავდება საკონტროლო (I-II) ვარიანტების ნაყოფისგან (სურ. 5, 6). მუტანტ-№1464 ნაყოფების მასა 6 გრ-ით ნაკლებია, ვიდრე მანდარინ უნშიუსი და 12 გრ-ით ნაკლებია, ვიდრე უნშიუს ნუცელარულ ნათესარებში (უარყოფითი მუტაცია). ჩვენ მიერ კვლევაში გამოყენებულ მუტანტურ ფორმებში ნაყოფის მოცულობა უმეტეს შემთხვევაში უფრო მცირეა, ვიდრე საკონტროლო ვარიანტებში.



**სურ. 5. მუტაგენ ნემ-ას მანდარინ უნშიუს თესლზე ზემოქმედების შედეგად მუტანტურ ნათესართა ნაყოფები**



სურ. 6 მანდარინი უნშიუ (საკონტროლო I)



სურ. 7 მანდარინი უნშიუს ნუცელარული ნათესარი  
(საკონტროლო II)

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების  
ნაყოფის ტექნიკურ მახასიათებლებზე

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	ნაყოფის სიმაღლე, სმ	ნაყოფის დიამეტრი, სმ	ნაყოფის მასა, გრ	ნაყოფის მოცულობა, სმ <sup>3</sup>	სეგმენტების რაოდენობა
10,2	11987	3,1±0,4	4,1±0,7	51,7±2,9	60,3±3,5	8,1±0,3
	5435	3,0±0,3	4,1±0,6	53,4±2,4	53,5±3,7	7,6±0,2
0,1	1961	3,9±0,5	5,1±0,8	62,7±2,4	71,4±2,5	9,4±0,2
	1965	3,9±0,5	5,1±1,1	56,5±2,4	60,8±3,4	9,8±0,2
	2027	3,9±0,8	5,2±0,4	62,7±2,4	72,8±3,1	8,5±0,2
	2029	3,8±0,6	5,0±0,5	57,8±3,4	67,5±3,4	9,3±0,2
	5423	4,3±0,6	5,3±0,7	62,4±2,6	78,6±2,4	9,8±0,2
0,08	1717	4,2±0,4	4,7±0,8	54,1±2,6	58,7±3,0	8,0±0,3
	2063	3,8±0,3	4,7±0,8	53,0±4,4	65,4±2,9	9,4±0,3
	5018	4,1±0,6	5,3±1,2	72,6±2,5	79,5±3,5	8,8±0,3
	5428	4,1±0,8	5,8±1,4	64,5±3,3	78,6±3,0	9,5±0,2
	5440	4,8±0,4	6,0±1,1	82,5±3,4	89,7±2,7	9,3±0,3
0,06	1752	4,2±0,3	5,3±0,6	62,9±2,7	75,2±3,0	9,3±0,3
	1755	4,3±0,5	5,5±0,8	64,1±2,4	79,7±2,9	9,6±0,4
	2065	4,2±0,6	5,3±1,2	61,1±2,6	74,5±2,1	9,3±0,2
	5412	4,4±0,6	5,2±0,9	64,0±2,5	78,6±3,1	9,5±0,4
	5425	4,3±0,7	5,6±0,4	55,9±2,6	68,7±3,4	9,9±0,5
0,05	1730	4,3±0,7	5,2±0,6	66,5±3,2	72,4±2,6	9,4±0,2
	1691	3,2±0,5	4,6±0,5	56,1±3,1	65,3±2,4	8,7±0,2
	5442	4,1±0,6	5,3±1,1	61,2±2,9	77,0±3,0	9,7±0,4
საკონტრ. I	4,1±0,6	5,2±0,7	57,6±3,1	64,7±2,7	9,0±0,3	
საკონტრ. II	3,9±0,4	5,1±0,7	63,6±3,8	75,4±2,6	9,6±0,2	

საკვლევ მუტანტურ ფორმებში შედარებით დიდი ზომის ნაყოფებით გამოირჩევა მუტანტი №5440, რომელიც მიღებულია მუტაგენ ნეშ-ას 0,08%-იანი ხსნარის გამოყენებით.

აღნიშნულ ფორმაში ნაყოფის საშუალო მასა შეადგენს 82,5 გრ-ს, მაშინ, როდესაც მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარის (საკონტ. II) ნაყოფის მასა 63,6გრ-ია (19გრ-ით ნაკლები), ხოლო მანდარინ უნშიუს (საკონტ. I) ნაყოფის მასა 57,6 გრ-ია (25გრ-ით მეტი). შესაბამისად, მაღალია მუტანტურ ნათესართა ნაყოფის მოცულობაც (ცხრ.15). საკონტროლოსთან შედარებით მსხვილი ნაყოფებით გამოირჩეოდნენ სხვა მუტანტური ფორმებიც: №5018 (72,6±2,5), №1730 (66,5±4,1) და №1755 (64,2±3,5).

ამრიგად, მანდარინ უნშიუს ნუცელარულ ნათესარებში მუტაგენ ნეშ-ას ზემოქმედების შედეგად გამოწვეულმა მორფოლოგიურმა ცვლილებებმა თავისთავად გამოიწვია ნაყოფის ზომის ცვალებადობაც (უმეტეს შემთხვევაში – შემცირება, იშვიათად – გაზრდა).

ნაყოფის სასაქონლო სახეს, გარდა ნაყოფის მასისა განსაზღვრავს სხვა ტექნიკური მახასიათებლებიც, როგორცაა: რბილობის მასა, კანის მასა, კანის ზედაპირი, სისქე, ეთერზეთოვანი ჯირკვლების რაოდენობა და სხვა (ცხრ.16).

კვლევებმა აჩვენა, რომ მუტანტურ ნათესართა უმრავლესობის ნაყოფი თხელკანიანია, სადაც კანის სისქე მერყეობს 2,0±0,09მმ-ს და 3,0±0,06მმ-ს შორის, როცა მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარის (საკონტროლო II) კანის სისქე 2,3±0,1მმ-ია. ნათესარებს შორის ყველაზე თხელკანიანი აღმოჩნდა მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე მუტანტის (№1464) ნაყოფი.

მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების  
ნაყოფის ტექნიკურ მაჩვენებლებზე

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	რბილობი		კანი		
		მასა, გრ	% ნაყოფთან მიმართებაში	კანის სისქე, მმ	ეთერზეთოვანი ჯირკვლების სისქე, მმ	ეთერზეთოვანი ჯირკვლების რაოდენობა 1სმ <sup>2</sup> -ზე
0,2	11987	37,8±2,2	73,1	1,8±0,1	1,0±0,1	20,7±0,9
	5435	38,4±1,8	75,6	2,0±0,1	1,2±0,1	21,9±0,9
0,1	1961	46,6±3,3	74,3	2,5±0,1	1,3±0,1	24,6±1,0
	1965	32,6±2,6	70,0	2,5±0,1	1,2±0,1	23,4±1,0
	2027	48,0±3,3	76,5	2,6±0,1	1,4±0,1	23,6±0,9
	2029	42,1±3,2	72,8	2,7±0,0	1,5±0,1	20,9±0,9
	5423	46,2±3,4	74,0	2,5±0,1	1,6±0,1	21,8±1,3
0,08	1717	39,4±2,3	72,8	2,2±0,1	1,1±0,1	22,9±0,8
	2063	37,4±2,4	70,6	2,1±0,1	1,2±0,1	22,3±0,8
	5018	54,6±3,1	75,2	2,3±0,0	1,4±0,1	22,8±1,0
	5428	45,4±3,4	70,4	2,5±0,1	1,5±0,1	27,6±0,8
	5440	58,4±2,6	70,8	2,1±0,1	1,5±0,0	27,3±0,8
0,06	1752	44,8±3,4	71,2	2,0±0,0	1,3±0,1	24,5±1,0
	1755	43,8±3,3	68,3	2,8±0,4	1,2±0,0	21,8±1,0
	2065	45,7±2,8	74,7	2,2±0,1	1,3±0,0	21,8±0,8
	5412	46,2±3,3	72,1	2,8±0,1	1,4±0,0	23,9±0,6
	5425	39,4±3,2	70,4	3,0±0,1	1,3±0,1	18,4±0,9
0,05	1730	47,7±1,9	71,7	3,0±0,1	1,3±0,0	21,5±1,0
	1691	39,5±1,6	69,8	2,8±0,1	1,4±0,0	25,4±1,0
	5442	43,5±2,2	71,1	3,0±0,0	1,3±0,0	19,5±1,0
საკონტრ. I		41,6±2,8	72,2	3,0±0,1	1,2±0,0	23,5±1,0
საკონტრ. II		46,3±1,7	72,8	2,3±0,1	1,2±0,0	24,8±0,9

საკონტროლო მცენარეებსა და მუტანტურ ნათესართა უმრავლესობის ნაყოფის კანში ეთერზეთოვანი ჯირკვლების სისქე თითქმის ერთნაირია, გამონაკლისს წარმოადგენდა ფორმები: №№5423, 2029, 5428 და 5440. საცდელ მცენარეთა ნაყოფის კანზე ეთერზეთოვანი ჯირკვლების რაოდენობა 1სმ<sup>2</sup>-ზე მერყეობდა 20,7±0,9-დან 27,6±0,8-მდე, ხოლო საკონტროლო მცენარეებში – 3,5±1,0 –დან 24,8±0,9 -მდე.

მონაცემთა ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია, გაკეთდეს დასკვნა: მიუხედავად იმისა, რომ მუტაგენ ნემ-ას მოქმედება იწვევს მუტანტური ნათესარების ნაყოფის ტექნიკური მაჩვენებლების ცვალებადობას, მუტაგენის ხსნარის კონცენტრაცია კორელაციაში არ არის აღნიშნულ ცვლილებებთან.

#### 4.9. მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ნაყოფის ბიოქიმიურ კომპონენტებზე

ცნობილია, რომ ციტრუსოვანთა ნაყოფი მდიდარია ორგანული მჟავებით, ვიტამინებით, ფენოლური ნაერთებით, ფლავანოიდებით და ანტიოქსიდანტებით, რომლებიც ორგანიზმში ამცირებენ გულსისხლძარღვთა, ნევროლოგიური, სხვადასხვა ქრონიკული და დეგენერაციული დაავადებების განვითარების რისკს და ხელს უშლიან კიბოს უჯრედების პროგრესირებას. ავლენენ ანტიოქსიდანტურ, ანტივირუსულ და ანტიბიოტიკურ მოქმედებას და ხელს უშლიან დაბერების პროცესს [286, 314, 315, 345, 350, 386].

ნაყოფის ბიოქიმიური შემადგენლობის შესწავლიდან ჩანს, რომ ნაყოფში მშრალი ნივთიერების შემცველობა ფორმებში ვარიირებს - 8,3-10,0%-ის ფარგლებში (ცხრ.17) და მნიშვნელოვნად არ განსხვავდება მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე მუტანტ №1464 მაჩვენებლისგან. მშრალი ნივთიერება ყველაზე დიდი რაოდენობით დაფიქსირდა 2 მუტანტურ ფორმაში: №11987(10%), №5018(10,0%), სადაც გამოყენებული იყო სხვადასხვა კონცენტრაციის მუტაგენი (0,2% და 0,08%), ყველაზე დაბალი პროცენტი დაფიქსირდა ფორმა №5423-ში (8,1%) მუტაგენი-0,1%.~

როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს, მუტანტურ ნათესართა უმრავლესობაში ვიტამინ „C“-ს შემცველობა უფრო მაღალი აღმოჩნდა, ვიდრე საკონტროლო ვარიანტებში. მანდარინ უნშიუს ნაყოფში ასკორბინის მჟავას რაოდენობამ შეადგინა 33,9მგ%, ხოლო ნუცელარული ნათესარის ნაყოფში (II საკონტროლო) – 36მგ%.

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს  
ნათესარების ნაყოფის ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე

კონცენტრაცია,%	ნათესარის ნომერი	წვენის გამოსავლიანობა		წვენში ბიოქიმიური მაჩვენებლები (100მგ)				შაქარმეცვას ინდექსი, %	დეჟუსტაციის შედეგი, ბალი
		რბილობიდან	ნაყოფიდან	შშრალი ნივთ-ება, %	მჟავიანობა, %	ვიტამინი C, მგ/%	შაქარი (სულ), %		
0,2	11987	67,8	57,2	10,0	1,55	39,8	7,3	4,7	69,7
	5435	66,1	46,6	9,8	1,21	40,7	7,3	6,0	67,8
0,1	1961	61,3	44,1	8,8	0,77	36,4	6,6	8,6	79,8
	1965	58,5	48,7	9,1	0,72	37,7	6,9	9,6	73,0
	2027	68,6	50,7	9,6	0,73	33,8	6,1	8,3	82,3
	2029	67,1	48,4	9,8	0,75	33,9	6,8	9,1	77,8
	5423	67,6	47,5	8,1	0,75	34,9	6,4	8,5	75,9
0,08	1717	63,1	44,8	8,8	0,86	35,3	6,2	7,2	76,2
	2063	70,4	41,3	8,5	0,81	32,0	6,3	7,7	70,7
	5018	65,1	50,4	10,0	0,84	35,4	7,4	8,8	84,1
	5428	68,1	47,4	8,5	0,75	33,3	6,5	8,6	79,8
	5440	60,8	43,7	8,3	0,91	34,4	6,3	6,9	83,7
0,06	1752	70,5	51,9	9,0	0,80	31,8	7,0	8,7	78,6
	1755	71,5	50,7	8,9	0,88	34,9	6,5	8,3	78,3
	2065	65,2	44,9	9,1	0,82	37,9	6,3	7,6	80,5
	5412	66,8	45,4	9,1	0,89	38,0	6,9	7,7	76,4
	5425	80,0	44,3	8,2	0,78	40,5	6,6	8,4	82,9
0,05	1730	69,2	51,5	9,3	0,87	35,5	6,9	8,0	82,5
	1691	67,2	47,8	8,8	0,99	36,3	6,4	6,4	73,4
	5442	69,4	48,9	9,5	0,84	34,7	7,4	8,8	78,7
საკონტრ. I		63,5	46,4	9,0	0,91	33,9	6,5	7,1	77,5
საკონტრ. II		63,2	46,5	9,5	0,74	36,0	7,1	9,6	82,4

მუტანტური ნათესარის ნაყოფში აღნიშნული მაჩვენებელი მერყეობს 31,8მგ%-დან 40,7მგ%-მდე, რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია. მუტანტურ ნათესარებს შორის „C“ ვიტამინის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე ნათესარების 2 ფორმაში: №5435 (40,7მგ%), №11987 (39,8მგ/%), რომლებიც მიღებულია ყველაზე მაღალი კონცენტრაციის (0,2%) მუტაგენის ხსნარით დამუშავებისას. ფორმებს შორის გვხვდება ისეთებიც (№5425), სადაც „C“ ვიტამინის შემცველობა საკმაოდ მაღალია (40,5მგ%), თუმცა აღნიშნული ფორმა მიღებულია დაბალი კონცენტრაციის (0,06%) მუტაგენით დამუშავებისას. ფორმებს შორის შედარებით მცირე რაოდენობით „C“ ვიტამინს შეიცავს ფორმები: (№1752 (31,8მგ%), №2063 (32,0მგ%), რომლებიც მიღებულია დაბალი კონცენტრაციის (0,06% და 0,08%) მუტაგენით დამუშავებისას.

ცნობილია, რომ ნაყოფის საგემოვნო თვისებები მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული შაქრისა და მჟავას თანაფარდობაზე (შაქარმჟავას ინდექსი). აღნიშნული მაჩვენებელი საკონტროლო ვარიანტის (I) ნაყოფში შეადგენს – 7,1%, ხოლო ნუცელარულ ნათესარის (II საკონტროლო) ნაყოფში – 9,6%. მუტანტურ ფორმებში აღნიშნული მაჩვენებელი საკმაოდ ფართო დიაპაზონში (4,7-7,4%) მერყეობს. მუტანტურ ფორმებს შორის მაღალი მჟავიანობით გამოირჩევა მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე მუტანტის (№1464) ვეგეტატიური თაობის (№11987 და №5435) ნაყოფი (0,2%). აღნიშნულ ფორმებში მჟავიანობა 1%-ზე მაღალია (1,55% და 1,21%). სხვა დანარჩენ მუტანტურ ფორმებსა და საკონტროლო ვარიანტებში მჟავიანობის მაჩვენებელი შედარებით დაბალია.

ციტრუსოვანთა ნაყოფში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია შაქრების შემცველობა, რომელთა რაოდენობა დამოკიდებულია

მრავალ ფაქტორზე. მუტანტურ ფორმებში შაქრიანობის შესწავლით ცხადი გახდა, რომ აღნიშნული მაჩვენებელი მუტანტურ ფორმებში არც ისე მაღალია და ცვალებადობს 6,1%-დან 7,4%-მდე. მანდარინ უნშიუს ნათესარის (II საკონტროლო) ნაყოფი შედარებით მაღალი შაქრიანობით (7,1%) გამოირჩევა, ვიდრე თვით მანდარინ უნშიუს (I საკონტროლო) ნაყოფი. მიუხედავად იმისა, რომ მუტანტურ ფორმათა უმრავლესობაში შაქრების რაოდენობა შედარებით მაღალია, შაქრისა და მჟავას თანაფარდობის ინდექსი ძალიან დაბალია (5-6%), მაშინ როდესაც II საკონტროლო ვარიანტში (ნათესარი) აღნიშნული მაჩვენებელი შეადგენს 9,5%-ს. მუტანტურ ფორმათა უმრავლესობაში (№№2029, 1961, 1965, 5018, 5442) შაქრისა და მჟავას თანაფარდობა (ინდექსი) უნშიუსთან (I საკონტროლო) შედარებით მაღალია.

მანდარინის ნაყოფის საგემოვნო თვისებები, ძირითადად, დამოკიდებულია ნაყოფში შემავალი ქიმიური კომპონენტების თანაფარდობასა და მათ ჰარმონიულ შეთანაწყობაზე. აღნიშნული თანაფარდობის დადგენა შესაძლებელია დეგუსტაციის საშუალებით. მუტანტურ ფორმებში ნაყოფის დეგუსტაციის შედეგად გამოვლინდა, რომ მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარის ნაყოფი (II საკონტროლო) შეფასდა უფრო მაღალი ბალით (82,4 ბალი), ვიდრე თვით მანდარინი უნშიუ (77,5 ბალი). მსგავსი და ზოგჯერ უკეთესი შედეგი გამოავლინეს ზოგიერთმა მუტანტურმა ფორმამ: №5018 (84,1±2,3 ბალი), №5440 (83,7±3,4 ბალი), №2027 (82,3±2,5 ბალი), №5425 (82,9±3,0 ბალი), №1730 (82,5±2,6 ბალი). დანარჩენ მუტანტურ ფორმებში დეგუსტაციის შედეგები საგრძნობლად დაბალი აღმოჩნდა. ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი (67,8±3,2; 69,7±2,9 ბალი) დაფიქსირდა მუტანტ №1464-ის ნაყოფში, რაც მე-2 საკონტროლო ვარიანტის ნაყოფე-

ბის დეგუსტაციის შედეგის მაჩვენებელზე დაახლოებით 12-13 ბალით დაბალია.

ამგვარად, ქიმიური მუტაგენის ზემოქმედება მანდარინის თესლზე იწვევს ნაყოფის ზოგიერთი ნიშნის გაუმჯობესებას, ზოგიერთის კი – გაუარესებას. ერთი ნიშნის (შაქრის შემცველობის) გაუმჯობესებას მოყვება მეორე ნიშნის (სიმჟავის) გაუარესება, რაც საერთო ჯამში იწვევს საშუალო საერთო ინდექსის გაუარესებას.

აქედან გამომდინარე, შეიძლება, დავასკვნათ, რომ ბიოქიმიურ ნივთიერებათა შემადგენლობა ადვილად ექცევა მუტირების გავლენის ქვეშ და უმეტეს შემთხვევაში მას დადებითი შედეგი აქვს.

#### 4.10. მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს მუტანტურ ნათესართა ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე

მანდარინის ნაყოფების ხანგრძლივად შენახვის უნარი სამეურნეო თვალსაზრისით წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მაჩვენებელს. მრავალი ავტორის მიერ [15, 66, 80, 157, 158, 165, 166, 207, 223, 225, 268, 272] დადგენილია, რომ ციტრუსოვანთა ნაყოფის შენახვაზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი, რომელთა შორის აღსანიშნავია: მეტეოროლოგიური პირობები, ამინდი კრეფამდე და კრეფის პერიოდში, კრეფის მეთოდი, აგროტექნიკური ღონისძიებები, კრეფის ადგილიდან შენახვის ადგილამდე ტრანსპორტირების პირობები და სხვა. მიუხედავად აღნიშნული ფაქტორებისა, მნიშვნელოვანი და მთავარი ფაქტორია დაზიანების მიმართ გენეტიკური გამძლეობა, რაც გათვალისწინებული უნდა იყოს სელექციური მასალის შეფასებისა და გამო-

რჩევის დროს. ის ფორმები, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი შენახვისუნარიანობით, უნდა იქნას გამორჩეული, ხოლო დაბალი შენახვის უნარის მქონე ფორმები – სელექციონერის მიერ უნდა იქნას დაწუნებული.

არანაკლებ მნიშვნელოვანია მანდარინის ნაყოფის მოხმარების პერიოდის გახანგრძლივებაც, რომელიც შესაძლებელია, ერთი მხრივ შენახვის პირობების დაცვით, ხოლო მეორე მხრივ – წარმოებაში ახალი პერსპექტიული ფორმებისა და ჯიშების გამოყვანა/დანერგვით.

ჩვენ მიერ მუტანტური ნათესარების ნაყოფის შენახვისუნარიანობა შესწავლილ იქნა სპეციალურ საწყობში, სადაც დაცული იყო ტემპერატურისა (+5°C, +7°C) და ტენიანობის (80-85%) რეჟიმი. თითოეული სელექციური ფორმიდან ინახებოდა 200 ცალი ნაყოფი. აღრიცხვა ტარდებოდა ყოველ 10 დღეში, ხოლო ტექნიკური და ბიოქიმიური ანალიზი ტარდებოდა ნაყოფის შენახვამდე და შენახვის შემდეგ.

კვლევის შედეგებმა ცხადყო, რომ მანდარინ უნშიუს ნაყოფი (საკონტროლო I) გამოირჩეოდა კარგი შენახვისუნარიანობით, ვიდრე ნუცელარული ნათესარის ნაყოფი (საკონტროლო II). მუტანტურ ნათესართა შესწავლილ ფორმებს შორის ყველაზე დაბალი შენახვისუნარიანობა აჩვენა მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილების მქონე (№1464) მუტანტმა. ნათესართა შორის (მუტანტურ) საუკეთესო შენახვისუნარიანობა გამოავლინეს დაბალი და საშუალო კონცენტრაციის მუტაგენით დამუშავებულმა ფორმებმა: №№5428 (0,08%); 5440 (0,08%); 1752 (0,06%) და 1691 (0,1%).

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს  
ნათესარების ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	დაზიანებული ნაყოფი, %			
		I წელი	II წელი	III წელი	საშუალო
0,2	11987	70,5±3,3	67,5±3,3	86,0±2,5	74,6±3,1
	5435	62,5±3,4	78,0±2,9	84,5±2,5	74,7±2,9
0,1	1961	56,0±3,5	63,0±3,4	71,0±3,3	63,3±3,4
	2029	55,0±3,5	57,0±3,5	60,0±3,5	57,3±3,5
	2027	64,5±3,4	-	73,0±3,2	68,7±3,3
	5423	58,0±3,5	53,0±3,5	62,0±3,4	57,6±3,4
0,08	5018	63,0±3,4	67,0±3,4	71,5±3,3	67,2±3,4
	5428	-	51,0±3,5	55,0±3,5	53,0±3,5
	5440	-	40,0±3,5	44,0±3,5	42,0±3,5
0,06	1752	-	53,5±3,5	56,0±3,5	54,7±3,5
	1755	-	59,0±3,5	63,5±3,4	61,3±3,4
	5412	66,0±3,5	61,0±3,4	64,0±3,4	63,7±3,4
0,05	1730	68,5±3,5	61,5±3,4	70,0±3,3	66,7±3,4
	1691	-	42,0±3,5	47,0±3,5	44,5±3,5
	5442	63,0±3,4	59,5±3,5	68,5±3,4	63,7±3,4
საკონტრ. I		52,0±2,9	57,5±2,9	61,5±2,8	57,0±2,9
საკონტრ. II		62,5±3,4	66,5±3,4	72,5±3,2	67,2±3,3

**შენიშვნა:**

ყველა ფორმიდან შესწავლილ იქნა 200 ცალი ნაყოფი;

აღრიცხვა ტარდებოდა ყოველ 10 დღეში - 1 დეკემბრიდან  
30 მარტამდე;

$HCP_{05} I = 9,2$ ;  $HCP_{05} II = 5,3$ ;  $HCP_{05} III = 6,8$ ;  $HCP_{05} IV = 3,4$ ;

$HCP_{05} V = 5,4$ .

შენახვიდან 4 თვის შემდეგ დაზიანებული ნაყოფის პროცენტული რაოდენობა მუტანტურ ნათესართა სხვადასხვა ფორმაში შედარებით დაბალი იყო, ვიდრე საკონტროლო. ვარიანტებში. მანდარინ უნშიუს შემთხვევაში (I საკონტრ.) დაზიანებული ნაყოფების რაოდენობამ შეადგინა 57,0%, ხოლო უნშიუს ნათესარში – 67,2% (II საკონტრ.), მუტანტურ ნათესარებში შენახვისუნარიანობა შედარებით დაბალი იყო, დაზიანების საშუალო პროცენტული მაჩვენებელი ფორმებს შორის ფართო (42-74,7%) დიაპაზონში მერყეობდა. ფორმებს შორის კარგი შენახვისუნარიანი აღმოჩნდა: №5440(42,0%), №1691(44,5%), №5428 (53,0%), №1752(54,7%), აღნიშნული მაჩვენებლებით მნიშვნელოვნად აღემატება საკონტროლო ვარიანტების მონაცემებს (ცხრ. 18).

#### 4.11. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა ნაყოფის ტექნიკურ და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე შენახვამდე და შენახვის შემდეგ

მუტანტურ ფორმებში კვლევა ტარდებოდა ნაყოფის ტექნიკურ და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე, როგორც შენახვამდე, ასევე შენახვის შემდეგ. კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ ნაყოფის 120-დღიანი შენახვისას ტექნიკური მახასიათებლები მნიშვნელოვნად იცვლებოდა. I საკონტროლო ვარიანტში (მანდარინი უნშიუ) ნაყოფის მასამ შენახვისას დაიკლო უფრო მეტად (9%), ვიდრე მანდარინის ნათესარის (საკონტროლო II) ნაყოფმა. მუტანტურ ფორმებში ნაყოფის მასა შედარებით ნაკლებად შემცირდა, ვიდრე მანდარინის ნათესარის (II საკონტროლო) ნაყოფისა, თუმცა ნაყოფის მასა ზოგიერთ მუტანტურ ნათესარში (№№5412; 1752; 1755; 1691) შემცირდა 20%-მდე (ცხრ. 18). კვლევის შედე-

გებიდან ნათლად ჩანს, რომ შენახვისას ნაყოფის მასა ყველა მუტანტურ ფორმაში მნიშვნელოვნად შემცირებულია, თუმცა აღნიშნული ცვლილება კორელაციაში არ არის მუტაგენის კონცენტრაციასთან. ნაყოფის შენახვისას ცვლილებას განიცდის კანისა და რბილობის პროცენტული შეფარდებაც. თუ შენახვის წინ მანდარინ უნშიუს ნათესარის (საკონტროლო II) ნაყოფში კანის პროცენტული რაოდენობა შეადგენდა 0,4%-ს, შენახვის ბოლოს ეს რაოდენობა გაიზარდა 0,5%-მდე.

მუტანტურ ფორმებს შორის მკვეთრად მოიმატა კანის წონამაც. მუტანტ №1730-ში შენახვამდე კანის წონა შეადგენდა 28,6%, შენახვის შემდეგ (1 მარტი) კი აღნიშნული მაჩვენებელი გაიზარდა 31,3%-მდე, მსგავსი მონაცემები დაფიქსირდა სხვა მუტანტური ფორმის ნაყოფშიც (№1691 შენახვამდე-28,8%, შენახვის შემდეგ – 29,7%). კანის ცვლილებების სინქრონულად იცვლებოდა რბილობის პროცენტული მაჩვენებელიც, თუმცა ფორმებს შორის მკვეთრი განსხვავება არ გამოვლენილა და კანისაგან განსხვავებით ნაკლებად ცვალებადია.

ციტრუსოვანთა ნაყოფის შენახვისას მნიშვნელოვნად შემცირდა რბილობიდან წვენის გამოსავლიანობაც, თუმცა მუტანტურ ფორმებს შორის მკვეთრი განსხვავება არც აქ დაფიქსირებულა და სხვა მაჩვენებლებთან შედარებით ნაკლებად ცვალებადია. შენახვისას წვენის გამოსავლიანობის უმნიშვნელო დანაკარგი დაფიქსირდა მუტანტ №5440-ში (შენახვამდე – 60,8%, შენახვის შემდეგ – 57,3%), ასევე მნიშვნელოვნად შემცირდა მუტანტ №1755 (შენახვამდე – 71,5%, შენახვის შემდეგ – 68,3%).

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების  
 ნაყოფის ტექნიკურ მაჩვენებლებზე  
 (შენახვამდე და შენახვის შემდეგ)

კონცენტრაცია	ნათესარის ნომერი	შენახვამდე (1 დეკემბერი)				შენახვის ბოლოს (1 მარტი)				დაზიანებული ნაყოფი, %
		საშუალო მასა, გრ.	კანი, %	რბილობი, %	წვენის გამოსავლიანობა, %	საშუალო მასა, გრ.	კანი, %	რბილობი, %	წვენის გამოსავლიანობა, %	
0,1	1961	58,7	27,8	61,3	72,2	44,0	28,4	71,6	64,0	25,0
	2029	57,8	28,3	71,7	67,1	42,4	32,5	67,5	60,1	26,6
0,08	5018	72,6	23,4	76,6	65,1	53,8	28,2	69,8	62,1	25,9
	5428	64,5	30,2	69,8	68,1	42,7	34,8	65,2	60,1	33,8
	5440	82,5	28,1	71,9	60,8	64,8	30,3	69,7	57,3	21,4
0,06	1752	62,9	26,4	73,6	70,5	50,4	28,5	71,4	64,4	19,9
	1755	64,1	28,9	71,1	71,5	53,0	31,6	55,2	68,3	17,3
	5412	68,0	31,9	68,1	66,8	54,6	34,4	65,6	62,0	19,7
0,05	1730	66,5	28,6	71,4	69,2	45,4	31,3	68,7	63,2	31,7
	1691	55,6	28,8	71,2	67,2	44,5	29,7	70,3	58,7	19,9
საკონტრ. I		57,6	28,4	71,6	63,5	48,7	31,2	68,6	53,6	25,8
საკონტრ. II		63,6	27,3	72,7	65,2	40,7	31,2	68,8	58,9	34,4

ნაყოფის შენახვისას მნიშვნელოვნად იცვლება ნაყოფის ბიოქიმიური კომპონენტების რაოდენობაც. ლ. მეტლიცკი [225] აღნიშნავდა, რომ ნაყოფის ნედლი სახით შენახვისას, რბილობში ვიტამინ „C“-ს შემცველობა პრაქტიკულად არ კლებულობს, კანში კი მნიშვნელოვნად მცირდება. ანალოგიური მონაცემებია მიღებული ჩვენს შემთხვევაშიც.

როგორც მონაცემებიდან ჩანს, მანდარინის ნაყოფის ნედლი სახით შენახვისას ვიტამინ „C“-ს რაოდენობა კლებულობს, როგორც საკონტროლო ვარიანტების (I; II) ნაყოფში, ასევე მუტანტურ ფორმებში. მე-19 ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ, მუტანტურ ფორმებში ვიტამინ „C“ კლებულობს 1,5მგ%-იდან 4მგ%-მდე, ხოლო საკონტროლო ვარიანტებში – 3,1მგ%-დან (II) 1,5მგ%-მდე (I).

სხვა მაჩვენებლების ანალოგიურად ცვლებადობს ნაყოფში მჟავიანობაც, თუ მანდარინ უნშიუს ნაყოფში (საკონტროლო I) მჟავიანობა შენახვამდე იყო 0,91%, შენახვის შემდეგ აღნიშნული მაჩვენებელი შემცირდა 0,6%-მდე. მანდარინ უნშიუს ნათესარის ნაყოფში მჟავიანობა შენახვამდე შეადგენდა 0,78%-ს, ხოლო შენახვის შემდეგ შემცირდა 0,6%-მდე. ანალოგიურად იცვლებოდა მჟავიანობა მუტანტურ ფორმებშიც, თუმცა განსაკუთრებული მკვეთრი ცვლილება მჟავიანობის თვალსაზრისით არც ერთ მუტანტურ ფორმაში არ დაფიქსირებულა და თითქმის საკონტროლო ვარიანტების მსგავსად ცვალებადობს.

მანდარინის ნაყოფის შენახვისას იცვლებოდა შაქრების რაოდენობაც. მიუხედავად იმისა, რომ ნაყოფში შაქრის შემცველობა მცირდებოდა, ნაყოფი შენახვის შემდეგ, უფრო ტკბილდებოდა, რაც განპირობებული იყო მჟავიანობის შემცირებით.

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების  
 ნაყოფის ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე  
 (შენახვამდე და შენახვის შემდეგ)

კონცენტრაცია, %	ნათესარის ნომერი	შენახვის წინ				შენახვის ბოლოს			
		მჟავიანობა, %	ვიტამინი C, მგ%	შაქარი (სულ), %	შაქარმჟავას ინდექსი	მჟავიანობა, %	ვიტამინი C, მგ%	შაქარი (სულ), %	შაქარმჟავას ინდექსი
0,1	1961	0,77	36,4	6,6	8,5	0,7	33,9	6,3	9,0
	2029	0,75	33,9	6,8	9,1	0,7	30,5	6,7	9,8
0,08	5018	0,98	35,4	7,4	7,6	0,8	33,1	6,5	8,1
	5428	0,74	33,3	6,5	8,8	0,7	32,2	6,3	9,0
	5440	0,91	34,4	6,3	6,9	0,7	31,1	5,8	8,3
0,06	1752	0,98	33,5	6,2	6,3	0,8	32,3	6,0	7,5
	1755	0,78	34,9	6,5	8,3	0,7	32,2	6,1	8,7
	5412	0,89	38,0	6,9	7,7	0,8	34,6	6,4	8,0
0,05	1730	0,96	35,5	6,3	6,6	0,7	32,2	5,4	7,7
	1691	0,99	36,3	6,4	6,5	0,7	34,3	6,0	8,6
საკონტრ. I		0,91	33,9	6,5	7,1	0,6	31,6	5,6	9,3
საკონტრ. II		0,78	36,5	6,4	8,2	0,6	33,4	5,9	9,8

ნაყოფში მჟავიანობის შემცირება იწვევს შაქარმჟავას ინდექსის გაზრდას, რაც ნაყოფს აძლევს ტკბილ გემოს. შენახვის შემდეგ, როგორც მანდარინ უნშიუს ნაყოფში (საკონტროლო I), აგ-

რეთვე, თითქმის ყველა მუტანტური ნათესარის ნაყოფში შაქარ-მჟავას ინდექსი მნიშვნელოვნად გაიზარდა. გამონაკლისს წარმოადგენდა რამდენიმე მუტანტური ფორმა: №1961(9,0%), №2029(9,8%), №5428(9,0%), რომელთა ნაყოფშიც შაქარმჟავას ინდექსი უახლოვდება მანდარინ უნშიუს (9,3%) და უნშიუს ნუცელარული ნათესარის №1624 (9,8%) ნაყოფის მაჩვენებელს (ცხრ. 20).

მუტანტური ნათესარების ნაყოფის ბიოქიმიურმა კვლევამ შენახვამდე და შენახვის შემდეგ აჩვენა, რომ ნაყოფის ბიოქიმიური კომპონენტები მნიშვნელოვან ცვალებადობას განიცდის, როგორც საკონტროლო ვარიანტებში (I-II), ისე მუტანტურ ფორმებში. კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ აღნიშნული ცვალებადობა არ არის განპირობებული მუტაგენ ნემ-ას ხსნარის კონცენტრაციით, ვინაიდან განსაკუთრებული ცვალებადობა ნაყოფის შენახვის პერიოდში არც ერთ მუტანტურ ფორმაში არ დაფიქსირებულა.

ამრიგად, მანდარინ უნშიუს თესლზე მუტაგენ ნიტროზოეთილმარლოვანას ზემოქმედებით გამოწვეულია ნიშან-თვისებათა შემდეგი სახის ცვალებადობა:

- ვლინდება მორფოლოგიური ნიშნების მკვეთრი ცვლილებები, რომელიც მიეკუთვნება შიდასახეობრივ ცვლილებათა კატეგორიას და განსაკუთრებით მაღალი სიხშირით ვლინდება 24-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას.
- მცირე მუტაციების გამოვლენა ხდება ნემ-ას ყველა კონცენტრაციისა და ექსპოზიციის შემთხვევაში, რაც საუკეთესო საშუალებაა სამეურნეო ღირებულების მქონე ახალი ჯიშების შერჩევის პროცესში. ნემ-ას 0,1% და 0,08%

იანი ხსნარის ზემოქმედებით მიღებულ იქნა შედარებით ადრემწიფადი (№№1691, 2027, 5018) და შაქრის მაღალი შემცველობის მქონე ფორმები. ხოლო ნემ-ას 0,08% და 0,05%-იანი ხსნარის მოქმედებით მიღებული იქნა კარგი შენახვისუნარიანობით გამორჩეული ფორმები (№№5440 და 1691).

- გამოვლენილია ფორმები მუტაგენის მასტიმულირებელი ეფექტით, რომელიც გამოიხატება მცენარის ყინვაგამძლეობის გაზრდაში. იგი ნათლად გამოვლინდა ნემ-ას 0,06% და 0,05%-იანი ხსნარით, 24-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას.

## **თავი 5. ქიმიური მუტაგენების მოქმედების თავისებურებანი მანდარინ უნშიუს კალმეზგი ზემოქმედებისას**

ექსპერიმენტულ მუტაგენეზში ერთ-ერთ უმთავრეს და ძირითად განზომილებას ორგანიზმთა ფენოტიპური ცვალებადობის სპექტრი წარმოადგენს. რაც უფრო მრავალფეროვანი და ფართოა ცვალებადობის სპექტრი, მით უფრო დიდია სასარგებლო ფორმების მიღების სელექციური შესაძლებლობა. ამასთან, ფორმათა დიდ მრავალფეროვნებაში, როგორც წესი, ცვლილებათა მნიშვნელოვანი ნაწილი უარყოფითია, ისინი ნაკლებად არიან დაკავშირებული ამა თუ იმ გენოტიპისთვის ბიოლოგიურად სასარგებლო ან ადამიანისთვის სასურველი რაოდენობრივი და თვისობრივი ნიშნების წარმოქმნასთან.

დღეისთვის საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ბუნებრივ პირობებში ციტრუსოვან კულტურებში სპონტანური მუტაციები საკმაოდ ხშირად წარმოიქმნება, თუმცა მათ შორის ძალიან მცირეა სამეურნეო თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი ცვლილებები. ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების ზემოქმედებით კი შესაძლებელია მცენარეთა ცვალებადობის სიხშირის გაზრდა, რაც იძლევა მდიდარი სელექციური მასალის მიღების შესაძლებლობას, რომელიც შემდგომში გამოიყენება ახალი სელექციური თვალსაზრისით საინტერესო ფორმების მისაღებად.

ქიმიური მუტაგენეზის დროს მცენარეზე ახალი განსხვავებული ყლორტების გამოვლენა და მათი შენარჩუნება დამოკიდებულია მუტაგენის კონცენტრაციასა და ზემოქმედების ექსპოზიციაზე. ცნობილია, აგრეთვე, ისიც, რომ კალმეზზე მაღალი კონცენტრაციის ზემოქმედებით საგრძნობლად იზრდება შეცვლილი ყლორტების წარმოქმნის შესაძლებლობა [118, 202].

ე. თოდაძე აღნიშნავს, რომ მუტაგენური ფაქტორების მიმართ მგრძობელობა განსხვავებულია ფეიჰოაშიც ონტოგენეზის სხვადასხვა ეტაპზე. მუტაგენით კვირტის დამუშავებისას მორფოლოგიური ცვლილებების სიხშირე უფრო მაღალია, ვიდრე თესლის დამუშავების შემთხვევაში [251]. ცნობილია, რომ ზრდის კონუსის მრავალრიცხოვან უჯრედებზე მუტაგენური ფაქტორების ზემოქმედებით შესაძლებელია მიღებულ იქნას დიდი რაოდენობით შეცვლილი ყლორტები, რომელთა გამოვლენა, ძირითადად, დამოკიდებულია მძინარე კვირტების რეალიზაციაზე. ვეგეტატიურად მამრავლ მცენარეებში სასარგებლო მუტაციების დამაგრება კი შესაძლებელია ვეგეტატიური გზით (კვირტის მცნობით ან დაკალმებით [232].

სელექციისთვის საწყისი მასალის მიღებისა და ახალი გენოფონდის შექმნისთვის მანდარინ უნშიუს კალმები დავამუშავეთ ქიმიური მუტაგენების: ნიტროზოეთილმარდოვანას და 1,4 ბის-დიაზოაცეტილბუტანის სხვადასხვა კონცენტრაციის (1%, 0,5%, 0,2%) ხსნარით. კალმის დაყოვნება ხსნარში ხორციელდებოდა სხვადასხვა ექსპოზიციის (24, 30, 36 საათი) პირობებში. საკონტროლო კალმები ოკულირებამდე თავსდებოდა გამოხდილ წყალში. კალამს ვიღებდით მანდარინ უნშიუს სადედე მცენარეებიდან აგვისტოს თვეში და ვამუშავებდით მას 20-22°C-ის ტემპურატურის პირობებში. 6-კვირტიანი, 18-22სმ სიგრძის კალმები მუტაგენის ხსნარში თავსდებოდა ისე, რომ პირველი (ქვედა) კვირტი დაფარული იყო მუტაგენის ხსნარით, ხოლო დანარჩენი 5 კვირტი რჩებოდა ხსნარის ზემოთ. მუტაგენით კვირტის დამუშავების მეთოდი დაფუძნებულია კალმებში ხსნარის გადაადგილების ენერგიაზე.

## 5.1. ქიმიური მუტაგენების გავლენა მანდარინ უნშიუს კვირტის გახარების უნარზე

ცნობილია, რომ მუტაგენური ეფექტი კონკრეტული ბიოლოგიური ობიექტების მიმართ განსხვავებულია. კვირტის სიცოცხლისუნარიანობაზე მუტაგენის გავლენის შესწავლის მიზნით, მანდარინ უნშიუს დედამცენარიდან ივლისის ან აგვისტოს თვეში მიმდინარე წლის ზრდასრული ყლორტებიდან ვიღებდით 6-კვირტიან კალმებს, თითოეულ ვარიანტში ვიყენებდით 11-21 ცალ კალამს.

სხვადასხვა კონცენტრაციის (1%, 0,5%, 0,2%,) ხსნარის მოსამზადებლად მუტაგენი იხსნებოდა გამოხდილ წყალში. კალმების ხსნარში დაყოვნება გრძელდებოდა 24, 30 და 36-საათიანი ხანგრძლივობით. სულ დამუშავებულ იქნა 9 ვარიანტი, საკონტროლო ვარიანტებად (გამოხდილ წყალში დამუშავებული) ვიღებდით იგივე რაოდენობის კალმებს.

ქიმიური მუტაგენის ხსნარში კალმები თავსდებოდა გადაჭრილი მხრიდან. ხსნარში დამუშავების შემდეგ კალმები ირეცხებოდა გამდინარე წყალში და ტრიფოლიატის სამირეზე ოკულირდებოდა (იმყნობოდა).

მუტაგენ ნემ-ას ხსნარში დამუშავებული მანდარინ უნშიუს კალმების მყნობის შემდგომ პერიოდზე დაკვირვებამ აჩვენა, რომ კვირტის სიცოცხლისუნარიანობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის: კალამზე კვირტის მდებარეობაზე (რიგითობაზე), მუტაგენის ხსნარის კონცენტრაციასა და ზემოქმედების ექსპოზიციასზე.

ერთნაირი ექსპოზიციის პირობებში ერთი და იგივე კონცენტრაციის სხვადასხვა მუტაგენის ხსნარის ზემოქმედებისას, კვირტის სიცოცხლისუნარიანობა იზრდებოდა ხსნარიდან მათი

დაცილების პირდაპირპროპორციულად. ხსნართან ახლოს მყოფი კვირტის (ქვედა პირველი) სიცოცხლისუნარიანობა უფრო დაბალი აღმოჩნდა, ვიდრე მის ზემოთ მყოფი მეორე და მომდევნო კვირტებისა. მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარში 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში კალმების დამუშავებისას, პირველი კვირტის სიცოცხლისუნარიანობამ შეადგინა 6,3%, მეორისამ – 12,5%, მესამის – 21,8%, მეოთხის – 46,8%, მეხუთის – 50%, მეექვსის – 90%. მუტაგენ ნეშ-ას 0,5%-იანი ხსნარის ზემოქმედების შემთხვევაში პირველი კვირტის სიცოცხლისუნარიანობამ შეადგინა-15,6%, მეორე-15,6%, მესამე-28,1%, მეოთხე-40,6%, მეხუთე-50%, მეექვსე-90%. ორივე შემთხვევაში ყველაზე კარგი სიცოცხლისუნარიანი აღმოჩნდა ხსნარიდან ყველაზე მეტად დაშორებული კვირტი (ზედა მეექვსე).

კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ მუტაგენის ხსნარის უშუალო კონტაქტი კვირტის ქსოვილზე იწვევს სიცოცხლისუნარიანობის შემცირებას. ე. ი. ოსმოსი ვერ ახერხებს გამტარ სისტემაში ქვემოდან ზემოთ ქიმიური მუტაგენის ხსნარის თანაბრად გადანაწილებას, რაც ამცირებს მანდარინის კალამზე არსებულ ყველა კვირტის უჯრედებზე მუტაგენის სტრესულ ზემოქმედებას. მუტაგენის ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარის, 36-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში კვირტზე ზემოქმედება პირველ და მეორე კვირტის შემთხვევაში ლეტალური აღმოჩნდა. თუმცა ჯერ კიდევ არ არის შესწავლილი, თუ მუტაგენის რა დოზამ მიაღწია ბოლო კვირტამდე და რა სახის ცვალებადობა (დადებითი ან უარყოფითი) გამოიწვია ამა თუ იმ მუტაგენმა.

მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს კვირტის გახარების უნარზე

კონცენტრაცია	ექსპოზიცია, სთ	კვირტის გახარების %						დამუშავებული კვირტების რაოდენობა (ცალი)	მიღებული მცენარეები	
		კალაშზე კვირტის განლაგების რიგითობა							რაოდენობა, ცალი	%
		I	II	III	IV	V	VI			
1	24	6,3	12,5	21,8	46,8	50,0	90,9	171	54	31,5±5,0
0,5		15,6	15,6	28,1	40,6	50,0	90,0	171	58	33,9±5,1
0,2		21,8	25,0	34,3	43,7	59,4	81,8	171	68	33,7±5,2
საკონტ		43,3	33,3	46,6	53,3	70,0	90,0	160	83	51,8±5,6
1	30	31,1	12,5	18,7	43,7	46,8	99,9	171	50	29,2±4,8
0,5		12,5	15,6	34,3	43,7	56,2	90,0	171	62	36,2±5,2
0,2		21,8	25,0	37,5	56,2	62,5	99,9	171	76	44,4±5,3
საკონტ		34,4	48,2	34,4	68,9	58,6	88,8	154	80	51,9±5,7
1	36	0	0	25,8	33,3	48,1	63,6	146	36	24,6±5,0
0,5		3,7	7,4	25,9	44,5	59,2	81,8	146	47	32,1±5,4
0,2		14,7	21,4	48,1	62,9	59,3	72,7	146	64	43,8±5,7
საკონტ		40,0	56,0	60,0	56,0	60,0	88,8	134	76	56,7±6,0

*შენიშვნა: მანდარ უნშიუს საკონტროლო კალმები მოთავსებული იყო გამობდილ წყალში; კვირტი აითვლებოდა კალაშზე ქვემოდან ზემოთ განლაგების მიხედვით;*

*HCP<sub>05</sub>I=15,1; HCP<sub>05</sub>II=14,1; HCP<sub>05</sub>III=9,5; HCP<sub>05</sub>IV=9,5; HCP<sub>05</sub>V=7,9; HCP<sub>05</sub>VI=15,2; HCP<sub>05</sub>VII=12,5; HCP<sub>05</sub>VIII=7,9; HCP<sub>05</sub>IX=9,5; HCP<sub>05</sub>X=9,5; HCP<sub>05</sub>XI=15,7; HCP<sub>05</sub> XII=9,9; HCP<sub>05</sub> XIII=7,9; HCP<sub>05</sub> XIV=7,2; HCP<sub>05</sub>XVI=7,7; HCP<sub>05</sub>XVII=13,7; HCP<sub>05</sub>XVIII=7,2; HCP<sub>05</sub>XIX=7,2; HCP<sub>05</sub>XX=19,9; CP<sub>05</sub>XXI=17,2*

როგორც 21-ე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, მუტაგენის 0,5%-იანი ხსნარით, 36-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში ზემოქმედებისას კალმების ყველა პირველი და მეორე კვირტი დაილუპა. გადარჩა მხოლოდ 3,7%-დან 7,4%-მდე, როცა საკონტროლო ვარიანტში სიცოცხლისუნარიანი აღმოჩნდა კვირტების 40%-დან 56%-მდე. აქედან შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ კალმის მუტაგენით დამუშავებისას კვირტის სიცოცხლიუნარიანობა დამოკიდებულია კალამზე კვირტის მდებარეობაზე.

კვირტის სიცოცხლისუნარიანობის მიხედვით, მუტაგენის ეფექტურობის შედარებითი ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მუტაგენი ნაკლებტოქსიკურია დაბალ კონცენტრაციების გამოყენების შემთხვევაში. მაღალი დოზები კი იწვევენ კვირტის სიცოცხლისუნარიანობის მკვეთრ შემცირებას.

კვლევამ გვიჩვენა რომ, რაც უფრო მაღალია მუტაგენ ნემ-ას ხსნარის კონცენტრაცია, მით უფრო დაბალია სიცოცხლისუნარიანი კვირტების რაოდენობა. ეს დამოკიდებულება მკაფიოდ ჩანს 1%-იანი მუტაგენის ხსნარით 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში დამუშავებისას კალმების პირველ სამ კვირტთან მიმართებაში (ქვემოდან ზემოთ). მეხუთე კვირტზე მუტაგენის მკვეთრი გავლენა იგრძნობა 30-საათიანი ექსპოზიციისას, მეექვსე კვირტზე კი – 36-საათიანი ექსპოზიციისას, რა დროსაც მეორე კვირტის სიცოცხლისუნარიანობამ შეადგინა 12,5%-დან 25%-მდე. ამასთან, მუტაგენ ნემ-ას ბოლო ორი ვარიანტის კონცენტრაციის ზემოქმედება იზრდება პირველი კვირტიდან მეექვსემდე ანუ პირველი კვირტების სიცოცხლისუნარიანობის მიხედვით განსხვავება 1% და 0,2%-იანი კონცენტრაციის შემთხვევაში იყო 3,5%, მეორე კვირტის – 2%, მესამესი – 1,6%. შესაბამისად, განსხვავებული შედეგები იქნა მიღებული სხვა ვარიანტების შემთხვევაშიც.

კვირტის გახარების უნარზე მუტაგენის ზემოქმედებაზე დაკვირვებამ ცხადყო, რომ კვირტის სიცოცხლისუნარიანობა დამოკიდებულია მუტაგენის მოქმედების ექსპოზიციის პირობებზე. რაც უფრო დიდი ხნით მიმდინარეობს კალმების დაყოვნება მუტაგენის ხსნარში, მით უფრო დაბალია კვირტის სიცოცხლისუნარიანობა (გახარების პროცენტი) და პირიქით. მაგალითად, მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იან ხსნარში, 24-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას პირველი კვირტის სიცოცხლისუნარიანობა საკონტროლოსთან მიმართებაში იყო 14,5%. ექსპოზიციის 30 საათამდე გაზრდით კალმის სიცოცხლისუნარიანობა შესაბამისად შემცირდა 9%-მდე, 36-საათიანი ექსპოზიციის შემთხვევაში კი – ლეტალური აღმოჩნდა, თუმცა შემდგომი (მესამე, მეოთხე, და ა. შ.) რიგის კვირტებში სიცოცხლისუნარიანობა, შესაბამისად, იზრდებოდა. კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ რაც უფრო მაღალია ზემოქმედების ხანგრძლივობა, მით უფრო დაბალია კვირტის სიცოცხლისუნარიანობა.

განსხვავებული ეფექტი დაფიქსირდა მანდარინ უნშიუს კალმების მუტაგენ 1,4 დაბ-ის სხვადასხვა ექსპოზიციითა და სხვადასხვა კონცენტრაციით ზემოქმედებისას (ცხრ. 21). ამ შემთხვევაში სიცოცხლისუნარიანი კვირტების რაოდენობა გაცილებით მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე მუტაგენ ნეშ-ას გამოყენებისას. თუ მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარის 24-საათიანი ექსპოზიციის მოქმედებით პირველი რიგის კვირტის სიცოცხლისუნარიანობამ შეადგინა 6,3%, იგივე კონცენტრაციისა და იგივე ექსპოზიციის პირობებში მუტაგენ 1,4 დაბ-ის ზემოქმედებისას კვირტის სიცოცხლისუნარიანობამ შეადგინა 15,7% ანუ 2,5-ჯერ მეტი, ვიდრე პირველ შემთხვევაში. ხსნარის იგივე კონცენტრაციის ზემოქმედებისას 30 და 36-საათიანი ექსპოზიციის შემთხვევაში გახარებული კვირტების რაოდენობა, მუტაგენ 1,4 დაბ-ის ზემო-

ქმედებისას 3,6 და 9,3-ჯერ მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე მუტაგენ ნემს-ას გამოყენებისას. ანალოგიური შედეგებია სხვა ვარიანტებშიც.

მუტაგენ 1,4-დაბ-ის მასტიმულირებელი მოქმედება მეორე, მესამე და მეოთხე კვირტის სიცოცხლისუნარიანობაზე დაფიქსირდა 0,2%-იანი ხსნარით 24-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას. მასტიმულირებელი აღმოჩნდა მესამე კვირტზე იგივე კონცენტრაციის ხსნარის 30-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედება. მასტიმულირებელი ეფექტი დაფიქსირდა, ასევე, მეექვსე კვირტზე 0,5%-იანი ხსნარის 30-საათიანი ექსპოზიციის შემთხვევაშიც.

მუტაგენით დამუშავებული კვირტების გახარების პროცენტს თუ შევადარებთ საკონტროლო ვარიანტებთან, აღმოჩნდება, რომ მუტაგენით დამუშავებული კვირტის გახარების პროცენტი უმეტეს შემთხვევაში დაბალია, ვიდრე საკონტროლო ვარიანტებში (დამუშავების გარეშე). მანდარინ უნშიუს კვირტებზე მუტაგენის ლეთალური ზემოქმედება უფრო მაღალი აღმოჩნდა მუტაგენ ნემს-ას ზემოქმედებისას, ვიდრე მუტაგენ 1,4-დაბ-ის გამოყენების შემთხვევაში.

კვლევის შედეგები ცხადყოფენ, რომ მანდარინ უნშიუს კალმის მუტაგენით დამუშავებისას, კალამზე სხვადასხვა იარუსის კვირტის გახარების პროცენტი (კვირტის სიცოცხლისუნარიანობა) დამოკიდებულია კალამზე კვირტის მდებარეობაზე, მუტაგენის კონცენტრაციასა და ექსპოზიციის პირობებზე (ცხრ.22). გარდა ამისა, კვირტის გახარების განსხვავებული პროცენტული მაჩვენებელი გამოწვეული უნდა იყოს ონტოგენეზის განსხვავებული მდგომარეობით, გამტარი ქსოვილების თავისებურებით და საძირის ქიმიურული ბუნებით.

მუტაგენ 1,4-ბის დიაზოაცეტილბუტანის გავლენა  
მანდარინ უნშიუს კვირტის გახარების უნარზე

მუტაგენის კონცენტრაცია, %	ექსპოზიცია, სთ	კვირტის გახარების %						დამუშავებული კვირტების რაოდენობა (ცალი)	მიღებული მცენარეები	
		კალამზე კვირტის განლაგების რიგითობა							რაოდენობა, ცალი	%
		I	II	III	IV	V	VI			
1	24	15,7	36,2	31,6	94,6	31,6	67,8	55,3	103	57,8
0,5		20,5	47,3	29,4	88,1	38,2	81,9	38,2	71	64,7
0,2		45,2	104	45,2	135	64,5	138	63,4	118	65,8
საკონტ		43,4	100	33,3	100	46,6	100	53,3	100	70,0
1	30	11,1	32,2	19,4	40,2	27,8	73,3	33,3	48	44,4
0,5		28,6	83,1	28,6	59,3	40,0	105	48,6	70	57,1
0,2		22,8	66,2	34,3	71,1	57,1	150	54,3	78	60,0
საკონტ		34,4	100	48,2	100	37,9	100	68,9	100	58,6
1	36	9,3	23,2	31,2	55,7	40,6	67,7	50,0	89	53,1
0,5		21,2	53,0	21,2	37,8	28,2	47,0	56,5	100	50,0
0,2		18,7	46,7	28,1	50,1	28,1	46,8	56,2	100	59,4
საკონტ		40,0	100	56,0	100	60,0	100	56,0	100	60,0

**შენიშვნა:**

მანდარინ უნშიუს საკონტროლო ვარიანტის კალამები ყოვნდებოდა გამოხ-  
დილ წყალში;

კალამზე კვირტი აითვლებოდა განლაგების მიხედვით ქვემოდან ზემოთ;

$HCP_{05I}=15,1$ ;  $HCP_{05II}=14,1$ ;  $HCP_{05III}=9,5$ ;  $HCP_{05IV}=9,5$ ;  $HCP_{05V}=7,9$ ;

$HCP_{05VI}=15,2$ ;  $HCP_{05VII}=12,5$ ;  $HCP_{05VIII}=7,9$ ;  $HCP_{05IX}=9,5$ ;  $HCP_{05X}=9,5$ ;

$HCP_{05XI}=15,7$ ;  $HCP_{05XII}=9,9$ ;  $HCP_{05XIII}=7,9$ ;  $HCP_{05XIV}=7,2$ ;  $HCP_{05XVI}=7,7$ ;

$HCP_{05XVII}=13,7$ ;  $HCP_{05XVIII}=7,2$ ;  $HCP_{05XIX}=7,2$ ;  $HCP_{05XX}=19,9$ ;

$CP_{05XXI}=17,2$

## 5.2. მუტაციების წარმოქმნის სიხშირის ცვალებადობა სხვადასხვა მუტაგენით კალმებზე ზემოქმედებისას

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ მანდარინ უნშიუს კალმის მუტაგენ ნეშ-ას მაღალი კონცენტრაციის ხსნარით დამუშავებისას მუტაციების (პირველადი ეფექტი) წარმოქმნის სიხშირე უფრო მაღალია, ვიდრე დაბალი კონცენტრაციის გამოყენებისას. ანალოგიური შედეგებია მიღებული ჩვენი კვლევის შემთხვევშიც. მანდარინის კალმის მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარით დამუშავებისას მიღებულია 20,1% და უფრო მეტი შეცვლილი ფორმა (მუტანტი), ვიდრე 0,5% და 0,2% -იანი ხსნარის შემთხვევაში (18% და 14,9%). მუტაციების წარმოქმნის სიხშირეზე მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა კვირტზე მუტაგენის ხსნარის ზემოქმედების ხანგრძლივობამაც (ექსპოზიცია).

მაგალითად, მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარის 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში მიღებულ იქნა 14,4%-მდე შეცვლილი ფორმა, ხოლო იგივე კონცენტრაციის მუტაგენის 30 და 36 საათიანი ექსპოზიციის შემთხვევაში წარმოიქმნა უფრო დიდი რაოდენობით (16,0- 22,4%) შეცვლილი მუტანტური ფორმა (ცხრ. 23). ყველაზე მეტი შეცვლილი ფორმა მიღებულ იქნა მუტაგენ ნეშ-ას 1% და 0,5%-იანი ხსნარის 36-საათიანი ზემოქმედებისას.

თითქმის ანალოგიური შედეგები იქნა მიღებული მანდარინ უნშიუს კვირტზე მუტაგენ 1,4დაბ-ის ზემოქმედებისას (ცხრ. 24), თუმცა უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მუტანტების გამოვლენის სიხშირე მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარის შემთხვევაში უფრო მაღალია, ვიდრე ამავე კონცენტრაციის მუტაგენ 1,4-დაბ-ის ზემოქმედებისას (20% და 16%).

მუტაციების წარმოქმნის სიხშირის ცვალებადობა მუტაგენ ნემ-ას მანდარინ უნშიუს კალამზე ზემოქმედებისას

კონცენტრაცია %	ექსპოზიცია, სთ სთ.	სულ მცენარეთა რაოდენობა (ცალი)	მათ შორის მორფოლო- გიურად შეცვლილი მცენარე	
			ცალი	%
1	24	54	9	16,7±5,1
0,5		58	8	13,8±4,5
0,2		68	9	13,2±2,2
სულ		180	26	14,4±2,8
1	30	59	9	18,4±5,5
0,5		62	11	17,7±4,8
0,2		76	10	13,1±3,8
სულ		197	30	16,0±2,7
1	36	36	10	27,8±6,2
0,5		47	11	23,4±6,1
0,2		64	12	18,7±4,8
სულ		147	33	22,4±3,5

HCP<sub>05</sub>I=2,7; HCP<sub>05</sub>II=1,5; HCP<sub>05</sub>III=1,2; HCP<sub>05</sub>IV=1,4;  
HCP<sub>05</sub>V=1,8; HCP<sub>05</sub>VI=1,9; HCP<sub>05</sub>VII=1,9; HCP<sub>05</sub>VIII=1,9; HCP<sub>05</sub>  
IX=1,5; HCP<sub>05</sub>X=1,8; HCP<sub>05</sub>XI=1,5; HCP<sub>05</sub>XII=1,6;

ცხრილი 24

მუტაციების წარმოქმნის სიხშირის ცვალებადობა მუტაგენ 1,4 დაბ-ის მანდარინ უნშიუს კალამზე ზემოქმედებისას

კონც-ია, %	ექსპოზიცი ა, სთ.	მცენარეთა რ-ბა (ცალი)	მათ შორის მორფოლოგიუ- რად შეცვლილი მცენარე	
			ცალი	%
1	24	83	13	14,9±3,7
0,5		80	11	13,7±3,8
0,2		110	13	11,8±3,1
სულ		273	37	13,3±2,1
1	30	57	9	15,7±4,8
0,5		81	13	16,0±4,0
0,2		92	13	14,1±3,6
სულ		230	35	16,0±2,3
1	36	68	14	20,6±4,8
0,5		67	11	16,4±4,5
0,2		62	9	14,5±4,4
სულ		197	34	17,3±2,7

HCP<sub>05</sub>I=2,7; HCP<sub>05</sub>II=1,5; HCP<sub>05</sub>III=1,2; HCP<sub>05</sub>IV=1,4; HCP<sub>05</sub>V=1,8;  
HCP<sub>05</sub>VI=1,9; HCP<sub>05</sub> VII=1,9; HCP<sub>05</sub>VIII=1,9; HCP<sub>05</sub> IX=1,5; HCP<sub>05</sub> X=1,8;  
HCP<sub>05</sub> XI=1,5; HCP<sub>05</sub> XII=1,6;

### 5.3. მუტაგენის გავლენა მორფოლოგიური ცვალებადობის სიხშირეზე, კალამზე კვირტის განლაგებისგან დამოკიდებულებით

ციტრუსოვანთა სხვადასხვა ორგანოზე მუტაგენის ზემოქმედება განსხვავებულ ეფექტს იძლევა და პირველ რიგში ვლინდება მორფოლოგიური ცვალებადობის სახით. კალამზე განლაგებული სხვადასხვა კვირტიდან წარმოქმნილი ყლორტის მორფოლოგიური ცვალებადობის კვლევამ გვიჩვენა, რომ მუტაგენის გენეტიკური ეფექტურობა სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებული კვირტის შემთხვევაში განსხვავებულია, რომელიც დამოკიდებულია მუტაგენის ხსნარის კონცენტრაციასა და ექსპოზიციის პირობებზე. მუტაგენ ნემ-ას 1%-იანი ხსნარის მუტაგენური აქტიურობა 24-საათიანი ექსპოზიციისას ვლინდება პირველ 4 კვირტზე, ხოლო 30-საათიანი ექსპოზიციისას პირველ ხუთ კვირტზე. იგივე კონცენტრაციის ხსნარის 36-საათიანი ექსპოზიციისას პირველი და მეორე რიგის კვირტისთვის (ხსნართან ახლოს მყოფი) ლეტალური აღმოჩნდა. იგივე კონცენტრაციის ხსნარის 36-საათიანი ექსპოზიცია ეფექტური აღმოჩნდა მესამე, მეოთხე და მეხუთე კვირტისათვის. სხვადასხვა ვარიანტში მუტაგენური ეფექტი ფართო დიაპაზონში მერყეობს და მცირდება ქვემოდან ზემოთ.

კვლევის შედეგებიდან ჩანს, რომ მუტაციის გამოვლენის სიხშირე დამოკიდებულია მუტაგენის ხსნარის კონცენტრაციასა და ზემოქმედების ექსპოზიციაზე. რაც უფრო დაბალია ხსნარის კონცენტრაცია, მით უფრო ხანგრძლივად უნდა ხდებოდეს კალმის დაყოვნება ხსნარში და პირიქით, რაც უფრო მაღალია ხსნარის კონცენტრაცია, მით უფრო ხანმოკლე პერიოდით უნდა მოხდეს კალამზე მუტაგენის ზემოქმედება (ცხრ. 25).

მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ერთწლიან ნერგებზე (სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში)

კვირტის N	კონცენტრაცია	ექსპოზიცია						სულ	შეცვლილი
		24 სთ		30 სთ		36 სთ			
		რაოდენობა (ცალი)							
		სულ	შეცვლილი	სულ	შეცვლილი	სულ	შეცვლილი		
I	1	2	1/50	1	1/100	0	0	3	2/66,6
II		2	1/50	3	2/66,6	0	0	5	3/60
III		4	2/50	3	1/33,3	5	3/60	12	6/50
IV		8	1/12,5	4	1/25	4	2/50	16	4/25
V		7	0	8	1/12,5	6	1/16,7	21	2/9,5
VI		10	0	11	0	7	0	28	0
სულ		33		30		22		85	
შეცვლილი		5 15,1±4,4		6 20,0±4,8		6 27,3±5,5		17 20,0±2,8	
I	0,5	3	1/33,3	4	2/50	1	0	8	3/37,5
II		3	2/66,6	3	1/33,3	2	1/50	8	4/50
III		5	1/20	5	2/40	2	1/50	12	4/33,3
IV		5	0	7	1/14,2	5	2/40	17	3/17,6
V		8	0	7	0	8	1/12,5	23	1/4,3
VI		10	0	10	0	9	1/11,1	29	1/3,4
სულ		34		36		27		97	
შეცვლილი		4 11,7±3,9		6 16,7±4,6		6 22,2±5,1		16 16,4±2,6	
I	0,2	4	1/25	4	1/25	3	2/66,6	11	4/36,4
II		3	1/33,3	5	2/40	4	2/50	12	5/41,6
III		2	1/50	6	1/16,6	8	2/25	16	4/25
IV		6	0	10	1/10	9	2/22,2	25	3/12

V	7	0	11	½	9	0	27	1/3,7
VI	9	0	11	0	8	0	28	0
სულ	31		47		41		119	
შეცვ- ლილი	3		6		8		17	
	9,6±3,6		12,8±4,1		19,5±4,8		14,3±2,5	

*შენიშვნა: კვირტის ათვლა ხდებოდა კალამზე ქვემოდან ზემოთ განლაგების მიხედვით; თითოეულ ვარიანტში მუშავდებოდა მანდარინ უნშიუს 6-კვირტიანი 11 კალამი.*

კვირტის ქსოვილზე მუტაგენის ზემოქმედების კანონზომიერება აიხსნება იმითაც, რომ რაც უფრო დიდი ხნით ხდება კვირტის ქსოვილზე მუტაგენის დაბალი კონცენტრაციის ხსნარის ზემოქმედება, მით უფრო მაღალია მუტაგენის ეფექტი და – პირიქით. მეორე კვირტის ქსოვილზე მაღალი ეფექტურობა (66,6%) გამოვლინდა მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარის 30-საათიანი ზემოქმედებით, მესამე კვირტის ქსოვილზე – 36-საათიანი ექსპოზიციით (60%). მეორე კვირტზე მაღალი მუტაგენური ეფექტი (67%) მიღებულ იქნა, აგრეთვე, 0,5%-იანი ხსნარის ზემოქმედებისას 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში. პირველ კვირტზე მუტაგენის საკმაოდ მაღალი ეფექტი (67%) დაფიქსირდა 0,2%-იანი ხსნარის მოქმედებისას 36-საათიანი ექსპოზიციის პირობებშიც.

ამრიგად, როგორც მონაცემებიდან ჩანს, მორფოლოგიური ცვალებადობის მიხედვით მუტაგენური ეფექტი განსხვავებულია სხვადასხვა კონცენტრაციისა და სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში. მანდარინის კალმებზე მუტაციის გამოვლენის მაღალი ეფექტი (27,3%) გამოვლენილ იქნა მუტაგენ ნეშ-ას 36-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში 1%-იანი ხსნარის ზემოქმედებისას, ხოლო მუტაციათა 22,2% მიღებული იქნა 0,5%-იანი ხსნარ-

რის ზემოქმედებისას, 19,5% მუტაცია გამოვლინდა 0,2%-იანი ხსნარის გამოყენებისას.

**ცხრილი 26**

**მუტაგენ 1,4 დაბ-ის გავლენა მანდარინ უნშიუს ერთწლიან ნერგებზე (სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში)**

კვირტის N	კონცენტრაცია	ექსპოზიცია						სულ	შეცვლილი
		24 სთ		30 სთ		36 სთ			
		რაოდენობა (ცალი)							
		სულ	შეცვლილი	სულ	შეცვლილი	სულ	შეცვლილი		
I	1	2	1/50	1	1/100	0	0	3	2/66,6
II		2	1/50	3	2/66,6	0	0	5	3/60
III		4	2/50	3	1/33,3	5	3/60	12	6/50
IV		8	1/12,5	4	1/25	4	2/50	16	4/25
V		7	0	8	1/12,5	6	1/16,7	21	2/9,5
VI		10	0	11	0	7	0	28	0
სულ		33		30		22		85	
შეცვლილი	5		6		6		17		
	15,1±4,4		20,0±4,8		27,3±5,5		20,0±2,8		
I	0,5	3	1/33,3	4	2/50	1	0	8	3/37,5
II		3	2/66,6	3	1/33,3	2	1/50	8	4/50
III		5	1/20	5	2/40	2	1/50	12	4/33,3
IV		5	0	7	1/14,2	5	2/40	17	3/17,6
V		8	0	7	0	8	1/12,5	23	1/4,3
VI		10	0	10	0	9	1/11,1	29	1/3,4
სულ		34		36		27		97	
შეცვლილი	4		6		6		16		
	11,7±3,9		16,7±4,6		22,2±5,1		16,4±2,6		

I	0,2	4	1/25	4	1/25	3	2/66,6	11	4/36,4
II		3	1/33,3	5	2/40	4	2/50	12	5/41,6
III		2	1/50	6	1/16,6	8	2/25	16	4/25
IV		6	0	10	1/10	9	2/22,2	25	3/12
V		7	0	11	½	9	0	27	1/3,7
VI		9	0	11	0	8	0	28	0
სულ		31		47		41		119	
შეცვლილი		3 9,6±3,6		6 12,8±4,1		8 19,5±4,8		17 14,3±2,5	

*შენიშვნა:* კვირტი აითვლებოდა კალამზე ქვემოდან ზემოთ განლაგების მიხედვით; თითოეულ ვარიანტში მუშავდებოდა მანდარინ უნშიუს 6 კვირტიანი 11 კალამი.

(გადაიჭრას). ანალოგიური მდგომარეობა დაფიქსირდა კვირტებზე მუტაგენ 1,4-დაბ-ის ზემოქმედებისას.

სხვადასხვა კვირტიდან მიღებული მუტაგენური ეფექტის შესწავლის შედეგების მიხედვით შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარის 24-საათიანი ზემოქმედებისას, მცენარეში ხსნარის მაქსიმალური სიჩქარით გადაადგილებისას აღწევს მეოთხე კვირტამდე, ხოლო 30 და 36-საათიანი ექსპოზიციისას - მეხუთე კვირტამდე. როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს, კალამში ხსნარის გადაადგილების სიჩქარის გაზრდისათვის კალამზე დატოვებულ უნდა იქნას კენწრული ფოთოლი და ხსნარში მოთავსებული კალამი პერიოდულად უნდა განახლდეს.

როგორც 26-ე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს და კვლევის შედეგადაც დასტურდება, მანდარინ უნშიუს კალმის მორფოლოგიურად შეცვლილი მუტაციების გამოვლენის სიხშირეზე გავლენას ახდენს, როგორც მუტაგენის ხსნარის კონცენტრაცია და

ზემოქმედების ექსპოზიცია, ასევე – კალამზე კვირტის მდებარეობა. რაც უფრო ახლოსაა კვირტი მუტაგენის ხსნართან, მით უფრო მაღალია მუტაციის წარმოქმნის სიხშირე და პირიქით. შეცვლილი ფორმების რაოდენობა მცირდება კალამზე კვირტების დაცილების მიხედვით. დიდი რაოდენობით შეცვლილი ფორმები წარმოიქმნება პირველი სამი კვირტიდან. ეს შესაძლებელია, გამოწვეული იყოს კალამში ხსნარის გადაადგილების სიჩქარით, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ მანდარინ უნშიუმი ხსნარის გადაადგილების სიჩქარე და პარენქიმული უჯრედების შეწოვის უნარი შესწავლილი არ არის. უნდა ვივარაუდოთ, რომ იმ კალამების, რომლებსაც მცირე რაოდენობის ფოთლები აქვთ, ხსნარის შეწოვის სიჩქარე შედარებით დაბალია და – პირიქით. ვეგეტატიურად მამრავლ მცენარეთა კალამზე ან სხვა ორგანოებზე მუტაგენის ზემოქმედება იწვევს არა მარტო მორფოლოგიურ, არამედ გენეტიკურ და ფიზიოლოგიურ დარღვევებს, რომლებიც შეიძლება გამოვლინდეს სხვადასხვა ქიმერის სახით. მცენარე ქიმერა შედგება ორი, გენეტიკურად განსხვავებული, ქსოვილისგან. ერთი მათგანი დედისეულია, მეორე კი – მიღებულია მუტირებული უჯრედის ზრდის შედეგად. ქიმერები ბუნებაში ხშირად გვხვდებიან, თუმცა ზრდის პროცესში მათ ახასიათებთ განქიმერება, რაც განპირობებულია გენეტიკურად არაერთგვაროვანი ქსოვილების შეუთავსებლობით. ციტრუსებში ეს მოვლენა აღწერილია მაისურადისა და სხვათა შრომებში [217].

ამასთან, გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ვეგეტატიურად მამრავლი მცენარის (კლონირებადი) ქსოვილების კომპლექსი ხასიათდება ქიმერული ბუნებით, ზოგჯერ კი ერთეულ უჯრედებში მიმდინარე მუტაციური პროცესები არ იძლევა ახალი გენეტიკური სტრუქტურის მქონე ყლორტების წარმოქმნას. ასეთი სახის მუტაციებს მივყავართ ქიმერების წარმოქმნამდე,

რომლებიც ვეგეტატიური გზით გამრავლების დროს სწრაფად დიფერენცირდება ცალკეულ შემადგენელ გენოტიპებამდე. ამიტომაც მუტანტების შეფასებისას სამეურნეო მაჩვენებლებთან ერთად გათვალისწინებული უნდა იქნას ვეგეტატიური გამრავლებისას ზრდის პროცესში მცენარის გამძლეობა.

მანდარინ უნშიუს მუტაგენური ეფექტის დასადგენად განსაკუთრებული უპირატესობა ენიჭება მცენარის ვეგეტატიურ ნაწილებს (კალმებს), ვიდრე გენერაციულს (თესლებს), რაც მდგომარეობს იმაში, რომ მცენარის უჯრედებზე მუტაგენური ზემოქმედების დადგენისთვის დედამცენარიდან აღებული კალმები, როგორც წესი, უფრო სუფთა და სარწმუნოა. გარდა ამისა, ვეგეტატიური გამრავლების დროს მუტაგენის ზემოქმედება მუტანტების ნაყოფის ხარისხზე უფრო ადრე ვლინდება, ვიდრე თესლით გამრავლების შემთხვევაში.

#### 5.4. სხვადასხვა მუტაგენის გავლენა ფოთლის მორფოლოგიურ ცვალებადობაზე (კალმებზე ზემოქმედებისას)

ქიმიური მუტაგენების ერთ-ერთ უმთავრეს და ძირითად განზომილებას ორგანიზმთა ფენოტიპური ცვლილებების სპექტრი წარმოადგენს. მუტაგენის ზემოქმედებით გამოწვეული ცვლილებები განსაკუთრებული სიხშირით აისახა ფოთლის ფირფიტაზე. კალამზე მუტაგენის ზემოქმედებით ხშირად წარმოიქმნება გულისებრი ფორმის ფოთლები სოლისებური, გაყოფილი წვეროთი და მომრგვალებული ფუძით. სახეშეცვლილ ფოთლებს შორის დიდი როლდენობით გვხვდება მოხრილი ტირიფისებური ფოთოლი ტალღისებური ფირფიტით (ვასეს ჯგუფის ტიპი). იშვიათად, მაგრამ წარმოიქმნება ასიმეტრიული და ძალიან წვრილი ფოთლებიც. ფოთლის ფორმისა და ზომის გარდა, მორფოლოგიურად იცვლება, აგრეთვე, ფოთლის ყუნწი, ფრთიანობა, წარმოიქმნება სოლისებური ფორმის ფრთები. ფოთლის ფირფიტის ცვლილებებთან ერთად შეიცვალა ფოთლის დამარღვაც, წარმოიქმნა გაყოფილი და ნახევრად გაყოფილი ორფოთოლაკიანი ფოთლებიც.

მანდარინ უნშიუს კალმის მუტაგენით დამუშავებისას მორფოლოგიურად შეცვლილი ფოთლები უმეტესად წარმოიქმნა პირველი ზრდის ყლორტებზე (მუტაგენით დამუშავებული კვირტი ოკუპირებული ტრიფოლიატის საძირეზე). მეორე ზრდის ყლორტებზე განვითარებული ფოთლები, უმეტესწილად, დედამცენარის მსგავსია. იყო შემთხვევები, როდესაც ზოგიერთი მუტანტის მორფოლოგიურად შეცვლილი ფოთლები შემდგომ წლებში არ შენარჩუნდა და დაუბრუნდა საწყის ფორმას. აღნიშნულ მოვლენას ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როცა

დედისეული მცენარის (საწყისი) ქსოვილის ზრდის პროცესი დომინირებს შეცვლილი (ქიმერული) ქსოვილის ზრდაზე. აქედან გამომდინარე, მუტანტის ზრდის სტიმულირებისთვის ( $M_2$  ვეგეტატიური თაობის მისაღებად) საჭიროა, გადაიჭრას ყლორტები მუტირებული კვირტის ზემოთ.

ამრიგად, კვლევებით დასტურდება, რომ სხვადასხვა მუტაგენით (ნემ, 1,4-დაბ) დამუშავებულ მანდარინ უნშიუს ერთწლიან მცენარეებს (ოკულანტებს)  $M_1$  თაობაში უჩნდებათ მუტაგენის გავლენის პირველადი ეფექტი მორფოლოგიური ცვლილებების სახით.

## 5.5. სხვადასხვა მუტაგენის გავლენა მანდარინ უნშიუს ოკულანტების ზრდა-განვითარების ინტენსივობაზე

მცენარის ზრდა-განვითარება, როგორც ორგანიზმის ფიზიოლოგიური მდგომარეობის გამოხატვა გარემო ფაქტორების ზემოქმედებისადმი, სასიცოცხლო პროცესების ერთ-ერთ ყველაზე მგრძობიარე მაჩვენებელს წარმოადგენს. აქედან გამომდინარე, მუტაციურ სელექციაში მისი შესწავლა ერთ-ერთი მთავარი საკითხია, რადგან ეს მაჩვენებელი გენეტიკურად დაკავშირებულია მუტაციის სიხშირესა და სპექტრთან, ასევე, მნიშვნელოვანია მუტაგენების მიმართ ბიოლოგიური ობიექტების მგრძობიარეობის შეფასებისთვის [148, 191, 271].

მანდარინ უნშიუს კალამზე მუტაგენ ნემ-ას ზემოქმედებამ სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში აჩვენა, რომ სხვადასხვა კონცენტრაცია განსხვავებულ გავლენას ახდენს მცენარის ზრდა-განვითარებაზე.

ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული მონაცემების ანალიზის გაადვილების მიზნით, ერთწლიანი ოკულანტები სიმაღლის მიხედვით გავაერთიანეთ 3 ჯგუფში:

- სუსტად მზარდი (სიმაღლე არ აღემატება 30სმ-ს);
- საშუალოდ მზარდი (30-40სმ-მდე სიმაღლის);
- ძლიერ მზარდი (40სმ-ზე მეტი სიმაღლის).

როგორც ცხრილებში (27, 28, 29) მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, მანდარინ უნშიუს კალამზე ნემ-ას 1%-იანი ხსნარით 24-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას კალმის მეხუთე და მეექვსე კვირტიდან მიღებულ იქნა ყველაზე მცირე რაოდენობით ძლიერი და საშუალო მზარდი მცენარეები.

მანდარინ უნშიუს ორწლიანი ოკულანტების ზრდა-  
განვითარების თავისებურებანი მუტაგენების ზემოქმედებისას

მუტაგენები	ექსპოზიცია, სთ	კონცენტრაცია %	სულ მცენარეთა რაოდ-ბა, ცალი	ძლიერ მზარდი		
				რაოდენობა, ცალი	%	% კონტრ. მიმართებაში
ნიტროზოეთილმარდოვანა	24	1	54	10	18,5±5,2	30,3
		0,5	58	17	29,3±5,9	51,5
		0,2	68	16	23,5±5,1	48,5
		საკონტრ.	83	33	39,8±5,3	100
	30	1	49	10	20,4±5,8	32,3
		0,5	62	12	19,3±5,0	38,7
		0,2	76	24	31,5±5,8	77,4
		საკონტრ.	78	31	39,7±5,9	100
	36	1	36	7	19,4±6,6	26,9
		0,5	47	12	25,3±6,4	46,2
		0,2	64	18	28,2±5,6	69,2
		საკონტრ.	76	26	34,2±5,3	100
1,4-ბისდიაზოაცეტილზუტანი	24	1	87	21	24,2±4,5	63,6
		0,5	80	21	26,2±4,8	63,6
		0,2	110	26	26,6±4,0	78,9
		საკონტრ.	83	33	39,8±5,3	100
	30	1	57	17	29,8±6,0	54,8
		0,5	81	19	23,4±4,6	61,3
		0,2	92	22	23,9±4,3	71,0
		საკონტრ.	78	31	39,7±5,9	100
	36	1	68	15	22,0±3,0	57,7
		0,5	67	14	21,0±4,9	53,8
		0,2	62	19	25,8±5,5	61,5
		საკონტრ.	76	26	34,2±5,3	100

მანდარინ უნშიუს ორწლიანი ოკულანტების ზრდა-განვითარების თავისებურებანი მუტაგენების ზემოქმედებისას

მუტაგენები	ექსპოზიცია, სთ	კონცენტრაცია	სულ მცენარეთა რაოდ-ბა, ცალი	საშუალოდ მზარდი		
				რაოდენობა, ცალი	%	% კონტროლთან მიმართებაში
ნიტროზოეთილმზარდივანა	24	1	54	21	38,8±6,6	53,8
		0,5	58	26	43,1±6,5	66,7
		0,2	68	33	48,6±6,0	84,6
		საკონტრ.	83	39	47,0±5,5	100
	30	1	49	16	32,6±6,6	42,1
		0,5	62	26	42,0±6,3	68,4
		0,2	76	28	37,0±5,5	73,7
		საკონტრ.	78	38	49,0±5,6	100
	36	1	36	17	47,0±7,6	39,5
		0,5	47	19	40,0±6,8	44,2
		0,2	64	34	53,1±6,2	79,1
		საკონტრ.	76	43	56,6±5,6	100
1,4-ბისდიაზოაცეტობუტანი	24	1	87	43	49,4±5,3	110,3
		0,5	80	39	48,2±5,6	100,0
		0,2	110	55	50,0±4,6	141,0
		საკონტრ.	83	39	57,0±5,5	100
	30	1	57	20	35,1±6,3	52,6
		0,5	81	35	43,2±5,5	92,1
		0,2	92	32	56,6±5,1	136,8
		საკონტრ.	78	38	49,0±5,6	100
	36	1	68	37	54,4±6,0	86,0
		0,5	67	35	52,2±6,2	81,4
		0,2	62	36	58,1±6,3	83,7
		საკონტრ.	76	43	56,6±5,6	100

მანდარინ უნშიუს ორწლიანი ოკულანტების ზრდა-განვითარების თავისებურებანი მუტაგენების ზემოქმედებისას

მუტაგენები	ექსპოზიცია, სთ	კონცენტრაცია %	სულ მცენარეთა რაო-ბა, ცალი	სუსტად მზარდი		
				რაოდენობა, ცალი	%	%
				კონტროლთან მიმართებაში		
ნიტროზოეთილმზარდივანა	24	1	54	23	42,7±6,7	209,1
		0,5	58	16	27,6±5,7	145,5
		0,2	68	19	27,9±5,4	172,7
		საკონტ.	83	11	13,3±3,6	100
	30	1	49	23	47,0±6,9	255,6
		0,5	62	24	38,7±6,2	266,7
		0,2	76	24	31,5±5,2	266,7
		საკონტ.	78	9	11,3±3,5	100
	36	1	36	12	33,3±6,4	171,4
		0,5	47	16	34,7±6,5	228,6
		0,2	64	12	18,7±4,8	171,4
		საკონტ.	76	7	9,2±3,1	100
1,4-ბისდიაზოაცეტობუტანი	24	1	87	23	26,4±4,7	209,1
		0,5	80	20	25,6±4,8	181,8
		0,2	110	29	23,4±4,1	263,6
		საკონტ.	83	11	13,3±3,5	100
	30	1	57	20	35,1±6,3	222,2
		0,5	81	27	33,4±5,2	300,0
		0,2	92	18	19,5±4,2	200,0
		საკონტ.	78	9	11,3±3,6	100
	36	1	68	16	23,6±5,1	228,6
		0,5	67	17	26,6±5,3	242,9
		0,2	62	10	16,1±4,6	142,9
		საკონტ.	76	7	9,2±3,1	100

სუსტად მზარდ მცენარეთა შორის გამოვლინდა ისეთი ფორმები, რომლებიც ხასიათდებოდა ძლიერ სუსტი ზრდით, მოკლე მუხლთაშორისებით და ჯამისებური ფოთლებით, სადაც ოკულანტების სიმადლე არ აღემატებოდა 15სმ-ს. იგივე მუტაგენის 0,5% და 0,2%-იანი ხსნარით 24-საათიანი ზემოქმედებისას მიღებული მონაცემები დიდად არ განსხვავდებოდა წინა მაჩვენებლებისგან. კვირტის განვითარებაზე განსხვავებული შედეგები აჩვენა იგივე კონცენტრაციის მუტაგენის ხსნარის 30-საათიანმა ზემოქმედებამ. აღნიშნულ პირობებში მიღებულ იქნა სუსტად მზარდ მცენარეთა შედარებით დიდი რაოდენობა, ვიდრე 24 და 36-საათიანი ექსპოზიციისას, ამასთან 2,5-ჯერ მეტი იყო, ვიდრე საკონტროლო ვარიანტებში. რაც შეეხება საშუალო და ძლიერ მზარდ მცენარეთა რაოდენობას, ხსნარის თითქმის სამივე კონცენტრაციის და ყველა ექსპოზიციის პირობებში კონტროლთან შედარებით დაბალია.

მანდარინის კალამზე მუტაგენ 1,4-დაბ-ის ზემოქმედებამ აჩვენა, რომ პირველ წელს მცენარის ზრდა-განვითარება შედარებით ნელა მიმდინარეობდა, ვიდრე მუტაგენ ნემ-ას შემთხვევაში. ამასთან სუსტად მზარდ მცენარეთა გამოსავლიანობა მუტაგენ ნემ-ას შემთხვევაში უფრო მაღალი იყო, ვიდრე 1,4-დაბ-ით დამუშავებისას. შედეგებმა აჩვენა, რომ თუ ნემ-ას 1%-იანი ხსნარის 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში ზემოქმედებით მიღებულ იქნა 43% დაბალმზარდი მცენარე, ხოლო იგივე კონცენტრაციისა და იგივე ექსპოზიციის პირობებში მუტაგენ 1,4-დაბ-ის ზემოქმედებით მიღებულია მხოლოდ 24,4%. ანალოგიური მდგომარეობა დაფიქსირდა სხვა კონცენტრაციებისა და ექსპოზიციების შემთხვევაშიც.

მუტაგენ 1,4-დაბ-ით დამუშავებულ მცენარეთა ნახევარზე მეტი საშუალოდ მზარდი აღმოჩნდა, ხოლო ძლიერ და სუსტად

მზარდ მცენარეთა გამოსავლიანობის ანალიზმა ცხადყო, რომ მუტაგენის 24-საათიანი ზემოქმედების დროს მნიშვნელოვანი განსხვავება არ დაფიქსირებულა. დაბალმზარდ მცენარეთა შედარებით მაღალი გამოსავლიანობა დაფიქსირდა 30 და 36-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში მუტაგენ 1,4 დაბ-ის 1% და 0,5%-იანი ხსნარის ზემოქმედებით.

1,4 დაბ-ით დამუშავებული კვირტიდან მიღებულ მცენარეებს ზრდის პირველ წელს გამოუვლინდათ მუტა-ციის პირველადი ეფექტი, რომელიც გამოიხატებოდა ფოთლის მორფოლოგიურ ცვალებადობასა და ახალგაზრდა ოკულანტების ზრდა-განვითარების ინტენსივობაში. ასევე საკმაო რაოდენობით გამოვლინდა ისეთი ფორმები, რომელთაც აღენიშნებოდათ ზრდის დამუხრუჭება (შეჩერება), რომელიც შესაძლებელია, გამოწვეული იყოს მუტაგენის დაშლის პროდუქტების დამთრგუნავი მოქმედებით. უნდა აღინიშნოს, რომ პირველადი ეფექტი უფრო ნათლადაა გამოკვეთილი მანდარინ უნშიუს კალმების მუტაგენ ნემ-ათი დამუშავებისას, ვიდრე მუტაგენ 1,4-დაბ-ის შემთხვევაში.

ამრიგად, ერთწლიანი ნამყენი მცენარეების ზრდა-განვითარებაზე ჩატარებულმა დაკვირვებამ ცხადყო, რომ ოკულანტების ზრდა-განვითარების ინტენსივობა განსხვავებულია და იცვლება მუტაგენის ტიპის, ხსნარის კონცენტრაციის, ექსპოზიციის მიხედვით. ეფექტური მუტაგენის კონცენტრაციისა და ექსპოზიციის დადგენა ოკულანტების გადარჩენისა და ზრდა-განვითარების მიხედვით საშუალებას მოგვცემს, გარკვეულწილად, ვარაუდობით პროცესი და მივაღწიოთ მუტაციის მაღალ გამოსავლიანობას.

## 5.6. სხვადასხვა მუტაგენის გავლენა ორწლიანი ნამყენის ყლორტნარმოქმნის უნარსა და ზრდის სიძლიერებზე

კვლევის შედეგად გამოვლინდა, რომ მუტაგენით კალმის დამუშავებისა და კვირტის ტრიფოლიატის საძირეზე მყნობით მიღებულ მცენარე ოკულანტს განვითარების პირველ წელს ახასიათებს განსხვავებული ზრდა-განვითარება. მუტაგენის მოქმედების ტოქსიკურობა ვლინდება განსაკუთრებით ნამყენის სიმალლეში ზრდაზე, რომელიც ნაკლებად შეიმჩნევა ზრდის მეორე წელს. აღნიშნული მოვლენის ახსნა ერთი მხრივ შესაძლებელია იმით, რომ ზრდის მეორე წელს მუტანტურ მცენარეებში ცვლილებათა უმეტესი ნაწილი „უბრუნდება“ საწყის მდგომარეობას (განქიმერება). ეს სხვაობა საკმაოდ კარგად ჩანს მუტანტებს შორის ორწლიანი მცენარეების ზრდის პროცესში, რომელიც დამოკიდებულია მუტაგენების განსხვავებულ კონცენტრაციაზე (1%, 0,5%, 0,2%) და ექსპოზიციის (24, 30, 36) პირობებზე.

როგორც 30-ე ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, მუტაგენ ნემ-ას ხსნარით დამუშავებულ მცენარეებს ახასიათებს სუსტი ზრდა, ნაკლებად დატოტვილი ვარჯი და შედარებით მოკლე ყლორტები, ვიდრე ანალოგიურ პირობებში მუტაგენ 1,4 დაბ-ის ზემოქმედებით მიღებულ მცენარეებს.

ორწლიანი ოკულანტების ზრდა-განვითარების  
თავისებურებანი კვირტებზე მუტაგენ ნემ-ას ზემოქმედებისას

მუტაგენი	ექსპოზიცია, სთ	კონცენტრაცია	მცენარის საშუალო სიმაღლე		ყლორტების საშუალო რაოდენობა		ყლორტების საერთო სიგრძე	
			სმ	% კონტროლთან მიმართებაში	ცალი	% კონტროლთან მიმართებაში	მ	% კონტროლთან მიმართებაში
ნიტროზოეთილმარდოვანა	24	1	38,1	67,5	7,3	71,6	0,76	54,3
		0,5	40,8	72,2	6,3	61,7	0,60	42,9
		0,2	39,6	70,1	6,1	59,8	9,51	36,5
		საშ.	39,5	69,9	6,6	64,4	0,62	44,6
	30	1	40,3	71,4	5,8	56,8	0,50	35,7
		0,5	39,4	69,7	4,7	46,1	0,46	32,8
		0,2	38,3	67,8	4,5	44,1	0,43	30,7
		საშ.	39,3	69,5	5,0	49,0	0,46	33,1
	36	1	36,6	64,8	4,2	41,2	0,29	20,7
		0,5	34,2	60,6	5,4	52,9	0,42	30,0
		0,2	41,4	73,3	4,7	46,1	0,37	26,4
		საშ.	37,4	66,2	4,8	46,7	0,36	25,7
	საკონტროლო		56,5	100	10,2	100	1,40	100

აღსანიშნავია ისიც, რომ განსხვავებული მუტაგენის ზემოქმედების შედეგად კვირტიდან მიღებული მანდარინ უნშიუს თითქმის ყველა მცენარის ზრდის სიძლიერე და ყლორტწარ-

მოქმნის უნარი შედარებით დაბალია, ვიდრე საკონტროლო მცენარეებში.

მანდარინ უნშიუს კალმების მუტაგენ ნეშ-ით დამუშავებისას ტრიფოლიატის საძირეზე ოკულირების შედეგად მიღებული 514 მცენარიდან 89 (17,3%) წარმოადგენდა შეცვლილ (მუტანტურ) ფორმას.

მუტაგენ 1,4-დაბ-ით დამუშავების შემთხვევაში (ცხრ. 30) მიღებული 704 მცენარიდან შეცვლილი იყო 108 (15,3%). მუტანტებს შორის გამოვლინდა ისეთი მცენარეები, რომლებიც მორფოლოგიური ნიშნებით ჰგავს ვასეს ჯგუფის მანდარინს. როგორც ჩანს, უმეტეს შემთხვევაში ინდუცირებული მუტაციები ფენოტიპურად სპონტანური (ბუნებრივი) მუტაციების მსგავსია. მიღებულ მუტანტებს შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია მუტანტი №8457, რომელიც მიღებულია მანდარინ უნშიუს კალამზე მუტაგენ ნეშ-ას 1%-იანი ხსნარის 24-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას მე-2 კვირტიდან. აღნიშნულ ფორმას ორწლიან ასაკში არ ახასიათებს განქიმერება და ფენოტიპურად მსგავსებას იჩენს საადრეო მანდარინის ნაგალა ფორმასთან.

31-ე ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ორწლიანი ოკულანტის (№8457) სიმაღლე – 47სმ-ია, კონტროლთან შედარებით დაბალმზარდია და მორფოლოგიური ნიშნებით განსხვავდება დედამცენარისგან. ახალგაზრდა ყლორტები დაკუთხულია, სიგრძე – 7-9სმ, კარგად შეფოთლილი. ფოთლის სიგრძე – 5,1-6,8 სმ, სიგანე – 2,3-3,0 სმ, ფოთლის კიდე დაკბილულია, ძარღვები კარგად გამოკვეთილია, ფოთლის ყუნწი საშუალო ზომისაა (1,4სმ), საკონტროლოსთან შედარებით ხასიათდება მოკლე მუხლთაშორისებით (1,0-1,5მ).

ორწლიანი ოკულანტების ზრდა-განვითარების  
თავისებურებანი კვირტებზე მუტაგენ 1,4-დაბ-ის  
ზემოქმედებისას

მუტაგენი	ექსპოზიცია, სთ	კონცენტრაცია, %	მცენარის საშუალო სიმაღლე		ყლორტების საშუალო რაოდენობა		ყლორტების საერთო სიგრძე	
			სმ	% კონტრ. მიმართებაში	ცალი	% კონტრ. მიმართებაში	მ	% კონტრ. მიმართებაში
1,4-ბისდიაზოცეტლმუტანი	24	1	49,2	87,1	7,7	75,5	0,88	62,9
		0,5	48,4	85,6	6,9	67,7	0,60	42,9
		0,2	56,8	100,6	7,9	77,5	1,06	75,7
		საშ.	51,4	91,1	7,5	73,6	0,85	60,5
	30	1	48,2	85,3	6,1	59,8	0,45	32,1
		0,5	54,4	96,3	7,3	71,6	0,68	48,6
		0,2	52,5	92,9	8,3	81,4	1,09	77,8
		საშ.	51,7	91,5	7,2	70,9	0,74	52,8
	36	1	47,5	84,1	8,6	84,3	0,91	65,0
		0,5	52,4	92,7	7,9	77,5	0,70	50,0
		0,2	51,8	91,7	10,6	103,8	1,45	103,7
		საშ.	50,6	89,5	9,03	88,5	1,02	72,9
საკონტროლო			56,5	100	10,2	100	1,40	100

ამრიგად, მიღებული მუტანტური ფორმების მორფოლო-  
გიური ანალიზი ცხადყოფს, რომ მანდარინ უნშიუს ახასიათებს  
არა მხოლოდ სპონტანური მუტაციების (გარემოს მუტაგენური

ფაქტორების ზემოქმედებით) წარმოქმნის უნარი, არამედ აღნიშნულ სახეობაში (მანდარინი) შესაძლებელია, მუტაციების წარმოშობა გამოწვეულ იქნას ხელოვნური მუტაგენური ფაქტორების ზემოქმედებით. ინდუცირებული მუტაციების დროს მუტანტურ ნიშანთა მრავალფეროვნება გაცილებით მაღალია, თუმცა მუტაციათა უმრავლესობა უარყოფითია და პრაქტიკულად სელექციისთვის მათ არსებითი მნიშვნელობა არა აქვთ. აღსანიშნავია, რომ უარყოფითი მუტაციების გვერდით წარმოიქმნება, როგორც პრაქტიკული, ისე სელექციური თვალსაზრისით საინტერესო (დადებითი) მუტაციები. მუტანტურ ნიშანთა მნიშვნელოვანი ნაწილი მოდის ყლორტწარმოქმნის უნარზე, ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე, ზრდის ინტენსივობაზე, მცენარის მორფოლოგიურ ცვალებადობაზე და სხვა.

ამრიგად, ქიმიური მუტაგენების ციტრუსებზე ზემოქმედება ხასიათდება მრავალი თავისებურებით, რომელთაც აქვთ გარკვეული სელექციური და პრაქტიკული ღირებულება. მანდარინ უნშიუს თესლისა და კალმის ქიმიური მუტაგენებით დამუშავება წარმოადგენს ფორმათწარმოქმნელი პროცესების ხელოვნურად რეგულირების მძლავრ ფაქტორს. ქიმიური მუტაგენები სელექციის სხვა მეთოდებთან ერთად შეიძლება, ჩაითვალოს ციტრუსოვანთა ახალი ჯიშების მიღების მნიშვნელოვან მიმართულებად.

მანდარინ უნშიუს თესლსა და კალამზე მუტაგენების ზემოქმედების შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ რომ:

- ციტრუს იჩანგენზისისა და სფეროსებრი პომპეღმუსის მტკერი მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს მანდარინ უნშიუს ნაყოფის სასარგებლო გამონასკვას (8%-დან და 11%-მდე)

- და ნაყოფში თესლის წარმოქმნას, რაც მნიშვნელოვანია ციტრუსოვანთა სელექციისთვის;
- მანდარინ უნშიუს ნაყოფში თესლის წარმოქმნისთვის დამტვერვის ოპტიმალურ პერიოდად ითვლება დრო - ბუტონების გახსნის დასაწყისიდან და გვირგვინის ფურცლების ჭკნობის დაწყებამდე;
  - მანდარინ უნშიუს თესლის მუტაგენ ნიტროზოეთილმარდოვანას სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარით, სხვადასხვა ექსპოზიციის პირობებში დამუშავებისას მუტაგენური ეფექტი ვლინდება  $M_1$  თაობაში.
  - თესლიდან მიღებული ნათესარების მორფოლოგიურ ნიშან-თვისებათა ცვალებადობა დამოკიდებულია ხსნარის კონცენტრაციასა და ექსპოზიციაზე. 0,2%-იანი ხსნარის 24-საათიანი ზემოქმედება იწვევს მორფოლოგიურ მუტაციათა მკვეთრ ცვალებადობას, უფრო სუსტი კონცენტრაციები: 0,1%; 0,08%; 0,06%; 0,05% იწვევს მიკრო მუტაციებს დაბალი სიხშირით, რომელთა გამოვლენა და შემდგომ თაობებში დამაგრება ძალიან რთულია;
  - ქიმიური მუტაგენით დამუშავებულ მანდარინ უნშიუს თესლიდან მიღებულ ნათესარებს ახასიათებს ზოგიერთი რაოდენობრივი და თვისობრივი ნიშნების სტიმულაცია. მუტაგენის თითქმის ყველა კონცენტრაციის გამოყენების შემთხვევაში გამოვლინდა ადრემსხმოიარე ფორმები (№№2027, 5018, 5412, 1965), ასევე დიდი რაოდენობით შაქრის შემცველი (№№1752, 5018, 5442), C ვიტამინით მდიდარი (№№5435, 1965, 5412, 5425, 5440, 1730) და მაღალმოსავლიანი (№№ 1961, 2029, 5018) მუტანტური ფორმები.

- მანდარინის თესლზე მუტაგენ ნემ-ას 0,06% და 0,05%-იანი ხსნარის ზემოქმედებამ გამოიწვია ნათესარებში ყინვაგამძლეობის სტიმულირება;
- მანდარინის თესლზე მუტაგენ ნემ-ას მაღალი კონცენტრაციის (0,2%) ხსნარის ზემოქმედებით მიღებულ იქნა მუტანტი №1464, რომელიც ხასიათდება მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილებებით.
- მუტანტ №1464-ის ვეგეტატიური გამრავლებისას არ ფიქსირდება საწყის ფორმაში დაბრუნების შემთხვევები, ეს საშუალებას გვაძლევს, ვივარაუდოთ, რომ მანდარინ უნშიუს თესლზე მუტაგენური ფაქტორების ზემოქმედებით ვითარდება სტაბილური მუტანტები;
- სხვადასხვა მუტაგენით მანდარინ უნშიუს დამუშავებული კვირტიდან მიღებულ ნერგების M<sub>1</sub> თაობაში აღინიშნა ცვლილებები მორფოლოგიურსა და მცენარის ზრდაგანვითარებაში. მუტანტები უმეტესად წარმოდგენილნი არიან ქიმერების სახით, რომლებიც ზრდის პროცესში „უბრუნდებიან“ საწყის ფორმას.
- მანდარინ უნშიუს კალმების მუტაგენ ნემ-ას ხსნარით დამუშავებით მიღებული ფორმების პირველადი მუტაგენური ეფექტი M<sub>1</sub> თაობაში უფრო მაღალია (17,3%), ვიდრე 1,4 დაბ-ით დამუშავების შემთხვევაში (15,3%);
- მუტანტურ ფორმებს შორის გამორჩეულია ვასეს ჯგუფის მანდარინის მსგავსი ფორმა (№8457), რომელიც საინტერესოა შემდგომი სელექციური საქმიანობისთვის;
- მანდარინ უნშიუში შეცვლილ ფორმათა ყველაზე დიდი რაოდენობა მიღებულია მანდარინ უნშიუს კალმებზე მუტაგენ ნემ-ას 1% და 0,5% კონცენტრაციის ხსნარის ზემოქმედებისას 36-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში;

- დადგინდა, რომ რაც უფრო ახლოსაა კვირტი მუტაგენის ხსნართან, მით უფრო მაღალია მუტაგენური ეფექტი და – პირიქით. ნემ-ას 1%-იანი ხსნარით კალმების დამუშავებისას მესამე კვირტიდან მუტაციების გამოსავლიანობა 5-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე მეხუთედან.

მრავალწლიანი კვლევის შედეგად მიღებული მუტანტური ფორმების (მუტანტები) გარკვეული ნაწილი თავიანთი სამეურნეო და ბიოლოგიური სარგებლიანობით ზოგიერთი მაჩვენებლით აღემატება დღეისთვის წარმოებაში დანერგილ მანდარინ უნშიუს და ისინი შესაბამისი პროცედურების გავლის შემდეგ შეიძლება დანერგილი იქნას წარმოებაში.

### 5.7. გამორჩეული მუტანტური ფორმების ბიომორფოლოგიური დახასიათება

მანდარინ უნშიუზე ჩატარებული ხანგრძლივი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შედეგად მივიღეთ, შევარჩიეთ და შევისწავლეთ მრავალი მუტანტური ფორმა, რომელთა შორის სხვადასხვა ბიოლოგიური, სამეურნეო და სელექციური თვალსაზრისით ყურადღებას იმსახურებს რამდენიმე პერსპექტიული მუტანტი:

**მუტანტი №5018**–წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს ნათესარს. თესლი დამუშავებულია მუტაგენ ნემ-ას 0,08-იანი ხსნარით, 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში. მცენარე სამულოდმზარდია, 10-წლიანი მცენარის სიმაღლე-1,95მ-ია, ვარჯის დიამეტრი-1,80მ-ია, იზრდება საკუთარ ფესვზე. ზრდასრული ყლორტები ღიაწვანე ფერისაა, ახალგაზრდა ყლორტები კი, ძირითადად – რუხი ფერის; ხასიათდება მცირე ეკლიანობით. ფოთოლი მოგრ-

ძო-ოვალური ფორმის, მუქი მწვანე ფერის. ფოთლის ფირფიტის სიგრძე –  $11,7 \pm 1,3$  სმ, სიგანე –  $4,6 \pm 0,7$  სმ, ფართი –  $36,7$  სმ<sup>2</sup>, ყუნწი – საშუალო ზომის ( $1,6$  სმ), უფრო. ყვავილი – საშუალო ზომის, თეთრი ფერის, არომატული, 5 გვირგვინის ფურცლით, ბუტკო განთავსებულია მტვრიანების დონეზე, მტვრიანების რაოდენობა 17-22 ცალი, მტვრიანა – სტერილური.

ნაყოფი ფორმით მომრგვალო, სუსტად შებრტყელებული, საშუალო ზომის, მასა –  $72,6 \pm 3,1$  გრ, სიმაღლე –  $4,1 \pm 0,6$  სმ, დიამეტრი –  $5,3 \pm 1,2$  სმ, მოცულობა –  $79,5 \pm 3,5$  სმ<sup>3</sup>. კანი ღია-ნარინჯისფერი, გლუვი, თხელი, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი – ნარინჯისფერი, წვნიანი, მკვრივი კონსტიტენციის, უთესლო. აპკი – თხელი –  $8,8 \pm 0,3$  მმ. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქრიანობა –  $7,4\%$ , ვიტამინ „C“-ს შემცველობა –  $35,4$  მგ%, შაქრის თანაფარდობა მჟავასთან –  $8,8\%$ , გემო მოტკბო-მომჟავო. მწიფდება ოქტომბრის თვის ბოლოს, ხასიათდება კარგი შენახვისუნარიანობით.

**მუტანტი 5440**–წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს ნათესარს. თესლი დამუშავებულია ნემ-ას 0,08-იანი ხსნარით, 24-საათიანი ექსპოზიციის პირობებში. მცენარე საშუალოდმზარდია, ვარჯი – კომპაქტური, 10-წლიანი მცენარის სიმაღლე –  $2,35$  მ-ია, ვარჯის დიამეტრი –  $2,40$  მ, შტამბის დიამეტრი –  $7,8$  სმ-ია. იზრდება საკუთარ ფესვზე. ჩონჩხის ტოტები (ზრდასრული), ძირითადად, რუხი ფერისაა, ახალგაზრდა ყლორტები კი ღია მწვანე ფერის, ახალგაზრდა ყლორტებზე ეკალი იშვიათად გვხვდება.

ფოთოლი – დიდი ზომის, ფართო, ოვალური ფორმის, მუქი-მწვანე შეფერილობის. ფოთლის ფირფიტის სიგრძე –  $13,1 \pm 2,1$  სმ, სიგანე –  $5,2 \pm 1,2$  სმ, ფართი –  $50,0$  სმ<sup>2</sup>, ყუნწი საშუალო ზომისაა ( $2,1$  სმ) და ფრთის გარეშე. ყვავილი – საშუალო ზომის, თეთრი ფერის, არომატული, 5 გვირგვინის ფურცლით, მტვრიანების

რაოდენობა -17-22 ცალი, მტვერი – სტერილური. ნაყოფი – მსხვილი, დანაოჭებული ზედაპირით, სიმაღლე –  $4,8\pm 0,4$  სმ, დიამეტრი –  $5,0\pm 1,2$  სმ, მოცულობა –  $89,7\pm 3,7$  სმ<sup>3</sup>, მასა –  $82,5\pm 2,7$  გრ. კანი – ღია-ნარინჯისფერი, გლუვი, თხელი, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი – ნარინჯისფერი, წვნიანი, მკვრივი კონსტიტენციის, უთესლო. სეგმენტის რაოდენობა  $9,3\pm 0,3$  ცალი, აკვი – თხელი, ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქრები – 6,3%, ვიტამინ „C“ – ს შემცველობა – 34,4 მგ%, შაქრისა და მჟავას ინდექსი – 7,0%, გემო მოტკბო-მომჟავო. მწიფდება ნოემბრის თვის შუა რიცხვებში, ხასიათდება კარგი შენახვისუნარიანობით.

**მუტანტი №5435** – წარმოადგენს მუტანტ №1464-ის ვეგეტატიურ თაობას. მუტანტი №1464 მიღებულია მანდარინ უნშიუს თესლის მუტაგენ ნეშ-ას 0,2%-იანი ხსნარის 24-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედების შედეგად.

მცენარე ძლიერ მზარდია, 9-წლიანი მცენარის სიმაღლე – 3,70 მ-ია, ვარჯი – კომპაქტური, დიამეტრი – 3,40 მ-ია, შტამბის დიამეტრი – 10,6 სმ. შტამბის ტოტები – რუხი-მწვანე შეფერილობის, ახალგაზრდა ყლორტები – ღია-მწვანე, სადაც ეკლები იშვიათად გვხვდება. ფოთოლი – ოვალური, კიდე – სუსტად დაკბილული, ზოგჯერ შუაზე გაყოფილი, ზრდასრული ფოთოლი – მუქი-მწვანე, ახალგაზრდა ღია-მწვანე შეფერილობის. ფოთლის ფირფიტის ზედაპირი ტალღისებურია, კარგად გამოხატული ძარღვებით, სიგრძე –  $11,5\pm 1,2$  სმ, სიგანე –  $6,1\pm 0,9$  სმ, ფართი –  $47,0$  სმ<sup>2</sup>, ყუნწი – გრძელი ( $2,4$  სმ), სუსტად მოარშიებული, ზოგიერთი არშია შედარებით ფართოა და შეზრდილია ფოთლის ფირფიტასთან. ყვავილი – საშუალო ზომის, თეთრი, არომატული, 5 გვირგვინის ფურცლით, მტვრიანა – 15-20 ცალი, სტერილური.

ნაყოფი – მომრგვალო ფორმის, მცირე ზომის, საშუალო მასა –  $48,4\pm 2,3$  გრ, მოცულობა –  $53,5$  სმ<sup>3</sup>, სიმაღლე –  $3,0\pm 0,3$  სმ, დია-

მეტრი –  $4,0 \pm 0,6$  სმ. კანი – თხელი, ღია-ნარინჯისფერი, რბილობი – წვნიანი, აპკი – თხელი, ლებანი –  $7,6 \pm 0,3$ , უთესლო. ნაყოფის ქიმიური შემადგენლობა: შაქრები – 7,3%, ვიტამინ „C“ – 40,7 მგ%, შაქარმჟავას ინდექსი – 6,0%, გემო – უმეტესად მჟავე. მუტანტი, როგორც საწყისი სელექციური მასალა, შესაძლებელია, გამოყენებულ იქნას შემდგომი სელექციური კვლევებისათვის.

**მუტანტი №1691** – წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს ნათესარს. თესლი დამუშავებულია მუტაგენ ნემ-ას 0,1%-იანი ხსნარით, 24-საათიანი ექსპოზიციით ზემოქმედებისას. მცენარე იზრდება საკუთარ ფესვზე, 10-წლიანი ნათესარის სიმაღლე – 2,50 მ-ია, ვარჯი კომპაქტურია, დიამეტრი – 2,65 მ, ახალგაზრდა ყლორტებზე ეკლები იშვიათად გვხვდება, ჩონჩხის ტოტები – მრგვალი და რუხი-მწვანე შეფერილობის, ახალგაზრდა ყლორტები – ღია მწვანე ფერის. ფოთოლი – მუქი-მწვანე ფერის, ოვალური, ფოთლის ფირფიტის სიგრძე –  $12,6 \pm 1,7$  სმ, სიგანე –  $4,9 \pm 0,9$  სმ. ყუნწი – საშუალო ზომის ( $1,8 \pm 0,2$  სმ), ფრთის გარეშე. ყვავილი – საშუალო ზომის, თეთრი ფერის, არომატული, 5 გვირგვინის ფურცლით, მტვრიანა – 18-20 ცალი, სტერილური.

ნაყოფი მომრგვალო, სუსტად შებრტყელებული, საშუალო ზომის, სიმაღლე –  $3,9 \pm 0,5$  სმ, დიამეტრი –  $5,1 \pm 0,8$  სმ, საშუალო მასა –  $62,7 \pm 2,5$  გრ. კანი – თხელი, გლუვი, მკვრივი, ნარინჯისფერი შეფერილობის, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი – ნარინჯისფერი, მკვრივი კონსტიტენციის, ლებანი –  $9,4 \pm 0,2$  ცალი, უთესლო. ნაყოფებში შაქრის შემცველობა – 6,6%-ია, ვიტამინ „C“-ს შემცველობა – 36,4 მგ%, შაქარმჟავას ინდექსი – 8,6%, გემო – მოტკბო-მომჟავო. ნაყოფი ნოემბრის თვის შუა რიცხვებში მწიფდება.

**მუტანტი-№2029** წარმოადგენს მანდარინ უნშიუს ნათესარს. თესლი დამუშავებულია მუტაგენ ნეშ-ას 0,1%-იანი ხსნარით, 24-საათიანი ექსპოზიციით.

მცენარე საკუთარფესვიანია, საშუალო ზომის, 9-წლიანი ნათესარის სიმაღლე 2,35მ-ია, ვარჯის დიამეტრი – 2,70მ, შტამბის დიამეტრი – 9,4სმ. ვარჯი კომპაქტურია, ახალგაზრდა ყლორტებზე ეკლები იშვიათად გვხვდება. შტამბზე ძირითადი ძველი ტოტები მორუხო-მომწვანო შეფერილობის, მრგვალი, ქმნიან მახვილკუთხეს. ფოთოლი – ოვალური ფორმის, მუქი მწვანე შეფერილობის, სიგრძე – 11,8±1,8სმ, სიგანე – 4,8±0,8სმ. ყუნწი – 1,9±0,2სმ სიგრძის, უფრთო. ყვავილი საშუალო ზომის – 2,0×0,8სმ, თეთრი ფერის, არომატული, 5 გვირგვინის ფურცლითა და 20-24 ცალი მტვრიანით. ნაყოფი მომრგვალო, სუსტად შებრტყელებული ფორმის, საშუალო ზომის, სიმაღლე – 3,8±0,6სმ, სიგანე – 5,0±0,5სმ, ერთი ნაყოფის საშუალო მასა – 57,8±2,3გრ-ია. კანი – თხელი, ნარინჯისფერი, გლუვი, ადვილად სცილდება რბილობს. რბილობი – ნარინჯისფერი, წვნიანი, მკვრივი, უთესლო, სეგმენტი – 9,3±0,2 ცალი. ნაყოფი შეიცავს–6,8% შაქარს, 33,9მგ% ვიტამინ „C“-ს, შაქარმჟავას ინდექსი 9,1-ია, გემო – მოტკბო-მომჟავო, მწიფდება ნოემბრის თვის შუა რიცხვებში.

## **Features of mutation and formation of citrus fruits**

### **Abstract**

Currently, citrus fruits distributed for industrial purposes in the world are characterized by great diversity, the main reason for which is their high polymorphism. Fruit plants, especially citrus fruits, are characterized with a high ability to give completely differently modified variants of buds, which make it possible to obtain many forms that differ sharply from each other in morphological, biological and economic characteristics. Most of the widely recognized citrus varieties (80%) were isolated from asimilar diversity. Therefore, the possibilities of selective activity for citrus crops are unlimited. It can be vividly confirmed with many new varieties and forms of citrus trees bred by Georgian scientists over many decades, which laid the ground for development of the citrus industry in Georgia and the creation of a rich gene pool. The given paper presents the traditional classical methods of selection and the invaluable contribution of Georgian breeders who have worked for almost a century and created a rich genetic material (gene pool) of citrus fruits, most of which, unfortunately, has been destroyed.

It is known that mutation increases the frequency, spectrum, and volume of variability and provides the source material for selection in many directions. Mutations in natural conditions are quite rare, and the induced mutation process makes it possible to cause changes with a greater frequency and in a wider range while such changes cannot be obtained by hybridization. Mutations that occur during induced mutagenesis lead to a change in the genotype which can be expressed in changes in the morphological, physiological, biochemical, and other characteristics of the organism.

The scientific work is based on the results of 30 years of research conducted by the authors, that widely discusses and analyzes the results of many years of research on the effects of chemical mutagens on seeds and cuttings of the citrus Unshiu. Based on the results obtained and the analysis of literary sources, the opinions are presented about the strong tendency of citrus fruits to mutations.

The work includes and analyzes all literary materials based on many years of scientific research on citrus and other agricultural crops conducted by Georgian and foreign scientists. Mutations, their classification and the processes of their formation are widely and comprehensively discussed, which will be of great help to students of biology and agriculture. It is known that there is no common opinion on the classification of mutations and it is always vague and contradictory. The classification varies depending on the criteria. Therefore, a detailed discussion of this issue in the article will be of great help to students in studying the essence and classification of mutations.

The work contains all the unique materials and a rich gene pool developed by natural and induced mutation as a result of many years of work by Georgian scientists. The morphological features of varieties, forms (clones) and mutants of citrus fruits bred by mutation are described, which is confirmed by literary sources. It is a pity that the specified gene pool (with the exception) was destroyed survived is also not perfect and it is difficult to find and collect them on collection sites.

It has been established that the impact of the mutagen on unshiu citrus seeds leads to a significant increase in the frequency and spectrum of mutational variability compared to the natural one. The range of variability changes with the dose of the mutagen, exposure conditions, exposure, changes in its physiological state, etc. The impact of the mutagen is especially manifested by sharp changes in morpholo-

gical traits belonging to the category of intraspecific changes and manifest themselves with a particularly high frequency during 24-hour exposure. The conclusions are made on the basis of data obtained as a result of the impact of various mutagens on seeds and cuttings of unshiu citrus.

Morphological analysis of forms obtained as a result of induced mutagenesis reveals that Unshiu citrus has not only the ability to create spontaneous mutations (under the influence of mutagenic environmental factors), but also mutations in the species (mandarin) can be caused by artificial mutagenic factors. In case of induced mutations, the diversity of mutant traits is much higher, although most of the mutants are negative and are not essential for practical selection. It should be noted that along with negative mutations, interesting (positive) beneficial mutations arise both from a practical and selective point of view where the most significant part of the traits falls on the ability to form sprouts, biochemical indicators, growth intensity morphological variability of the plant and other economic indicators.

Studies have confirmed that the use of chemical mutagens to citrus fruits is characterized by a number of features, some of which are of both selective and practical importance. Treatment of Unshiu citrus seeds and cuttings with a chemical mutagen is a powerful factor in the artificial regulation of formation processes. Chemical mutagenesis along with other breeding methods can be considered as one of the important methods for obtaining new citrus varieties.

By exposition of the mutagen ethylnitrosourea (ENU) onto Unshiu citrus seeds it was confirmed that small mutations were detected at all concentrations and effects of the mutagen, however, relatively interesting early-ripening forms with a high sugar content were obtained when exposed to 0.1% and 0.08% solutions (No. 1691, 2027, 5018). As

a result of the research, it was found that under the action of 0.08% and 0.05% ENU solution forms were obtained that differed in storage capacity (№№5440 and 1691) and frost-resistant forms were identified with a 24-hour exposure of 0.06% and 0.05% solution (No. 5440 and 1691). When exposed to seeds of Unshiu citrus of various concentrations of the solution of mutagen ENU under various conditions of exposure, it was found that the mutagenic effect manifests itself in the  $M_1$  generation during treatment. Changes in the morphological features of seedlings depend on the concentration and exposure of the solution. 24-hour exposure to a 0.2% solution causes dramatic changes in morphological mutations, and weaker concentrations of 0.1%; 0.08%; 0.06%; 0.05% causes micro mutations with a low frequency that are very difficult to detect and fix in subsequent generations;

The paper describes important studies on the effect of pollinators on the yield and seeds of Unshiu citrus. The study found that the pollen of *Citrus Ichangensis* and Spherical Pompelmoes greatly contributes to the favorable planting of Unshiu citrus and increases growth from 8% to 11% and also promotes seed formation in the fruit. The optimal pollination period for the formation of seeds in citrus unshiu is considered the period from the beginning of the opening of the buds to the beginning of the withering of the crown petals. Seedlings obtained from Unshiu citrus treated with a chemical mutagen are characterized by the stimulation of a number of quantitative and qualitative (physiological) traits. In the case of using almost all concentrations, early-fruited mutant forms (№№2027, 5018, 5412, 1965) with a large amount of sugar (№№1752, 5018, 5442) and rich in vitamin C (№№5435, 1965, 5412, 5425, 5440, 1730) were detected. Exposure of mandarin seeds to 0.06% and 0.05% ENU mutagen solutions stimulated the growth of frost-resistant seedlings.

Mutant №1464 was obtained by treating citrus seeds with a highly concentrated (0.2%) solution of the ENU mutagen, which is characterized by a sharp morphological changes. During vegetative propagation of mutant №1464, there were no cases of returning to the original form which indicates the development of resistant mutants under the influence of mutagenic factors on Unshiu seeds;

In the M<sub>1</sub> generation of seedlings obtained from Unshiu citrus buds treated with various mutagens, changes in plant morphology and growth and development were detected. Mutants are most often presented as chimeras that "return" to their original form as they grow. The primary mutagenic effect in the M<sub>1</sub> generation obtained with the treatment of Unshiu citrus cuttings with mutagenic ENU solution is higher (17.3%), than in the case of treatment with 1,4 DAB (15.3%). Among the mutant forms, a tangerine-like form of the Wase group (N457) was identified, which turned out to be interesting for further breeding work.

The largest number of modified forms of unshiu citrus was obtained with a 36-hour exposure of 1% and 0.5% ENU Mutagen solutions on cuttings of citrus Unshiu. It has been established that the closer the buds are to the mutagenic solution, the higher the mutagenic effect and vice versa. When treated with a 1% ENU solution, the yield of mutations from the 3rd bud is 5 times higher than from the 5th.

As a result of many years of research activity under the influence of various chemical mutagens on seeds and cuttings of Unshiu citrus fruits, about 300 mutant forms were obtained 20 forms (mutants) of which were isolated and studied. The forms obtained as a result of the research were planted at the experimental collection site of the Research Institute of Subtropical Crops and Tea Industry (Tsvermagala). Unfortunately, along with other collections, this collection was

in danger. Most of the mutants were propagated by us vegetatively on the experimental-collection plot of the Institute of Phytopathology and Biodiversity of the Batumi Shota Rustaveli State University.

The paper presents a description of the mutants obtained as a result of experimental studies most of which have both theoretical and practical significance. Forms (mutants) are characterized by a wide range of economically useful changes: frost resistance, storage capacity, high content of biochemical substances, etc. Some of the mutants are superior in terms of their three-dimensional and biological benefits to Unshiu citrus, which is currently being produced and can be put into production after appropriate procedures. Even more urgent is the need to introduce them into production or use them as starting material in breeding. The role of induced mutagenesis in citrus crops is important not only in the creation of the initial breeding material (gene pool), but also in the process of control and regulation of morphogenesis processes.

An important part of the paper is modern genomic technologies which are an excellent tool in the study of various agricultural crops including citrus fruits. Genetic engineering has provided significant assistance to farmers in solving the problems of industrial farming, among which productivity is especially important and deserves attention. There is a lot of information about CRISPR/Cas technologies that have great potential for obtaining non-transgenic plants, so this direction is relatively promising.

The paper as a reference tool is intended for students of the agrarian direction. The work will also be useful to biology students, all interested persons and Farmers employed in the field of citrus.

## შემოკლებათა განმარტებანი

ნემ	ნიტროზოეთილშარდოვანა;
დაბ	1,4-ბის დიაზოაცეტილბუტანი;
საკონტ	საკონტროლი;
კონც	კონცენტრაცია;
ცხრ	ცხრილი;
გრ	გრამი;
კბ	კილოგრამი;
მგრ	მილიგრამი;
მ	მეტრი;
დმ	დეციმეტრი
სმ	სანტიმეტრი;
მმ	მილიმეტრი;
კრ	კრონი
პჯრ	პოლიმერაზა ჯაჭვური რეაქცია;
CRISPR	კლასტერული რეგულარული მოკლე პალინდრომული განმეორებები;
Cas	კლასტერთან ასოცირებული ცილა
PGED	მცენარეთა გენომის რედაქტირების მონაცემთა ბაზა;
PEG	პოლიეთილენგლიკოლი;
NPBT	თუთიის თითების ნუკლეაზას ტექნოლოგია;
ODM	ოლიგონუკლეოტიდების მიმართული მუტაგენეზი;
CitGVD	ციტრუსოვანთა გენომის ვარიაციების მონაცემთა ბაზა;
SNPs	ერთნუკლეოტიდურ პოლიმორფიზმი;
INDELs	ინვერცია/დელეცია;

## გ ა მ ო ყ ე ნ ე ბ უ ლ ი ლ ი ტ ე რ ა ტ უ რ ა :

- [1] ალავიძე მ. ლიმონ ქართულის ახალი კლონები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“. 1985, №1, გვ.119- 122.
- [2] ალექსევი ვ. მანდარინი. „ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა ინსტიტუტის ბიულეტენი“. 1954, №1, გვ. 34-47.
- [3] ბარათაშვილი დ. ბეტაგამოსხივებით ინდუცირებული ჩაის შეცვლილი ფორმების მორფოლოგიური დახასიათება. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 50-51.
- [4] ბარათაშვილი დ., ქერქაძე ი., ზოზი ნ. ჩაის თესლის თაობაზე რადიოფოსფორ-32 და გოგირდ-35 ბეტა ნაწილაკების ზემოქმედების გენეტიკური ეფექტი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 99-100.
- [5] ბარათაშვილი დ., ქერქაძე ი., ხომერიკი ი. ფიზიკური და ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედება ჩაის მტვერზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1983, №6 (188), გვ. 30-33.
- [6] ბარათაშვილი დ., ქერქაძე ი. ჩაის ინდუცირებული ფორმების მორფოგენეტიკური თავისებურებანი და მათი სამეურნეო შეფასება. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1983, №5 (187), გვ. 55-63.
- [7] ბარათაშვილი დ. მუტაციური ცვალებადობის თავისებურებანი ჩაის მცენარეში. გამომცემლობა „შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“, ბათუმი 2009, გვ. 244.
- [8] ბარათაშვილი დ. ხალვაში ნ. ნარინჯოვანთა პერსპექტიული ჯიშები და ფორმები. გამომცემლობა „შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“, ბათუმი 2010, გვ. 41.
- [9] ბარათაშვილი დ., ხალვაში ნ. ნარინჯოვანთა ბიოლოგიური მრავალფეროვნება და გენეტიკური რესურსები საქართველოში. გამომცემლობა „შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“, ბათუმი, 2016, გვ.406.
- [10] ბერიძე ნ., მაისურაძე ნ., გოლიაძე შ. ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის ახალი კლონების ნაყოფის დახასიათება. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1987, №4, გვ. 52-56.

- [11] **ბერიძე ნ.** ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის კლონების ზოგიერთი სამურნეო მაჩვენებელი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1991, №1-2, გვ. 93-96.
- [12] **ბუკია ზ.** ვასეს ტიპის ადრემწიფადი მანდარინის ნუცელარული ნათესარების პერსპექტიული ფორმები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1990, №1-2, გვ. 86-89.
- [13] **ბუკია ზ., მასურაძე ნ.** მანდარინ ვასე უნშიუ ოჩოს ნუცელარული ნათესარების ბიომორფოლოგიური ნიშნების რაოდენობრივი დახასიათება. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1985, №2, გვ. 97-102.
- [14] **გლაზირინი ვ.** მანდარინ უნშიუს კვირტული ცვალებადობა. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1964, №5 გვ. 68-73.
- [15] **გიორგობიანი თ., პროკოპენკო ა.** ციტრუსოვანთა ნაყოფის შენახვა. „ჩაის და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ბიულეტენი“, 1948, №3, გვ. 56-67.
- [16] **გოგბერიძე ა.** მანდარინის ჯგუფის სელექციის შედეგები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1974, №2, გვ. 28-33.
- [17] **გორგიძე ა.** იონიზაციით გამოწვეული გენური და გენომური მუტაციები ქართულ ხორბალ ზანდურში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“. 1979, № 3, გვ. 61-62.
- [18] **გოლიაძე შ., თალაკვაძე ს.** პოლიემბრიონიის მოვლენა ლიმონებში და ნუცელარული ნათესარების ცვალებადობა ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედებით. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1967, №3, გვ. 102-107.
- [19] **გოლიაძე შ., თიკანაძე ლ.** ქიმიური მუტაგენების გავლენა ლიმონების მალსეკოგამძლეობაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1972, №6, გვ. 69-73.
- [20] **გოლიაძე შ.** მანდარინის ნაგალა ადრემწიფადი ჯიშების ზოგიერთი ბიოლოგიური თავისებურებანი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1981, №5, გვ.38-45.

- [21] გოლიაძე შ., ლამპარაძე შ. ახლად ინტროდუცირებული მანდარინის სადედე ნარგაობა. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1982, №2, გვ. 86-90.
- [22] გოლიაძე შ., ვაშალომიძე ა. გენოტიპის როლი ინდუცირებული მუტაგენეზის დროს ფორთოხლის სხვადასხვა ჯიშის მაგალითზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1985, №1, გვ. 98-106.
- [23] გოლიაძე შ., ვაშალომიძე ა. ქიმიური მუტაგენების ზემოქმედებით მიღებული ფორთოხლის მცენარის ზრდისა და მოსავლიანობის თავისებურებანი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1985, №2, გვ. 109-115.
- [24] გოლიაძე შ., ნიჟარაძე კ. მუტაგენ ნიტროზოეთილშარდოვანას გავლენა მანდარინის ცვალებადობაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1986, №5, გვ. 53-61.
- [25] გოლიაძე შ., მემარნე გ. მანდარინის ფორმათწარმოქმნა ქიმიური მუტაგენეზის გამოყენებისას. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1987, №5, გვ. 110-115.
- [26] გოლიაძე შ. ციტრუსოვანთა სადედე ბალები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1987, №6, გვ. 34-40.
- [27] გოლიაძე შ., თიკანაძე ლ., ვაშალომიძე ა. პოლიემბრიონის გენეტიკური თავისებურებანი ქიმიური მუტაგენეზის დროს ციტრუსოვნებში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1988, №3, გვ. 72-81.
- [28] გოლიაძე შ. ლიმონ მეიერის კვირტების სიცოცხლისუნარიანობა ქიმიურ მუტაგენ ნიტროზოეთილშარდოვანათი ზემოქმედებისას. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1989, №2, გვ. 85-89.
- [29] გოლიაძე შ., მასისურაძე ნ. ქიმიური მუტაგენით დამუშავებისას ლიმონის ჯიშების რეაქციის შედარებითი დახასიათება. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1990, №2, გვ. 81-85.
- [30] გოლიაძე შ., მემარნე გ., დუმბაძე გ. ინდივიდუალურ ცვალებადობათა ტიპები და სიხშირე მანდარინებში ქიმიური მუტაგენეზის დროს. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1991, №1-2, გვ. 101-112.

- [31] გოლიაძე ლ. ჭანუყვაძე ა. ლიმონის ახალი ჯიშებისა და ფორმების შესწავლა აჭარის პირობებში ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1991, №1-2 გვ.131-135.
- [32] გოლიაძე ვ. ნიტროზოეთილმარდოვანას მუტაგენური ეფექტი და ლიმონის მუტაბელობა. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1991, №6, გვ. 70-74.
- [33] გოლიაძე ვ., ქაშაკაშვილი ც., ჯაყელი ე. ლიმონის რაოდენობრივი ნიშნები ქიმიური მუტაგენებისა და მისი კავშირი იმუნიტეტზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 2005, №1-2, გვ. 20-24.
- [34] გულედანი ი., კაპანაძე ი., გელაძე გ. ლიმონისებრ ციტრუსთა მორფო-ციტოგენეტიკური თავისებურებანი. 2009, გვ. 148.
- [35] დიასამიძე ა., გოლიაძე შ., ქერქაძე ი. ქიმიური მუტაგენების გამოყენების მეთოდების შესახებ ციტრუსების სელექციაში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1967, №4, გვ. 59-70.
- [36] დიასამიძე ა. ქიმიური მუტაგენების გავლენა *C. Wilsonii*-ის თესლე-ბიდან მიღებულ თაობაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1969, №5, გვ.23-28.
- [37] დიასამიძე ა. ქიმიური მუტაგენების გავლენა ციტრუსოვანთა მტვრის გამანაყოფიერებელ უნარზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1970, №1, გვ.83-89.
- [38] დიასამიძე ა. ბუნებრივი და ქიმიური მუტაგენები ციტრუსების სელექციაში. გამომცემლობა „აჭარა“, ბათუმი, 1994, გვ. 134.
- [39] დიასამიძე ა. სპონტანური (ბუნებრივი) მუტაციების გამოვლენის თავისებურებანი ციტრუსებში. ჟურნალი „ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები“, 1995, ტ. 1, გვ. 109-116.
- [40] დიასამიძე ა. მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბალანსის ბიოლოგიური რეგულაცია და ევოლუციური მნიშვნელობა. გამომცემლობა „ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“, 1999, გვ. 128.
- [41] დუმბაძე გ., მემარნე გ., გოლიაძე შ. მუტაგენ ნიტროზოეთილმარდოვანათი დამუშავებული თესლებიდან მიღებული მანდარინ

უნშიუს შედარებითი ყინვაგამძლეობა. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1990, №4, გვ. 68-70.

- [42] **დრიგინა ი.** მუტაგენური ფაქტორების გამოყენების პერსპექტივა ბადის მცენარეების სელექციაში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 7-9.
- [43] **ესინოვსკაია ვ.** მანდარინის ახალი ჯიშები. „ჩაის და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ბიულეტენი“, 1954, №4, გვ. 64-73.
- [44] **ელისევი ვ.** გამა სხივების გავლენა მანდარინ კლემენტინის ცვალებადობაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1974, №3, გვ. 54-57.
- [45] **ვარდუკაძე დ., ჭანუყვაძე ა.** კეთილშობილი დაფნის, ციტრუსოვანთა და ჩაის ფოთლის სიდიდის შესწავლის მეთოდისათვის. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1973, №4, გვ. 159-162.
- [46] **ზორინი თ.** ციტრუსოვანთა სელექცია სოჭში. „ჩაის და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ბიულეტენი“, 1957, №2, გვ. 120-124.
- [47] **ზუხბაია ი., სურგულაძე შ., ქობალია ვ.** ფორთოხალ დაისის მორფოლოგიური და სამეურნეო თავისებურებები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1989, №3, გვ. 77-82.
- [48] **თავაძე მ.** ნარინჯოვანთა პოლიპლოიდების ნაყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლები და მათი კავშირი თესლის წარმოქმნასთან. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1983, №4, გვ. 97-100.
- [49] **თალაკვაძე ს.** რაოდენობრივი ნიშან-თვისებების ცვალებადობა ქიმიური მუტაგენით დამუშავებული თესლიდან მიღებულ ლიმონის ნათესარებში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1973, №3, გვ. 67-70.
- [50] **თალაკვაძე ს.** ქიმიური მუტაგენებით თესლის დამუშავების შედეგად მიღებული ლიმონის ნათესარების ზოგიერთი თვისობრივი ცვლილებანი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1977, №3, გვ. 72-75.

- [51] თავდგირიძე შ. გამა სხივებითა და კოლხიციინირებით მიღებული ჩაის ზოგიერთი პოლიპლოიდური ფორმების ზრდა-განვითარების ბიოლოგია. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*, 1979, №3, გვ. 100-101.
- [52] თავდგირიძე შ. ჩაის მერისტემულ უჯრედებზე კოლხიციინის ზემოქმედების ციტოგენეტიკური ეფექტი. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*, 1980, №6, გვ. 77-84.
- [53] თოფურიძე ე., ტაბლიაშვილი მ., შანიძე ვ. საქართველოს კულტურული ფლორის ატლასი (ციტრუსები). გამომცემლობა „ტექნიკა და შრომა“, ტომი III, თბილისი, 1951, გვ. 87.
- [54] თოდაძე ე., დემეტრაძე თ. ფეიჰოას მცენარის ანატომიური და მორფოლოგიური ცვალებადობა ქიმიური მუტაგენების ზეგავლენით. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*. 1980, №1, გვ. 62-68.
- [55] თოდაძე ე. ფეიჰოას ფორმათა წარმოქმნა ჰიბრიდიზაციის დროს მტვერის ქიმიური მუტაგენებით დამუშავების შემთხვევაში. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*, 1983, №2, გვ. 30-36.
- [56] თუთბერიძე ბ. ტრიფოლიატის ახალი „ადრემსხმოიარე“ ფორმა. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*, 1972, №2, გვ. 36-39.
- [57] თუთბერიძე ბ. *P. trifoliata Raf.*-ის ახალი ადრემწიფადი ფორმა. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*, 1972, №4, გვ. 63-66.
- [58] თუთბერიძე ბ. პონციურს ტრიფოლიატას ახალი „ადრემწიფადი“ და „ნაგალა“ ფორმები. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*, 1974, №2, გვ. 34-37.
- [59] თუთბერიძე ბ. გამა სხივების გავლენის თავისებურებანი ქართული ლიმონის თესლებზე. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*, 1976, №3-4, გვ. 78-82.
- [60] თუთბერიძე ბ., თალაკვაძე ს. ქართული ლიმონის ნათესარების ქიმიური მუტაგენებით ტოტალური დამუშავების შედეგები. *ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“*, 1977, №4, გვ. 73-76.

- [61] **იაკობაშვილი ვ.** სოხუმის საცდელი სადგურის მანდარინის კოლექცია და მისი შესწავლის ზოგიერთი შედეგი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1963, №2, გვ. 35-43.
- [62] **კალანდარიშვილი ო.** გამა-სხივების გავლენა ციტრანჟის თესლების გენეტიკურ თვისებებზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 60-61.
- [63] **კაპანაძე ი.** კობალტ-60-ის გავლენა ელაიოპლასტების მემკვიდრეობითობაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 96-97.
- [64] **კაპანაძე ი., ალავიძე მ.** მანდარინ კლემენტინის მსხვილნაყოფა ვარიაცია. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1990, №4, გვ. 63-67.
- [65] **კახნიაშვილი ზ.** ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის ზოგიერთი კლონის რეპროდუქციის შესწავლის შედეგები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1982, №4, გვ. 64-69.
- [66] **კოლესნიკი ა., ბელიაევა ვ., როდე კ.** მანდარინის ხანგრძლივი შენახვის პირობების შესწავლა. „ჩაისა და სუბტროპიკულ კულტურათა სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ბიულეტენი“. 1950, №4, გვ. 79-101.
- [67] **კუტუბიძე ვ., ჯინჭარაძე გ.** მანდარინის ძვირფასი ფორმების გამოჩევა. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1972, №6, გვ. 64-69.
- [68] **ლადარია ზ.** ციტრუსოვან კულტურათა ყინვაგამძლეობის შესწავლა მოჭრილ ტოტებზე. „ჩაის და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ბიულეტენი“, 1954, №3, გვ. 35-48.
- [69] **ლადარია ზ.** ციტრუსოვან მცენარეთა ყინვაგამძლეობის გამოცდის მეთოდიკა ხელოვნური კლიმატის ლაბორატორიაში. „ჩაის და სუბტროპიკული კულტურების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის ბიულეტენი“. 1958, №4, გვ. 54-62.

- [70] **ლევკეიშვილი ი.** ციტრუსოვანთა წარმოების მეცნიერული საფუძვლები. ნაწილი 1. გამომცემლობა „მეცნიერება“ თბილისი, 1979, გვ. 231.
- [71] **ლევკეიშვილი ი.** ლიმონის კულტურა. გამომცემლობა „მეცნიერება“ თბილისი, 1982, გვ. 83.
- [72] **ლექვაა თ.** ადამიანის გენეტიკა. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2007, გვ. 340.
- [73] **მაისურაძე ნ.** ჭიპიანი ფორთოხლის სელექცია. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1962, №1, გვ. 49-56.
- [74] **მაისურაძე ნ.** ციტრუსოვანთა პოლიემბრიონია. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1966, №3, გვ. 75-86.
- [75] **მაისურაძე ნ.** ციტრუსოვანთა სელექციის 40 წლის შედეგები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1971, №4, გვ. 85-96.
- [76] **მაისურაძე ნ.** ციტრუსოვანთა სპონტანური მუტაცია და კლონური სელექცია. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1971, №8, გვ. 20-25.
- [77] **მაისურაძე ნ., მემარნე გ., გოლიაძე შ.** მანდარინ უნშიუს მუტაციურ სელექციაში ქიმიური მუტაგენების გამოყენების მეთოდის საკითხისათვის. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1987, №3, გვ. 70-75.
- [78] **მაჭავარიანი ე.** ნაველის ჯგუფის ფორთოხლის ზოგიერთი ფორმები აფხაზეთში. საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტის შრომები. 1965, ტ. 9-10, გვ. 58-65.
- [79] **მაჭავარიანი ე.** ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის ახალი კლონი აფხაზეთში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1971, №5, გვ. 92-95.
- [80] **მგალობლიშვილი თ. შავიშვილი ლ.** შენახვის პირობების გავლენა ციტრუსების ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1981, №1, გვ. 117-124.
- [81] **მემარნე გ.** მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარების ზოგიერთი სამეურნეო მაჩვენებელი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1986, №3, გვ. 115-119.

- [82] **მემარნე გ.** ქიმიური მუტაგენის გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ზოგიერთ სამეურნეო მაჩვენებელზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1986, №3, გვ. 115-121.
- [83] **მემარნე გ., მაისურაძე ნ., გოლიაძე შ.** მანდარინ უნშიუს ყვავილის ასაკის გავლენა თესლის წარმოქმნაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1987, №2, გვ. 74-80.
- [84] **მემარნე გ., ბუკია ზ.** მანდარინ უნშიუს ნუცელარული ნათესარების ნაყოფის გამონასკვის თავისებურებანი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1991, №1-2, გვ.143-145.
- [85] **მოსაშვილი ვ., ტაკიძე მ.** კოლხიციანის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენა ციტრუსოვანთა თესლის აღმონაცენზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1972, №4, გვ. 70-73.
- [86] **მუტოვჯინა ტ.** ახალი პერსპექტიული ჩაის ჯიშ-კლონები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1978, №2-3, გვ. 106-109.
- [87] **ნასყიდაშვილი პ., ნასყიდაშვილი მ., სიხარულიძე მ., სურგულაძე შ.** კულტურულ მცენარეთა სელექცია-მეთესლობა და ჯიშთმცოდნეობა. გამომცემლობა „საზოგადოება ცოდნა“ თბილისი, 2002, გვ. 590.
- [88] **ნასყიდაშვილი პ., გოლიაძე ვ., ქაშაკაშვილი ც.** მანდარინის ინტროდუცირებული პერსპექტიული ჯიშები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 2010, №1-4, გვ. 16-19.
- [89] **რეკვაფა ქ.** მანდარინ უნშიუს ახალი კლონების პომოლოგიური თავისებურებანი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1969, №4, გვ. 76-81.
- [90] **რეკვაფა ქ.** მანდარინ უნშიუს კლონთა შერჩევა და მათი ზოგიერთი ბიოლოგიური თავისებურებანი აჭარაში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1972, №3, გვ. 55-59.
- [91] **რეკვაფა ქ.** მანდარინ უნშიუს კლონური სელექცია. გამომცემლობა „მეცნიერება“, 1979, გვ. 114.
- [92] **სამადაშვილი ც., ნასყიდაშვილი პ., ნასყიდაშვილი მ., ძიძიშვილი რ.** მცენარეთა გენეტიკის საფუძვლები. გამომცემლობა „საზოგადოება ცოდნა“ თბ. 2003, გვ. 201.

- [93] **სამადაშვილი ც., ტაბატაძე გ.** კულტურულ მცენარეთა სელექცია და მეთესლეობა. გამომცემლობა „საზოგადოება ცოდნა“. თბილისი, 2008, გვ.131.
- [94] **სამადაშვილი ც., დობორჯგინიძე ხ.** საქართველოში გავრცელებულ კულტურულ მცენარეთა კერძო სელექცია. გამომცემლობა „საზოგადოება ცოდნა“. თბილისი, 2009, გვ. 114.
- [95] **სურგულაძე შ.** ფორთოხლის ახალი პერსპექტიული ფორმების 1966-67წწ გამოზამთრების შედეგები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1969, №3, გვ. 67-70.
- [96] **სურგულაძე შ.** სუბტროპიკულ მცენარეთა სელექციის პრაქტიკულ-ლაბორატორიული მუშაობის დამხმარე სახელმძღვანელო. თბილისი, 1975, გვ. 100.
- [97] **სურგულაძე შ.** მუტაგენეზის კატეგორიების შესახებ. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 75-76.
- [98] **სულაკაძე თ.** უარყოფითი ტემპერატურების როლი ციტრუსოვან მცენარეთა ყინვაგამძლეობის გადიდებაში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1966, №4, გვ.17-24.
- [99] **ტაკიძე ი.** კოლხიციანის სხვადასხვა ექსპოზიციის ზემოქმედების გავლენა ციტრუსოვანთა თესლის აღმოცენებაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1972, №2, გვ. 76-81.
- [100] **ტაკიძე მ.** კოლხიციანის სხვადასხვა ექსპოზიციის გავლენა ლიმონის სომატურ კვირტებზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1973, №3, გვ. 61-64.
- [101] **ტაკიძე მ.** მანდარინ უნშიუს კალმების კოლხიციანებით დამუშავების შედეგები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1990, №2, გვ. 64-69.
- [102] **ტრელიცკაია ე.** გადაადგილების სიხშირის გავლენა ახალგაზრდა ფორთოხლის მცენარეების ყვავილობასა და ნაყოფების სასარგებლო გამონასკვის პროცენტზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1972, №2, გვ. 90-94.
- [103] **ქაშაკაშვილი ც., გოლიაძე ვ., ჯაყელი ე.** ქიმიური მუტაგენების კონცენტრაციისა და ექსპოზიციის გავლენა ლიმონის მალსეკო-

- გამძლე ფორმების წარმოქმნაზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 2003, №1-2, გვ. 3-8.
- [104] ქაშაკაშვილი ც. პეკანის ფორმათა წარმოქმნა ქიმიური მუტაგენების გამოყენებით. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 2010, №1-4, გვ. 62-65.
- [105] ქერქაძე ი. კომპლექსური ქიმიური მუტაგენების გამოცდა ციტრუსების სელექციაში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1967, №2, გვ. 90-96.
- [106] ქერქაძე ი. ციტრუსოვანთა თესლისეულ თაობაზე ახალი კომპლექსური მუტაგენების მოქმედების შესწავლა. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1968, №5, გვ. 53-61.
- [107] ქერქაძე ი. ციტრუსოვანთა სომატურ ორგანოებზე ქიმიური მუტაგენების მოქმედების თავისებურებანი. სუბტროპიკული კულტურების ინდუცირებული მუტაცია. ცნობა 1. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1968, №5, გვ. 53-61.
- [108] ქერქაძე ი. ციტოგენეტიკური თავისებურებანი Citrus-ის გვარში, ანეუპლოიდია ციტრუსოვნებში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1973, №4, გვ. 36-41.
- [109] ქერქაძე ი. მუტაცია და სომატური დრეიფი ციტრუსოვნებში. თეორიის ზოგიერთი საკითხი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1974, №2, გვ. 28-35.
- [110] ქერქაძე ი. ავტომუტაგენური თვისება და მისი როლი ციტრუსოვნების ბუნებრივ მუტაციურ პროცესებში. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1974, №5, გვ. 27-31.
- [111] ქერქაძე ი. ციტრუსოვნებში ინდუცირებული მუტაგენების სპეციფიკურობის ზოგიერთი საკითხი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1975, №3, გვ. 62-67.
- [112] ქერქაძე ი. ციტრუსოვნებში ბუნებრივი მუტაციების წარმოქმნის საკითხისათვის. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1975, №6, გვ. 31-35.
- [113] ქერქაძე ი., ცინცაძე ქ. Citrus-ის გვარის რადიომგრძობელობა. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1975, №4, გვ. 42-48.

- [114] **ქერქაძე ი. ქუთათელაძე ჯ.** ციტრუსოვანთა რადიომუტანტები და მათი სელექციურ-სამეურნეო შეფასება. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 49-50.
- [115] **ქერქაძე ი.** გამა-სხივების ზემოქმედების მუტაგენური ეფექტიანობა ციტრუსოვან კულტურებზე. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 68-69.
- [116] **ქერქაძე ი., ბარათაშვილი დ., მიქაულაძე ნ., ჯაყელი რ., თავდგირიძე შ., დოლიძე ქ.** სუბტროპიკული კულტურების ინდუცირებული სომატური მუტაციების წარმოშობის ზოგიერთი გენეტიკური საკითხი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 12-13.
- [117] **ქერქაძე ი.** ბუნებრივი და ინდუცირებული მუტაცია და ყინვაგამძლეობის საკითხები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1980, №3-4, გვ. 125-128.
- [118] **ქერქაძე ი.** ციტრუსოვანთა თესლის ქიმიური მუტაგენებით დამუშავების შედეგად მიღებული ნათესარების გენეტიკური დახასიათება. სუბტროპიკული კულტურების ინდუცირებული მუტაცია. ცნობა 2. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1984, №6, გვ. 72-76.
- [119] **ქერქაძე ი.** სუბტროპიკული კულტურების ინდუცირებული მუტაციები. ცნობა 4. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1985, №4, გვ. 104-110.
- [120] **ქერქაძე ი.** ციტრუსების ინდუცირებული პოლიპლოიდია. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1989, №4, გვ. 67-74.
- [121] **ქერქაძე ი.** ციტრუსების ბუნებრივი მუტანტები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1989, №5, გვ. 79-89.
- [122] **ქუთათელაძე ჯ., ქერქაძე ი.** სუბტროპიკული კულტურების ინდუცირებული მუტაცია. ცნობა VIII. მანდარინის ახალი მუტანტების მორფო-ბიოლოგიური დახასიათება. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1986, №4, გვ. 87-93.
- [123] **ღურწავია ვ.** ფორთოხლის სელექციის ზოგიერთი შედეგი. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1981, №1, გვ. 32-36.

- [124] შათირიშვილი ა., დვალიშვილი ნ. ზოგადი გენეტიკა. გამომცემლობა „ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი“ თბილისი, 2017, გვ. 366.
- [125] ცეკვავა გ. აფხაზეთის პირობებში შერჩეული მანდარინ უნშიუს რამდენიმე ახალი კლონის მორფო-ბიოლოგიური და სამეურნეო დახასიათება. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1986, №5, გვ. 69-78.
- [126] ხალვაში ნ. „ჭოროხის ხეობაში გავრცელებული ფორთოხლების ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შესწავლა და პერსპექტიული ფორმების გამორჩევა“ საკანდიდატო დისერტაცია, 2005. გვ. 278.
- [127] ხალვაში ნ. ჭოროხის ხეობაში გავრცელებული ფორთოხალ ვაშინგტონ ნაველის ზოგიერთი პერსპექტიული ფორმის ბიომორფოლოგიური დახასიათება. ჟურნალი „საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე“, 2006. ტ. 172, №2, გვ. 128-131.
- [128] ხალვაში ნ. ფორთოხალ კოროლიოკის პერსპექტიული ფორმების ბიომორფოლოგიური და სამეურნეო დახასიათება. ჟურნალი „აგრარული მეცნიერების პრობლემების სამეცნიერო შრომათა კრებული“. 2006, ტ. 34, გვ. 86-88.
- [129] ხალვაში ნ. ჭოროხის ხეობაში გავრცელებული ფორთოხლის კვლევის შედეგები. ჟურნალი „საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო მეცნიერებათა აკადემიის „მოამბე“, 2007, №20. გვ. 98-100.
- [130] ხალვაში ნ. ბარათაშვილი დ. ფორთოხლების (*C. Sinensis* L) ჯიშობრივი მრავალფეროვნება აჭარაში. ჟურნალი „საქართველოს სახელმწიფო ს/ს უნივერსიტეტის შრომები“, 2008, გვ. 201-202.
- [131] ხალვაში ნ., მესხიძე ა., ბარათაშვილი დ., ლომინაძე შ. ციტრუსოვანთა პლანტაციების რეაბილიტაციის თანამედროვე ტექნოლოგიები (მეთოდური მითითებები). გამომცემლობა „ბსუ“, თბილისი, 2016, გვ. 148.
- [132] ხუროშვილი ქ. ციტრუსების ემბრიონებზე ქიმიური მუტაგენების გავლენის შესწავლა. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1979, №3, გვ. 60-63.

- [133] **ჯინჰარამე გ.** მანდარინის სადედე ბაღების შექმნის საკითხისათვის. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1970, №1, გვ. 91-95.
- [134] **ჯინჰარამე გ.** მანდარინის სელექციურ ფორმებზე დაკვირვების შედეგები. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1982, №1, გვ. 81-86.
- [135] **ჯინჰარამე გ.** მანდარინის უხვრეგულარულად მსხმოიარე კლონების გამოვლენა. ჟურნალი „საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის სამეცნიერო „შრომათა კრებული“, თბილისი, 1999, №5, გვ. 72-75.
- [136] **ჯინჰარამე გ.** მანდარინ უნშიუსა და მისი ჰიბრიდების მტვრის მარცვლის სიცოცხლისუნარიანობის შესახებ. ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, 1967, №4, გვ. 94-96.
- [137] **ჯოხავა ტ., ქობალია ვ.** ლიმონი დიოსკურია და მანდარინი ადრეულა ციტრუსოვანთა პერსპექტიული სელექციური ჯიშები. ჟურნალი „საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკადემიის მოამბე“. თბილისი, 2007, გვ. 94-97.
- [138] **Абдулаев И., Мехтиева Т., Пириева Г.** Изучение биологических и технологических особенностей нового мутанта винограда „Атирли“. Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 146-147.
- [139] **Алексеев В.** Мандарин. Бюллетень института чая и субтропических культур, 1954, №1, ст. 34-47.
- [140] **Алиев В.** Влияние радиации на изменчивость разноплодовых форм шелковицы (Morus). Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 20-22.
- [141] **Ауербах Ш.** Роль мутагенной специфичности полученных мутаций. Журнал „Генетика“, 1966, №2, стр. 3-12.
- [142] **Ауербах Ш.** Проблемы мутагенеза. Издательство „МИР“, Москва, 1978.
- [143] **Ахунд-Заде И.** Зачорохские апельсины. Журнал „Советские субтропики“, 1936, №7, стр. 71-73.

- [144] **Ахунд-Заде И.** Апельсин Вашингтон-Навель и Лучший Сухумский. Журнал „Советские субтропики“, 1937, №1, ст. 28-39.
- [145] **Ахунд-Заде И.** Соматические мутации у хурмы и лимона. - В кн: Экспериментальный мутагенез у сельскохозяйственных растений и его использование в селекций. Издательство „Наука“, Москва, 1966, стр. 264-272.
- [146] **Ахунд-Заде И.** Изучение действия радиации на субтропические плодовые культуры. Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 13-14.
- [147] **Андреев В.** Генетический механизм радиостимуляции растений. -В кн: Предпосевное облучение семян с/х культур. Издательство „АН СССР“, 1963, стр. 28-38.
- [148] **Андреев В., Володин В.** Гетерозис и радиостойчивость растений. Издательство „Наука и техника“, Минск, 1977, стр. 230.
- [149] **Байжанова М., Наканова Э.** Влияние гамма-лучей на орех грецкий и сирень волосистую. Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 73-74.
- [150] **Баранский О.** Протоколы VII съезда Русских естествоиспытателей и врачей. Заседание ботанической секции. Одесса. 1883. стр.157
- [151] **Бараташвили Д., Керкадзе И., Серебряный А., Зоз. Н.** Проникновение мутагенов в различные части семян чая и их генетический эффект. Журнал „Субтропические культуры“. 1978, №1 (153), стр. 30-33.
- [152] **Бараташвили Д.** Цитологический анализ мутагенного действия Нитрозо-метилмочевины и 14СР3- Нитрозо-метилмочевины на семена чая. Журнал „Цитология“, 1979, т.21, №10, стр. 1213-1217.
- [153] **Бараташвили Д.** Морфобиологическая характеристика радиомутантов чая и их хозяйственная оценка. -В кн: Радиационный мутагенез вегетативно размножаемых растений, Издательство „Агропромиздат“, 1985, стр. 62-66.
- [154] **Бараташвили Д.** Биохимическая и органолептическая характеристика радиомутантов чая. Тез. докл. втор. заавк. конф. по прим. изот. и источн. иониз. излуч. в с/х-ве (21-25 марта), Тбилиси, 1993, стр. 58-60.

- [155] **Барашкова Э., Алексеев Е., Мигушева Э.** Морозостойкость и геномный состав пшеницы. Тезисы конференции „Физиолого-биохимические и экологические аспекты устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды”. Иркутск, 1976, стр.12-13.
- [156] **Беляев В.** Почковая селекция цитрусовых. Журнал „Советские субтропики“, 1938, №2, стр. 78-84.
- [157] **Бедриковская И.** Длительность хранения плодов мандарина и их качественные показатели в зависимости от удобрения деревьев. Бюллетень всесоюзного научного института сельского хозяйства 1955, №2, стр. 86-95.
- [158] **Бурчуладзе А.** Влияние условий хранения на сохранность мандариновых плодов. Журнал „Субтропические культуры“, 1975, №4, стр.78-81.
- [159] **Васильев И.** Зимовка растений. Издательство „АН СССР“, Москва, 1956, стр. 308.
- [160] **Велияев И.** Изучение влияния гамма-облучения на культуру миндаля. Журнал „Субтропические культуры“, 1979, №3, стр. 76-78.
- [161] **Вознесенский В.** Первичная обработка экспериментальных данных. Издательство „Наука“, Л. 1969, стр. 82.
- [162] **Гасанов Н.** Влияние гамма-облучения на изменчивость инжира. Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 74-76.
- [163] **Габуня Л.** Новые перспективные раннеспелые сорта мандарина. Журнал „Субтропические культуры“. 1980, №3-4, стр. 142-144.
- [164] **Генкель П., Окнина Е.** Состояние покоя и морозоустойчивость плодовых растений. Издательство „Наука“, Москва, 1964, стр. 243
- [165] **Гиоргобани Т., Прокопенко А.** Хранение цитрусовых плодов. Бюллетень ВНИИЧиСК. 1948, №3, стр.53-63.
- [166] **Гогия В., Моцонелидзе Н.** Изменение некоторых физико-химических показателей плодов апельсина и грейпфрута во время созревания и хранения. Журнал „Субтропические культуры“, 1982, №3, стр.85-90.
- [167] **Гогиберидзе А.** Селекция мандарина на сухумской опытной станции. Журнал „Субтропические культуры“, 1966, №2, стр.73-82.

- [168] **Голиадзе Ш., Керкадзе И., Диасамидзе А.** Методы применения химических мутагенов в селекции цитрусовых. Журнал „Субтропические культуры“, 1969, №4, стр. 59-70.
- [169] **Голиадзе Ш., Талаквадзе С.** Сравнительные характеристики различных методов использования химических мутагенов в селекции цитрусовых культур. Журнал „Субтропические культуры“, 1980, №3-4, стр. 50-59.
- [170] **Голиадзе Ш.** Проблемы селекции цитрусовых на морозо и мальсеккоустойчивость. Журнал „Субтропические культуры“, 1980, №3-4, стр. 111-116.
- [171] **Голиадзе Ш., Тиканадзе Л., Вашаломидзе А.** Химический мутагенез и формообразование у цитрусовых. Материалы IV съезда Грузинского общества генетиков и селекционеров. Тбилиси, 1981, стр.52-55.
- [172] **Голиадзе Ш., Вашаломидзе А.** Роль генотипа в химическом мутагенезе на примере различных сортов Апельсина. -В кн. Химический мутагенез в создании сортов с новыми свойствами. Издательство „Наука“, Москва, 1986, стр.167-175.
- [173] **Голиадзе Ш., Кашакашвили Ц., Тиканадзе Л.** Влияние химического мутагенеза на жизнеспособность и изменчивость почек цитрусовых. Всесоюзное совещание по химическому мутагенезу. Издательство „АН СССР“, Москва, 1988, стр. 82-88.
- [174] **Голиадзе Ш., Думбадзе Г.** Химический мутагенез и семенообразование у мандарина. Журнал „Субтропические культуры“, 1988, №4, стр. 87-88.
- [175] **Голиадзе Ш.** Химический мутагенез в селекции цитрусовых. Издательство „Сабчота Аджара“. 1989, стр. 123.
- [176] **Гутиев Г.** Лимон на черноморском побережье кавказа. Москва, Издательство „Сельхозгиз“, 1957, стр. 35
- [177] **Дарвын Ч.** Происхождение видов. Сочинение, Издательство „АН СССР“, 1928, том. 3, кн 2, стр. 123.
- [178] **Доспехов Б.** Методика полевого опыта. Издательство „Колос“, Москва, 1979. стр. 416.
- [179] **Дрягина И.** Использование ионизирующей радиации в селекции яблони. -В кн: Биология и селекция яблони. Москва, 1976, стр. 54-84.

- [180] **Дрягина И., Потапов С., Равкин А.** Методические указания по использованию мутагенных Факторов в селекции вегетативно-размножаемых растений. М: ВАСХНИИ, 1979, стр. 75.
- [181] **Дрягина И.В.** Перспективы использования мутагенных факторов в селекции садовых растений. Журнал „Субтропические культуры“, 1979, №3, стр. 8-10.
- [182] **Дрягина И.** Спонтанный и индуцированный мутагенез у садовых растений. Издательство „Наука“, Москва, 1982. стр. 115-121.
- [183] **Дрягина И.** Радиационный мутагенез при селекции вегетативно размножаемых растений. Издательство „Агропромиздат“, Москва, 1985, стр. 100-107.
- [184] **Дубинин Н., Глембацкий Я.** Мутации и их роль в процессах эволюции. Генетика популяций и селекция. Издательство “Наука”, Москва, 1967, стр. 71-129.
- [185] **Дубинин И.** Общая генетика, Издательство „Наука“, Москва, 1976, стр. 590.
- [186] **Думбадзе Г., Голиадзе Ш.** Характеристика новых химических мутантов мандарина Уншию. Журнал „Субтропические культуры“, 1988, №5, стр. 84-88.
- [187] **Джинчарадзе Н.** О жизнеспособности пыльцы мандарина Уншиу и его гибридов. Журнал „Субтропические культуры“, 1967, №4, стр. 95-96.
- [188] **Джинчарадзе Г.** Новие перспективные формы мандарина. Издательство „Сабчота Аджара“. Батуми, 1985, ст. 92.
- [189] **Зарецкий А.** Сорта субтропических плодовых растений для Черномоского побережья Кавказа. Сухуми, 1933, ст. 39.
- [190] **Зорин Ф.** Селекция цитрусовых в Сочи. Бюллетень всесоюзного научного института сельского хозяйства, 1948, №4, стр. 34-35.
- [191] **Зоз Н.** Химический мутагенез у высших растений. -В кн: „Супермутанты“. Издательство „Наука“, Москва, 1966, стр. 93-104.
- [192] **Зоз Н.** Методика использования химических мутагенов в селекции с/х культур. -В кн: Мутационная селекция. Издательство „Наука“, Москва, 1968, стр. 217-230.

- [193] **Имамалиев Г., Хвостова В.** Экспериментальный мутагенез сельскохозяйственных растений и его использование в селекции. Издательство „Наука” 1966, стр. 280.
- [194] **Капанадзе И.** Основные биологические особенности цитрусовых. Автореферат на соискание ученой степени доктора биологических наук. Тбилиси, ТГУ, 1967, стр. 33.
- [195] **Керкадзе И.** Влияние новых комплексных химических мутагенов на завязи цитрусовых и анализ их семенного потомства. Журнал „Генетика“, 1968, №3, стр. 33-40.
- [196] **Керкадзе И.** Некоторые генетические вопросы мутации и морозостойкости цитрусовых. Журнал „Субтропические культуры“, 1973, №3 (125), стр. 51-57.
- [197] **Керкадзе И.** Некоторые особенности химического мутагенеза цитрусовых. Материалы симпозиума. М. МГУ, 1974, стр. 70-71.
- [198] **Керкадзе И., Бараташвили Д., Джакели Р.** Особенности возникновения измененных форм субтропических культур при воздействии мутагенных факторов. Тез. докл. первой всесоюз. конф. по с.х. радиобиологии. Сборник Всесоюз. научн. иссл. ин-та с.х. радиологии МСХ СССР, 1979, стр. 59-63.
- [199] **Керкадзе И.** Создание нового генофонда субтропических культур методом радиационного мутагенеза. Материалы IV съезда Грузинского общества генетики и селекции. Академия наук Грузии, Тбилиси, 1981, стр. 82-84.
- [200] **Керкадзе И., Бараташвили Д., Микаутадзе Н.** Биологические особенности действия радиации на субтропические культуры. Информационный бюллетень Научного совета АН СССР по проблемам радиобиологии, 1981, №2, стр. 61-62.
- [201] **Керкадзе И., Бараташвили Д., Лазаридис А., Тавдгиридзе Ш., Джакели Р.** Методические указания по использованию мутагенных факторов в селекции субтропических культур. Минист. с/х СССР, Всес. научн. иссл. инст. чая и субтроп. культур. Анасеули, 1983, стр. 123.
- [202] **Керкадзе И.** Индуцированные мутации. Особенности воздействия химических мутагенов на соматические органы цитрусовых. Журнал „Субтропические культуры“, 1984, №5, стр. 56-64.

- [203] Керкадзе И., Бараташвили Д. Цитогенетический эффект действия меченных мутагенов на цитрусовые и чай. Тезисы докладов конференции Вильнюсского Государственного университета „Чувствительность организмов к мутагенным факторам и возникновение мутации“, Вильнюс, 1990, стр. 66-67.
- [204] Корнеев Н., Жуков О. Достижения и перспективы современной радиобиологии и радиационной генетики. -В кн: Радиационный мутагенез вегетативно размножаемых растений. Издательство „Агропромиздат“, 1985, стр. 3-9.
- [205] Кобель Ф. Плодоводство на физиологической основе. Издательство „Сельхозгиз“, Москва, 1957, стр. 375.
- [206] Копань В., Копань К. Использование ионизирующего мутагенеза в селекции на компактность роста яблони. Журнал „Субтропические культуры“, 1979, №3, ст. 45-46.
- [207] Колесник А. Беляев В. Длительное хранение лимонов и апельсинов. Бюллетень всесоюзного научного института сельского хозяйства, 1951, №1, стр. 46-62.
- [208] Колесникова А. Селекция и некоторые биологические особенности вишни в средней сфере РСФСР, Издательство „Орел“, 1975, стр. 36-41.
- [209] Колесникова А. Достижения селекции и промышленный сортимент вишни. Издательство „Наука“, 1979, стр. 56-63.
- [210] Кожин А. Цитрусовые Западного Закавказья. Журнал „Советские субтропики“, 1935, №3, стр. 24-44.
- [211] Кожин А., Шанидзе В., Клименко К., Клименко В. Цитрусовые Аджарии. Журнал „Известия Батумского ботанического сада“, 1939, стр. 64.
- [212] Клименко К., Клименко В. Опыление цитрусовых смесью пыльцы. Журнал „Агробиология“, 1952, №3, стр. 39-43.
- [213] Лапин В. К вопросу о гибридизации цитрусовых. Журнал „Советские субтропики“, 1938, №7, стр. 34-37.
- [214] Лусс А. Сорты и почковые вариации мандарина Уншиу. Журнал „Советские субтропики“, 1933, №8, стр. 43-68.
- [215] Лусс А. Вегетативные мутации. Сборник „Теоритические основы селекции растений“, Москва-Ленинград, 1935, стр. 354.

- [216] **Маисурадзе Н.** Межсортовые гибриды и нуцеллярные сеянцы апельсина. Журнал „Агробиология“, 1959, №2, стр. 188-192.
- [217] **Маисурадзе Н.** Междродовые химеры и их селекционное значение. Журнал „Генетика“. 1966, №11, стр. 69-82.
- [218] **Маисурадзе Н.** Спонтанные мутации и клоновая селекция цитрусовых. Журнал „Субтропические культуры“, 1970, №2, стр. 82-89.
- [219] **Маисурадзе Н.** Селекция цитрусовых. Генетические основы селекции растений. Издательство „Наука“, Москва, 1971, стр. 562.
- [220] **Маисурадзе Н., Размадзе Е., Гурицкая В., Карая Р.** К вопросу о сортах грейпфрута и мандарина Уншию. Журнал „Субтропические культуры“, 1977, №5-6, ст. 137-144.
- [221] **Мампория Ф.** Особенности воспроизведения роста, развития и формообразования цитрусовых и некоторых других померанцевых. Издательство „Госиздат“, Тбилиси, 1951, стр. 324.
- [222] **Мампория Ф.** Селекция субтропических растений. Издательство „Ганатлеба“, Тбилиси, 1975, стр. 366.
- [223] **Мдинарадзе Т. Кечакмадзе М.** Микроэлементы и лежкоспособность плодов мандарина. Журнал „Субтропические культуры“, 1982, №2, стр. 101-103.
- [224] **Мемарне Г.** Влияние концентрации, экспозиции мутагенов на частату появления морфологических мутации. Тезисы докладов всесоюзной конференции молодых ученых. 1987, стр. 184-185.
- [225] **Метлицкий Л.** Цитрусовые плоды. Издательство „Пищепромиздат“, Москва, 1955. стр.195.
- [226] **Мурри Н. Короткова З.** Биология цветения и плодоношения цитрусовых. Труды „Интродукционного питомника субтропических культур“. Махарадзе, Анасеули, 1937, №4, стр. 7-30.
- [227] **Мурри Н.** Лимон. Труды „Интродукционного питомника субтропических культур“, Махарадзе, Анасеули. 1937, №6, стр. 22-29.
- [228] **Надараия Г.** Научные основы получения высоких и устойчивых урожаяев цитрусовых. Издательство „Ганатлеба“, Тбилиси, 1966, стр. 382.
- [229] **Надсон Г. Филипов Г.** влиянии рентгеновских лучей на половой процесс и образование мутантов у высших грибов (micogasea). Вестник по рентгенологии и радиобиологии, 1925, Т.3, Вып. 6, стр. 305-310.

- [230] Привалов Г. Соматический мутагенез у растений (на примере некоторых видов древесных). Диссертация доктора биологических наук. Новосибирск, 1974.
- [231] Потапов С., Канашина Р. Итоги мутационной селекции Яблони. В кн. Радиационный мутагенез вегетативно размножаемых растений. Издательство „Агропромиздат“, 1985, стр. 120-124.
- [232] Петров Д., Лизнев В., Сухарева Н. Цитогенетические основы селекции плодовых растений и ягодников. -В кн: Цитогенетические основы селекции растений. Издательство „Наука“, Москва, 1977, стр.15-106.
- [233] Равкин А., Потапов С. Методические указания по использованию мутагенных факторов в селекции плодовых и ягодных растений. Министерство СХ СССР. Акад. им. Тимирязева, Москва, 1974.
- [234] Раппопорт И. Генетические изменения, индуцированные диетилсульфатом и диметилсульфатом. Докл. ВАСХНИЛ. 1947, №12, стр. 22-29.
- [235] Раппопорт И. Особенности и механизм действия супермутагенов. Супермутагены. Издательство “Наука” Москва, 1966, стр. 9-23.
- [236] Раппопорт И. Перспективы применения химических мутантов в селекции. Химический мутагенез и селекция. Издательство “Наука”, Москва, 1971, стр.18-28.
- [237] Сальникова Т. Роль генотипа индуцированном мутагенезе. Супермутагены. Издательство “Наука”, Москва, 1966, стр. 130-132.
- [238] Семакин В. Получение химических мутации яблони. Химические супермутагены в селекции. Издательство “Наука”, Москва, 1975, стр. 324.
- [239] Сердюк В., Щепотьев Ф. Изменчивость айвы японской низкой под влиянием гамма-излучений  $Co^{60}$ . Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 50-52.
- [240] Синько Л., Чемарин Н. Влияние предпосевного облучения семян зизифуса (*Ziziphus jujube* Mill) гамма-лучами на рост и развитие сеянцев. Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 26-27.
- [241] Сулакадзе Т. Внутриклеточные изменения при закаливании растений к низким температурам. Тезисы конференции „Физиологическая устойчивость растений“. АН СССР. Москва, 1959. стр. 79-80.

- [242] Сулакадзе Т. Физиологические основы морозоустойчивости цитрусовых растений. Издательство „Мецниереба“, Тбилиси, 1967. стр. 240.
- [243] Сургуладзе Ш. Управление формообразованием и селекцией цитрусовых. Издательство „Мецниереба“, Тбилиси, 1980, стр. 237.
- [244] Сумская А., Щепотьев Ф. Выращивание плакучих форм дуба под влиянием гамма-излучений  $Co^{60}$ . Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 55-56.
- [245] Тавадзе М. Морозостойкость, тетраплоидных и триплоидных форм цитрусовых. Бюллетень всесоюзного института растениеводства, 1972, №23, стр.70-75.
- [246] Тавадзе М. Биологические особенности полиплоидных форм помаранцевых. Журнал „Субтропические культуры“. 1976, №2, стр. 109-111.
- [247] Такидзе М. Влияние различных концентрации колхицина на соматические почки лимона. Журнал „Субтропические культуры“. 1973, №1, стр. 113-115.
- [248] Такидзе М. Влияние воздействия разными экспозициями колхицина на молодые всходы лимона. Журнал „Субтропические культуры“. 1974, №2, стр. 59-63.
- [249] Татаршвили А. Плодоносящие гибриды мандарина Уншию выведенные в Батумском ботаническом саду. Известие „Батумского ботанического сада“. 1958, №8, стр. 172-178.
- [250] Тарасенко Н. Синтез ДНК в клетках зародышей семян ячменя и пшеницы при воздействии химическими мутагенами. Журнал „Генетика“, 1970, Т.6, №1, стр. 37-40.
- [251] Толадзе Э. Изучение индуцированных мутантов и отбор хозяйственных ценных форм фейхоа. Автореферат. Сухуми. 1986, стр. 2-16.
- [252] Топуридзе Е. Фазы развития цветка и периоды цветения цитрусовых. Известие Батумского ботанического сада. 1936. №1, стр. 47.
- [253] Топуридзе Е. Биологические основы селекции мандарина. Автореферат. Тбилиси, 1955, стр. 32.
- [254] Трелицкая Е. Влияние густоты стояния на цветение и процент полезного завязывания плодов апельсиновых растений. Журнал „Субтропические культуры“, 1972, №5, стр. 93-96.

- [255] **Туманов И.** Современное состояние и очередные задачи физиологии зимостойкости растений. Труды конференций по физиологии устойчивости растений. Москва. АН СССР. 1960, стр. 5-15.
- [256] **Туманов И., Трунова Г.** Первая фаза закаливания к морозу о зимых растений в темноте на растворах сахаров. Журнал „Физиологии растений“, 1963, Т.10(2), ст. 176-188.
- [257] **Туманов И.** Закаливание растений к морозам. Клетка и температура среды. Москва-Ленинград, 1964, стр. 9-16.
- [258] **Тутберидзе Б., Каландаришвили Т., Вашаломидзе А. Талаквандзе С.** Влияние мутагена НММ. на генетические свойства пыльцы ичангензиса. Журнал „Субтропические культуры“, 1974, №5, стр. 44-49.
- [259] **Тутберидзе Б.** Результаты селекции подвоев для цитрусовых. Журнал „Субтропические культуры“, 1980, №3-4, стр. 120-124.
- [260] **Урбах В.** Биометрические методы. 2-е изд. Москва, 1977, стр. 230.
- [261] **Федотова В., Усова Т., Хвостова В.** К изучению роли генома X-пирея в наследовании физиологических основ зимостойкости. Журнал „Генетика“, 1973, №10, стр. 30-34.
- [262] **Федотова В., Усова Т., Хвостова В.** Роль отдаленных хромосом генома X-пирея в наследовании физиологических основ зимостойкости. Журнал „Генетика“, 1975, №11, стр. 5-7.
- [263] **Федин М. Силис Д. Барашкова Э. Мигушева Э.** Генетические основы морозостойкости мягкой пшеницы. Издательство „Гидрометеоиздат“, Москва, 1977, стр. 230.
- [264] **Фельдберг К., Щепотьев Ф., Колодяжная Л.** Использование гамма-облучения семян в селекции каштана конского обыкновенного на засухоустойчивость. Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 53-54.
- [265] **Хвостова В.** Радиация и селекция растений. Издательство „Атомиздат“, Москва, 1965, стр. 5.
- [266] **Хвостова В.** Сравнительный анализ мутагенного действия ионизирующих излучений и химических мутагенов на высшие растения. -В кн: Экспериментальная мутагенез у с/х. растений и его использование в селекции. Издательство „Наука“, Москва, 1966, стр. 9-22.

- [267] **Хвостова В. Зоз Н. и др.** Индуцированный мутагенез у пшеницы. Теория химического мутагенеза. Издательство “Наука”, Москва, 1971, стр. 106-120.
- [268] **Цанава Н. Сарджвеладзе Г. Бурчуладзе А.** Влияние режима питания растений на лежкоспособность мандариновых плодов. Журнал „Субтропические культуры“, 1976, №3-4, стр. 61-65.
- [269] **Цеквава Г.** Спонтанная вегетативная изменчивость и пути повышения продуктивности цитрусовых плантаций. Сборник материалов совещания „Продуктивность субтропических культур”. 1980, стр. 141-142.
- [270] **Цитрусовые культуры.** культурная флора. том. XXIV, Тбилиси, 1998, стр. 413.
- [271] **Шангин-Березовский Г.** Зародышевый отбор и выход хлорофильных мутаций. Сборник научных трудов. М. институт общей генетики. АН СССР, 1965, №32, ст. 81-93.
- [272] **Шавишвили Л.** Влияние условий хранения на лежкоспособность цитрусовых плодов. Журнал „Субтропические культуры“, 1981, №1, стр. 110-114.
- [273] **Шарма Б.** Супермутагены. Издательство „Наука” Москва, 1966, стр. 143.
- [274] **Шкворников П.** Цитология и генетика. Издательств-во, „Наукова думка” Киев, 1966, стр. 18.
- [275] **Чернобривец В., Щепотьев Ф., Осипова Л.** Размножение мутантов тополя волосистоплодного, полученных под влиянием гамма-излучений  $Co^{60}$ . Журнал „Субтропические культуры“. 1979, №3, стр. 56-58.
- [276] **Чернобривец В., Щепотьев Ф.** Мутационная изменчивость гинкго под влиянием гамма-излучений. Журнал „Субтропические культуры“, 1979, №3, стр. 49-50.
- [277] **Щербаков В.** Индуцированный мутагенез. Вестник с/х. науки, 1979, стр. 25-30.
- [278] **Якобашвили Б.** Селекция померанцевых. Издательство „Мецниереба“, Тбилиси, 1951, стр. 164.
- [279] About New Generation Sequencing, <http://abm.com.ge/en>

- [280] **Abel S, Becker H.** The effect of autopolyploidy on biomass production in homozygous lines of *Brassica rapa* and *Brassica oleracea*. November jur. Plant Breeding 2007, 126(6), pp. 642 – 643, [DOI: 10.1111/j.1439-0523.2007.01405](https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2007.01405).
- [281] **Adams K.L, Wendel J.F.** Polyploidy and genome evolution in plants. *Curr Opin Plant Biol.* 2005; 8: pp.135–141. [DOI: 10.1016/j.pbi.2005.01.001](https://doi.org/10.1016/j.pbi.2005.01.001)
- [282] **Adikusuma F., Williams N., Grutzner F., James Hughes J., Thomas P.** Targeted Deletion of an Entire Chromosome Using CRISPR/Cas9. *Molecular Therapy.* 2017, Vol. 25(8), pp. 1736-1738 DOI: 10.1016.
- [283] **Almeida Luciana Silva, Sousa Eliana Maria Rocha and et.al.** The morphological study and gene expression analysis in citrus hybrid with a short juvenile period. *Crop Breeding and Applied Biotechnology.* 2019, 19(3), 262-268, [doi.org/10.1590/1984-70332019v19n3a37](https://doi.org/10.1590/1984-70332019v19n3a37)
- [284] **Auerbach Ch.** Spontaneous mutations in bry spores of *Neurospora crassa*, *reitschr, Vererb. Lehre,* 1959, pp. 335-346.
- [285] **Azad, M., Hamid M., and Yasmine F.** Binachinabadam-4 A High yielding Mutant variety of groundnut with medium pod size. Plant breeding division, Bangladesh institute of nuclear agriculture (BINA) Plant Mutation Reports. 2010, Vol. 2(2), pp. 4-28. <http://www-fao.org/ag/porta1>
- [286] **Bermejo A., Llosa M. and Cano A.** Analysis of Bioactive Compounds in Seven Citrus Cultivars. *Food Science and Technology.* 2011, 17(1), pp. 55–62, SAGE DOI: [10.1177/1082013210368556](https://doi.org/10.1177/1082013210368556).
- [287] **Butelli, E., Licciardello, C., Zhang, Y., Liu, J., Mackay, S., et al.** Retrotransposons Control Fruit-Specific, Cold-Dependent Accumulation of Anthocyanins in Blood Oranges. *The Plant Cell,* 2012, 24(3), 1242–1255. [doi.org/10.1105/tpc.1](https://doi.org/10.1105/tpc.1)
- [288] **Cameron JW, Frost H.** Genetics, breeding and nucellar embryony. Berkeley, CA: University of California Berkeley; 1968. Vol. II. pp. 325-370.
- [289] **Cao, H. X., Wang, W., Le, H. T. T., & Vu, G. T. H.** The Power of CRISPR-Cas9-Induced Genome Editing to Speed Up Plant Breeding. *International Journal of Genomics.* 2016, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1155/2016/5078796>
- [290] **Chao D.Y, Dilkes B, Luo H, Douglas A, Yakubova E, Lahner B, et al.** Polyploids exhibit higher potassium uptake and salinity tolerance in

- Arabidopsis. Science. 2013. 341(6146), pp 658–659. [DOI: 10.1126/science.1240561](https://doi.org/10.1126/science.1240561).
- [291] **Chenqiao Zhu., et al.** Genome sequencing and CRISPR/Cas9 gene editing of an early flowering Mini-Citrus (*Fortunella hindsii*). J. Plant Biotechnology. 2019. Vol. 17(11), pp. 2199–2210. doi: [10.1111/pbi.13132](https://doi.org/10.1111/pbi.13132).
- [292] **Chen Z.J.** Genetic and epigenetic mechanisms for gene expression and phenotypic variation in plant polyploids. Annu Rev Plant Biol. 2000. vol. 58, pp. 377-406. DOI: [10.1146/ann](https://doi.org/10.1146/ann)
- [293] **Chen, L.G. and Hu, Y.Q.** A investigation of citrus juvenile period. South China Fruits, 1986, pp.19–21.
- [294] **Cimen, B., Yesiloglu, T., Incesu, M., & Yilmaz, B.** Studies on mutation breeding in citrus: Improving seedless types of ‘Kozan’ common orange by gamma irradiation. Scientia Horticulturae. 2021. 278, [doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109857](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109857)
- [295] **Cohen S.N., et al.** Construction of biologically functional bacterial plasmids in vitro. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1973, Vol.70 (11), pp. 3240–3244. doi: [10.1073/pnas.70.11.3240](https://doi.org/10.1073/pnas.70.11.3240).
- [296] **Cohen H, Tel-Zur N.** Morphological changes and self-incompatibility breakdown associated with autopolyploidization in *Hylocereus* species (Cactaceae). Euphytica. 2012, vol. 184(3), pp. 345–354. DOI: [10.1007/s10681-011-0536-5](https://doi.org/10.1007/s10681-011-0536-5).
- [297] **Collard, B. C. & Mackill, D. J.** Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. R. Soc. Lond. B: Biol. Sci. 2008, 363, pp. 557–572.
- [298] **Comai L.** The advantages and disadvantages of being polyploid. Nature Reviews Genetics 2005; vol. 6, pp. 836–46. DOI:[10.1038/nrg1711](https://doi.org/10.1038/nrg1711)
- [299] **Curk, F., et al.** Phylogenetic origin of limes and lemons revealed by cytoplasmic and nuclear markers. Annals of Botany, (2016). 117(4), pp. 565–583. [doi.org/10.1093/aob/mc](https://doi.org/10.1093/aob/mc)
- [300] **Database of Mutant Variety and Genetic Stocks.** FAO/IAEA. 2011. <https://www.iaea.org/resources/databases/e>
- [301] **Del Pozo., J.C. and Ramirez-Parra, E.** Deciphering the Molecular Bases for Drought Tolerance in Arabidopsis Autotetraploids. Plant, Cell & Environment. (2014). vol. 37, pp. 2722-2737. <https://doi.org/10.1111/pce>
- [302] **Donmez, D., et al.** Genetic Transformation in Citrus. The Scientific World Journal, 2013, pp. 1–8. doi.org/[10.1155/2013](https://doi.org/10.1155/2013)

- [303] **Doyle JJ, et al.** Evolutionary genetics of genome merger and doubling in plants. *Annu Rev Genet.* 2008, vol.42, pp. 443–446.
- [304] **Doyle J. J, Egan A. N.** Dating the origins of polyploidy events. *New Phytol.* 2010, vol. 86 (1), pp. 73–85. DOI: [10.1111/j.1469-8137.2009.03118.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03118.x)
- [305] **Draim B.** Field studies of bud sports in Michigan tree fruits- Michigan Agr. Exp. Sta Tech. Bull, 1932, №130, pp. 48-53.
- [306] **Dumbadze G. Goliadze Sh.** Peculiarities of form creation during Mandarin chemical mutagenesis. *Bulletin Of the Georgian Academy of Csiences.* 2000, vol. 161:1 pp. 115-117
- [307] **Dutt, M., et al.** Embryo-specific expression of a visual reporter gene as a selection system for citrus transformation. *PLOS ONE*, 2018. Vol. 13(1). [doi.org/10.1371/journal.pone](https://doi.org/10.1371/journal.pone)
- [308] European Commission. Joint Research Centre. Institute for Health and Consumer Protection. Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies. 2011. New plant breeding techniques. <https://data.europa.eu/doi/10.2791/54761>
- [309] **Fávero, P., et al.** Genetic transformation of three sweet orange cultivars from explants of adult plants. *Acta Physiologiae Plantarum.* 2012. Vol. 34(2), pp. 471–477. [doi.org/10.1007/s11738-011-0843-4](https://doi.org/10.1007/s11738-011-0843-4)
- [310] **Ferarius G. B.** *Hesperides, sive de malorum aureorum cultura et usu libri quatuor.* Sumptibus Hermani Scheus. Romae, 1646. <https://www.e-rara.ch/i3f/v20/286323>
- [311] **Fischer A.** Beitrage zur physiologie der holzgewachse. *Jahrb. F. Wiss. Bot.* Bd, 1891, pp. 22-73
- [312] **Frost H.** Genetics and breeding the citrus industry (Universit. Calif. ries). 1943, Vol. 1, P. 817.
- [313] **Gidoni, David; Carmi, Nir.** Mutagenesis for seedlessness in Citrus. *Israel Journal of Plant Sciences.* 2007, Vol 55 (2), pp. 133-135
- [314] **Gil M., Tomas-Barberan, F, Hess-Pierce, B., Holcroft, D. & Kader, A.** Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* 2000, Vol. 48, pp. 4581–4589
- [315] **Gil-Izquierdo A., Gil M., Ferreres, F., & Tomas-Barberan, F.** In vitro availability of flavanoids and other phenolics in orange juice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* 2001, Vol. 49, pp. 1035–1041.

- [316] **Gong X.Q., Liu J.H.** Genetic transformation and genes for resistance to abiotic and biotic stresses in Citrus and its related genera. *Plant Cell Tiss. Org.* 2013, Vol.113, pp. 137–147. doi: [10.1007/s11240-012-0267-x](https://doi.org/10.1007/s11240-012-0267-x)
- [317] **Grissa I., Vergnaud G. and Pourcel Chr.** CRISPRFinder: a web tool to identify clustered regularly interspaced short palindromic repeats, *Nucleic Acids Research.* 2007, Vol. 35 (2), pp, 52–57, doi.org/10.1093
- [318] **Grosser, J.W., Gmitter, et al.** Somatic hybrid plants from sexually incompatible woody species: Citrus reticulata and Citropsis gillettiana. *Plant Cell Reports.* 1990, vol. 8, pp. 656–659 doi.org/10.1007/BF00269986
- [319] **Grosser, J. W., & Gmitter, F. G.** Protoplast fusion for production of tetraploids and triploids: Applications for scion and rootstock breeding in citrus. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC).* 2011, Vol. 104(3), 343–357. doi.org/10.1007
- [320] **Guo, W., Deng, X.** Wide somatic hybrids of Citrus with its related genera and their potential in genetic improvement. *Euphytica* 2001. Vol. 118, pp. 175–183 doi.org/10.1023/A:19
- [321] **Gustafson A.** Apomixis in higher plants. *Lunds univer. Arsskift,* 1946-1947, pp. 42-43
- [322] **Gustafson A., Tedin O.** Plant - breeding and mutations. - *Acta Agr. Scand.* 1954, 4, pp. 683-4339
- [323] **Hugo De Vries.** The Mutation Theory. Experiments and observations on the Origin of species in the vegetable kingdom. Volume II. The origin of varieties By Mutation. The open court publishing Company. London Agents. 1910. P. 596.
- [324] **Hume H.** The mandarine orange group. Florida. 1903, vol. 66, pp. 571-594.
- [325] **Ishino Y. et al.** Nucleotide sequence of the iap gene, responsible for alkaline phosphatase isozyme conversion in Escherichia coli, and identification of the gene product, *J. Bactereiol.* 1987, vol. 169(12), pp. 5429-5433. doi: [10.1128](https://doi.org/10.1128)
- [326] **Ishino Y. et al.** History of CRISPR-Cas from Encounter with a Mysterious Repeated Sequence to Genome Editing Technology. *Journal of Bacteriology.* 2018, Vol. 200(7). doi.org/10.1128/JB.00580-17
- [327] **Jacobs Th., Zhang N., Patel Dh., Martin Gr.** Generation of a collection of mutant tomato lines using pooled CRISPR libraries. *Plant physiology.* 2017, vol. 174 (4), pp. 2023-2037

- [328] **Jaganathan D. et al.** CRISPR for Crop Improvement. *Front Plant Sci.* 2018, Vol. 9: pp. 985. [doi:10.3389/fpls.2018.00985](https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00985)
- [329] **Jaganathan D. et al.** Genotyping-by-sequencing based intra-specific genetic map refines a “QTL-hotspot” region for drought tolerance in chickpea. *Molecular Genetics and Genomics.* 2015, vol. 290, pp. 559–571. [doi.org/10.1007/s0043](https://doi.org/10.1007/s0043)
- [330] **James N. Seiber.** *Agricultural Biotechnology: Challenges and Prospects*, Thomson, Delmar Learning. 2005. USA, 413 P
- [331] **Kai Wang., et al.** Organic Polymorphs: One-Compound-Based Crystals with Molecular-Conformation-and Packing-Dependent Luminescent Properties. *Adv. Mater.* 2014. vol. 26, pp. 6168–6173. DOI: [10.1002/adma.201401114](https://doi.org/10.1002/adma.201401114)
- [332] **Khan, E. U., Fu, X.-Z., & Liu, J.-H.** Agrobacterium-mediated genetic transformation and regeneration of transgenic plants using leaf segments as explants in Valencia sweet orange. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC).* 2012. vol. 109(2), 383–390. <https://doi.org/10.1007/s1124>
- [333] **Kutateladze D., Kerkadze I., Goliadze SH., Memarne G.** Citrus mutation breeding in the Georgian SSR. Joint FAO/IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture. International atomic energy, Vienna, 1989, vol. 34, P. 24.
- [334] **La Malfa, S., et al.** Evaluation of citrus rootstock transgenic for rolabc genes. *Acta Horticulturae.* 2011. 892, 131–140. [doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.892.16](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.892.16)
- [335] **Lapin W.** Investigation on polyploidy in citrus USSR. All. Union sci res inst. Humid subtropics, 1937, works 1, pp. 1-68.
- [336] **Lidforss B.** Die Wintergrüne Flora. Eine biologische untersuchung. Lunds Universsitats Arsskr. 1907, №13, pp. 1-76.
- [337] **Li, Q., Qi, J., Qin, X. et al.** CitGVD: a comprehensive database of citrus genomic variations. *Hortic Res* 7, 2020. Vol. 12 <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0234-3>
- [338] **Li X, Yu E, Fan C, Zhang C, Fu T, Zhou Y.** Developmental, cytological and transcriptional analysis of autotetraploid Arabidopsis. *Planta.* 2012, vol. 236(2), pp. 579-596 <http://dx.doi.org/10.1007/s00>
- [339] **Lifang Sun., et al.** Citrus Genetic Engineering for Disease Resistance: Past, Present and Future. *Int J Mol Sci.* Nov. 2019. 20(21): pp. 52-56.

- [340] **Linne Karl.** Von. Caroli a Linne oquitis. Sustema Vegetabilium. Secundum classes. Ordines genera species Cum cheracteribus et differentiis. Cottingoe, Dieterich, 1953, №16, pp. 10-43.
- [341] **Livitt J.** The hardness of plants. Acad Pres. Pub. 1959, P. 278.
- [342] **Liu, Lin, Yinhu Li, et al.** “Comparison of Next-Generation Sequencing Systems” Journal of BioMed Research International. 2012, Vol. ID251364, pp.1-11, <https://doi.org/10.1155>
- [343] **Lusser Maria, Parisi Claudia, et al.** New plant breeding techniques. State-of-the-art and prospects for commercial development. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2011. P. 220. [doi:10.2791/54761](https://doi.org/10.2791/54761).
- [344] **Masao Nishiura.** Citrus breeding and bud selection in Japan. Horticultural research station ministry of agriculture and forestry. 1964. pp.79-83.
- [345] **Masayoshi Sawamura, Nguyen The Minh, et al.** Characteristic Odor Components of *Citrus reticulata* Blanco (Ponkan) Cold-pressed Oil. Bio-science, Biotechnology, and Biochemistry, 2004. pp. 1347-6947 <http://www.tandfonlin>
- [346] **Maluszynski M. Nichterlein K. et al.** Officially released mutant varieties – the FAO/IEAE Database. Plant Breeding and Genetics Section Joint FAO-IAEA Division International Atomic Energy Agency. Vienna, 2000, №12. <https://inis.iaea>
- [347] **Maluszynski et al.** Mutagenesis for seedlessness in Citrus. Israel Journal of Plant Sciences: 2000, Vol 55, №2. [doi/abs/10.1560/IJPS.55.2.133](https://doi.org/10.1560/IJPS.55.2.133)
- [348] **Martin SL, Husband BC.** Whole genome duplication affects evolvability of flowering time in an autotetraploid plant. PLoS Onevol. 2012. Vol. 7(9), pp. 447-484 <https://doi.org/10>.
- [349] **Melchers L.S., Stuver M.H.** Novel genes for disease-resistance breeding. Curr. Opin. Plant. Biol. 2000. Vol. 3 (2), pp.147–152. [doi: 10.1016/S1369-5266\(99\)00055-2](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(99)00055-2).
- [350] **Memarne G., Khalvashi N., Gabaidze M. Baratashvili D., Kalandia A. Vanidze M. Kartsivadze I.** Results of the Biochemical Study of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) Mutants. Indian Journal of Agricultural Research. 2021, Vol.55, pp. 535-541 [DOI: 10.18805/IJARe](https://doi.org/10.18805/IJARe)
- [351] **Memarne G., Kashakashvili T., Khalvashi N., Gabaidze M.** Influence of chemical mutagens under variability of lemon hybrid seedlings. Journal IJB. 2015, vol. 2 pp. 55-59.

- [352] **Micke A. B., Donini M. Maluszynskiy.** Induced mutations for crop improvement. Mutation breeding review, 1990, №7, pp. 1–41.
- [353] **Minou Nowrousian.** Next-Generation Sequencing Techniques for Eukaryotic Microorganisms: Sequencing-Based Solutions to Biological Problems. *Eukaryot Cell.* 2010, Vol. 9(9), pp.1300–1310. [doi: 10.1128/EC.00123-10](https://doi.org/10.1128/EC.00123-10)
- [354] **Muller H.** Artificial Transmutation of the Gene.-*Science*, 1927. Vol. 66 (1699), pp. 84-87.
- [355] **Muller H.** The production of mutations by X-rays. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 1927. (14), P. 714.
- [356] **Nagai, K. and Takahashi I.** Root grafting of the citrus tree. *Research Bulletin, Imperial Horticultural Experimental Station [Okitsu, Japan] 1925, №3, p. 11.*
- [357] **Nino Br.** Mutagenesis. Institution of Plant Breeding, Genetics and Genomics, University of Georgia. modified on 15 May. 2013.
- [358] **Orsenigo L.** The Emergence of Biotechnology: Institutions and Markets in Industrial Innovation. Lond. UK. 1989. P. 230
- [359] **Otto S. P., Whitton J.** Polyploid incidence and evolution. *Annu Rev Genet.* 2000, vol. 34, pp. 401–437. DOI: 10.1146
- [360] Plant Crispr Database. <http://plantcrispr.org>.
- [361] **Qehlkers F.** Chromosome breeds induced by chemicals. *Suppl. To Heredity.* 1943. Vol. 6. pp. 95-105
- [362] **Ricroch A., Clairand P. and Harwood W.** Use of CRISPR systems in plant genome editing: toward new opportunities in agriculture. *Emerging Topics in Life Sciences*, 2017, Vol.1(2), pp. 169–182. [doi.org/10.1042/ETLS](https://doi.org/10.1042/ETLS)
- [363] **Salonia, F., et al.** New Plant Breeding Techniques in Citrus for the Improvement of Important Agronomic Traits. A Review. *Frontiers in Plant Science*, 2020, vol. 11, 1234. [doi.org/10.3389/fpls.2020.01234](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01234)
- [364] **Sanger, F., S. Nicklen and Coulson A. R.** “DNA sequencing with chain-terminating inhibitors” *Proc Nat/Acad Sci USA.* 1977. vol. 74 (12), pp. 5463-7. [doi: 10.1073](https://doi.org/10.1073)
- [365] **Shamel A., Romeroy C.** Bud mutations in horticulturae crops-heredity; 1936, Vol. 27, №12, pp. 487-492.

- [366] **Shamel A. D.** Bud selection in citrus and other the fruits. The col. citrog. 1937, vol. 21(5), P. 153.
- [367] **Shimizu, T., et al.** Draft sequencing of the heterozygous diploid genome of satsuma (*Citrus unshiu* Marc.) using a hybrid assembly approach. *Front. Genet.* 2017, Vol. 8(180). DOI: 10.3389/fgene.
- [368] **Sigushjornsson B., Micke A.** Philosophy and accomplishments of mutation breeding. In poluploidy and induced mutation in plant breeding. JAEA, Vienna, 1974, pp. 303-342.
- [369] **Sprengel Kurt.** First supplement to the description of the botanical garden of the University of Halle. 1801, P. 44.
- [370] **Stadler L.** Mutations in Berley induced by X-rays and radium. *Science*, 1928, vol. 68, №1 (756), pp.186-187.
- [371] **Stadler L.** Genetic effects of X-rays in maize. *Proc. Nat. Acad. Sci USA*, 1928 a, v.14, pp. 69-75.
- [372] **Sun L; Nasrullah, Ke F, Nie Z, Wang P, Xu J.** Citrus Genetic Engineering for Disease Resistance: Past, Present and Future. *Int J Mol Sci.* 2019. Vol. 20(21), pp. 52-56. doi: 10.3390/ijms20215256
- [373] **Talon, M., & Gmitter, F. G.** Citrus Genomics. *International Journal of Plant Genomics.* 2008. pp. 1–17. <https://doi.org/10.1155/2008/528361>
- [374] **Tanaka T.** Varieties of Satuma orange group in japan. *USDA Bur PL and Circ.* 1918, №5. pp. 10-15.
- [375] **Tanaka T.** Citrus industry in japan. *int. Rev. Sci. Prec. Agr. N.* 1923, vol. 1. pp. 25-36.
- [376] **Tanaka T.** Consideration of genetics of the pasific rases of Citrus fruit *Citrus. Exp Stat.* 1927, Vol. 1, №1, pp. 50-69.
- [377] **Tanaka T.** Monograph of the satsuma orange with special reference to the occurrence of new varieties through bud variation. *Mem. Fac. Sci. Agr. Taihoko Univ.* 1932, vol.4, P. 626.
- [378] **Tanaka T.** Studies in the bud variations Wase satsum stadia *Citrologica.* 1932, vol. 1 pp. 39-53.
- [379] **Tomlekova N.B.** Induced Mutagenesis for Grup Improvement in Bugaria. *Plant Mutation Beports.* 2010. vol.2, №2, pp. 4-28. <http://www-fao.org/ag/portal/index-en>
- [380] **Rosa J.** Investigation on the hardenling process in vegetable plants. *Bull. Miss. Agr. Exp. St. Res.,* 1921. №48, pp. 97.

- [381] **Vanloqueren G., Baret P.V.** How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Res. Policy*. 2009. vol. 38, pp. 971–983 <https://doi.org/10.1016/j.res>
- [382] **Velázquez Karelia, Agüero Jesús, Vives María C. et al.** Precocious flowering of juvenile citrus induced by a viral vector based on Citrus leaf blotch virus: a new tool for genetics and breeding. *Plant Biotechnology Journal*. 2016. vol. 14, pp. 1976–1985 doi: [10.1111/pbi.12555](https://doi.org/10.1111/pbi.12555).
- [383] **Volkammer J.** Nurngerbische Hesperides oder grundliche Beschreibung der edlen Citronat-Citronen und Pomerantzen-Fruchte. Bei Andrea Endters feel. Son and Erben, Nurnberg, 1708, vol. 2, P. 255.
- [384] **Wang L, et al.** Genomic analyses of primitive, wild and cultivated citrus provide insights into asexual reproduction. *Nat. Genet.* 2017. vol. 49, pp. 765-772. doi:[10.1038/ng.39](https://doi.org/10.1038/ng.39)
- [385] **Wang, L., et al.** CRISPR/Cas9-mediated editing of CsWRKY22 reduces susceptibility to *Xanthomonas citri* subsp. *Citri* in Wanjincheng orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Plant Biotechnology Reports*, 2019. Vol. 13(5), pp. 501–510. doi:[10.1007/s11816-019-00556-x](https://doi.org/10.1007/s11816-019-00556-x)
- [386] **Watada, A., Abe K., & Yamauchi, N.** Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technology*. 1990. Vol. 44(5), pp.116–122.
- [387] **Weber H.** Cultivated varieties of citrus. *The citrus industry*. 1943, Vol. 1. pp. 475-868.
- [388] **Weber H., Batchelor W.** *The citrus industry*. Press University of California. Los Angeles, 1948, Vol. 1. pp. 1-11.
- [389] **Wendel J.F.** Genome evolution in polyploids. In book *Plant Molecular Evolution*. 2000. pp. 225–249. DOI: [10.1007/978-94-011-4221-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-011-4221-2_12)
- [390] **Williams G.** Mamalian culture systems for the study of genetic effects of N-substituted aryl compounds. In *Carcinogenic and mutagenic N-substituted aryl compounds* (S.S. Thorgeirsson and E.K. Weisburger, eds.) National Cancer Institute Monograph. Washington. 1981. Vol. 27, pp. 237-242.
- [391] **Wu et al.** Sequencing of diverse mandarin, pummelo and orange genomes reveals complex history of admixture during citrus domestication. 2014. Vol. 32(7), pp. 656-662. doi: [10.1038/nbt.2906](https://doi.org/10.1038/nbt.2906)

- [392] **Wu, G. A., Terol, J., et al.** Genomics of the origin and evolution of Citrus. *Nature*, 2018. Vol. 554(7692), pp. 311–316. <https://doi.org/10.1038/nature25447>
- [393] **Xu, Q., Chen, L.L., Ruan, X., Chen, D., et al.** The draft genome of sweet orange (*Citrus sinensis*). *Nature Genetics*. 2013. Vol. 45, pp. 59–66. <https://doi.org/10.1038/ng.2472>
- [394] **Yao H, Kato A, Mooney B, Birchler JA.** Phenotypic and gene expression analyses of a ploidy series of maize inbred Oh43. *Plant Mol Biol*. 2011. vol. 75(3) pp. 237–251. DOI: 10.1007/s11103-010-9722-4
- [395] **Yao, J.-L., Wu, J.-H., et al.** Transformation of citrus embryogenic cells using particle bombardment and production of transgenic embryos. *Plant Science*. 1996, vol. 113(2), pp. 175–183. <https://www.sciencedirect.com>.
- [396] **Zhang M., Deng X.** Advances in research of citrus cultivars selected by bud mutation and the mechanism of formation of mutated characteristics. *Journal of Fruit Science*. 2006. Vol. 23, pp. 871–876. [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(95\)04292-X](https://doi.org/10.1016/0168-9452(95)04292-X)
- [397] **Zhang, F., LeBlanc, C., Irish, V.F. Jacob Y.** Rapid and efficient CRISPR/Cas9 gene editing in Citrus using the YAO promoter. *Plant Cell Rep*. 2017. Vol. 36, pp. 1883–1887 <https://doi.org/10.1007/s00299-017-2202-4>.
- [398] **Zhou, J. et al.** Dual sgRNAs facilitate CRISPR/Cas9-mediated mouse genome targeting. *FEBS J*, 2014. pp 1717-1725, doi:10.1111/febs.12735 <https://febs.onlinelibrary.wiley.com>
- [399] **Zhu Xiaoxiao, Xu Yajie, Yu Shanshan et al.** An Efficient Genotyping Method for Genome-modified Animals and Human Cells Generated with CRISPR/Cas9 System. *Scientific Reports*. 2014, Vol. 4. DOI:10.1038/srep06420
- [400] **Zuyu Niu; Bin Shen et al.** Generation of Gene-Modified Cynomolgus Monkey via Cas9/RNA-Mediated Gene Targeting in One-Cell Embryos. *Pubmed, National center for biotechnology information*. 2014. Vol. 156 (4), pp. 836–843. DOI: [10.1016/j.cell.2014.01.027](https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.01.027)
- [401] <https://www.citrusgenomedb.org>
- [402] <https://www.nature.com/artic>
- [403] <http://citgvd.cric.cn>

## სარჩევი

წინასიტყვაობა	3
შესავალი	7
<b>თავი 1. მუტაციები</b>	11
1.1. მუტაციების კლასიფიკაცია	11
1.2. სპონტანური (ბუნებრივი) მუტაციები	26
1.3. კლონური სელექციის შედეგები ციტრუსებში	47
1.4. ციტრუსოვანთა კლონური სელექციით გამორჩეული ჯიშებისა და ფორმების დახასიათება	52
1.5. ინდუცირებული მუტაგენები	81
1.6. მუტაგენები და მათი კლასიფიკაცია	87
1.7. ქიმიური მუტაგენები და მისი მნიშვნელობა ციტრუსოვანთა სელექციაში	90
1.8. ფიზიკური მუტაგენები და შედეგები მცენარეთა სელექციაში	112
1.9. ინდუცირებული მუტაგენებით საქართველოში გამოყვანილი ციტრუსოვანთა ზოგიერთი მუტანტის მოკლე დახასიათება	125
1.10. გენომური ტექნოლოგიები ციტრუსოვანთა სელექციაში	131
<b>თავი 2. კვლევის ობიექტი და მეთოდები</b>	153
2.1. კვლევის ობიექტის დახასიათება	153
2.2. კვლევის მეთოდები	155
2.3. კვლევაში გამოყენებული ციტრუსოვანთა ზოგიერთი ჯიშის (დამამტვერიანებელი) დახასიათება	162
2.4. კვლევაში გამოყენებული ქიმიური მუტაგენები	167
<b>თავი 3. მანდარინ უნშიუს ბიომორფოლოგიური ცვალებადობა სხვადასხვა დამამტვერიანებლის ზემოქმედებისას</b>	168
3.1. დამამტვერიანებლების გავლენა მანდარინ უნშიუს	168

ნაყოფის გამონასკვაზე	
3.2. დამამტვერიანებლების გავლენა მანდარინ უნშიუს ნაყოფის თესლიანობასა და თესლის მასაზე	172
3.3 ყვავილის განვითარების ფაზების გავლენა მანდარინ უნშიუს ნაყოფის თესლიანობაზე	177
<b>თავი 4. ინდუცირებული მუტაციური ცვალებადობის თავისებურებანი მანდარინ უნშიუს თესლზე ქიმიური მუტაგენის ზემოქმედებისას</b>	184
4.1. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა ნათესარების ზრდის ინტენსივობაზე	184
4.2. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების კვირტის განვითარებასა და ყლორტწარმოქმნის უნარზე	189
4.3. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ფოთლის მორფოლოგიურ ცვალებადობაზე	192
4.4. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მუტანტური ნათესარების განვითარების სეზონურ რიტმზე	198
4.5. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ყინვაგამძლეობაზე	202
4.6. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ნაყოფის სიმწიფესა და მოსავლიანობაზე	208
4.7. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მუტანტურ ნათესართა ნაყოფის გამონასკვაზე (მოსავლიანობის შეფასება)	211
4.8. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ნაყოფის ტექნიკურ მახასიათებლებზე	214
4.9. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს ნათესარების ნაყოფის ბიოქიმიურ კომპონენტებზე	221
4.10. მუტაგენ ნემ-ას გავლენა მანდარინ უნშიუს მუტანტურ ნათესართა ნაყოფის შენახვისუნარიანობაზე	225

4.11. მუტაგენ ნეშ-ას გავლენა ნაყოფის ტექნიკურ და ბიოქიმიურ მაჩვენებლებზე შენახვამდე და შენახვის შემდეგ	228
<b>თავი 5. ქიმიური მუტაგენების მოქმედების თავისებურებანი მანდარინ უნშიუს კალმებზე ზემოქმედებისას</b>	235
5.1. ქიმიური მუტაგენების გავლენა მანდარინ უნშიუს გახარების უნარზე	237
5.2. მუტაციების წარმოქმნის სიხშირის ცვალებადობა სხვადასხვა მუტაგენით კალმებზე ზემოქმედებისას	244
5.3. მუტაგენის გავლენა მორფოლოგიური ცვალებადობის სიხშირეზე, კალამზე კვირტის განლაგებისგან დამოკიდებულებით	247
5.4. სხვადასხვა მუტაგენის გავლენა ფოთლის მორფოლოგიურ ცვალებადობაზე (კალმებზე ზემოქმედებისას)	254
5.5. სხვადასხვა მუტაგენის გავლენა მანდარინ უნშიუს ოკულანტების ზრდა-განვითარების ინტენსივობაზე	256
5.6. სხვადასხვა მუტაგენის გავლენა ორწლიანი ნამყენის ყლორტწარმოქმნის უნარსა და ზრდის სიძლიერეზე	262
5.7. გამორჩეული მუტანტური ფორმების ბიომორფოლოგიური დახასიათება	269
რეზიუმე (ინგლისურ ენაზე)	274
შემოკლებათა განმარტებანი	280
გამოყენებული ლიტერატურა	281



**გურამ მეჰარნე** - სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი. დაიბადა 07.04.1956წ ქობულეთის რაიონის სოფელ წყავროკაში. 1973 წელს დაამთავრა წყავროკის საშუალო სკოლა და ჩაირიცხა საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტში, რომელიც დაამთავრა 1979წ. 1984-1994 წლებში სხვადასხვა პოზიციებზე მუშაობდა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების ინსტიტუტში, სელექციისა და გენეტიკის განყოფილებაში. 1988წ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და მიენიჭა სუბტროპიკული მეურნეობის სწავლული აგრონომის

კვალიფიკაცია. 2004-2007წწ იყო მცენარეთა იმუნიტეტის ინსტიტუტის დირექტორის მოვალეობის შემსრულებელი, ხოლო 2007-2011წწ ამავე ინსტიტუტის დირექტორი. 2011 წლიდან დღემდე არის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის, ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორი. აქვს სამეცნიერო კვლევითი მუშაობის 40 წლიანი გამოცდილება. სხვადასხვა დროს აქტიურად მონაწილეობდა ადგილობრივ და საერთაშორისო საგრანტო პროექტებში. 2004-2011 წლებში კოორდინაციას უწევდა დიდი ბრიტანეთის თავდაცვის სამინისტროს საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური ცენტრის ორ პროექტსა და სსიპ შემოსავლების სამსახურის სადიაგნოსტიკო სამუშაოებს. მონაწილეობდა საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის და აჭარის სოფლის მეურნეობის სამინისტროს პროექტში, იყო აჭარის რეგიონული ასოციაცია „კივი - მომავლის კულტურა“ პრეზიდენტი, 2011წ-დან იყო USAID/EPI-ის ციტრუსების წარმოების სასწავლო პროგრამის მენეჯერი, გავლილი აქვს ტრენინგი მენეჯმენტში, ბიორისკების მართვასა და შეფასებაში, Global Gap სტანდარტიზირება პირველადი წარმოებისათვის და სხვა. ჩართულია USAID/CNFA-ს პროგრამაში „მანდარინის ღირებულებათა ჯაჭვი“. 2014 წლიდან დღემდე აქტიურად მონაწილეობს სტიქიური მოვლენებით გამოწვეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ზარალის დადგენაში. ადგილობრივ და საერთაშორისო ჟურნალებში გამოქვეყნებული აქვს 60-მდე სამეცნიერო ნაშრომი. მონაწილეობდა მრავალ ადგილობრივ და საერთაშორისო კონფერენციებში. მისი ხელმძღვანელობით ინსტიტუტის ბაზაზე შექმნილია ციტრუსოვანთა და სხვა ხეხილოვან კულტურათა საკოლექციო ნაკვეთები. **სოფლის მეურნეობის განვითარებაში შეტანილი განსაკუთრებული წვლილისათვის დაჯილდოებულია** დიპლომით და პრეზიდენტის ღირსების მედლით.



**ნელი ხალვაში** - სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი. დაიბადა 28.06.1961წ ხულოს რა-ის სოფ. ხიხაძირში. 1978 წ. დაამთავრა ხიხაძირის საშ სკოლა. 1982წ ჩაირიცხა ბათუმის პედაგოგიური ინსტიტუტში და წარჩინებით დაამთავრა 1987წ.

1987-2005 წლებში მუშაობდა სხვადასხვა საჯარო და კერძო სკოლებში და პროფ. სასწავლებლებში. 1995-2000წწ მუშაობდა სუბტროპიკული ნაყოფის შენახვა გადამამუშავების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ჯერ ლაბორანტად, შემდეგ მეცნიერ თანამშრომლად. 1998-2011წწ. მუშაობდა ბათუმის ბოტანიკური ბაღში მეცნიერ თანამშრომლად.

2005წ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და მიენიჭა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხი - სპეციალობით სელექცია/მეთესლეობა.

2011 წლიდან დღემდე არის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი. აქვს სამეცნიერო კვლევითი მუშაობის 36 წლიანი გამოცდილება. აქტიურად მონაწილეობდა ადგილობრივ და საერთაშორისო საგრანტო პროექტებში, 2009-2011 წლებში იყო შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის პროექტის (№GNSF/ST08/8-521) ძირითადი შემსრულებელი, 2015-2017 წწ. პროექტის (№GNSF/ST08/8/501) ხელმძღვანელი. 2023-2026 წწ პროექტის (№NFR 22-2178) ძირითადი შემსრულებელი. 2014-2017 წწ. იყო გაეროს განვითარების ფონდის პროექტის („ENPARD AJARA“) კონსულტანტი. 2015 წლიდან ჩართულია USAID/REAP-ის სოფლის მეურნეობის პროგრამებში. კვალიფიკაციის ამაღლების მიზნით გავლილი აქვს სასწავლო ტრენინგები. არის პატენტის თანაავტორი. ნ. ხალვაშის სამეცნიერო საქმიანობა ძირითადად დაკავშირებულია ციტრუსოვანთა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მრავალფეროვნების კვლევასთან და კონსერვაციასთან. მოძიებული აქვს ციტრუსის გვარის 20-მდე სახეობის 150-მდე ჯიში და ფორმა, რომლის ბაზაზეც შექმნილია სადედე-საკოლექციო ნაკვეთი. ადგილობრივ და საერთაშორისო ჟურნალებში გამოქვეყნებული აქვს 60-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, 1 დამხმარე სახელმძღვანელო, 2 მონოგრაფია და 2 მეთოდური მითითება. მისი ხელმძღვანელობით შესრულებულია საბაკალავრო, სამაგისტრო და სადოქტორო ნაშრომები. 2018-წლიდან დღემდე არის ბსუ-ს წარმომადგენლობითი საბჭოს წევრი. 2011-წლიდან დღემდე - ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს წევრი. მეცნიერების განვითარებაში შეტანილი წვლილისთვის მიღებული აქვს სიგელები.



**მზიური გაბაიძე** დაიბადა 1969 წელს ქობულეთის რაიონის ს. გვარაში. 1986 წელს დაამთავრა გვარას საშუალო სკოლა, 1988-1994 წწ. სწავლობდა ქ. ყაზანის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტზე, რომლის დამთავრების შემდეგ მუშაობა დაიწყო მცენარეთა იმუნიტეტის სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტში უმცროს მეცნიერ-თანამშრომლად. 2006-2011წწ. გახლდათ ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს სწავლული მდივანი, 2011-2013 წწ. ბსუ-ს სამეცნიერო ცენტრის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების მიმართულების მეცნიერ-თანამშრომელი. 2009-2012 წწ. სწავლობდა ბსუ-ს დოქტორანტურაში. 2013 წ. მიენიჭა აგრარულ მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხი. დღეისათვის გახლავთ ბსუ-ს ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელი.

მ. გაბაიძე ძირითადი შემსრულებლის სტატუსით 2004-2011 წწ. მონაწილეობდა დიდი ბრიტანეთის თავდაცვის სამინისტროს პროექტში, 2012-2013 წწ. შემოსავლების სამსახურის სადიაგნოსტიკო სამუშაოებში, 2013-2014 წწ. USAID/EPI-ის პროექტში. 2015 წლიდან ექსპერტის სტატუსით მონაწილეობს სტიქიური მოვლენებით გამოწვეული სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლის ზარალის დადგენაში. კონსულტანტის სტატუსით 2016-2017 წწ. მონაწილეობდა USAID/REAP-ის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ეფექტიანობის აღდგენის პროექტში, ხოლო 2018-2019 წწ. CNFA-ს პროგრამაში „ლაბორატორიული ანალიზები დაფნის კულტურის სექტორისთვის“. 2019-2022 წწ. გახლდათ ENPARD III-ის კოორდინატორი. 2023-2026 წწ. არის შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის (№FR--22—2178) პროექტის ხელმძღვანელი. გავლილი აქვს ტრენინგები მოლეკულური ბიოლოგიის მეთოდების ათვისებაში დიდი ბრიტანეთის ცენტრალურ სამეცნიერო ლაბორატორიაში, მავნებელ-დაავადებათა ინტეგრირებული მართვის ტრენინგი, სპეციალისტების გადამზადების პროგრამა „ფიტოპათოლოგია, ენტომოლოგია“. არის 50-მდე სამეცნიერო პუბლიკაციის ავტორი აქვს სამეცნიერო, სასწავლო დაწესებულებებთან, სტუდენტებთან, ფერმერებთან მუშაობის, ბროშურების, გზამკვლელების, მეთოდური მითითებების მომზადებისა და გამოქვეყნების გამოცდილება.



**ცისანა ქაშაკაშვილი** - სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი. დაიბადა 1940 წლის 10 სექტემბერს თერჯოლაში. 1961 ჩაირიცხა საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის ინსტიტუტში, რომელიც დაამთავრა 1965 წელს აგრონომ სუბტროპიკის სპეციალობით. ინსტიტუტის დასრულების შემდეგ მუშაობა დაიწყო ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების ინსტიტუტში აგრონომად. 1968 წლიდან 1985 წლამდე იყო ამავე ინსტიტუტის სელექციის განყოფილების უმცროს მეცნიერ თანამშრომელი. 1969-1972 წლებში იყო ინსტიტუტის ას-

პირანტი. 1974 წელს წარმატებით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და მიენიჭა სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი. 1985 წლიდან გარდაცვალებამდე იყო ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების ინსტიტუტის უფროს მეცნიერ თანამშრომელი.

სხვადასხვა დროს აქტიურად მონაწილეობდა მრავალ ადგილობრივ და საერთაშორისო საგრანტო პროექტებში. 2006-2008 და 2009-2010 წლებში იყო GNSF-ის პროექტების (#212/07-093; # GNSF/STO08/8-510) ძირითადი შემსრულებელი.

ც. ქაშაკაშვილმა ნახევარ საუკუნეზე მეტი ემსახურა სუბტროპიკული კულტურების სელექციას და ჯიშმცოდნეობას. დამსახურებული წვლილი მიუძღვის ახალგაზრდა სამეცნიერო კადრების აღზრდაში, რომელთა უმრავლესობა წარმატებით აგრძელებს აკადემიურ საქმიანობას ქვეყნის სხვადასხვა უნივერსიტეტში. გამოქვეყნებული აქვს 100 - მდე სამეცნიერო ნაშრომი და რეკომენდაცია. კოლეგებთან თანაავტორობით დარეგისტრირებული აქვს რამდენიმე ახალი სელექციური ჯიში. მის მიერ ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შემუშავებულია და წარმოებაში დაინერგო ციტრუსოვანთა რიგი სელექციური ჯიშ-ფორმები.

გამომცემლობის დირექტორი – ნანა ხახუტაიშვილი  
გამომცემლობის რედაქტორი – გუნა სამნიძე  
ტექნიკური რედაქტორი – ელჟარდ ანანიძე

სელმოწერილია დასაბეჭდად 13.11.2024  
ფიზიკური თაბახი 20.2  
ტირაჟი 70

დაიბეჭდა უნივერსიტეტის სტამბაში  

---

ბათუმი, ფიროსმანის ქ. 12