

# გამძლეობის კოეფიციენტით თუთის ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი რეზისტენტული ფორმების გამოვლენა

ნოდარ სტეფანიშვილი—სოფლის მეურნეობის დოქტორი,  
ივეტა მეგრელიშვილი—ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი,  
ლაშა ციგრიაშვილი—მაგისტრი,  
ირინე ჩარგეიშვილი—სოფლის მეურნეობის დოქტორი

საკვანძო სიტყვები: თუთა, რეზისტენტობა, ფიტოპლაზმური დაავადება

Resistance, Mulberry, Phytoplasma Disease

## რეზიუმე

მცენარეთა დაავადებები და რეზისტენტობა უჯრედში მიმდინარე რთულ პროცესებთან არის დაკავშირებული. ნორმალური საარსებო პირობების დარღვევის შემდგომ მცენარეებში წარმოიშვება სტრესული მდგომარეობა და მცენარე იყენებს თავდაცვის სხვადასხვა ვარიაციებს. ფოთლის კუტიკულისა და უჯრედის კედლის სისქე წარმოადგენს თუთის მცენარის ერთ-ერთ მექანიკურ ბარიერს, რომელიც ხელს უშლის პათოგენს შეაღწიოს მცენარის შიდა ქსოვილებში. ფარული დაცვის მარკერებად მიჩნეულია აგრეთვე ფოთლის წვრილუჯრედოვანი ანატომიური სტრუქტურა, ფიზიოლოგიურად აქტიური უჯრედებით მდიდარი გამტარი სისტემა და მედულში რბილი ლაფნის ჭარბი რაოდენობა. პათოგენისაგან დაცვას თუთის მცენარე ანხორციელებს აგრეთვე ორგანიზმში გამომუშავებული ქიმიური ნივთიერებების საშუალებითაც. ამ მხრივ გამძლეობის მარკერებად მიჩნეულია სილიციუმის და ასკორბინის ჭარბი რაოდენობა.

მცენარეთა თვითდაცვის საქმეში ძალზე მნიშვნელოვანია აგრეთვე უჯრედის არის რეაქციის როდენობა. დადგინდა უჯრედის არის რეაქციის pH და ყუნწის რბილი ლაფნის უჯრედთა რაოდენობას შორის დადებით კორელაციური კავშირში, რაც გახდა დასაყრდენი რეზისტენტული ფორმების გამოვლენის-გამძლეობის კოეფიციენტის K საშუალებით, რომელიც გაიანგარიშება ფოთლის ყუნწის მეზოპეციოლში დამატებითი რბილი ლაფნის რაოდენობის შეფარდება უჯრედის არის რეაქციის მაჩვენებელთან. თუ K-1.0 და მეტ ერთეულს შეადგენს ფორმა რეზისტენტულად შეიძლება იქნეს მიჩნეული. თუ K-1.0-ზე დაბალი მაჩვენებელით გამოიხატება ფორმა მიმდებინად ჩაითვლება.

მცენარეთა დაავადებები და რეზისტენტობა უჯრედში მიმდინარე რთულ პროცესებთან არის დაკავშირებული. დაავადება არის ფიზიოლოგიური პათოლოგია, რომელიც ვლინდება ცოცხალ ორგანიზმში პათოგენის შეჭრის და უჯრედების განადგურების შედეგად. ასეთი წინაპირობა წარმოიქმნება მხოლოდ მაშინ, როდესაც დაირღვევა მცენარეებში ნორმალური საარსებო პირობები და წარმოიშვება სტრესული მდგომარეობა. ასეთ სიტუაციაში მცენარე შეძლებისდაგვარად იცავს თავს გადარჩენისათვის და იყენებს წლების მანძილზე გამომუშავებულ თავდაცვის ფართო ვარიაციებს, რომლებიც განაპირობებენ მცენარის გამძლეობას და სიმტკიცეს.

მასპინძელ-პარაზიტის ურთიერთობაში გამოვლენილია პათოგენების ორი ჯგუფი: ნეკროტროფები და ბიოტროფები. ნეკროტროფები ჯერ კლავენ მცენარის უჯრედებს და შემდგომ აპარაზიტებენ მას, ანუ მასპინძლისა და პარაზიტის უჯრედებს შორის მყარდება შეუთავსებელი ურთიერთობა. პარაზიტი გამოყოფს სპეციფიკურ ტოქსინს, რომელიც სასიკვდილოდ მოქმედებს მცენარის უჯრედებზე და იწვევს მცენარის დაღუპვას. თუ მასპინძლის გენოტიპი არ არის მგრძობიარე ამ ტოქსინის მიმართ, ან არის ნაკლებად მგრძობიარე, მასპინძლის უჯრედები არ იღუპება და მცენარე იქნება რეზისტენტული. პათოგენები რომლებიც უჯრედში შეჭრის შედეგად ცოცხალს ტოვებენ თავის მასპინძელს და იკვებება ცოცხალი მცენარის ქსოვილით ბიოტროფებია. ბიოტროფები არიან პარაზიტები, რომლებიც საკვებ ნივთიერებებს იღებენ ცოცხალი უჯრედისაგან, ისინი ამყარებენ შეთანხმებულ, შეწყობილ, ანუ სიმბიოზურ დამოკიდებულებას თავის მასპინძელთან /თ. სამადამადაშვილი,2014/.

ამგვარად, შეუთავსებელი ურთიერთობა პარაზიტსა და მასპინძლის უჯრედებს შორის არის დაავადების განვითარების წინაპირობა. იმ შემთხვევაში თუ პათოგენის მიერ გამოყოფილი

ტოქსინი სასიკვდილოდ არ მოქმედებს მცენარის უჯრედებზე და მასპინძლის გენოტიპი არ არის მგრძობიარე, ან ნაკლებად მგრძობიარე ამ ტოქსინის მიმართ, მცენარე ჩაითვლება რეზისტენტულად.

ცნობილია, რომ მცენარეს გააჩნია პასიური და აქტიური თავდაცვის მექანიზმები. პასიური დაცვა წარმოადგენს მექანიზმს, რომელიც იცავს მცენარეს მანამ, სანამ მოხდება პათოგენის კონტაქტი მცენარესთან. იმისათვის რომ, პათოგენმა მცენარე დააინფიციროს, თავდაპირველად მან უნდა გადალახოს მცენარის ბუნებრივი, მექანიკური ბარიერები-კუტიკულა, უჯრედის კედელი და ა.შ. უჯრედის კედლის გასქელება და გამკვრივება ხელს უშლის მრავალპათოგენს მცენარის შიდა ქსოვილებში შეღწევას. მრავალი დაკვირვება იძლევა იმის თქმის საშუალებას, რომ კუტიკულისა და უჯრედის კედლის გამკვრივება წარმოადგენს მცენარის რეზისტენტობის ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს. მაგრამ ამ ტიპის დაცვაც არარის სრულყოფილი და პათოგენი ხშირ შემთხვევაში აღწევს თავის მიზანს.

მრავალი პათოგენი მცენარეში იჭრება სხვადასხვა საშუალებით, მაგალითად თუთის ფიტოპლაზმის გადამტანი მწერი *Hishimonus Sellatus Uhler* საკვების მოპოვების დროს აინფიცირებს ახალგაზრდა თუთის ფოთლებს, რომლის კედლები თხელი და ადვილად შესაღწევია. ხანდაზმული ფოთლის შემთხვევაში ფოთლის ფირფიტის სისქეს მატების პარალელურად გადამტანი მწერი უჭირს საკვების მოპოვება, რაც გამოიხატება მწერთა დასახლების და საკვებად გამოყენების შემცირებაში. პათოგენისაგან დაცვას მცენარეები ახორციელებენ აგრეთვე ორგანიზმში გამოუმუშავებული ქიმიური ნივთიერებების საშუალებითაც. ამ კუთხით მცენარეში არსებული ქიმიური ნივთიერებები შეიძლება დაიყოს ორ ძირითად კატეგორიად: ძირითადი და მეორადი მეტაბოლიტები. ძირითადი მეტაბოლიტები არის ნივთიერებები რომლებსაც წარმოქმნის მცენარის ყველა ის უჯრედი, რომელიც პირდაპირ, უშუალოდაა ჩართული ზრდაში, განვითარებაში ან რეპროდუქციაში. მაგალითად: ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები. მეორადი მეტაბოლიტები არ არიან პირდაპირ ჩართული მცენარის ზრდასა და რეპროდუქციაში, მაგრამ დიდ როლს ასრულებენ მცენარის დაცვაში. ჩვეულებრივ, ეს ნივთიერებებია- ტერპენოიდები, ფენოლები და ალკალოიდები. ტერპენოიდები აღმოჩენილია თითქმის ყველა მცენარეში და ფოტოსინთეზის პროცესში ხელს უწყობს ფოთლებიდან აქროლადი გაზის გამოყოფას, რომელიც იცავს უჯრედის მემბრანას დაზიანებისაგან. ტერპენოიდები ხელს უწყობენ ზოგიერთ მცენარეებს წარმოქმნან სურნელება ანუ ეთერზეთები, რომლებიც ხშირ შემთხვევაში წარმოადგენენ მწერების ტოქსინებს და იცავდნენ მცენარეს პათოგენის შეჭრისგან.

გარემოსთან ურთიერთობაში მცენარეებს გამოუმუშავდათ აგრეთვე ფარული დაცვის სხვადასხვა ვარიაციები, რომლებიც ფაქტიურად წარმოადგენენ გამძლეობის მარკერებს. მათი გამოვლინების და სისტემაში მოყვანის შემდეგ შესაძლებელი გახდება მცენარეთა ფორმების, ჯიშების და სახეობების სასიცოცხლო პროცესებში არსებული განსხვავებების დადგენა, რაც აისახება მცენარის საერთო დაავადებისადმი მდგრადობის პროგნოზირებაში.

თუთის მცენარეში ფარული დაცვის მარკერებად მიჩნეულია-ფოთლის წვრილუჯრედოვანი ანატომიური სტრუქტურა, ფიზიოლოგიურად აქტიური უჯრედებით მდიდარი გამტარი სისტემა, მედულში რბილი ლაფნის ჭარბი რაოდენობა. ქიმიური შემადგენლობიდან სილიციუმის და ასკორბინის მჟავის შემცველობა. ასკორბინის მჟავა ითვლება მცენარეული ორგანიზმების სიცოცხლისა და თავდაცვისუნარიანობის ერთ-ერთ მაჩვენებლად, ხელს უწყობს უჯრედში ენერგეტიკული ბალანსის სტაბილიზაციას, აწესრიგებს მცენარის ზრდა-განვითარების მრავალ მეტაბოლიზურ პროცესებს /ა.ი. ენიკვევი.2009/. სილიციუმი კი ასრულებს საკმაოდ დიდ ფუნქციას მცენარეთა ცხოვრებაში, განსაკუთრებით მაშინ როდესაც მცენარეები იმყოფებიან სტრესულ პირობებში /მ. კოლესნიკოვი.2001, ეპშტეინი, 2009. 2004/. იგი განაპირობებს მცენარეებში მექანიკურ სიმაგრეს, აძლიერებს ეპიდერმისის კედლებს და იცავს სასიცოცხლო ორგანოებს. დადგენილია, რომ სილიციუმის ოპტიმალური დოზა ხელს უწყობს ქსოვილებში აზოტისა და ფოსფორის ნივთიერებათა ცვლას, ტოქსიკური ნივთიერებების რაოდენობის.

მცენარეთა თვითდაცვის საქმეში ძალზე მნიშვნელოვანი აგრეთვე უჯრედის არის რეაქციის ოდენობა, რადგან მრავალი ფერმენტატული პროცესი ცოცხალ ორგანიზმში რეგულირდება გარემოს რეაქციით. თუთის ფოთოლში ყველაზე ძლიერი ავტოლოზი მიმდინარეობს როცა pH შეადგენს 5,8. ხოლო წყდება საერთოდ 9,0 დროს. ოპტიმალური მოქმედება ჰიდროლიზირებული ფერმენტების ხდება მაშინ როცა pH-შეადგენს-6,8-8,9. დადგენილია, რომ pH- გაზრდა

იწვევს მცენარეებში ზოგიერთი მიკრო და მაკრო ელემენტების შემცირებას, ხოლო შემცირების შემთხვევაში კი იზრდება კალიუმის, კალციუმის და მაგნიუმის შემადგენლობა, რომ თუთის ფოთლებში ძლიერი ორგანული მჟავიანობა უარყოფითად მოქმედებს აბრეშუმხვევიას სიცოცხლის უნარიანობაზე. /ხ.ს.ხამიდი.2004/. თუთის ფოთოლში მჟავიანობა საერთოდ კონსერვატიული თვისებებით ხასიათდება და სავეგეტაციის პერიოდის მანძილზე ნაკლებად იცვლება, თუმცა ფოთლის სიმწიფესთან ერთად ადგილი აქვს მჟავიანობის უმნიშვნელოდ შემცირებას.

შესაძლებელია თუთის რომელიმე ფორმას ჰქონდეს ფოთლის წვრილუჯრედოვანი ანატომიური სტრუქტურული აგებულება და უჯრედებით მდიდარი გამტარი სისტემა, მაგრამ დაბალი ჰქონდეს სხვა გამძლეობის მარკერები-სილიციუმის და ასკორბინის მჟავის შემცველობა, ან პირიქით, მაღალი ჰქონდეს სილიციუმის და ასკორბინის მჟავა და გამტარ სისტემაში რბილი ლაფნის მცირე რაოდენობა. რომელ ფაქტორს უნდა მიენიჭოს ამ შემთხვევაში უპირატესობა? რა განსაზღვრავს ფორმების გამძლეობას, არსებობს თუ გამძლეობის მარკერებს შორის რაიმე კორელაციური ურთიერთობა? საკითხში გარკვევის მიზნით, აუცილებელი გახდა ისეთი განზომილებების შემოღება, რომელიც დაარეგულირებდა და ნათელ წარმოდგენას მოგვცემდა თუთის ფორმების მიმდებარეობასა და მდგრადობას შორის. კვლევის შედეგად დადგენილი იქნა, რომ თუთის ფორმებში სილიციუმის და ასკორბინის მჟავის შემცველობა მკვეთრად იცვლება ვეგეტაციის პერიოდში, ხოლო უჯრედის არის მჟავიანობა შედარებით კონსერვატიული მაჩვენებელით ხასიათდება. ასევე ჯიშის ან ფორმის გენეტიკურ მაჩვენებელს წარმოადგენს ფიზიოლოგიურად აქტიური უჯრედების რაოდენობა, რომელიც პრაქტიკულად არ იცვლება სავეგეტაციო პერიოდში. ამ მაჩვენებლების დაყრდნობით განსაზღვრეთ გამძლეობის კოეფიციენტი.

მოძიებულ თუთის ფორმებში განსაზღვრული იქნა pH-ის და ფოთლის ანატომიური სტრუქტურა-ყუნწის გამტარ სისტემაში რბილი ლაფნის უჯრედთა რაოდენობა. დიაგრამაზე წარმოდგენილი მასალიდან ჩანს, რომ pH-ის კონცენტრაცია განსაზღვრავს ძირითადად მცენარეებში უჯრედული სტრუქტურის შენებას და ფორმების მდგრადობას. უჯრედში მაღალი მჟავიანობა /Ph-5.5/ არ აქვთ არცერთ ფორმას, მჟავიანობის შემცირების შემთხვევაში /6.0-7.0/ თუთის ფორმების დიდი ნაწილისთვის არის მისაღები, ხოლო მჟავიანობის ნეიტრალურ და სუსტი ტუტისკენ გარდამავალ შემთხვევაში, კვლავ მცირდება მცენარეთა ასეთ ჯგუფში მათი რაოდენობა.

ამრიგად, კვლევით დადგენდა, რომ მოძიებულ თუთის ფორმების უმრავლესობას /66.7%/ აქვს ნეიტრალური და სუსტი უჯრედის არის რეაქცია. მჟავე არის რეაქცია მატარებელია მხოლოდ ოთხ ფორმა, ხოლო ტუტისკენ მიდრეკილი მიმართულება აქვს მხოლოდ ერთ ფორმას.

რეზისტენტობაზე მოქმედი მრავალი ფაქტორებიდან ჩვენ დაუკავშირეთ ერთმანეთს მხოლოდ ყუნწის ანატომიური სტრუქტურისა და უჯრედის არის რეაქციის მაჩვენებლები, რომლებიც კონსერვატიული თვისებებით ხასიათდებიან და ნაკლებად იცვლები სავეგეტაციო პერიოდში. სხვა მაჩვენებლები-სილიციუმისა და ასკორბინის მჟავის შემცველობა, ხასიათდება არაერთგვაროვანი მაჩვენებლებით და მკვეთრად იცვლება ვეგეტაციის პერიოდში, ამიტომ ჯიშის ან ფორმების გამძლეობის კოეფიციენტის განსაზღვრის დროს, ამ მაჩვენებლების ჩართვა მიზანშეწონილად არ იქნა მიჩნეული. ამრიგად, თუთის ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი რეზისტენტული ჯიშებისა და ფორმების განსაზღვრა შესაძლებელია მოხდეს გამძლეობის კოეფიციენტის საშუალებით, რომელიც გულისხმობს ფოთლის ყუნწის მეზოპეციოლში დამატებითი რბილი ლაფნის რაოდენობის შეფარდებას, უჯრედის არის რეაქციის მაჩვენებელთან.

$$K=A/P$$

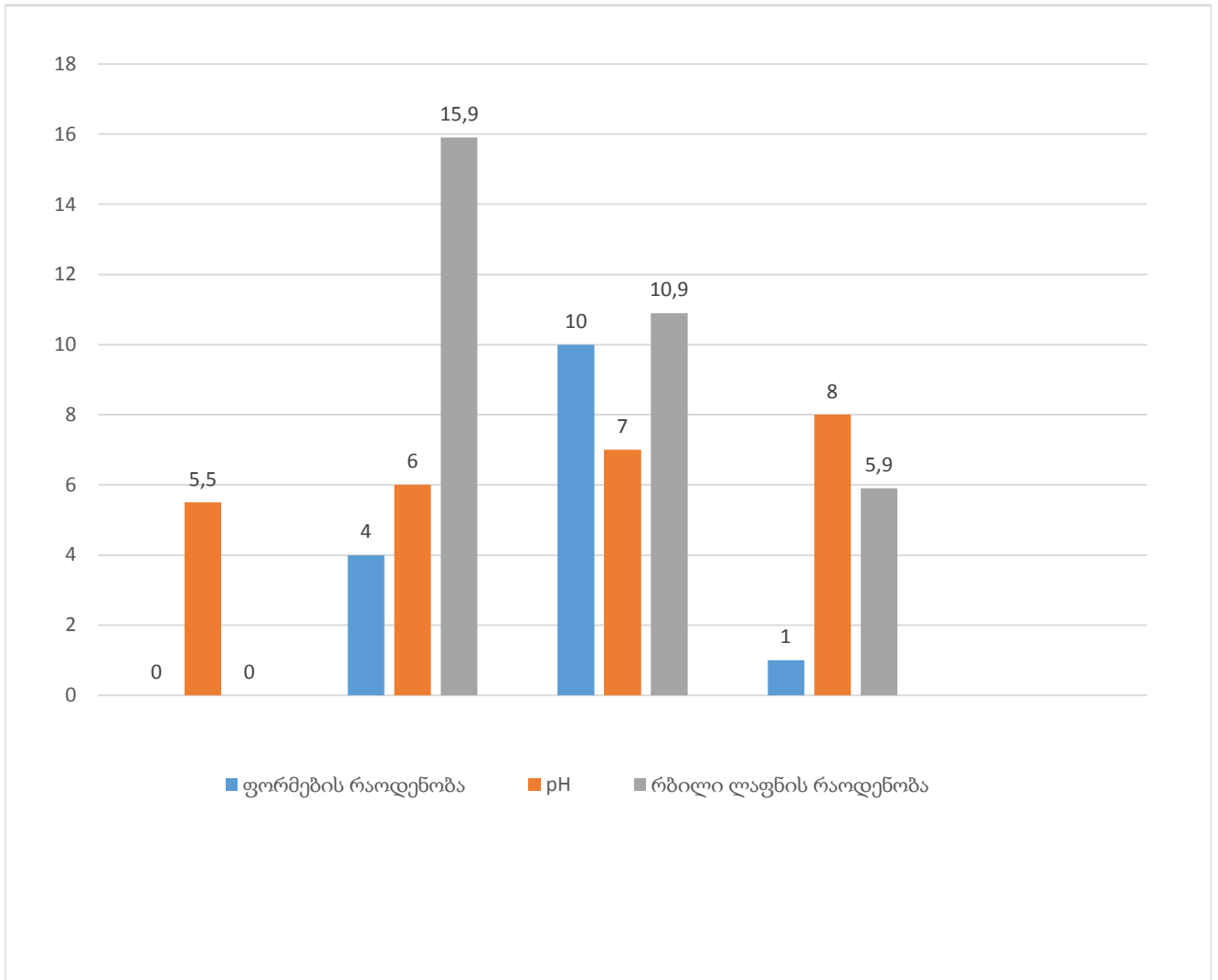
სადაც: K-არის გამძლეობის კოეფიციენტი;

A - რბილი ლაფნის რაოდენობა, ც.

P-უჯრედის არის რეაქცია

K-1.0- და მეტი ერთეულის შემთხვევაში ჯიში ან ფორმა რეზისტენტულად შეიძლება იქნეს მიჩნეული. თუ K-1.0-ზე დაბალი მაჩვენებელით გამოიხატება ფორმა მიმდებარეა ჩაითვლება.

დიაგრამა - კავშირი pH და რბილი ლაფნის რაოდენობას შორის



აღნიშნული მაჩვენებლებზე დაყრდნობით ცხრილში წარმოდგენილი გვაქვს თუთის ფორმების რეზისტენტობა გამძლეობის კოეფიციენტის საშუალებით. წარმოდგენილი ცხრილიდან ჩანს, რომ მაღალი გამძლეობის კოეფიციენტი აქვთ-8 ფორმას, რომელთა შორის მაღალი ტოლერანტული თვისებით გამოირჩევა სოფელ შინდისში მოძიებული ფორმა, რომლის გამძლეობის კოეფიციენტი -2.50 ერთეულს შეადგენს. ეს ფორმა მამრობითია, აქვს ფოთლის წვრილუჯრედოვანი აგებულება და უჯრედის არის მჟავიანობა-6.2 ერთეული. მაღალი რეზისტენტობა გამოავლინეს აგრეთვე ფორმებმა № 3 და №14, რომელთა გამძლეობის კოეფიციენტი შეადგენდა-1.70-1.86 ერთეულს. შვიდ ფორმას -№1,№2,№4,№5,№8,№10 და №12 აღმოაჩნდათ 1.0-ზე დაბალი გამძლეობის კოეფიციენტი. მათი გამოყენება საწარმოო დანიშნულების საკვები ბაზის გასაშენებლად არ იქნება მართებული. ეს ფორმები გამრავლდება თუთის საკოლექციო ნაკვეთში და გამოყენებული იქნება სასელექციო საქმიანობაში საწყის მასალად.

N	მოძიებული ფორმის ადგილი	შიდა ლაფნის რაოდენობა, ც A	ფოთლის არის მჟავიანობა B	გამძლეობის კოეფიციენტი K= A/B
1.	მცხეთა - საგურამო	7.08	7.6	0.93
2.	რუსთავი	4,78	8.0	0.60
3.	<b>მცხეთა - ჯიღაურა</b>	11.20	6.8	1.70
4.	მცხეთა -გალავანი	4,75	7.9	0.60
5.	მცხეთა - წილკანი	4.60	7.9	0.58
6.	<b>ქარელი- დირბი</b>	9.63	7.0	1.36
7.	<b>ხაშური -ალი</b>	10.50	6.9	1.54
8.	კასპი-	6.17	7.7	0.80
9.	<b>თბილისი -შინდისი</b>	15.50	6.2	2.50
10.	თბილისი -კალა	5.22	7.9	0.66
11.	<b>თბილისი- დილომი</b>	9.1	7.1	1.28
12.	მარნეული	5.2	7.9	0.66
13.	<b>გარდაბანი-ქესალო</b>	8.0	7.6	1.05
14.	<b>გარდაბანი -კუმისი</b>	12.09	6.7	1.86
15.	<b>გარდაბანი- მარტყოფი</b>	9.2	7.4	1.24

### დასკვნა:

1. გარემოსთან ურთიერთობაში თუთის მცენარეს გამოუმუშავდა პათოგენისგან თავდაცვის სხვადასხვა ვარიაციები, მათ შორის მექანიკური ბარიერი-კუტიკულის და უჯრედის კედლის გამკვრივება სისქე და ორგანიზმის სტრუქტურის ფიზიოლოგიურად აქტიური უჯრედების დიდი რაოდენობა. არანაკლები მნიშვნელობა ენიჭება აგრეთვე იმ ქიმიური ნივთიერებების მაჩვენებლებს- სილიციუმი, ასკორბინის მჟავა, უჯრედის არის რეაქცია, რომლებიც დიდ როლს თამაშობენ გამძლეობის მიმართებაში.
2. თუთის ფიტოპლაზმური დაავადებისადმი რეზისტენტული ჯიშებისა და ფორმების განსაზღვრა შესაძლებელია გამძლეობის კოეფიციენტის საშუალებით, რომელიც გულისხმობს ფოთლის ყუნწის მეზოპეციოლში დამატებითი რბილი ლაფნის რაოდენობის შეფარდებას, უჯრედის არის რეაქციის მაჩვენებელთან.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. М.П. Колесников-Формы кремния в растениях. Ж.успехи биологический химии. Т.41.2001.с 301-332.
2. Х.С. Хомиди-Изменение рН среди листа в зависимости от вегетационного периода шелковицы, регулирование кислотной активности корма для тутового шелкопряда. Научные основы решения актуальных проблем шелковой отрасли. Ташкент. 2004.
3. . . . . , 2009.
4. თ. სამადაშვილი - მცენარეთა დაცვის სისტემის ზოგიერთი კომპონენტის ბიოქიმიური დახასიათება. ავტორეფერატი ი.ჯავახიშვილის სახ. უნივერსიტეტი 2014.
5. E. Epstein. Silicon: its manifold roles in plants. Ann ApplBiol 155 (2009) 155–160

# Identification of Forms, Resistant to Mulberry Phytoplasma Disease , by Means of Coefficient of Resistance

**Stepanishvili Nodari** –Doctor of Agriculture,  
**Megrelishvili Iveta** -Doctor of Biology ,  
**Tsigriashvili Lasha** –Master,  
**Chargeishvili Irine**–Doctor of Agriculture

**Key words:** Resistance, Mulberry, Phytoplasma Disease

## Abstract

The diseases and resistance of plants depend on the complex processes which take place in plant's cells. Owing to violation of normal environment conditions of a plant, it endures stress and use different ways of self-defense. The thickness of a leaf cuticle and cell wall is one of the mechanical barriers of mulberry, which prevents pathogens to penetrate into internal tissues of plant. The microcellular anatomical structure of the leaves, the conducting system rich with physiologically active agents and abundant quantity of phloem in medullary tissue are recognized as markers of the plant's hidden means of self- defense. Mulberry plant resist the pathogens with the help of the chemicals produced by plant itself. The marker of resistance in this case can be considered the abundant content of silicium and ascorbic acid.

For the plants' self-defense is also very important the number of reaction in a cell. Direct correlation dependence between the quantity of phloem cells in a leaf stake and the number of the reaction in cell has been established, on the base of which was carried out identification of resistant forms - by means of coefficient of resistance -  $K$ , which is calculated by the interaction of quantity of abundant phloem in the mesopetiol of a leaf stake to the indicator of reaction of cell environment. The mulberry form is considered resistant if the coefficient of resistance  $K$  is more than 1.0. If  $K$  is less than 1.0, then the form is considered susceptible.