ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
აგრარული და საინჟინრო ტექნოლოგიების ფაკულტეტი
აგროეკოლოგიისა და სატყეო საქმის დეპარტამენტი

ცისანა ცეცხლაძე

ქერის ნაცრის გამომწვევის *Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei Marchal* შიდასახეობრივი დიფერენციაცია საქართველოში

დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორის
ხარისხის მოსაპოვებლად აგრარულ მეცნიერებაში

01.01.06 - მცენარეთა დაცვა

სამეცნიერო ხელმძღვანელები:

- ბიოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი გალინა მეფარიშვილი
- სოფლის მეურნეობის აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი შოთა ლამპარაძე

ბათუმი–2013

შესავალი----------3

თავი I. მასალები ქერის და ქერის ნაცრის გამომწვევის *Blumeria (Erisiphe) graminis DS. f.sp.Hordei* -ის შესახებ

1.1. ქერის სახალხო- სამეურნეო მნიშვნელობა, წარმოშობა, მორფოლო გიური თავისებურებები და სელექციის მიღწევები ----------8

1.2. *Blumeria graminis f.sp.Hordei* სისტემატიკა და ბიოლოგიური თავისებურებები, გამძლეობის გენეტიკა ქერის ნაცრის გამომწვევის მიმართ----------12

თავი II. საქართველოს აგროკლიმატური დახასიათება ---------- -------36

თავი III. კვლევის ობიექტები, მასალები და მეთოდები

3 .1. კვლევის ობიექტები და მასალები----------43

3 .2. კვლევის მეთოდები ---------- ----------43

თავი IV. ნაცრის გამომწვევი სოკოს *Blumeria graminis* DS. f.sp.Hordei Marchal გავრცელება საქართველოში ---------- 59

თავი V. *Blumeria graminis f.sp.Hordei Marchal* -ის შიდასახეობრივი დიფერენციაცია კლასიკური გენეტიკური და მოლეკულური RAPD – PCR მეთოდის გამოყენებით

5.1. Blumeria graminis f.sp.Hordei Marchal შიდასახეობრივი დიფერენციაცია გენეტიკური მეთოდის გამოყენებით ----------69

5.2. ნაცრის გამომწვევის შიდასახეობრივი დიფერენცია RAPD- PCR მეთოდის გამოყენებით----------89

თავი VI. ზრდასრულ ფაზაში ქერის ნაცრისადმი გამძლე გენების ეფექტურობა, გამძლე გენოტიპების გამოვლენა

6.1. ქერის ნაცრისადმი გამძლე გენების ეფქტურობა ზრდასრულ ფაზაში--- ---------98

6.2. ქერის ქართული და ინტროდუცირებული ჯიშ-ნიმუშების იმუნოლოგიური შეფასება ნაცრის გამომწვევის მიმართ---------- 104

დასკვნები----------110

რეკომენდაციები ----------113

ლიტერატურა ---------- -114

დანართები ----------134

შესავალი

თემის აქტუალობა. მოსახლეობის სურსათით უზრუნველყოფის საკითხი გლობალურ პრობლემათა რიცხვს მიეკუთვნება. მსოფლიო ექსპერტთა გაანგარიშებით, შესაძლებელია, მოკლე დროში კაცობრიობა სურსათის მწვავე დეფიციტის წინაშე აღმოჩნდეს. ამიტომაც თანამედროვე მსოფლიოში დიდი ყურადღება ეთმობა მიწათმოქმედებისა და საერთოდ, სოფლის-მეურნეობის საკვანძო პრობლემას–მარცვლეულის წარმოების გადიდებას და მისი ხარისხის გაუმჯობესებას. მარცვლეულის წარმოების ზრდა სასურსათო და საფურაჟე ფონის შექმნის საფუძველია, ძლიერი საძირკველია მემცენარეობის, მეცხოველეობისა და სოფლის მეურნეობის სხვა დარგებისა, უფრო მეტიც, ქვეყნის ეკონომიკური დამოუკიდებლობის უმნიშვნელოვანესი პირობაა. ქვეყანა, რომელიც დიდი რაოდენობით მარცვლეულს აწარმოებს ყველასათვის ანგარიშგასაწევ სახელმწიფოდ რჩება.

ФАО-ს მონაცემებით საქართველომ სურსათით მოსახლეობის უზრუნველყო-ფის მიხედვით, დაჯგუფებული განვითარებადი ქვეყნების მეექვსე ჯგუფშია აფრიკის ღარიბი ქვეყნების გვერდით. ეს იმანაც განაპირობა,რომ მარცვლეულის წარმოებითა და მოსავლიანობის დონითაც საქართველო ერთ-ერთ ბოლო ადგილზეა (კუნჭულია...2010:325-330). ისიცაა მნიშვნელოვანი, რომ დედამიწის მოსახლეობის უმრავლესობის (მათ შორის საქართველოში) კვების ბალანსში მარცვლეულის პროდუქციას 50 პროცენტზე მეტი უკავია. აქედან გამომდინარე ჩვენი ქვეყნისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მარცვლეული კულტურების პროდუქტიულობის ხარისხისა და რაოდენობის მკვეთრი გადიდება (სამადაშვილი ...2009: 17-22).

ქერი, მრავამხრივი გამოყენების გამო, მეტად მნიშვნელოვანი მარცვლოვანი კულტურაა.მისი, როგორც პურეულის ხვედრითი წილი საქართველოს მიწათმოქმედებაში , მეტად მნიშვნელოვანია.

ქერის მოსავლიანობაზე უარყოფით გავლენას ახდენს სხვადასხვა დაავადე -ბები, მათ შორის ქერის ნაცარი დიდი მავნეობით გამორჩეული და ფართოდ გავრცელებული დაავადებაა მთელ მსოფლიოში. მისი გამომწვევი სოკოს Blumeria (syn.*Erisiphe) graminis f.sp. hordei* -ის კოსმოპოლიტურობა და ბიოლოგიური

პლასტიკურობა მემცენარეობის თითქმის ყველა ზონაში წარმოშობს ხანგრძლივი პერიოდით დიდ და ძლიერ ინფექციის კერებს (Tapp, 1975:328–343; Limpert,1987:31–33). ეს თავის მხრივ, განაპირობებს ძლიერ მავნეობას. დაავადებისაგან მიყენებული ზარალი 10–40% შეადგენს (მჟავანაძე,1970:200–2004, 1974:94–98; Чумаков,1968:52; Кривченко,1975:3–4; Пересипкин ,1974:42; Czembor, 2000: 65-78).

ისიცაა აღსანიშნავი, რომ ქერის ნაცრის გამომწვევი *Blumeria graminis f.sp. hordei* მუდმივადაა გავრცელებული საქართველოს ქერის ნათეს ფართობებზე (ცეცხლაძე...2004:212-214; Горгиладзе...,2007:28–30; Сихарулидзе... 2008: 39–41).

დაავადებასთან ბრძოლის მეთოდებიდან ერთ–ერთი საუკეთესო, ეკოლოგი-ურად უსაფრთხო და ეკონომიკურად გამართლებული მეთოდია გამძლე და ტოლერანტი ჯიშების გამოყენება,რაც მცენარის ხანგრძლივ დაცვას უზრუნველყოფს.

იმის გამო,რომ პათოგენის პოპულაციის შემადგენლობა განსხვავებულია და მუდმივად იცვლება, სელექციონერისა და ფიტოპათოლოგისათვის ძალიან მნიშვნელოვანია 5–10 წლით ადრე განსაზღვროს პარაზიტის პოპულაციის ცვალებადობა. ამ ცვლილების გასაკონტროლებლად და ეფექტური გამძლე გენების დროული გამოვლენისათვის, აუცილებელია მოხდეს საერთაშორისო ჯიშ–დიფერენციატორების შევსება სხვა ახალი დონორებით, რომლებიც განსხვავებული იქნებიან გენეტიკური საფუძვლით ჯიშ–ტესტერებისაგან და ექნებათ მაღალი გამძლეობა პათოგენის მიმართ. რადგანაც , პატოგენის მიმართ ჯიშის გამძლეობა სხვა ფიქსირებული ნიშნებისაგან განსხვავებით, ცვალებადია და დაკავშირებულია არა მარტო პარაზიტის გამრავლების კოეფიციენტთან, არამედ მათ მაღალ მუტაბელობასთანაც არის დაკავშირებული.

დამტკიცებულია, რომ ნაცრის მიმართ გამძლე ჯიშების გამოყვანას დიდ სირთულეს უქმნის ნაცრის გამომწვევი სოკოს (*Blumeria graminis f.sp.hordei*) დიფერენციაცია სპეციფიურ შიდასახეობრივ ტაქსონებად, რომლებიც განსხვავდებიან ვირულენტობის მიხედვით. მათი ზემოქმედებით მნიშვნელოვნად მცირდება ჯიშების გამძლეობის უნარი (Малышева,1981a:52-54; Сечняк,1984:84; Ригина, 1969:42–46; Черебедова,1974: 23 ; Wolf, 1972:507–522).

დაავადების გამომწვევის წინააღმდეგ საბრძოლველად აუცილებელია ქერის ნათესებში ნაცრის გამომწვევის გავრცელების ხარისხისა და განვითარების

ინტენსიობის დადგენა, ახალი გამძლეობის წყაროების გამოვლენა, პათოგენის პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურის შესწავლის შედეგად მიღებული, პოპულაციაში მიმდინარე ცვლილებების ცოდნა, ხელს შეუწყობს წარმატებულ სელექციურ საქმიანობას. ფერმერებს კი გამძლე ჯიშების თაობაზე მიაწვდის ინფორმაციას. ეს თავის მხრივ ქვეყნის მარცვლეულით უზრუნველყოფის პრობლემის მოგვარებაში დიდ წვლილს შეიტანს. აქედან გამომდინარე, წარმოდგენილი თემა მეტად აქტუალურია.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. საქართველოში ქერის ნაცრის გამომწვევი ყოველწლიურად აავადებს საშემოდგომო და საგაზაფხულო ქერის ნათეს ფართობებს აღმინაცენის ფაზიდან სრული სიმწიფის პერიოდამდე. დაავადების განვითარებისა და გავრცელების ხარისხი წელების მიხედვით განსხვავებულია.მისი გავრცელების არეალი საკმაოდ ფართოა-10–90 %, განვითარების ინტენსიობაც საკმაო მაღალი აქვს - 5–70%. ბუნებრივია დაავადებისაგან გამოწვეული დანაკარგებიც დიდია.

საქართველოში არ არსებობს ქერის ნაცრის მიმართ ტოლერანტი და გამძლე გენების შემცველი ჯიშები. გამძლეობის დონორებად ხშირად გამოიყენება ისეთი ჯიშები, რომელთა გამძლეობის გენეტიკა ნაცრის გამომწვევის მიმართ შეუსწავლელია. ლიტერატურული მონაცემებით კი ცნობილია, რომ სხვა ქვეყნებში იდენტიფიცირებული ქერის გამძლეობის გენების უმრავლესობა თითქმის არაეფექტურია ნაცრის გამომწვევი სოკოს ადგილობრივი პოპულაციების მიმართ (Кузнецова,1988:353–356,2006:44–46;Дубинина,1982:104–110,1986:75; Неттевич,1986:67–73,1989:18–21). აქედან გამომდინარე, სელექციურ მუშაობაში ნაცრისადმი გამძლეობის დონორებზე მოთხოვნილება ყოველწლიურად იზრდება.

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოს ტერიტორიაზე ნაცრის გამომწვევი სოკოს *Blumeria (syn.Erisiphe) graminis f.sp. hordei* გავრცელების არეალის დადგენა, მისი ვირულენტური სტრუქტურის შესწავლა და დაავადებისადმი გამძლე წყაროების გამოვლენა.

კვლევის მიზნიდან გამომდინარე ჩვენს ამოცანას წარმოადგენდა:

- საქართველოში ქერის ნათეს ფართობებზე გავრცელებული ნაცრის გამომწვევის გავრცელების არეალის დადგენა მარშრუტული გამოკვლევებით;
- დაავადების განვითარებისა და გავრცელების ხარისხის განსაზღვრა დაავადების

განვითარების კრიტიკულ პერიოდებში, (მცენარის განვითარების ფაზების გათვალისწინებით) გეოგრაფიული ზონებისა და წლების მიხედვით;

- ქერის ქართული და უცხოური ჯიშ- ნიმუშებიდან ნაცრის გამომწვევი სოკოს მიმართ გამძლე საწყისი მასალის გამოვლენა ;
- ნაცრის გამომწვევი სოკოს *Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei Marchal* ქართული პოპულაციის შიგასახეობრივი დიფერენციაციაცის შესწავლა დღეისათვის ცნობილი ნაცრისადმი გამძლე გენების შემცველი ევროპული ჯიშ-დიფერენციატორების გამოყენებით;
- ქერის ნაცრის ქართული პოულაციის გენეტიკური ცვალებადობის მაჩვენებლების პოლიმორფობისა, ჰეტეროზიგოტობისა და საშუალო ვირულენტობის განსაზღვრა ;
- ნაცრის გამომწვევი სოკოს *Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei* გენეტიკური პოლიმორფიზმის შესწავლა მოლეკულური ბიოლოგიის RAPD– PCR მეთოდის გამოყენებით.

მეცნიერული სიახლე და შედეგები. პირველად ჩვენს მიერ ჩატარდა კვლევები საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში ქერის ნაცრის გამომწვევის განვითარებისა და გავრცელების ხარისხისა შესასწავლად.

დაავადების საწყისი ნიმუშებიდან გამოიყო 1150 კლონური კულტურა. მსოფლიოში ცნობილი ნაცრისადმი გამძლე გენების შემცველი ჯიშ–დიფერენციატორების ევროპული ნაკრების გამოყენებით შესწავლილი იქნა პათოგენის ქართული პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურა.

პირველად იქნა დადგენილი ნაცრის გამომწვევი სოკოს *Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei* Marchal გავრცელების არეალი, განისაზღვრა ვირულენტობის მახასიათებლების პროცენტული რაოდენობა პოპულაციაში (პოლიმორფობა, ჰეტეროგენულობის ხარისხი, საშუალო ვირულენტობა).

შესწავლილი იქნა პათოტიპთა გავრცელება ქერის ჯიშების, საქართველოს გეოგრაფიული რაიონების და წლების მიხედვით.

მოხდა ქართული სელექციისა და ინტროდუცირებული ქერის ჯიშ-ნიმუშების კოლექციის იმუნოლოგიური შეფასება პარაზიტის ქართული პოპულაციის მიმართ; გამოვლინდა გამძლეობის წყაროები.

პრაქტიკული მნიშვნელობა. ქერის ნაცრის გამომწვევი სოკოს მიმართ გამოვლენილ გამძლეობის ეფექტურ გენებსა და წყაროებს სელექციონერები ნაცრისადმი გამძლე ჯიშების გამოსაყვანად გამოიყენებენ.

ქერის მიმღებიანი და გამძლე ჯიშების ცოდნა ხელს შეუწყობს ჯიშების შერჩევა- დარაიონებას.

კვლევის შედეგები შეიძლება გამოვიყენებული იქნას სასწავლო პროგრამების (მცენარეთა დაცვის,ფიტოპათოლოგიის, გენეტიკისა და სელექციის) სალექციო კურსებში.

შედეგების აპრობაცია. კვლევის ძირითად შედეგებზე მოხსენება ჩატარდა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციებზე:

1. ,,სოფლის მეურნეობის მოდერნიზაცია გლობალიზაციის პირობებში". 2010, ბათუმი,
2. ,,ინტეგრირებული დაცვა:სტრატეგია და ტაქტიკა". 2011, მინსკი,
3. ,,მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვა, პრობლემები და თანამედროვე მიღწევები" 2012, თბილისი,
4. ,,სასოფლო სამეურნეო კულტურების იმუნოგენეტიკური დაცვა დაავადებები საგან თეორია და პრაქტიკა". 2012, მოსკოვი.

ნაშრომი განხილული იქნა შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სამეცნიერო ცენტრის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების მიმართულების სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე , ამავე ცენტრის სპეციალიზირებულ სამეცნიერო საბჭოს გაფართოებულ სხდომაზე და აგრარული ტექნოლოგიებისა და ეკოლოგიის ფაკულტეტის აგროეკოლოგიისა და სატყეო საქმის დეპარტამენტის სხდომაზე.

პუბლიკაცია. განხილულ საკითხებზე 2009-2012 წლებში გამოცემულია 11 სამეცნიერო ნაშრომი.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომის შინაარსი გადმოცემულია კომპიუტერზე ნაბეჭდ 137 გვერდზე, მოიცავს შესავალს, 6 თავს და 8 ქვეთავს, 24 ცხრილს, 28 ფოტოსურათს, 4 დიაგრამას, დასკვნებს რეკომენდაციებს, დანართებსა და გამოყენებული ლიტერატურის ბიბლიოგრაფიას, რომელიც შედგება 190 დასახელებისაგან, აქედან 29 ქართულ,161 კი უცხოურ ენებზე, ახლავს დანართები.

თავი I. მასალები ქერისა და ქერის ნაცრის გამომწვევის *Blumeria (Erisiphe) graminis DS. f.sp.Hordei* შესახებ

1.1. ქერის სახალხო- სამეურნეო მნიშვნელობა, წარმოშობა, მორფოლოგიური თავისებურებები და სელექციის მიღწევები

ქერის კულტურა ნეოლითის ხანაში, ჩვ. წ. აღრიცხვამდე III-II ათასწლეულ-ში იყო ცნობილი. ერთ-ერთი პირველი ბალახი, რომელიც ადამიანმა მარცვლეულის სახით საკვებად გამოიყენა, იყო ველური ქერი (Регель,1917:591-627; Комаров,1938: 94–98; Бахтеев,1956:204–257; Лукианова, 1990:132-152).

ნ.ი. ვავილოვი ნაშრომში "კულტურული მცენარეთა წარმოშობის ცენტრე-ბი" აღწერს, რომ ველური ქერი იზრდებოდა: ამიერკავკასიაში, ჩრდილო ავღა-ნეთში, ირანში, ტაჯიკეთში, თურქმენეთში, მცირე აზიაში, აბისინიაში,მაროკო-სა და ჩრდილო აფრიკაში.

მეცნიერები სხვადასხვა აზრის არიან იმასთან დაკავშირებით, თუ რომელ ქვეყანაში შევიდა ქერი პირველად კულტურაში: ეგვიპტეში,სადაც ბერძენი მწერლების მონაცემებით თავიანთი ისტორიის დასაწყისშივე ხარშავდნენ ლუდს, კავკასიაში თუ ჰიმალაიში, ძნელი სათქმელია. მართებული იქნება თუ ვიტყვით, რომ ქერის გაკულტურება ნეოლითის ეპოქაში სხვადასხვა ადგილას ერთდროულად მოხდა (Жукоский,1969:430–460)

საქართველო უძველესი დროიდან ცნობილი, აგრარული ქვეყანაა და კულტურულ მცენარეთა წარმოშობის წინააზიური ცენტრის შემადგენელ ნაწილად ითვლება (Туманян,1948:73-85; Вавилов,1987:139-146). ჩვენში სოფლის მეურნეობის განვითარება ჩვენს ერამდე მე-6-5 ათასწლეულში დაიწო, როცა ქართველურმა ტომებმა ძირითადი საკვები მცენარეების გაკულტურებასა და ცხოველების მოშინაურებას მიჰყვეს ხელი. ქართულმა მიწათმოქმედებამ, მისმა აგროკულტურამ შემოგვინახა და ჩვენამდე მოიტანა სასოფლო- სამეურნეო მცენარეთა ძვირფასი გენოფონდი, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მსოფლიო მიწათმოქმედებაში არსებული ჯიშებისა და ჰიბრიდების სრულყოფისა და ახლის გამოყვანაში (ნასყიდაშვილი...1993:7–27).

გეოგრაფიული გავრცელება. ქერი კოსმოპოლიტურ კულტურად ითვლება. ადვილად ეგუება კლიმატურ კონტრასტებს და ნიადაგის მრავალფეროვნებას, გავრცელებულია სხვადასხვა კლიმატურ ზონაში, გარდა ეკვატორისა.

ქერის გავრცელების საზღვრები ევროპის ჩრდილოეთით სცილდება პოლარულ წრეს და გადის ჩრდილო განედის 70^0-ზე (ნორვეგია), ალიასკაზე კი ჩრდ. განედის 64^0-ზე. აზიაში ქერი აღწევს ტროპიკების საზღვრამდე. მარცვლოვან კულტურათა შორის ერთადერთი კულტურაა, რომელიც ზღვის დონიდან ყველაზე მაღლა ვრცელდება. ტიბეტში ქერი ხარობს 4500 მ. სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, პერუში 4000, ავღანეთში კი 3000-3500 მ. სიმაღლეზე მოჰყავთ (Лукианова... 1990: 188-194; Орлов,1936:97–332).

ქერის სისტემატიკა და მორფოლოგიური თავისებურებები. თანამედროვე კლასიფიკაციით კულტურული ქერი მიეკუვნება სახეობას-სათესი ქერი (Hordeum sativim Jessen) და გაერთიანებულია თივაქასრასებრთა ოჯახში (Poaceae) .

კულტურული ქერი იყოფა სამ ქვესახეობად: მრავალრიგიანი H.Vulgare L,ორრიგიანი H.distichuma და შუალედური H.intermediumVov.etorl., რომლებიც ერთმანეთისგან თავთავის ღერძზეა არსებული ფერტილური თავთუნების რიცხვით განსხვავდებიან. სხვადასხვა კილებზე მრავალმწკრივიანს აქვს სამი, ორმწკრივიანს ერთი, შუალედურს ერთიდან სამამდე თავთუნი. მოჰყავთ მხოლოდ მრავალრიგიანი და ორრიგიანი ქერი.

ქერის მცენარის მორფოლოგია თავთავიანი კულტურების ტიპიურია. ჩვეულებრივად იგი უფრო დაბალია, ვიდრე ხორბალი, მაგრამ ღერო არამტკიცეა და ჩაწოლისადმი მიდრეკილი. ახასიათებს კარგი ბარტყობა, არის ფორმებიც, რომლებიც არ ბარტყობს. აქვს უხეში და დაკბილული ფხები , რომელიც მრავალი ჯიშის მარცვალს ძნელად სცილდება. გვხდება ქერის საგაზაფხულო, საშემოდგომო და ორთესელა ფორმები. მისი იაროვიზაცია მიმდინარეობს 0-12 ^{0}C პირობებში. ქერი ხორბალზე უფრო ნაკლებ ზამთარგამძლეა. თესლი ღივდება 1-2^0C-ზე, აღმონაცენი უძლებს -8 C ^{0}-ს.

მარცვლოვნებს შორის ქერი ყველაზე ადრეული, გვალვაგამძლე და დამლაშებული ნიადაგიბისადმი გამძლე კულტურაა. ძნელად იტანს ჭარბ ტენიანობას. სავეგეტაციო პერიოდი მერყეობს 55-დან 90 დღემდე (ან ცოტა მეტი).

სავეგეტაციო პერიოდის ადრეულ ეტაპზე ქერის მრავალი გვალვაგამძლე ჯიში ხასიათდება სწრაფი განვითარებით და ადრე მწიფდება. რაც საშუალებას აძლევს მათ ეფექტურად გამოიყენონ გაზაფხულის ტენი ძლიერი გვალვების დროსაც. ქერის გვალვაგამძლეობის უნარს ცვილისებური ნაფიფქით დაფარული წვრილი ფოთლები , უხეში ფხები და კარგად განვითარებული ფესვები განაპირობებს.

ქერი მაღალმოსავლიანი კულტურაა. მის მოსავლიანობას განსაზღვრავს პროდუქტული ბარტყობა და ღეროთა სიხშირე.

ქერი მკაცრად თვითდამმტვერიანებელია. ყვავილობა იწყება დათავთავების-თანავე, ხოლო გრძელი გაზაფხულის დროს 1-2 დღის შემდეგ. ყვავილობა იწყება ვაგინაში, ახასიათებს კლეისტოგამური (დახურული) ან ხაზმოგამიური (ღია) ყვავილობა. ყვავილობის ტიპი განსხვავდება ჯიშების მიხედვით .მრავალრიგია -ნი ქერი უფრო ხშირად ღიად ყვავილობს. ტენიან პირობებში ყვავილობა ღიაა გვალვიანში კი დახურული. ყვავილობა იწყება დილის 6 საათზე, მაქსიმუმს აღწევს 7-8 საათზე, შუადღისას წყდება, ხანდახან მთელ დღესაც გრძელდება. ყვავილობა იწყება თავთავის შუაში და ზევით და ქვევით მიემართება. თავთავი ყვავილობს 2-4 დღეს. მტვრიანები ცხოველმყოფელია 4-6 დღეს, თუმცა მაქსიმალური განვითარე-ბის უნარი 2-3 დღის განმავლობაში აქვს (სამადაშვილი... 2009:19; Лукианова...1990: 132-188).

ქერის სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა. ქერს აქვს მრავალმხრივი გამოყენება, ამიტომაცაა, რომ ნათესი ფართობის მიხედვით მეორე ადგილი უჭირავს მსოფლიოში. ევროპის ქვეყნებიდან ქერს დიდი რაოდენობით აწარმოებენ ჩეხეთი, სლოვაკეთი, გერმანია, პოლონეთი,ავსტრია, შვედეთი, დანია, ბელგია, ინგლისი და საფრანგეთში. ჩრდილო ამერიკული ქვეყნებიდან აშშ და კანადა. აფრიკის ქვეყნებიდან ქერს დიდი რაოდენობით აწარმოებს ეთიოპია, მაროკო და ტუნისი. აზიაში: ჩინეთი, ინდოეთი, თურქეთი, ირანი. რუსეთში: ჩრდილოეთი კავკასია, ვოლგისპირეთი, ცენტრალური შავმიწანიადაგიანი რაიონი,ურალისა და ვოლგა-ვიატკის რეგიონები, ბელორუსიაში, უკრაინაში, ბალტიისპირეთის ქვეყნებში, ამიერკავკასიაში (ყანჩაველი...1978:48-61;Кобахидзе,1971:113-115;Шопина,1972:38-39).

სტრატეგიული მნიშვნელობის მქონე მარცვლოვანთა შორის ქერი ყველაზე ადრემწიფობადი (სავეგეტაციო პერიოდი 55-90 დღე) კულტურაა და ეკონომიკურად

მომგებიანია. ქერის მოსავლის აღების შემდეგ გამოთავისუფლებული მიწები შეიძლება გამოვიყენოთ სხვა მნიშვნელოვანი კულტურების დასათესად. ქერი ნაკლებად მომთხოვნია ნიადაგის ტენისა და საკვებ ნივთიერებათა მიმართ. სხვა მარცვლოვნებისაგან განსხვავებით გვალვაგამძლეა, უძლებს მლაშე ნიადაგებსაც , რის გამოც მისი მოყვანა სარწყავ მიწებზეც არის შესაძლებელი. ქერის ზოგიერთ ეკოტიპს აქვს უნარი- მოსავალი შეზღუდულ სითბურ პირობებშიც მოგვცეს.

ქერი ხასიათდება მაღალი კვებითი ღირებულებით. მისგან მზადდება ფქვილი, ბურღული, ყავა და სხვადასხვა ექსტრაქტი. გამოიყენება მედიცინაში. ქერის მარცვალს ყველაზე მეტად მოიხმარება აქვს ლუდის წარმოებაში. კარგი კონცენტრირებული საკვებია ყველა სახის შინაური პირუტყვისათვის.

ქერის სელექცია საქართველოში. საქართველოში ქერი უხსოვარი დროიდან მოჰყავთ. შეგნებული თუ შემთხვევითი შერჩევით მიღებულია ხალხური ჯიშები: ძველთესლი (საშემოდგომო) და ახალთესლი (საგაზაფხულო). საქართველოში ქერის მეცნიერული სელექცია დაწყო 1914 წლს, როცა თბილისის ბოტანიკურ ბაღში დეკაპრელევიჩმა დაარსა სელექციის კაბინეტი. სელექციური მუშაობა ფართო მასშტაბით გაიშალა 1931 წლიდან საქართველოს სასელექციო სადგურში, რომელიც შემდგომში გაგრძელდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტში, საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის (ამჟამად სასოფლო-სამეურნეო უნივერსიტეტის) გენეტიკისა და სელექცია-მეთესლეობის კათედრაზე, ბოლოს კი სასელექციო მუშაობა დაწყებული იქნა საქართველოს მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (ი.ლომოურის მიწათმოქმედების ინსტიტუტი (Менабде,1938:181-246; ცოციაშვილი...1993:68-71;სამადაშვილი…2009:20-23). ქერის ჯიშების სელექციური გაუმჯობესების მიზნით, ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვანი გამოკვლევებია ჩატარებული საქართველოს მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში და მცხეთის სასელექციო სადგურში (დეკაპრელევიჩი,1947:5-48; როინიშვილი ...1971131-137; ნასყიდაშვილი,1993:7-27; ბეკოშვილი ...2000:52-59; სარალიძე ... 2008:156-157).

საქართელოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ინიციატივით და აკადემიკოს პეტრე ნასყიდაშვილის ხელმძღვანელობით 1992 წელს შეიქმნა სასოფლო–სამეურნეო კულტურების გენოფონდის დაცვისა და გამოყენების

საკოორდინაციო ცენტრი, რომელმაც კატალოგში ქერის 535 ჯიშ–ნიმუში დაარეგისტრირა (ნასყიდაშვილი…2009:166).

კიდევ უფრო ნაოფიერი გახადა კვლევითი საქმიანობა სოფლის მეურნეობის კვლევის საერთაშორისო ცენტრ–იკარდასთან ურთიერთობამ, საიდანაც 1995 წლიდან დღემდე ქერის 1407 ჯიშ -ნიმუშია მიღებული. ჰიბრიდიზაციის და გამორჩევის მეთოდით გამოყვანილი და დანერგილია საშემოდგომო ქერის სამი ჯიში: ყაზბეგი, ძველთესლი, ზეს–5 და საგაზაფხულო ქერის 3 ჯიში: ახალთესლი, დვორანი და ალავერდი. აგრეთვე ფაკულტატური ბუნების 3 ჯიში: თეთნულდი, ჯვარი და მცხეთა (ლიპარტელიანი...2011:119-121).

ამის მიუხედავად საქართველოს მეტად მრავალფეროვანი ნიადაგური და კლიმატური პირობებისათვის დაავადებების მიმართ გამძლე ქერის ჯიშების მიღება კვლავ რჩება პრობლემად.

1.2. *Blumeria graminis f.sp.Hordei* Em. Marchal ბიოლოგიური თავისებურებები, ქერის გამძლეობის გენეტიკა პათოგენის მიმართ

ქერის ნაცრის გავრცელება და მავნეობა. აკადემიკოსები ვავილოვი და ჟუკოვსკი აღნიშნავდნენ, რომ კავკასია უძველესი ლაბორატორიაა, სადაც ათასწლეულების განმავლობაში ადამიანის ზემოქმედებით მიმდინარეობდა ფორმათა წარმოქმნის გაძლიერებული პროცესი. საქართველო მარცვლოვნების წარმოშობის კერაა და ამავე დროს მათი დაავადებების გამომწვევი პარაზიტების სამშობლოც (Вавилов 1927:411-428;1987:139-146; Жуковский 1969:430-460; 1971:15-17).

ქერის დაავადებათა გამომწვევებს შორის Blumeria (syn.*Erisiphe) graminis f.sp. hordei* ერთ-ერთი საშიში და ფართოდ გავრცელებული დაავადებაა მთელ მსოფლიოში. (იხ.სურათი 1).

სურათი 1. ქერის ნაცრის გავრცელება მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში
(WWW.Cabicompendium.org/cpc. 2005.)

პათოგენის კოსმოპოლიტურობა და ბიოლოგიური პლასტიკურობა მემცენარეობის თითქმის ყველა ზონაში დიდი და ძლიერი ინფექციის კერების ხანგძლივ არსებობას განაპირობებს. მავნეობა ვრცელ ტერიტორიებს მოიცავს და ზარალიც დიდია.

ნაცრი სწრაფად ვრცელება ქარის საშუალებით (Anon,1996:51-56; Limpert,1999: 293-308; Hovmoler...1987:13-16 ;2000:729-743;Broun,1987:130-160). მის გავრცელებას განსაკუთრებით უწყობს ხელს მშრალი და ცხელი ამინდები. ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ნაცარი გვხვდება ქერის გავრცელების ყველა ზონაში, როგორც საშემოდგომო, ასევე საგაზაფხულო ნათესებზე. ევროპის ქვეყნებიდან მისი გავრცელების არეალი საკმაოდ დიდია- გერმანიაში, ჩეხოსლოვაკიაში, საფრანგეთში, ბულგარეთში, ინგლისში, პოლონეთში, დანიაში, ახალი ზელანდიაში (Wolf 1984:466-451; Drieiseitl, 2000:2003-2009, Limpert,1987:31-33), ჩრდილო ამერიკის ქვეყნებიდან: აშშ-სა და კანადაში. ჩრდილო აფრიკის ქვეყნებიდან: სირიაში, ეთიოპიაში, მაროკოში, ტუნისში(Gzembor,2000:277-288;Sleter...2003:33-42),ავსტრალიაში მთლიან კონტინენტზე(Khan,1988:529-532), აზიის ქვეყნებიდან: თურქეთი(Zeybek...2002:125-

130; Yahyaoui, 1997:139-146); ყოფილი სსრკ ქვეყნებიდან ქერის ნაცრის გამომწვევი, განსაკუთრებული მავნეობით გამოირჩევა რუსეთში (რუსეთის ცენტრალურ შავმიწანიადაგიანი და არაშავმიწანიადაგიანი რაიონები,დასავლეთი ციმბირი), ასევე ბელორუსიაში, მოლდავეთში, უკრაინაში, ყაზახეთში და ყირგიზეთში (Малютина,1965:11-12;Неттевич ,1965:47-50;Дубинина ,1981:15).ქერისნაცრის გამომ-
წვევი ფართოდაა გავრცელებული საქართველოშიც (ცეცხლაძე...2004:212-214; Горгиладзе,2007:28-30 ; Sikharulidze...2008:399).

დაავადების გამომწვევი სოკო Blumeria (syn.*Erisiphe) graminis f.sp. hordei* ობლიგატი ექტოპარაზიტია. იგი ამცირებს მცენარის საასიმილაციო ზედაპირს და აქვეითებს ფოტოსინთეზის პროცესს . ადრეულ ფაზაში აფერხებს ფესვთა სისტემის ნორმალური ზრდა-განვითარებას, რაც ფესვის წვეროს უჯრედების მიტოზური დაყოფის შეფერხებით არის განპირობებული. ძლიერ დაავადებულ მცენარეში მნიშვნელოვნად დარღვეულია ფიზოლოგიური პროცესები: მატულობს წყლის დაკარგვა (ძლიერდება ტრანსპირაციის პროცესი), ძლიერდება სუნთქვა, რაც ფესვთა სისტემით ნახშირწყლების გადაადგილებას ამცირებს,ქვეითდება ზრდის წერტილების და მარცვლის ჩამოყალიბების პროცესი. ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის გამო დაავადებულ მცენარეს ფოთლის ზედაპირის ერთეულთან მიმართებაში უმცირდება ვეგეტაციური მასა, ღეროს სიმაღლე და სიგრძე, ასევე ფესვური სისტემის მშრალი მასა. ამ მიზეზების გამო მცირდება თესლის მასა (1000 მარცვალზე) და თავთავებში მარცვლის რაოდენობა. ბარტყობის ფაზაში დაავადება იწვევს ღეროს ზრდისა და პროდუქტიული ღეროების რაოდენობის შემცირებას.

ვეგეტაციის პერიოდში პათოგენი ვრცელდება კონიდიებით. დაავადებისა განვითარება- გავრცელებისათვის ხელსაყრელია ზომიერი ტემპერატურაა +15-20^0 C, ღრუბლიანი ამინდი და ძალიან მაღალი ფარდობითი ტენიანობა 80-100%. 30^0 C-ის ზევით მისი განვითარება ფერხდება. დაავადების საინკუბაციო პერიოდი 7-10 დღეა. სქესობრივი (ჩანთიანი) სტადიის წარმოიქმნა იწყება მცენარის ათავთავებისა და ყვავილობის დროს. ჩანთებში ასკოსპორები მწიფდება და ვრცელდება მოსავლის აღებისა და უფრო გვიან პერიოდში და საშემოდგომო ქერის ნათესებისათვის ინფექციის წყაროს წარმოადგენენ.

მცენარის განვითარების ადრეულ ფაზაში (აღმოცენებიდან პირველი 30 დღის განმავლობაში) დასენიანება იწვევს მცენარის დაღუპვას. ქერის ნაცარმა შეიძლება გამოიწვიოს მოსავლის მნიშვნელოვანი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი კლება. დაავადებისაგან მიყენებული ზარალი 15–40 % -ია (მჟავანაძე,1970:200–2004, 1974:94–98; Чумаков,1968:52; Кривченко, 1975: 3–4; Пересипкин ,1974:42; Czembor, 2000: 65-78).

მალიშევას (Малишева,1981б.:63-65) მონაცემებით მცენარის 1%–ით დაავადების შემთხვევაში მოსავლის დანაკარგი 0,03 ტონას უდრის. დაავადების განვითარების ინტენსიობაზე მოსავლის დანაკარგის დამოკიდებულება გამოითვლება სპეციალური სკალით (Санин,2002:44-46). (იხ.ცხრილი 1).

ცხრილი 1.

ნაცრით გამოწვეული მოსავლის დანაკარგის სკალა

დაავადების განვითარების ინტენსიობა %, დათავთავება-რძის სიმწიფის ფაზაში	მოსავლის დანაკარგი %
10	<2
20	10
40	25
60	35
80	40

ქერის ნაცრის გამომწვევთან საბრძოლველად გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი, რომელთგან მნიშვნელოვანია შემდეგი პროფილაქტიკური და აგროტექნი-კური ღონისძიებები:

- ნიადაგის დროული და ძირფესვიანი დამუშავება ,ნარჩენებისა და ველური მარცვლოვნების მოსპობა (კლეისტოტეციების განადგურება);
- სასუქის შეტანა.მცენარის მომარაგება იმ საკვები ნივთიერებებით (მაგ. დოლომიტი), რომლებიც სილიკატების შესათვისებლად იწვევენ მცენარის ფოთლის

უჯრედების სტიმულაციას. ეს მცენარის უჯრედებში სოკოს ჰიფების შეღწევას უშლის ხელს;

- კალიუმიანი სასუქებით უზრუნველყოფა, ნაცრის გამომწვევის მიმართ მცენარის გამძლეობის ზრდას იწვევს;
- გამძლე ჯიშებისა და ჯიშთა ნარევის გამოყენება;
- ფუნგიციდებით დროული დამუშავება.

(მჟავანაძე,1973:227-229;Ячевский,1911:32;Moseman,1973:88–112;Дьяков,1984;Пересыпкин, 1974:73-80; Попкова, 2005:400–422).

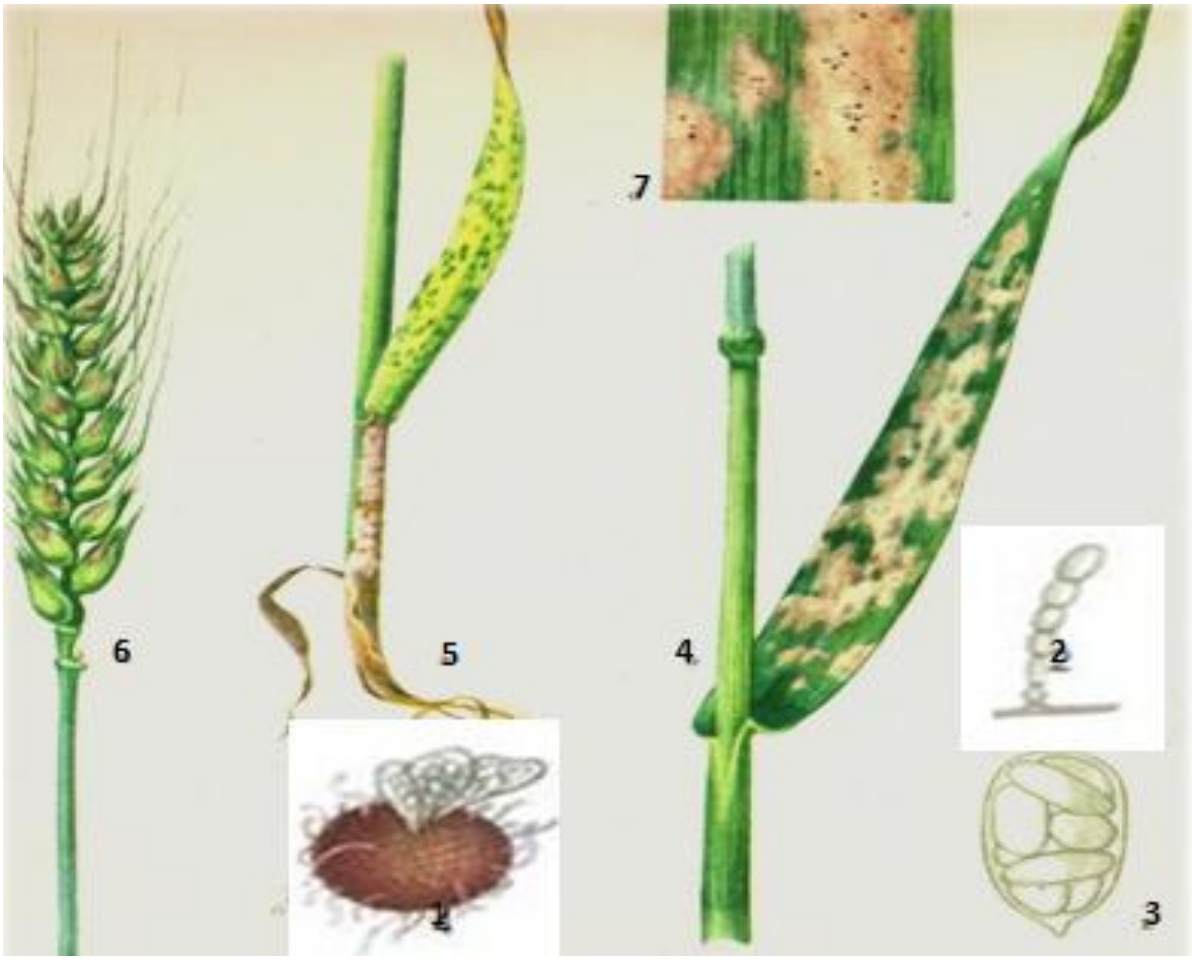
სისტემატიკა. ქერის ნაცარის გამომწვევი მიეკუთვნება: კლასი ნამდვილი ჩანთიანი სოკოები (*Ascomucetes* syn. *Euascomycetes*), ნაცროვნების რიგი(*Erysipales)*, ოჯახი- ნაცროვანი სოკოები (*Blumeriaceae),* გვარი(*Blumeria)* და სახეობა მარცვლოვანთა ნაცარი (*Blumeria* graminis), რომლის სპეციალიზირებულ ფორმასაც წარმოადგენს *Blumeria (syn.Erisiphe) graminis* (DC.) f.sp. *hordei* (Методические... 2004:8-10).

დაავადების სიმპტომები. თავდაპირველად სოკოს მიცელიუმი, კონიდიალური ნაყოფიანობით წარმოქმნის მოთეთრო, ქსელისმაგვარ ნაფიფქს ფოთლის ფირფიტის ორივე მხარეზე (ძირითადად ზედაზე), შემდეგ ღეროზე და თავთავზეც კი. (იხ.სურათი 2).

სურათი 2. ნაცრით დაავადებული ფოთოლი

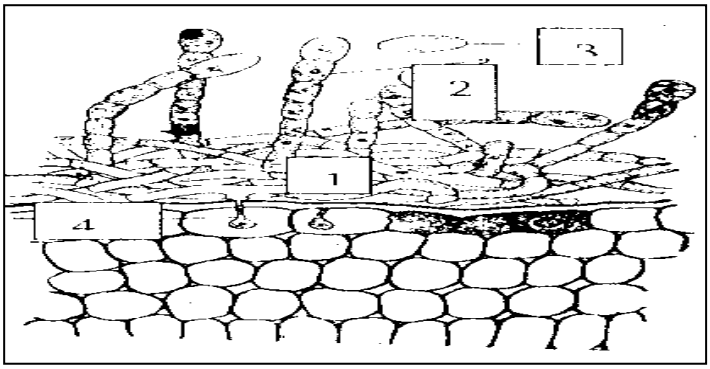
ნაფიფქი შედგება თეთრი ფერის სხვადასხვა ზომის ბალიშებისგან, რომლებიც ხშირად ერწყმიან ერთმანეთს მკრივდებიან და იღებენენ მუქ მურა ან ყავისფერ შეფერილობას. ლაქების ძლიერი განვითარებისას ქეჩისებრი ნაფიფქი მთლიანად ფარავს ფოთოლს.ყავისფერი ლაქები მცენარის მკვდარი უჯრედებისა და კონიდიებისაგან შესდგება.იგი, მცირედი შეხებითაც კი, ადვილად სცილდება ფოთოლს (Дьяков ...1984:207-208; Yahuaou ,2003:34-36). წარმოქმნილი ლაქები მცენარის რეზისტენტობის მაჩვენებლად გამოიყენება (Agrios, 1974:91).

სოკოს ბიოლოგიური თავისებურებები . *Blumeria graminis DS.Colovin ex Speer f.sp.Hordei Em. Marchal* ვიწრო სპეციალიზაციის ობლიგატი ექტოპარაზიტია. ის, როგორც სხვა ჩანთიანი სოკოები, ფილოგენეტიკური განვითარების მაღალ საფეხურ-ზე დგას. აავადებს ქერის ფოთლებს, ღეროსა და თავთავეს. (იხ.სურათი 3.)



სურათი 3. ქერის ნაცარი: 1.კლეისტოტეცია 2. კონიდიის ჯაჭვი 3. ჩანთა ასკოსპორებით 4. ნაცრით დაავადებული ფოთოლი, 5. ნაცრით დაავადებული ღერო, 6. ნაცრით დაავადებული თავთავი 7. ფოთოლზე განვითარებული კლეისტოტეციები.

ქერის ნაცრის გამომწვევის მიცელიუმი გართხმულია სუბსტრატის ზედაპირზე და ერთბირთვიანი უჯრედებისაგან შედგება. ისინი აპრესორიუმებით ეპიდერმისზეა მიმაგრებული, ხოლო ჰაუსტორიები ეპიდერმისის უჯრედშია შეჭრილი და მათი საშუალებით სოკო იკვებება (ყანჩაველი,1978:156–158; Кривченко 1975:5-8-5; Пересыпкин, 1974 :42-45;Марченкова...1987:67-70; Aist... 1979:1245-1250; Edwards , 2002:1121-1125; Carver 2002:65-68). **(იხ. სურათი 4).**



სურათი 4. ნაცრის ნაყოფიანობა: 1.ზედაპირული მიცელიუმი, 2.კონიდიათმტარი, 3. კონიდიოსპორა, 4. ჰაუსტორია.

მცენარის ზედაპირზე განვითარებული თეთრი ფერის ბალიშები შედგება მიცელიუმისა და კონიდიების ჯაჭვებისაგან. მიცელიუმზე ამართულია კომბლის ფორმის(ფუძესთანგაბერილი)კონიდიათმტარები, რაზედაც მიცელიუმზე ბაზიპეტა-ლურად წარმოქმნილი მოკლე და გრძელ ძეწკვებად შეკრული კონიდიები ვითარდება. ისინი 30-32 X 10-12 μ m ზომისაა , ერთუჯრედიანია, უფერული და ცილინდრული ფორმისაა. (იხ.სურათი 5).

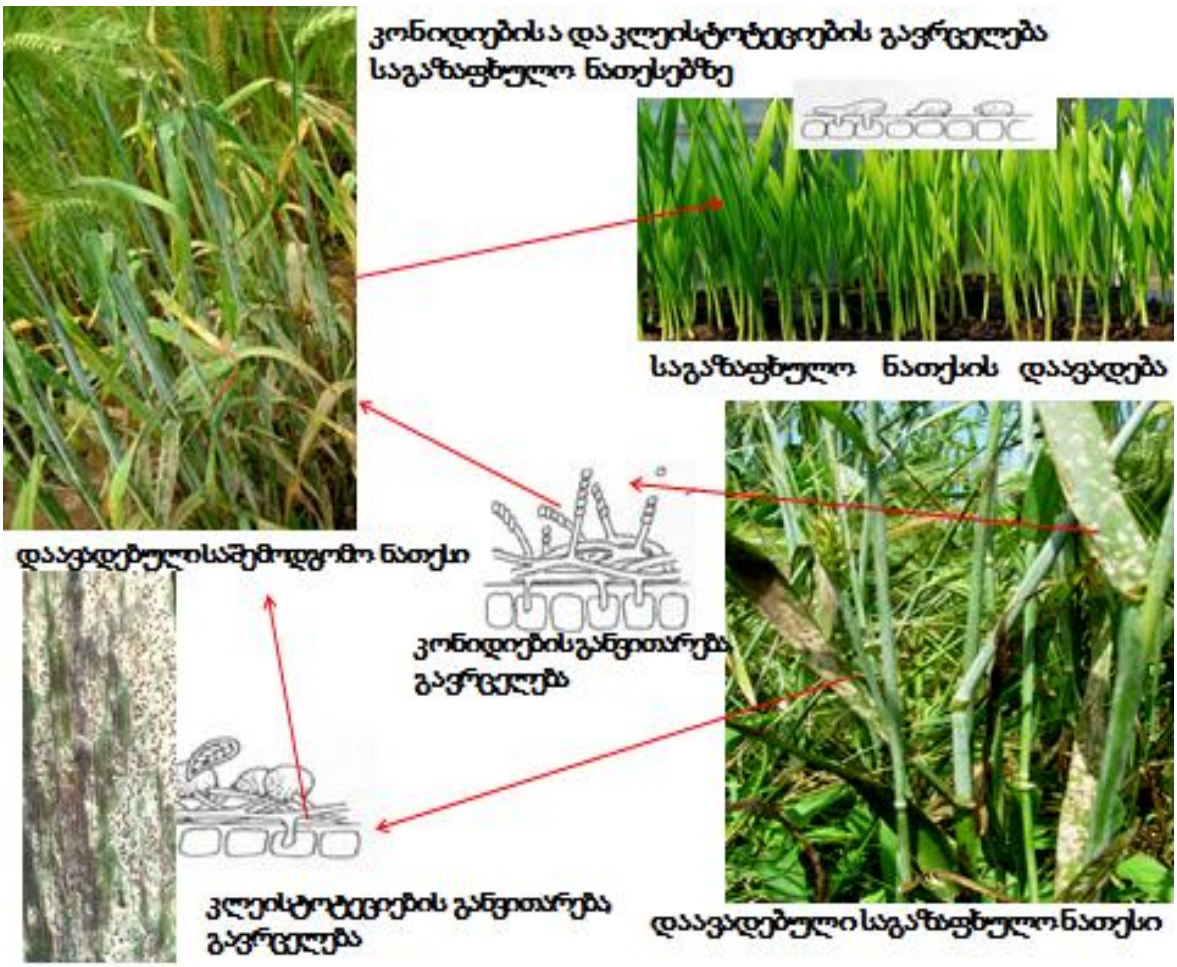
სურათი 5. ქერის ნაცრის გამომწვევის კონიდიუმები

(http://www.uoguelph.ca/~gbarron/MISC2003/conidiam.htm)

მოგვიანებით იქვე ჩნდება შავი ფერის, ქინძისთავისოდენა, სფერული ფორმის ყრუდ დახურული ნაყოფსხეულები ე.წ. კლეისტოტეციები. მათი შემჩნევა ჩვეულებრივ თვალითაც შეიძლება. მისი გარსი შედგება ცუდად გასარჩევი, ნაკლებად მჭიდროდ განლაგებული უჯრედებისაგან.კლეისტოტეციები მიცელიუმშია გახვეული და ოდნავ ზევით არის წამოწეული რკალისებური ფორმის სქელკედლიანი,ყავისფერი ჰიფებით. მათი ზომებია 200–400 x 4–7 μm. კლეისტოტე-ციები 70-100 ან 15-40 μm. ზომისაა და მოკლე ფეხებზესხედან. ყოველ კლეისტოტეციაში 9-30 ჩანთაა, თითეულ ჩანთაში კი 4-8 ელიფსური ფორმის, ცალ მხარეს ოდნავ წაზრდილი 20-23 x 10-13 μ m. ზომის ასკოსპორაა. ნაყოფსხეულის კედელის მექანიკური დაზიანების დროს ან მომწიფებისას წარმოქმნილი შინაგანი წნევის გამო კლეისტოტეციები იხსნება და იქედან ჩანთების გადმოცვენა ხდება (Головин, 1960:5-12; Кривченко ,1975:5-7; Кирай,1974 :238; Дементева 1977:46-48 ; Powers,1957:136-138; Schwarzbagh,1979:165-171).

ნაცრის გამომწვევი სოკოს განვითარების ციკლი-მოიცავს ორ ეტაპს: ტელეომორფა ეს არის სქესობრივი გამრავლება (ჩაანთიანი- კლეისტოტეციებით) და ანამორფა-უსქესო (კონიდიალური) გამრავლების სტადია (Пересыпкин,1974:43; Braun, 1987:436-445).

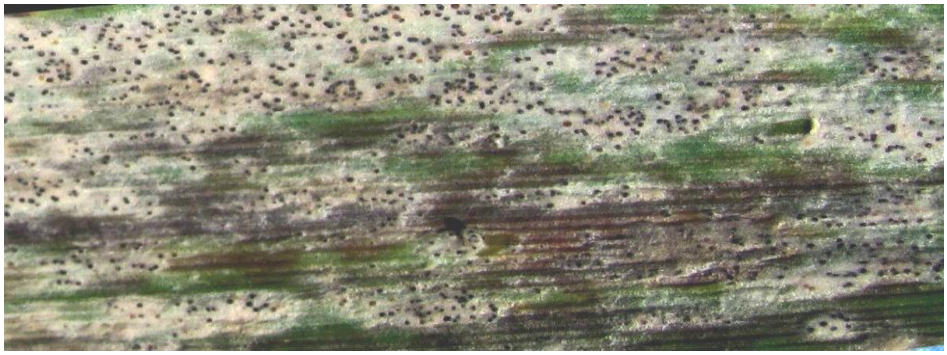
უსქესო ანუ კონიდიალური გამრავლება- ხდება ადრე გაზაფხულზე. მიცელიუმზე განვითარებულ კონიდიათმტარებზე მოკლე და გრძელ ძეწკვებად შეკრული კონიდიუმები ვითარდება. მათი წარმოქმნა დიდი რაოდენობით ხდება. ერთი დღე-ღამის განმავლობაში დაავადებულ ფოთლის 1სმ². ფართობზე დაახლოებით 300 კონიდია ვითარდება, რომლებიც ინფექციის მთავარ წყაროს წარმოადგენს (Dreiseitl…1999:273-280). კონიდიების წარმოქმნა გრძელდება მცენარის მთელი ვეგეტაციის განმავლობაში და გენერაციის რაოდენობა 10-20-ის ფარგლებში მერყეობს. ასეთი მაღალი რეპროდუქციის უნარი ხელს უწყობს პარაზიტის სწრაფ და ფართო გავრცელებას. კონიდიოსპორები ქარის საშუალებით ადვილად გადაიტანება შორ მანძილზე და აავადებს საგაზაფხულო და საშემოდგომო ნათესებს (ყანჩაველი,1978:146150; Александров, 1973:167-171; Кривченко…1972:587-590;Tapp 1975:334-343). (იხ.სურათი 6).



სურათი 6. ქერის ნაცრის გამომწვევი *Blumeria graminis DS.Colovin ex Speer f.sp.Hordei Em. Marchal* განვითარების უსქესო და სქესობრივი ციკლი

სქესობრივი გამრავლება. მცენარის ვეგეტაციის ბოლოსათვის, კერძოდ კი კონიდიალური სპორათწარმოქმნიდან 3-6 კვირის შემდეგ, წარმოიქმნება ე.წ. ნაყოფსხეულები კლეისტოტეციები. მისი მომწიფება ხდება ზაფხულის ბოლოსა და შემოდგომის დასაწყისში. ძლიერი ყინვების დადგომამდე კლეისტოტეციებიდან ცვივა ასკოსპორები,რითაც საშემოდგომო ნათესების ახალგაზრდა მცენარეები ინფიცირდება. საშემოდგომო ნათესების არარსებობის დროს კლეისტოტეციები იზამთრებენ მცენარის ნარჩენებზე და პირველადი ინფექციის წყაროს წარმოად-გენენ (Александров,1972:45-48; Powers...1957:136-138).

ჩანთიანი სტადიის როლია შეინარაჩუნოს სოკოს სიცოცხლისუნარიანობა ქერის რძისებრი სიმწიფიდან, საშემოდგომო ნათესების აღმონაცენის ფაზამდე (ყანჩაველი,1978:138; Дементева 1977:32-36). (იხ.სურათი 7).



სურათი 7. მომწიფებული კლეისტოტეციები ქერის ფოთოლზე

გამოზამთრება.ნაცრის გამომწვევის ბიოლოგიურ თავისებურებას დიდი მნიშვნელობა გამოზამთრების პერიოდში ენიჭება.ევოლუციის პროცესში განსხვავებულ აგრო-ეკოლოგიურ ზონებში არსებობით , დაავადების გამომწვევმა სიცოცხლისუნარიანობის შესანარჩუნებლად სხვადასხვა თვისება გამოიმუშავა (Александров,1968:475-480;Савельева...1977:338-341).დიდი ხნის მანძილზე ითვლე-ბოდა,რომ ნაცრის მოზამთრე ფორმას მხოლოდ სქესობრივი თაობა-კლეისტოტეციები წარმოადგენს. ამ აზრს იზიარებდა მრავალი მკლევარი. ასეთი დასკვნა ეფუძვნებოდა სალმონის (Salmon, 1904: 255-267) შრომებს, რომლის მიხედვით ასკოსპორებს დაავადების გამოწვევა შეუძლიათ მაშინ როცა ისინი კლეისტოტეციებში გამოიზამთრებენ.

1912 წელს იაჩევსკიმ (Ячевский,1912:40) ნაცრის განვითარებისა და ინფექციის შენახვის სხვა შეხედულება დაამკვიდრა. მისი დაკვირვებით საშემოდგომო ნათესარების ძლიერი დაავადება ნაცრით, საფუძველს იძლეოდა დაეშვათ, რომ ინფექციის გავრცელება ხდება მოზამთრე მიცელიუმით. გორლენკოს (Горленко 1978б:72-76) მრავალი ნაშრომით დამტკიცებულია, რომ ნაცრის გამომწვევი მცენარის ფოთლებზე ინახება მიცელიარული ბალიშების სახით.მოგვიანებით ანალოგიურ დასკვნამდე კანადელი მკლევარი ჩერევიოკიც (Cherewiok, 1944:52-86) მივიდა.

საშემოდგომო ნათესებზე, ქერის ნაცრის გამომწვის მიცელიუმით და კონიდიებით გამოზამთრება დადგენილია ჩრდილო კავკასიელი, შუა აზიელი და სხვა მკლევარების მიერ. კრივჩენკოსა და ჩერებედოვას (Кривченко...1972:587-590)

კვლევებით (ცდები ჩატარდა მოლდავეთში) დადგინდა, რომ ქერის ნაცრის გამომწვევი იზამთრებს საშემოდგომო ნათესებზე კონიდიების სახით, რომელიც კარგად იტანს დაბალ ტემპერატურას. ჩანთიანი სტადიის როლია შეინახოს სოკოს სიცოცხლისუნარიანობა ქერის რძისებრი სიმწიფიდან, საშემოდგომო ნათესების აღმონაცენის ფაზამდე (Горленко,1942:46-51). სოკოს განვითარების ციკლი ამ ზონებში ასეთია:

იანვარ-თებერვალი:სოკოს მცენარეთა ნარჩენებსა და საშემოდგომო ნათესებზე კონიდიების სახით იზამთრებს;

მარტი-აპრილი- მაისი: სოკოს განვითარება, საგაზაფხულო ნათესების დაავადება საშემოდგომო ნათესებისაგან, კლეისტოტეციების ჩამოყალიბების დაწყება.

ივნისი-ივლისი-აგვისტო:მასობრივი კონიდიალური სპორათწარმოქმნა, კლეისტოტეციების განვითარება და მომწიფება, კლეისტოტეციების მოსვენების სტადია, აგვისტოს ბოლოსათვის, ასკოსპორების ერთჯერადი გადმოყრა.

სექტემბერ-ოქტომბერი: ჩანთიანი სტადიის შენახვა მცენარეულ ნარჩენებზე, ჰაერის საშუალებით ასკოსპორების მასობრივი გავრცელება,რომელიც იწვევს საშემოდგომო ნათესების დაავადებას.

ნოემბერ- დეკემბერი: ასკოსპორების გავრცელება მთავრდება. სოკო კონიდიებისა და მიცელიუმის სახით იზამთრებს მცენარეთა ნარჩენებზე ან ნათესებზე.

სოკოს გამოზამთრების ეს ციკლი ანალოგიურია იმიერ და ამიერკავკასიის, სამხრეთ უკრაინისა და მრავალი სხვა სამხრეთ რაიონებისთვის (სადაც გვხვდება როგორც საშემოდგომო ისე საგაზაფხულო ნათესები) (Кривченко 1975:10-11).

კვლევებით დადგენილია, რომ განსხვავებულ ეკოლოგიურ და გეოგრაფიულ ზონებში პათოგენის ევოლუცია მიმდინარეობდა სხვადასხვა გზით. იმ ზონებისათვის, სადაც ვეგეტაციის მოკლე პერიოდია დამახასიათებელი და საშემოდგომო ნათესები არ გვხვდება,ინფექცია ინახებოდა კლეისტოტეციების როლის გაძლიერებით (სქესობრივი თაობა), ხოლო იმ ზონებში,სადაც საშემოდგომო ნათესებია, კონიდიებითა და მიცელიუმით (უსქესო თაობა); ზოგიერთ ეკოლოგიურ რაიონში ინფექცია ორივე ფორმით ინახება (Савельева…1977:338-341).

აქედან გამომდინარე,ნაცრის გამომწვევის ბიოლოგიური თავისებურებანი გათვალისწინებული უნდა იქნას დაცვის ღონისძიებების შემუშავების, ქერის ჯიშ-ნიმუშების გამძლეობის დონის დადგენისას ინფექციური და პროვოკაციული ფონის გამოყენებით და შიდასახეობრივი დიფერენციაციის დროს.

სოკოს სპეციალიზაცია. პათოგენის სპეციალიზაცია არის მისი უნარი, შეეგუოს განსაზღვრულ მკვებავ სუბსტრატს და დაავადოს მხოლოდ განსაზღვრული სახეობის მცენარე.

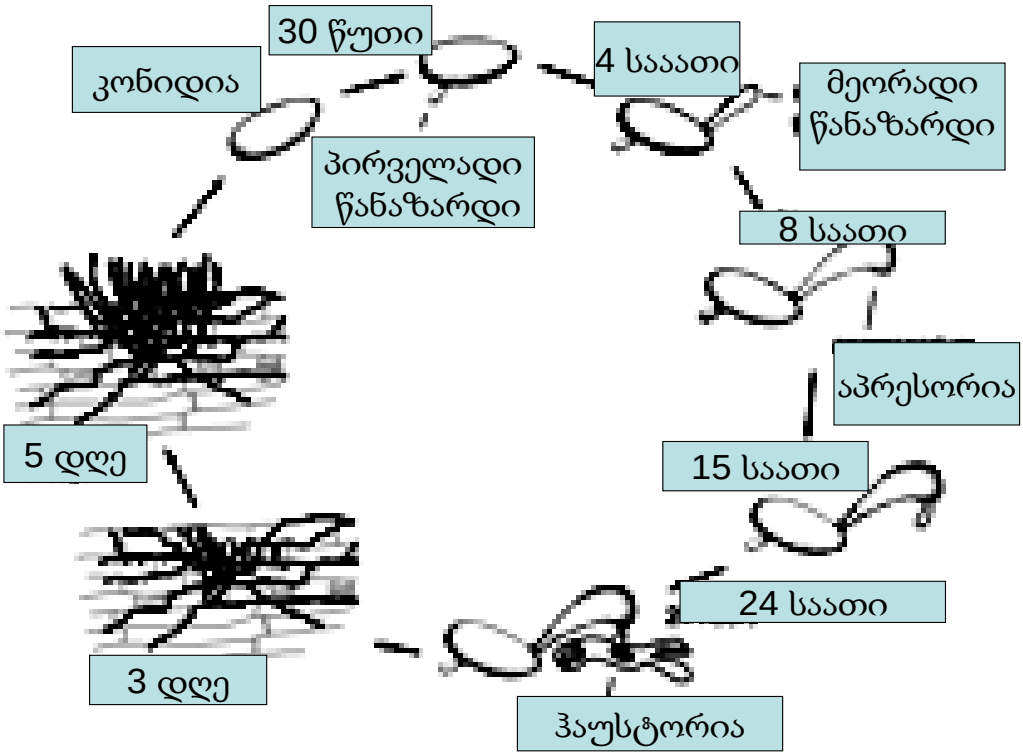
პათოგენის პარაზიტირებას განსაზღვრულ პატრონ მცენარეზე (გვარი, სახეობა,ჯიში) ფილოგენეტური სპეციალიზაცია ეწოდება. ხშირაად პათოგენის ბიოლოგიური სახეობა ფიზიოლოგიურ ფორმებად იმის მიხედვით იყოფა, თუ რომელი გვარი ან სახეობაა დაავადებული მის მიერ. როდესაც დაავადების გამომწვევი გვარის ფარგლებში აავადებს მცენარეთა სახეობებს, ვიღებთ ე.წ. სპეციალიზებულ ფორმებს, რომლებიც მორფოლოგიურად ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან. ნაროვანი სოკოები მკვებავი მცენარეების მიმართ ვიწრო სპეციალიზაციას ამჟღავნებენ. ეს იმაში გამოიხატება,რომ მკვებავ მცენარეთა ვიწრო წრეს აავადებენ.

მარცვლოვანთა ნაცარი *Blumeria (syn.Erisiphe) graminis* იყოფა სხვადასხვა სპეციალიზირებულ ფორმად, რომლებიც ერთმანეთისაგან მორფოლოგიურად თითქმის არ განსხვავდებიან. დღეისათვის ცნობილია 30 სპეციალიზირებული ფორმა რომელთაგან გავრცელებისა და მნიშვნელობის მიხედვით აღსანიშნავია: *Blumeria (syn.Erisiphe) graminisf.sp hordei*- ქერის ნაცრის, *f.sp.tritici* - ხორბლის ნაცრის, *f.sp. Avenae*- შვრიის ნაცრის, *f.sp.segalis* - ჭვავის ნაცრის სპეციალიზირებული ფორმები (ყანჩაველი,1978:298-299; Marchal, 1902:210-212; Головин, 1960:114-115; Папкова, 2005:87-91; Картошкина, 1964:3-12).

ინფექციის წყაროები წარმოდგენილია სქესობრივი ნაყოფსხეულებით კლეისტოტეციებითა და უსქესო კონიდიებით. ქერის ნაცრის გამომწვევი საშემოდგომო ნათესებზე კონიდიების სახით იზამთრებს,კარგად იტანს დაბალ ტემპერატურას და აავადებს საგაზაფხულო ნათესებს. კლეისტოტეციების (ჩანთიანი სტადია) ფუნქციაა, შეინარჩუნოს გარემო არახელსაყრელი პირობების დროს, სოკოს სიცოცხლისუნარიანობა ქერის რძისებრი სიმწიფიდან, საშემოდგომო ნათესების

აღმონაცენის გამოჩენამდე. ძლიერი ყინვების დადგომამდე კლეისტოტეციებიდან ცვივა ასკოსპორები,რითაც საშემოდგომო ნათესების ახალგაზრდა მცენარეები ინფიცირდება.

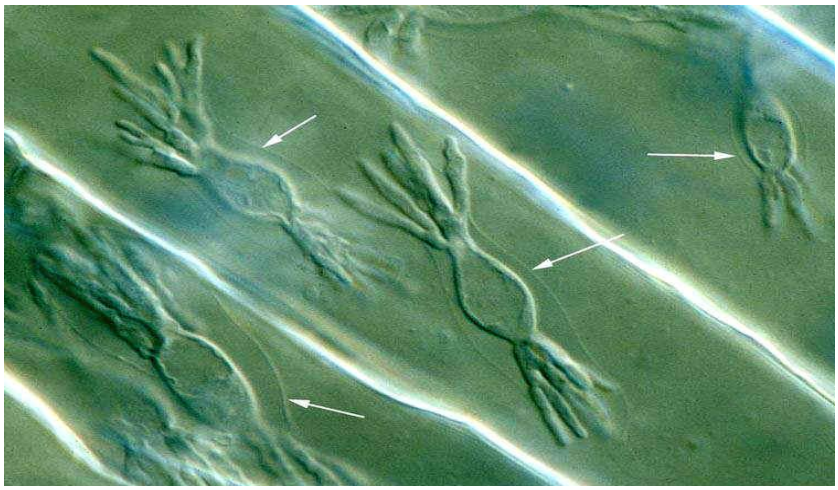
იმის მიხედვით, თუ რომელ კლიმატურ ზონაში ვითარება პათოგენი პატრონ მცენარეზე, ნათეს ფართობებზე ჰაერში კონიდიების დიდი რაოდენობა შეინიშნება ივნის-ივლისსა და ზოგჯერ აგვისტოში. სამხრეთ რაიონებში ძირითადად, მაისში. საქართველოს აღმოსავლეთ რაიონებში კონიდიების წარმოქმნა შეინიშნება ივნის-ივლისში, დასავლეთ საქართველოში კი მაისის დასასრულსა და ივნისში. დიდი რაოდენობით კონიდიები ხვდება საგვიანო ნათესებზე. კონიდიების სიმრავლე და მისი გავრცელება დამოკიდებულია გარემო პირობებზე. ასევე ცვალებადია კონიდიების ჰაერით გავრცელების დინამიკაც. ჰაერში სპორების მაქსიმალური რაოდენობაა 12-13 საათზე. მცენარის ზედაპირზე მოხვედრილ კონიდიებს 8 საათიის განმავლობაში უვითარდება აპრესორიები, 16 საათის განმავლობაში კი მიმდინარეობს ჰაუსტორიების წარმოქმნა და 34-36 საათში სოკოს შეჭრა უჯრედში დასრულებულია (Кривченко,1975:8-9; Anon 1997:51-56). (იხ.სურათი 8).



სურათი 8. ინფექციური პროცესის ხანგძლიობა უსქესო გამრავლების დროს

მცენარის ზედაპირზე მოხვედრილი სოკოს მეორადი ინფექციური ჰიფების რაოდენობა ტოლია უჯრედის შიგნით წარმოქმნილი ჰაუსტორიების რაოდენობისა.

ინფექციური პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს:კონიდიები წარმოქმნიან აპრესორიუმებს, რომლის ცენტრიდანაც გამოდის ინფექციური ჰიფი მის ბოლოში წარმოიქმნება ჰაუსტორიები თითისებრი დაბოლოებებით, რომლებიც იჭრება ფოთლის უჯრედის ეპიდერმისში. სოკოს ყველა ნაწილი ვითარდება ეგზოგენურად, მცენარის ქსოვილის შიგნით მხოლოდ ჰაუსტორიები იმყოფება.მათი საშუალებით დაავადების გამომწვევი იღებს მისთვის საჭირო საკვებ ნივთიერებებს (იხ.სურათი 9).



სურათი 9. ჰაუსტორიები თითისებრი დაბოლოებებით

(http://www.zor.zut.edu.pl/Mycota)

დაავადებული უჯრედები გარეგნულად თითქოსდა ნორმალურად ფუნქციონირებს, მაგრამ „ნორმისაგან გადახრა“ ურთიერთდამოკიდებულებაში მყოფ გამძლე ჯიშებშიც კი შეინიშნება. ეს იმაში გამოიხატება, რომ ფოთლის და პათოგენის კონტაქტის ადგილას ჩნდება სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ქლოროზული და ნეკროზული ლაქები. მცენარის უჯრედების მფარავ ქსოვილს ხსნის სოკოს მიერ გამოყოფილი ფერმენტები,რის შემდეგაც მას შეუძლია შეაღწიოს პატრონ-მცენარეში.

ქერის ნაცრით ინფიცირება მით უფრო დიდია, რაც უფრო დაბალია ქსოვილში წყალმომარაგება ანუ ტურგორი. წყალმომარაგება ნიადაგის სხვადასხვა ფარდობითი ტენიანობის გათვალისწინებით შეიძლება ხელოვნურადაც შევამციროთ. ბუნებრივ პირობებში ეს ხდება გვალვიან წლებში. მცენარეზე ნაცარი ხშირად ვითარდება მაშინ, როცა მას აკლია წყალი. ეს ფაქტორი (წყლის უკმარისობა) შეიძლება გახდეს მიზეზი სუსტ მიმღებიან ჯიშების მიერ ნაცრისადმი გამძლეობის დაკარგვისა (Wolfe , 1984:451-466).

ნაცრის გამომწვევის განვითარებისათვის საჭირო გარემო ხელსაყრელი ფაქტორები. ნაცრის გამომწვევის სიცოცხლისუნარიანობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ტემპერატურულ ფაქტორს. მკლევართა დიდი ნაწილი მიიჩნევს, რომ ნაცრის გამომწვევის კონიდიები ინტენსიურად ვითარდება +15-18^{0}C ტემპერატურაზე, კლეისტოტეციების ფორმირებისათვის ხელსაყრელია +17-20^0 C ტემპერატურა, 28-30^0 C ტემპერატურის ზევით ნაცრის განვითარება ფერხდება (Smith et al.1988). დადგენილია კორელაცია გარემო ტემპერატურასა და ნაცრის ბალიშებზე სპორულაციის წარმოქმნას შორის. +15-18^{0}C-ზე ბალიშები 7-10, დაბალ, მაგრამ დადებით ტემპერატურაზე 10-15, ხოლო უფრო მაღალ ტემპერატურაზე (22^0) 3–5 დღის შემდეგ წარმოიქმნება (მჟავანაძე,1974:94-98; Захарова,1987Кривченко,1975:9-11; Дьяков…1984:55-56; Last,1963:132-133).

ტენიანობა. ნაცრის განვითარებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია ჰაერის ტენიანობა. პარაზიტის ფართოდ გავრცელება განპირობებულია მაღალი პოლიმორფობით შეეგუოს ჰაერის სხვადასხვა ფარდობით ტენიანობას. მას შეუძლია განვითარდეს ტენიანობის ფართო-10 დან 100 %- ის საზღვრებში. ოპტიმალურად ითვლება 96-99% ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა. ჰაერის 50-70% ფარდებითი ტენიანობის დროს კონიდიების ჩაზრდის პროცენტი მცირდება (მჟავანაძე,1975: 147-150; Захарова , 1978:20-21).

სინათლის ფაქტორი. იგი ნაცრის გამომწვევის სიცოცხლისუნარიანობაზე დიდი გავლენას ახდენს. სუსტი განათების პირობებში (პირდაპირი სხივებისაგან დაცვით) დაავადების გამომწვევის განვითარება ძლიერდება.ნაცრის გავრცელებას ხელს უწყობს მშრალი და თბილი ამინდები (Пономарев...1979:63-97).

მინერალური საკვები. ქერის წარმოების ინტენსიფიკაცია გულისხმობს ნათეს ფართობებში მინერალური საკვების შეტანას. მათი დაუბალანსირებელი გამოყენება, თავის მხრივ, ხელს უწყობს და აჩქარებს ნაცრის განვითარებას. ამ მხრივ მნიშვნელოვანია აზოტოვანი სასუქის არადოზირებადი გამოყენება. ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ერთდროულად შეტანილი დიდი რაოდენობის სასუქი- NPK, NP ან NK აძლიერებს ინფექციას, ხოლო მხოლოდ N- ის, შეტანა ან PK-ს შეტანა ამცირებს დაავადების განვითარების ხარისხს. ასევე მნიშვნელოვნად ამცირებს დაავადების გავრცელებას მიკროელემენტების(Ba, Zn, Fe, Co, Мп, Fe) შემცველი სასუქები (Гребенчук,1968:110-111; Марченкова...1987:67-70; Last, 1962:169-173).

გამძლეობის გენეტიკა ქერის ნაცრის გამომწვევის მიმართ - სათავეს იღებს ამერიკელ მკვლევარის ბიფფენისაგან, რომელიც 1905 წლიდან მუშაობდა ხორბლოვანთა ყვითელ ჟანგაზე და დაადგინა, რომ ინფექციური დაავადების მიმართ უმაღლეს მცენარეთა გამძლეობა დამოკიდებულია განსაზღვრული გენების მოქმედების გამოვლენის თავისებურებებზე (Biffen, 1907:109-128).

ბიფფენის აღმოჩენამ სათავე დაუდო ინტენსიურ კვლევას მცენარეთა იმუნიტეტის გენეტიკაში. ამან საფუძველი ჩაუყარა პარაზიტების ვირულენტობის გენეტიკურ შესწავლს. მცენარეთა იმუნიტეტის და შესაბამისად, გამძლეობის გენეტიკის კვლევას დიდი გასაქანი მისცა აკად. ვავილოვის (Вавилов,1966:117-157) მიერ წამოყენებულმა თეორიამ პარაზიტისა და მასპინძელ მცენარის ეკოლოგიური შეუღლების შესახებ, რომელიც შემდგომში განავითარა აკადემიკოსმა ჟუკოვსკიმ (Жуковский 1973:120-134). ამ თეორიის თანახმად მცენარეთა წარმოშობის ცენტრები მათი პარაზიტების წარმოშობის ცენტრებსაც წარმოადგენენ და მასპინძელი მცენარეები, თავიანთ წარმოშობის ძირითად კერებში, ავლენენ ცვალებადობის მაღალ სპექტრს, შესაბამისად პარაზიტული ორგანიზმების სახეობრივი, რასობრივი და ბიოტიპური სიმრავლე ახასიათებთ.ასევე, წარმოშობის ცენტრებში, ერთდროულად მიმდინარეობდა პარაზიტისა და პატრონ–მცენარის ეკოლოგიური თანაცხოვრება (Ван дер Планк,1972:236-241; Горленко, 1978:7-14; Папкова ,2005:335; Leonard, 1983:74-75) ისე, რომ მათ შორის დამყარდა ეკოლოგიურ – ბიოლოგიური მუდმივი წონასწორობა. პარაზიტების იმ მასშტაბით გამრავლება, რომელიც საფრთხეს შეუქმნიდა თავიანთ მარჩენალ მასპინძელის – მცენარის არსებობას, ბუნებრივად

იზღუდებოდა,რადგანაც მასპინძელ-მცენარეთა გაქრობა იმავდროულად გამოიწვევდა მათი პარაზიტების გაქრობასაც.მაგალითად, სიმინდის ბუშტოვანი გუდაფშუტასათვის ხორბლი, როგორც მისი მასპინძელი - მცენარე, მიუღებელია, ან ხორბლოვანთა ღეროს ჟანგას მასპინძელ- მცენარედ კარტოფილი არ გამოდგება. ამ კანონზომიერების შესწავლამ ჟუკოვსკი მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ გამძლე ჯიშების სელექციისთვის საწყისი მასალა პარაზიტის სამშობლოში უნდა ვეძებოთ.ამის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს მექსიკა და გვატემალა, რომლებიც წარმოადგენენ როგორც კარტოფილის ველური ფორმების სამშობლოს, ამავდროულად ამ კულტურის სასტიკი პარაზიტის – ფიტოფტორას სამშობლოდაც ითვლებიან. დადგენილია,რომ მცენარის და პარაზიტის ევოლუციური შეუღლების ხანგრძლივობამ განაპირობა ზოგიერთი მცენარის ჯგუფური ანუ კომპლექსური იმუნიტეტის უნარი (Hooker...1971: 407-427; Жуковский, 1973:120-134; Горленко, 1978:7-14).

მასპინძელი მცენარის და პარაზიტის ევოლუციურმა შეუღლებამ ჩამოაყალიბა სისტემა, „მცენარე-პარაზიტი". ეს გულისხმობს იმას, რომ უმაღლეს მცენარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა პათოგენისადმი განსხვავებული გენები, ანალოგიურად მათ პათოგენებსაც გააჩნიათ სხვადასხვა ვირულენტობის გენები.ამან განაპირობა მასპინძელ-მცენარისა და მისი პარაზიტის უაღრესად რთულ ურთიერთობა, რაც საფუძვლად უდევს მცენარის მიმღებიანობის ან გამძლეობის გენეტიკურ მექანიზმს (Biffen,1912:421-429).

პარაზიტის და მასპინძელ მცენარის გენების რთული ურთიერთდამოკიდებუ-ლება ექსპერიმენტით დაამტკიცა ამერიკელმა ფიტოპათოლოგმა ფლორმა (Flor, 1955:680-685), რომელმაც მიღებული შედეგების საფუძველზე, ჩამოაყალიბა ჰიპოთეზა „გენი–გენისათვის". ამ ჰიპოთეზის თანახმად ყოველ გამძლე გენს შეესაბამება პარაზიტის ვირულენტობის გენი. ფლორმა დაადგინა, რომ ჯიშს, რომელსაც აქვს გამძლეობის ერთი გენი, მის პარაზიტსაც ამ გენის კომპლემენტალური ვირულენტობის ერთი გენი აქვს, რომელიც მცენარის გამძლეობის გენს თრგუნავს. ანალოგიურად მცენარის გამძლეობის ორი გენის დასაძლევად პარაზიტსაც ორი ვირულენტური გენი და უნდა ჰქონდეს ა.შ. (Flor, 1956:29-54).ამ აღმოჩენამ საფუძველი ჩაუყარა გამოკვლევებს,რომელიც სწავლობს

პარაზიტისა და პატრონ–მცენარის ურთიერთდამოკიდებულებას და რომლის საფუძველზეც შეიქმნა თეორია „გენი–გენისათვის“. ამ თეორიის მიხედვით პარაზიტსა და პატრონ მცენარეს შორის არსებული კომპლემენტალური გენების ურთიერთქმედებით ვლინდება მცენარის მიერ დაავადების მიმღებიანობა ან გამძლეობა. მცენარის გამძლეობას მაკონტროლებელ ყოველ გენს ვირულენტობის სპეციფიური გენი შეესაბამება ,რომელიც აკონტროლებს სოკოს ვირულენტობას. ფლორის თეორია გენეტიკური გამოსახვაა იმისა ,თუ როგორ არის გადაჯაჭვული პარაზიტისა და პატრონ მცენარის ევოლუციური განვითარება. მცენარესა და პარაზიტს შორის ხანგრძლივმა ევოლუციურმა დამოკიდებულებამ ჩამოაყალიბა სისტემა „გენი გენისათვის“,რომლის თანახმად მცენარის დაავადებისადმი გამძლე ფორმების შექმნას თან ახლავს პარაზიტის ცვალებადობა და ახალი ვირულენტური ფორმების წარმოიქმნა (Ведеревский,1968:181-185;Папкова,1979:123-143; Дементе-ва,1977:118-120; Person,1959:1101-1130; Leonard, 1969:347-358; Favret 1971:457-471).

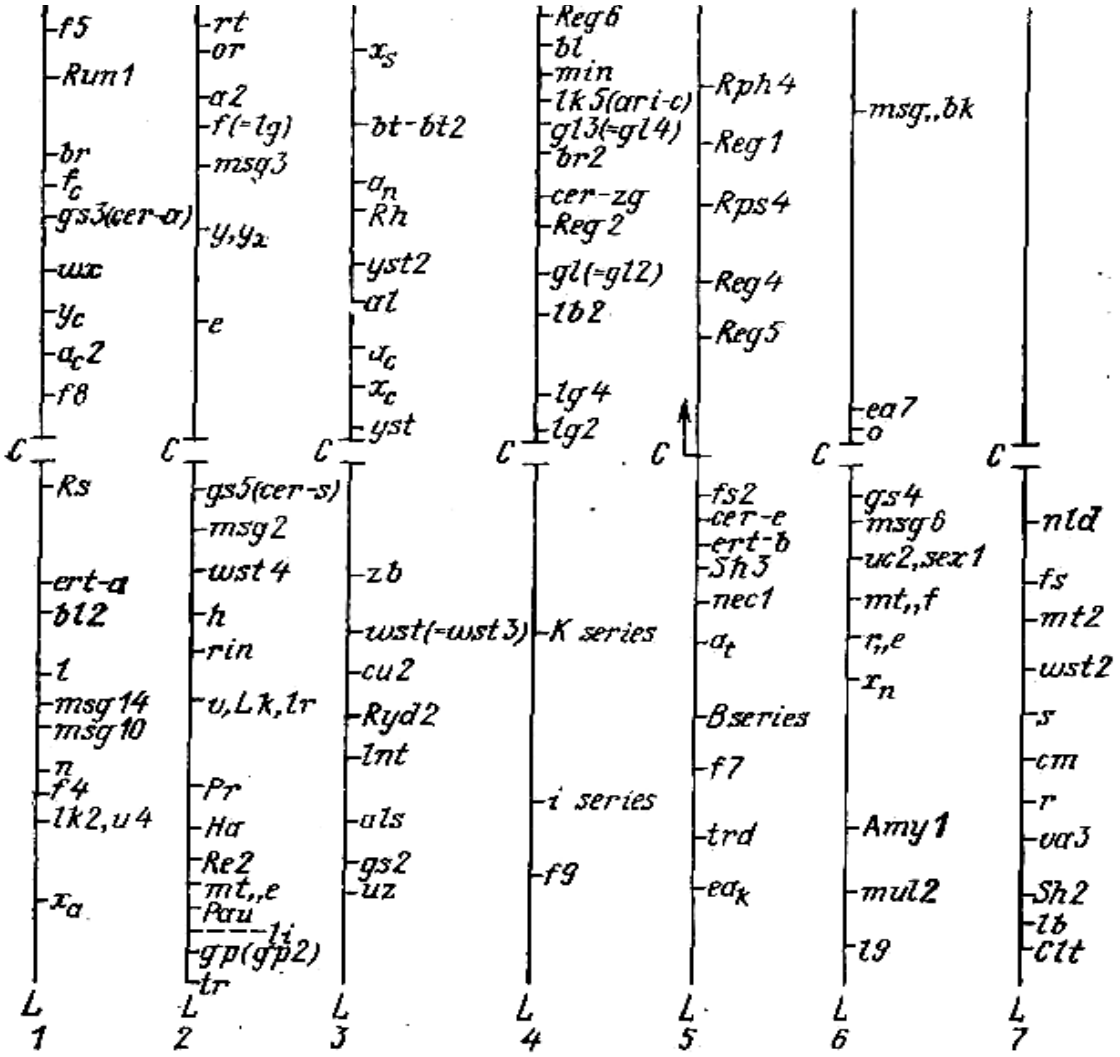
კვლევებმა დაადასტურა, რომ ჯიში მაშინაა გამძლე, როცა პატრონ მცენარის დაცვითი რეაქციის გენები და პარაზიტის ვირულენტობის გენები დომინანტებია. სხვა დანარჩენი ურთიერთობების დროს ჯიში მიმღებიანია.

ამ თეორიამ საფუძვლიანად შეცვალა პარაზიტი სოკოების რასობრივი შემადგენლობის კვლევის პრინციპი. რასების იდენტიფიკაცია ხდება მონოგენური ხაზების გამოყენებით და ჩაიწერება ვირულენტობის ფორმულის სახით.ეს ფორმულა ჩამოაყალიბა კანადელმა მკლევარმა გრინიმა (Green,191981:33-39). ამ აღმოჩენების შემდეგ (გასული საუკუნის 30-იანი წლები) მცენარეთა იმუნიტეტის სელექციაში მიზანმიმართული და ინტენსიური კვლევა დაიწყო. შედეგებმაც არ დააყოვნა - შეიქმნა დაავადებებისადმი გამძლე ჯიშები.

ქერის გამძლეობის გენეტიკა. ქერის 7 ქრომოსომისაგან შემდგარი დიპლოი-დური ანაწყობი 14-ია. გენების უმრავლესობა მოქმედებს შეჭიდულობის ჯგუფებით (Филиров... 2009:8-12; Лукианова...1990:342-357; Войлоков,1986:234-243). შედგენილია ქრომოსომული რუქები, გაკეთებულია გენომის მოლეკულური მარკირება.

1984 წელს აღიწერა იქნა ქერის გამძლეობის 700 გენი. უმეტესობა მიეკუთვნება 7 გადაჯაჭვიდან ერთ-ერთს. ამ გენების სრულყოფილი ჩამონათვალი მოგვცა სოგარდმა (Sogaard...1987:123-196).

ტსუჩიამ შეადგინა გენეტიკური რუკა, სადაც მოცემულია ქერის (H.Vilgare) გენების გადაჯაჭვის ჯგუფები (Филиров...2009:9-10). (იხ.სურათი 10).



სურათი 10. ქერის (H.Vilgare) გენების გადაჯაჭვის ჯგუფები:1-7 ჯგუფების ნომერი, L- ქრომოსომების გრძელი მხარი, C-ცენტრომერა

ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის გენეტიკა კარგად არის შესწავლილი მკლევარების მოზემანის, ნილანისა და ფავერტას მიერ (Moseman,1966:269-290; Nilan,1975:93-110; Favret,1967:11-13).

ქერის მიერ დაავადებისადმი გამძლეობა კონტროლდება პოლიგენებით (ჰორიზონტალური გამძლეობა) და ოლიგენებით (ვერტიკალური გამძლეობა). ვერტიკალური გამძლეობის გენები დომინანტურია. ნაცრის მიმართ გენეტიკური კონტროლი ძირითადად განისაზღვრება ბირთვული გენებით (Moseman,1966:269-

290; Wolfe,1972: 507-522) და ვერტიკალურ გამძლეობას განაპირობებს.გამძლეობის გენოტიპში ლოკალიზებულია რამდენიმე გენი. ნაცრის მიმართ გამძლეობის მემკვიდრეობა კონტროლირდება ერთი რეცესიული გენის მიერ (Biffen,1907:109-128), რომელსაც აქვს დომინანტური ხასიათი (Brukner,1975:253-259; Лукианова...1990 :349–351).

კარგადაა შესწავლილი ნაცრის მიმართ გამძლეობა. გამოვლენილია გამძლეობის 150-მდე გენი (სამადაშვილი… 2009:17-22; Лукьянова…1990:17-60), მათი სიმბოლოები აღინიშნება სამი ასოთი. ალელი (დომინანტური, კოდომინანტური ან არასრული დომინანტური) პირველი ასო აღინიშნება დიდი ასოთი. რეცესიული ალელების დროს სამივე ასო დახრილია. მსგავსი გამოვლინებით სხვადასხვა გენი აღინიშნება ციფრებით, ალელები კი ასოებით.

ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის გენები აღნიშნულია 150 სიმბოლოთი და დალაგებულია ხუთ სისტემად (Soogard,1987:123-196), უმეტესობა მე-5 და მე-4 ქრომოსომებშია. მეხუთეშია ლოკუსი Regl=Mla, Reg4= Ml-R. Reg5= Ml-p; Ml-nn; Ml- at. მე-4 ქრომოსომაშია-Reg2= Ml-g; Reg6= Ml-o. ამ ლოკუსებში (ქრომოსომების ნაწილებში) შედის რამდენიმე გენი. მაგ. ლოკუსში Ml-a, სხვადასხვა ავტორის მიხედვით შეიძლება იყოს 13-30 გენი, ლოკუსში Ml- R-ში ორი გენი (Gise..., 1980: 22-24.). ტრისომული მეთოდის გამოყენებით დადგენდა რომ, მე–4 ქრომოსომის გრძელ მხარზე მოთავსებულია ლოკუსი Ml-o (Jorgensen...1976:238-249), მოკლეზე კი ლოკუსი Ml-g. ლოკუს Ml-o ალელები შეიცავს პათოგენის უმეტესი რასის მიმართ მაღალ გამძლეობას, მონოგენური რეცესიული გამძლეობის მემკვიდრეობისას. ამ ლოკუსის ალელები განსხვავდება გამძლეობის ხაარისხის მიხედვით.

მეოცე საუკუნის ორმოციან წლებში გამოვლენილია ნაცრისადმი გამძლე გენი Ml-p შემდეგ ჯიშებში: პსეკნონი (Pceknon), ობენლესსი (Obenlecc), ერმინტო-ნი (Erminton); გამძლე გენი Ml -m ჯიშ მონტე-კრისტოში (Monte-Kristo)–ში;რეცესიული გამძლეობის გენები ჯიშ დუპლექს-მიდში(Duplex - Mid)(Briggs ... 1943:123-148) და გენი Ml-w ჯიშ ვესტ ჩაინაში(Vest Chaina) (Vallega …1947:256-276).

გამოკვლევებით აღმოჩენილია მრავალრიცხოვანი ალელები ლოკუს M1a -ში (Newton … 1947:73-93; Moseman , 1963:83-90; Brückner… 1968:350-355; Moseman … 1971:67-75; Jorgensen...1971:67-75).

ამერიკელი და ინგლისელი მეცნიერების ერთიანი კვლევებით ზოგიერთ ჯიშებში იდენტიფიცირებულია გენი M1-a6, რომელიც მიღებულია Hordeum spontaneum –ის საფუძველზე. ბოლო პერიოდში აღმოჩენილია ალელური გენები M1-a12 და M1-a13 ლოკუს M1a–ში (Giese ...1980: 22-24),რომლებიც დღეისათვის მრავალ ქვეყანაში ითვლება მაღალ ეფექტურ გენებად (Jorgensen, 1994:97-119). ქერის მე– 4 ქრომოსომაში ვიბერგმა აღმოაჩინა მე–3 გენი რომელიც უზრუნველყოფს გამძლეობას C-ჯგუფის რასის მიმართ და აღნიშნულია Ml(cp) სიმბოლოთი. გამოვლენილია მისი სუსტი გადაბმა ამ ლოკუსისა Ml-g–თან (Wiberg , 1974:89-148). გამძლეობის ml-o გენის მქონე ეთიოპიური ჯიშები გამძლენი არიან პათოგენის ყველა ცნობილი რასის მიმართ, მაგრამ ისინი ფოთლებზე ნეკროზული ლაქების გაჩენით ხასიათდებიან. ჰიბრიდულ კომბინაციებში აღმოჩენილია *H.distiehum var. lacvigatum*–ის ML(la) გენის გადაჯაჭვა ml-o ლოკუსთან. სელექციისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მუტანტებს, რომელთაც ნაწილობრივი გამძლეობით ხასიათდებიან,რაც არ არის დაკავშირებული პლეიოტროპულ ეფექტთან. ჰეინისა და რობელენის (Heun ...1984:281-288)მონაცემებით, ნაწილობრივი გამძლეობა ml-o ალელს დომინანტურად გადაეცემა და პათოგენის მიმართ მიმართ მაღალ გამძლეობას უზრუნველყოფს.

მასზე ლოკალიზებული გამძლეობის გენების რაოდენობის მიხედვით მე–5 ქრომოსომას უჭირავს განსაკუთრებული მდგომარეობა. 16 ცნობილი გენიდან 11 მოთავსებულია ქრომოსომის ძალიან მცირე მონაკვეთზე 45 ერთეულზე კროსინგოვერისა და იზოფენურ სეგმენტად იწოდება (Favret , 1960:521-536).

ზოგიერთი მკლევარის მონაცემებით Ml მონაკვეთი ჩამოყალიბდა როგორც გენებით მდიდარი ნაწილი დაყოფილი ორი კომპლექსური ტრანსპოზონით და გენებით ღარიბი 45 ნაჭრით. Ml მონაკვეთის ამ უბანმა თითქმის 7 მილიონი წელის განმავლობაში სხვადასხვა დუპლიკაცია, ინვერსია და ტრანსპოზონების ჩასმა გაიარა (Wei… 2002:1903-1917). ლიტერატურული წყაროებით ცნობილია, რომ M1a სერიის გენთა უმრავლესობამ დაკარგა პირველადი ღირებულება, რომ ჯიში კარატი (Karat), რომელიც ატარებს M1-aH გენს, დარაიონებულ ტერიტორიაზე სამი წლის შემდეგ დაავადდა ნაცრით (ახალი რასა C–29). ამან ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის წყაროების გამოსავლენად ინტენსიური კვლევები განაპირობა. დღეისათვის გამძლეობის სელექცია მიმართულია იმისკენ რომ,მცენარის გენეტიკური

მრავალფეროვნებასა და გარემო ფაქტორებზე დამოკიდებულებით შექმნას პარაზიტის პოპულაციის მიმართ გამძლე ჯიშები. იაპონელი მკლევარების გამოკვლევებით, ნაცარს ერთ ჰექტარზე, ჩვეულებრივ პირობებში,ერთი დღე ღამის განმავლობაში ერთ ლოკუსში შეუძლია 10 000 მუტაცია განიცადოს. ეს,თავის მხრივ, ამტკიცებს პათოსისტემის მაღალ პოტენციალს, ამიტომაც დაავადებების მიმართ გამძლეობის სელექციას უწყვეტი ხასიათი აქვს. ეს მოწმობს მსოფლიო კოლექციის დიდ მნიშვნელობაზე, რაც ამ მიმართულებაში ბიოლოგიურ ფუნდამეტს წარმოადგენს. გამძლეობის წყაროების ძიებაში მკლევარებმა დაამუშავეს მსოფლიო კოლექციის ათასობით ნიმუში. ჩვეულებრივ გამძლეობის დონორების სწრაფი მოძებნისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მონაცემებს სხვადასხვა ქვეყანაში შესწავლილი ნიმუშების შესახებ. ეს მონაცემები საშუალებას გვაძლევს, გამძლე ფორმები წინასწარ შევარჩიოთ(Czembor...2000:277-288; 2001:21-41; Slater...2003:33-42; Кривченко1977:140-144; Кузнецова 2006:151-172; Хохлова...2001:66; Zeybek, 2002:125-130) .

დღეისათვის მსოფლიოს 39 ქვეყნის ქერის გენეტიკური რესურსებიდან შესწავლილია 12 194 ჯიში და ხაზი საშემოდგომო, 8508 კი საგაზაფხულო ქერისა. შესწავლილი ნაკრების 84,7 % წარმოადგენს ICARDA–ას სელექციურ მასალას. საკოლექციო მასალა ფართოდ არის წარმოდგენილი დასავლეთ ევროპის ეკოლოგიური ჯგუფიდან: გერმანია, ჩეხოსლოვაკია, საფრანგეთი, ბულგარეთი, ინგლისი, პოლონეთი, დანია. ჩრდილო ამერიკული ქვეყნებიდან: ა.შ.შ და კანადა.

ნაცრის მიმართ მაღალი გამძლეობით გამოირჩევიან სელექციური ნიმუშები: გერმანიის, კანადის, ჩეხეთის, სირიისა და ეთიოპიის (ადგილობრივი ჯიშები) ქვეყნებიდან.

ბოლო წლებში შექმნილი მსოფლიო კოლექციის ქერის საშემოდგომო ჯიშებიდან ნაცრის მიმართ მაღალი გამძლეობითა და პროდუქტიულობით გამოირჩევა ჯიშები: ვავილონი, მეტეორი (რუსეთი), სონატა (გერმანია), ებოდანტი, ნიბელია,სუმო,ფლამენგო(საფრანგეთი),ბიზორ(კანადა), BA 84-44 (ა.შ.შ).

საშემოდგომო ქერის ჯიშები, საგაზაფხულოსაგან განსხვავებით, უფრო მეტად ავადდებიან ნაცრით, განსაკუთრებით დაბუჩქვის ფაზაში. ეს დაკავშირებულია კულტურის ფიზიოლოგიურ თავისებურებებთან და აგროტექნიკის დარღვევებთან.

ფავერტა (Favert 1976:23-31) აღნიშნავდა, რომ ცალკე გამძლეობის სელექცია კი არ არის, არამედ არის სელექცია უკეთესი ჯიშებისათვის. გამძლეობის სელექცია გამართლებულია მაშინ, როდესაც დაავადების მიმართ გამძლეობის გაზრდას, მოსავლიანობის ზრდაც მოსდევს. დაავადების მიმართ გამძლეობის სელექციის გარეშე შეუძლებელია კომერციულად რენტაბელური ჯიშების შექმნა.

ჯიშის პარაზიტებისადმი გამძლეობაში უმთავრესად გულისხმობენ მცენარის უნარს მეტ - ნაკლებად დათრგუნოს მასზე მოხვედრილი პარაზიტის განვითარება. ამ შემთხვევაში ჯიშის გამძლეობის უნარი შეიძლება მერყეობდეს პარაზიტის აგრესიულობის მთლიან ან ნაწილობრივ ინგიბირებაში. იგი გამოიხატება მცენარის უნარში, შეანელოს ან გაახანგრძლივოს პარაზიტის განვითარების ციკლი, ანდა შეამციროს პათოგენის პოპულაციის რაოდენობა და ამით შეამსუბუქოს პათოლოგიური დატვირთვა, თავიდან აიცილოს მოსალოდნელი ეპიფიტოტია ანდა ეპიზოოტია.ეს მცენარის ქცევის ისეთივე მექანიზმია, როგორც ზემგრძნობიარობა, როცა მასპინძელი მცენარე მასზე დასახლებულ პარაზიტის ირგვლივ კლავს საკუთარ უჯრედებს და ამით ფოთლის ფირფიტის ქსოვილებში მის გავრცელებას ზღუდავს. ობლიგატი პარაზიტებისათვის მკვდარი უჯრედები გადაულახავ ზღუდეს წარმოადგენენ (Персон...1974:3-18).

პრაქტიკული გამოყენებისათვის პერსპექტიულია ამტანიანი ჯიშები. ასეთი კი ის ჯიშია რომლზეც პარაზიტი ან მწერი ნორმალურად ვითარდება, მაგრამ დაავადებების სიძლიერის კვალობაზე მოსავლიანობას არ ამცირებს. ის ტოლერანტულია ამ ფაქტის მიმართ. არის ჯიშების ისეთი კატეგორიაც, რომლებიც “გაურბიან” პარაზიტს. საამისოდ მასპინძელი მცენარე სხვადასხვა ფაქტორს იყენებს- კერძოდ მისი განვითარების კრიტიკული ფაზები, პათოგენის განვითარების აქტიურ პერიოდს არ ემთხვევა ანუ მასპინძელი მცენარე მანამდე ამთავრებს განვითარებას და მწიფობას,ვიდრე პათოგენი განვითარების პიკს მიაღწევდეს. აქედან გამომდინარე, სელექციონერმა წინასწარ უნდა შეისწავლოს იმ მცენარეების გამძლეობის უნარი, რომელთა ჩართვა გათვალისწინებულია შეჯვარების ციკლში. ასეთი შესწავლა უნდა მოხდეს უშუალოდ ბუნებრივ პირობებში,ფიტოპათოლოგთან ერთობლივი მუშაობით, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს გამძლეობის მემკვიდრე - ობის დონეს.

ქერის ნაცრის მიმართ გამძლეობის წყაროებს წარმოადგენს ინდუცირებული მუტანტები.მათი ალელები შეიძლება იყოს დომონანტური, ნახევრადდომონანტური ან რეცესიული (Favret, 1960:521-536; Гавац ... 1977:18-20) ხასიათის, მაშინ როცა ბუნებაში გავრცელებული რეზისტენტული ალელები ხშირად დომონანტურია.

ბოლო 20 წლის მანძილზე, სელექციური თვალსაზრისით ნაცრის მიმართ, საუკეთესო გამძლეობის წყაროს ნაცრის მიმართ წარმოადგენს ml-o გენი (Jorgensen, 1992:141-152; Schwarzbagh,1998:3-10; Hovmoller…2000:729-743). სამეცნიერო წყაროებში არის მონაცემები, რომ ml-o გენებით განსაღვრულ გამძლეობის მექანიზმს აქვს ქიმიური ბუნება. სოკოსთან კონტაქტისას ml-o გენის შემცველი მცენარის უჯრედთან წარმოიქმნება ნივთიერებები, რომელებიც პაპილების წარმოქმნის სტიმულაციას და აპრესორიუმების წარმოქმნის ინჰიბირებას იწვევს. ბევრი მკლევარის აზრით ml-o (ml-o1, ml-o2.....) გენების მონოგენურ -რეცესიული და რასასპეციფიკური მოქმედება არ შეესაბამება სისტემას გენი-გენზე (Abdel-Hafez 1980:755-768; Stolzenbury... 1984:347-361). ამიტომაც გამძლეობის ml-o გენების მქონე, მნიშვნელოვანი მუტანტები შეიძლება გამოყენებული იქნას ნაცრის გამომწვევის მიმართ სელექციაში, როგორც გამძლეობის საუკეთესო წყარო ხანგძლივი დროის განმავლობაში .

თავი II. საქართველოს აგროკლიმატური დახასიათება

საქართველო მდებარეობს ჩრდილო განედის 41°07-სა' და 43°35' და აღმოსავლეთ გრძედის 40°04' – სა და 46°44'-ს შორის. მისი ფართობი 69,7 ათას კვ.კმ-ია. აქედან სასოფლო სამეურნეო სავარგული 3,026 ათასი ჰექტარია, სახნავი 802,1 ათასი ჰექტარი (კონფლიქტის ზონების გარეშეა 744 ათასი ჰექტარი სახნავი მიწა).

საქართველოს ტერიტორია ჰავის დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. შედარებით მცირე ფართობის მიუხედავად, წარმოდგენილია დედამიწის ზედაპირზე არსებული ჰავის თითქმის ყველა ტიპი. ასეთი მრავალფეროვნება სუბტროპიკულ და ზომიერ კლიმატურ სარტყლების მიჯნაზე ქვეყნის მდებარეობით, რელიეფის თავისებურებითა და შავი ზღვის სიახლოვით არის განპირობებული.

მის ბუნებრივ მრავალფეროვნებას საქართველოს ვერტიკალურ-ზონალური განლაგება განაპირობებს (Природные…1965:220-222), ამიტომ სასოფლო–სამეურნეო წარმოების გაადგილებისა და სპეციალიზაციის საკითხების დამუშავებისას ცალკეული ზონის რეგიონებისა და მუნიციპალიტეტების ბუნებრივ–სამეურნეო თავისებურებათა ყოველმხრივ გათვალისწინებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. ამ თვალსაზრისით საქართველოს ტერიტორია დაყოფილია სოფლის მეურნეობის საწარმოო სპეციალიზაციის 11 ზონად და 7 ქვეზონად. ჯიშების გამოცდა–დარაიონებისათვის კი, კლიმატურ–ნიადაგობრივი პირობების მიხედვით, 22 ზონად.

აქ წარმოდგენილია სუბტროპიკული, ზომიერი, ნახევრად სუბტროპიკული, ნახევარ უდაბნო, დაბლობი, მთისწინა, მთიანი, ალპური და სუბალპური ზონები, სასოფლო სამეურნეო კულტურები მოჰყავთ 2-დან 2200–მეტრამდე სიმაღლეზე ზღვის დონიდან.

მარცვლეულის მწარმოებელი ძირითადი რაიონებია: ახალციხე, ახალქალაქი, გორი, მცხეთა, სიღნაღი, საგარეჯო, თეთრიწყარო, ლაგოდეხი, დედოფლის-წყარო, ხაშური, თერჯოლა. ეს რაიონები მდებარეობს ზღვის დონიდან 500-1200 მ. სიმაღლეზე.

ჰავა–საქართველოს ჰავის ნაირგვარობას ერთის მხრივ, განსაზღვრავს, მისი მდებარეობა სუბტროპიკული ზონის ჩრდილოეთ საზღვარზე შავსა და კასპიის

ზღვებს შორის, მეორეს მხრივ, რელიეფის განსაკუთრებული სირთულე. ჰავის ჩამოყალიბებაში დიდ როლს თამაშობენ სხვადასხვა მიმართულებისა და სიმაღლის ქედები. ადგილობრივ ჰავას ქმნიან შავი ზღვა და კავკასიონი. კავკასიონის მთაგრეხილი საქართველოს ჩრდილოეთიდან ცივი ჰაერის მასების უშუალო შემოჭრისაგან იცავს, ხოლო შავი ზღვა აზომიერებს ტემპერატურის მერყეობას და ხელს უწყობს ნალექების დიდი რაოდენობით მოსვლას, განსაკუთრებით დასავლეთ საქართველოში.

შედარებით დაბალ განედზე მდებარეობისა და ზომიერი ღრუბლიანობის გამო, საქართველო მზისგან მნიშვნელოვან სითბოს იღებს. მზის ნათების ხანგრძლივობა 1350-2520 საათია. მნიშვნელოვანია აგრთვე მზისგან მიღებული ჯამური რადიაცია - 115-153 კკალ/სმ^2 წელიწადში. საკმაოდ ცვალებადობს რადიაციული ბალანსი, რომლის მაქსიმუმი (52-53 კკალ/სმ^2) ნოტიო სუბტროპიკულ ბარშია, მინიმალური (25 კკალ/სმ^2) - კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში.

საქართველოს ჰავის ფორმირებაში მონაწილეობას იღებს როგორც ზომიერი, ისე სუბტროპიკულ სარტყელში განვითარებული ატმოსფერული პროცესები. ამ ზონებში, ძირითადად, ადგილი აქვს ზონალურ ცირკულაციას. ზოგჯერ მას არღვევს მერიდიანული ცირკულაცია, რომლის დროსაც ჩრდილო განედებიდან ცივი, ხოლო სამხრეთიდან-თბილი ჰაერის მასები შემოიჭრება. ასეთ შემთხვევებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება კავკასიონს და საქართველოს სამხრეთ მთიანეთს. ჰაერის მასები საქართველოში უმთავრესად დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან იჭრება. ხშირად ამინდის ცვლილებას სამხრეთიდან შემოსული თბილი ჰაერის მასებიც იწვევს. ჰავის ჩამოყალიბებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ზომიერი განედების, არქტიკული და ტროპიკული როგორც ზღვის, ისე კონტინენტური ჰაერის მასებს.

საქართველოში ჰავა დიდი კონტრასტებით გამოირჩევა. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა ყველაზე მაღალია სოხუმში (ნავსადგური, 15^{0}C), ხოლო დაბალი - კავკასიონის თხემზე (5000 მ) – 12^{0}C. ყველაზე თბილი ზამთარი კოლხეთშია, (იანვრის საშუალო ტემპერატურა 5-7^{0}C), ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი 0,2-0,9^{0}C. ზამთარში ხშირია ინვერსიები. ზღვისპირა ადგილებში იგი ზაფხულშიც შეინიშნება.

საქართველოს დიდი ნაწილი ატმოსფერული ნალექების სიუხვით გამოირჩევა. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 400-4500 მმ-ის ფარგლებში იცვლება. ყველაზე უხვი ნალექი ჩაქვის ქედის ზღვისკენ მიქცეულ კალთაზე - მტირალას მთის მიდამოებში (წელიწადში საშუალოდ 4500 მმ, ცალკეულ წლებში 5000 მმ-ზე მეტი) მოდის.

საქართველო გამოირჩევა დღე-ღამეში მოსული ნალექების სიუხვითაც (ჯურუყვეთი, 352 მმ). ნალექები მთებში სიმაღლის მიხედვით ყველგან არ მატულობს, ზოგან მცირდება კიდეც (სვანეთი, ჯავახეთის პლატო და სხვ.). მაქსიმალური ნალექების მოსვლის ზონები, დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 300-500-დან 3500-მდე, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში 1200-იდან 3500 მ-მდე იცვლება.

ოროგრაფიული პირობებისა და გაბატონებული ატმოსფერული ცირკულაციუ-რი პროცესების სირთულის გამო, ნალექების შიგაწლიური განაწილება თავისებურია: დასავლეთ საქართველოში ნალექების მაქსიმუმი ზამთარში ან შემოდგომაზეა, მინიმალური-გაზაფხულზე ან ზაფხულში. აღმოსავლეთ საქართველოში მაქსიმუმი გაზაფხულზე ან ზაფხულის დასაწყისშია, მინიმალური - ზამთარში (ქსე.1981:16).

საქართველოს ნიადაგები . ბუნებრი პირობების მრავალფეროვნების გამო საქართველოში თითქმის ყველა ტიპის ნიადაგს ვხვდებით. გამოიყოფა 3 ნიადაგური ოლქი: დასავლეთის, აღმოსავლეთის და სამხეეთის. თითოეულ მათგანში ნიადაგთ-წარმომქმნელი პირობებისა და პროცესების მიხედვით გამოიყოფა ზონები და ქვეზონები, ხოლო ამ უკანასკნელთა ფარგლებში-რაიონები და ქვერაიონები. საქართველოში 48 ნიადაგური რაიონი და 169 ქვერაიონია გამოყოფილი .

დასავლეთ საქართველოს ნიადაგების ოლქი - მდებარეობს შავი ზღვის სანაპიროდან ლიხის ქედამდე. ოლქში გამოიყოფა დაბლობის ჭაობიანი და ეწერი, გორაკ-ბორცვიანი მთისწინეთის წითელმიწა და ყვითელმიწა, მთა-ტყის და მთა-მდელოს ნიადაგების ზონები.კოლხეთის დაბლობის სხვადასხვა სიმაღლეზე მდებარეობის გამო მის დასავლეთ დადაბლებულ ნაწილში გამოიყოფა ჭაობიანი, ხოლო აღმოსავლეთ შემაღლებულ ნაწილში ეწერი ნიადაგები. დაბლობის ჭაობიან ნიადაგებს შორის მეტი ფართობი ჭაობის ტორფიან და ჭაობის ლამიან ნადაგებს

უჭირავს.დაბლობის შემაღლებული ნაწილებისაკენ (გარდამავალ ზოლში) ეწერლებიანი ნიადაგებია, რომლებიც დაჭაობებულია შუა და ქვედა ფენებში, ხოლო ზედა ფენებში გაეწრების მკაფიო ნიშნები აქვს.

წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგებს უკავიათ დასავლეთ საქართველოს გორაკ-ბორცვიანი ზონა. ამ ზონაში ნიადაგის მთავარი ტიპი წითელმიწებია. მათი ძირითადი თვისებები დაკავშირებუილია ქანების ძლიერ გამოფიტვასთან. შედარებით ნაკლებად დაქანებულ ფერდობებსა და გორაკების ფართო თხემებზე გვხვდება გაეწრებული წითელმიწები.

აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგების ოლქი - მოიცავს ვაკეებს, მთისწინეთსა და მთებს. ლიხის ქედიდან აღმოსავლეთით ველის ზონა წაბლა და შავმიწა ნიადაგებს უკავია. მურა ნიადაგები გავრცელებულია ელდარის ნახევარუდაბნოში და ზოგან ივრის ზეგნის სამხრეთ ნაწილში. წაბლა ნიადაგები გავრცელებულია გარდაბნის, მარნეულის, სამგორის ველებზე და ივრის ზეგნის სამხრეთ ნაწილში. შავმიწა ნიადაგებს უკავია ივრის ზეგნის უმეტესი შემაღლებული ნაწილი. შავმიწებისათვის დამახასიათებელია სქელი ჰუმუსიანი ფენა, ჰუმუსის დიდი შემცველობა.

აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკეებისა და მთისწინეთის გარდამავალი ტყე-ველისა და ტყის ნიადაგების ზონა მოიცავს ქართლისა და ალაზნის ვაკეებს და ივრის ზეგანს. აქ გავრცელებულია მდელო-ყავისფერი, შავმიწისებრი, მდელოს ალუვიური, ალუვიურ-დაჭაობებული, მდელოს ჭაობიანი, ყავისფერი და სხვა ნიადაგები.

სამხრეთ საქართველოს ნიადაგების ოლქი - მოიცავს სამხრეთ საქართველოს ზეგნებს, ქედებსა და სხვ. ამ ოლქში, ძირითადად, გავრცელებულია მთის შავმიწები, რომლებიც 1500-2200 მეტრ სიმაღლეზე მდებარეობს და მდელოს შავმიწისებრი ნიადაგები, რომელთაც დიდი ფართობი უკავია ჯავახეთის, წალკის, გომარეთისა და დმანისის ზეგნებსა და ვაკეებზე (ქსე, 1981:16-18; საბაშვილი, 1970: 307-339; Природные...1965:6-59).

ქობულეთის 2009–2011 წლის მეტეოროლოგიური მონაცემები . კვლევები, ტარდებოდა ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების. ინსტიტუტის ტერიტორიაზე არსებულ საცდელ ნაკვეთზე.რომელიც შავი ზღვიდან დაცილე –

ბულია 3 კმ–ით. ტერიტორიის ჩრდილოეთით მიედინება მდინარე აჭყვა. აქ გვხვდება საშუალო–თიხნარი შემადგენლობის მდელო ჭაობიანი ნიადაგი.

ქობულეთის მეტეოსადგურის მონაცემებით ჰაერის საშუალო დეკადური ტემპერატურა წლების განმავლობაში მერყეობდა 5-26^{0}C–ის ფარგლებში. ყველაზე ცივ თვედ ითვლება იანვარი, თბილად –ივლისი, საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურა ზაფხულში შეადგენს 25-26^{0}C.

ნიადაგის ზედაპირზე საშუალო დეკადური ტემპერატურა მერყეობდა 4^{0}C-27^{0}C ფარგლებში. ჰაერის აქტიური დათბობა ყოველწლიურად იწყება აპრილის მეორე დეკადიდან, ნიადაგის ზედაპირზე მარტის მესამე დეკადიდან, სახნავი ფენის აპრილის პირველი დეკადიდან იწყება და ყოველწლიურად გრძელდება ოქტომბრის ბოლოსა და ნოემბრის დასაწყისამდე.

სავეგეტაციო პერიოდი გრძელდება 7 თვეს. ჰაერის საშუალო მინიმუმი ზამთრის პერიოდში მერყეობდა 0-2^{0}C-ის ფარგლებში, ნიადაგის ზედაპირზე +1^{0}C-დან -1^{0}C-მდე. საშუალო მრავალწლიური აბსოლუტური მინიმუმი ≈ 5^{0}C.

წელიწადში მოსული ნალექი შეადგენს 2550 მმ-ს, ზამთრის პერიოდში თოვლის საფრის მაქსიმალური ხანგძლივობა- 16 დღეს აღწევს. წელიწადში ნალექიანია 162 დღე. ყველაზე წვიმიან თვეებად ითვლება სექტემბერი და ოქტომბერი, მცირე ნალექიანობით გამოირჩევა მაისი.

შეფარდებითი ტენიანობა 80%-ს აღემატებოდა ზაფხულის ბოლოს, შემოდგომის დასაწყისში კი შეადგენდა 85-87%-ს. ყველაზე დიდი მზის ნათების ხანგრძლივობა, როგორც სუფთა და მცირეღრუბლიანი ამინდისა მაქსიმალური ნათების ხანგრძლივობის ხარჯზე დაფიქსირდა ივნისში (აფციაური, 2009:101-108).

2009 წლის მეტეოროლოგიური მონაცემებით ჰაერის წლიური ტემპერატურა იყო ნორმაზე უმნიშვნელოდ მაღალი და შეადგენდა 14^{0}C (0.6^{0}C–ით მეტი). წლიური ჰაერის ტენიანობა იყო ნორმასთან ახლოს 80% (ნორმა 84%),ხოლო მოსული ნალექების რაოდენობა უმნიშვნელოდ მეტი 2557მმ (ნორმა 2550 მმ). (იხ.ცხრილი 2).

ცხრილი 2.

ქობულეთის მეტეოსადგურის მონაცემები

(2009 წ. მარტ–ივლისი)

თვეები	ჰაერის ტემპერატურა (%)	ჰაერის ტენიანობა (%)	ნალექების რაოდენობა (მმ)
მარტი	8	75	221
აპრილი	10	77	126
მაისი	16	78	109
ივნისი	21	79	80
ივლისი	22	81	350
წლიური	14	80	2557
ნორმა	13.4	84	2550

2010 წლის მეტეოროლოგიური მონაცემებით ჰაერის წლიური ტემპერა-ტურა იყო ნორმაზე უმნიშვნელოდ მაღალი და შეადგენდა 16^{0}C (ნორმა 13,4^{0}C). ჰაერის წლიური ტენიანობა ნორმას უახლოვდებოდა 81% (ნორმა 84%), ნალექების რაოდენობაც ნორმასთან ახლოს 2481 მმ. (ნორმა 2550 მმ). (იხ.ცხრილი 3.)

ცხრილი 3.

2010 წლის (მარტ–ივლისის) მეტეოროლოგიური მონაცემები

თვეები	ჰაერის ტემპერატურა (^{0}C)	ჰაერის ტენიანობა (%)	ნალექების რაოდენობა (მმ)
მარტი	8	77	204
აპრილი	9	79	128
მაისი	20	84	61
ივნისი	24	88	182
ივლისი	26	87	303
წლიური	16	81	2481
ნორმა	13,4	84	2550

ასევე იყო 2011 წელს ჰაერის წლიური ტენიანობა (78%) უახლოვდებოდა ნორმას (ნორმა 84%). ნალექების რაოდენობაც ნორმასთან ახლოს იყო 2201 მმ (ნორმა 2550 მმ), ჰაერის წლიური ტემპერატურა კი ნორმას ოდნავ აღემატებოდა 14^{0}C, (ნორმა 13,4^{0}C). იხ. ცხრილი 4.

ცხრილი 4.

2011 წლის (მარტ–ივლისის) მეტეოროლოგიური მონაცემები

თვეები	ჰაერის ტემპერატურა (^{0}C)	ჰაერის ტენიანობა (%)	ნალექების რაოდენობა (მმ)
მარტი	8	78	183
აპრილი	11	81	203
მაისი	16	81	113
ივნისი	21	82	121
ივლისი	24	84	92
წლიური	14	78	2201
ნორმა	13,4	84	2550

2009–2011 წლების (მარტ–ივლისის) მეტეოროლოგიური მონაცემებით მინდორად საცდელ მცენარეებზე ნაცრის განვითარებისა და გავრცელებისათვის კარგი პირობები იყო.

თავი I I I. კვლევის ობიექტები, მასალები და მეთოდები

კვლევა მიმდინარეობდა ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის ბაზაზე, გამძლეობის გენეტიკისა და მოლეკულური ბიოლოგიის ლაბორატორიებსა და სათბურში,ასევე საველე (მინდვრის) პირობებში.

3. 1. კვლევის ობიექტები და მასალები

კვლევის ობიექტები. კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ქერის ნაცრის გამომწვევი სოკოს Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei Marchal ქართული პოპულაცია (7 გეოგრაფიული ზონის, 9 რაიონის პოპულაციიდან გამოყოფილი 1150 მონოიზოლატი), ქერის ნაცრისადმი გამძლე გენების შემცველი ჯიშ–დიფერენციატორების ევროპული ნაკრები, ქერის ქართული ჯიშები და ჰიბრიდები, ასევე უცხოური ჯიშ–ნიმუშები,რომელთა იმუნოლოგიური შეფასება ხდებოდა სათბურსა და მინდვრის პირობებში.

კვლევის მასალები. კვლევის პროცესში ვიყენებდით სხვადასხვა ზომის პლასტმასის ქოთნებს, მდინარის სილას, პინცეტს, კუვეიტს, პეტრის ჯამს, საიზოლაციო მინის ყუთებს, ლამპის შუშას, ლაბორატორიულ აპარატურას (ცენტრიფუგა, სასწორი,ვორტექსი, სპექტროფოტომეტრი, PH მეტრი, ამფლიფიკატორი, ელექტოფორეზის აბაზანა, ტრანსილუმინატორი, ფოტოგადამღები მოწყობილობა), ქიმიურ ჭურჭელს (კოლბა, სინჯარა, მინის წკირი, ფაიფურის როდინი), ქიმიურ ნივთიერებებს (ეთიდიუმ ბრომიდი, სხვადასხვა ბუფერი, მარილები, ნუკლეინის მჟავეები, პოლიმერაზა) და სხვა.

3.2. კვლევის მეთოდები

მარშრუტული გამოკვლევებით ნაცრის გამომწვევის Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei Marchal გავრცელების არეალის დადგენა. მარშრუტული გამოკვლევები ტარდებოდა დაავადების განვითარების კრიტიკულ პერიოდებში, მცენარის

განვითარების (ონტოგენეზის) ფაზების გათვალისწინებით. ეს ფაზებია: დაბუჩქება, ღეროში გამოსვლა, ყვავილობა, ზრდისა და ცვილისებრი სიმწიფე.

თავდაპირველად ვიკვლევდით მიკროკლიმატურ პირობებში არსებულ ნათეს ფართობებს, სადაც დაავადებათა ინტენსიური განვითარების ხელსაყრელი პირობები იყო. ასეთი ადგილებია დაბლობი რელიეფის მქონე ქარსაცავ ზოლებთან ახლოს მდებარე ადგილები. განსაკუთრებით ყურადღებას ვცაქცევდით გაზრდილი რისკის მინდვრების შესწავლას (მიმღებიანი ჯიშების ნათესი, აზოტის მაღალი ნორმით გამდიდრებული და სხ.).

კვლევა მოიცავდა ნათესი ფართობის 10-15%-ს. ვათვალიერდით მინდვრის კიდურა, შუალედურ და ცენტრალურ ნაწილებს. თითოულში აღრიცხვას ვაკეთებდით 5 წერტილში. ვიყენებდით გამარტივებულ მეთოდსაც, კერძოდ, ყველა წერტილში ვათვალიერებდით მცენარეთა ჯგუფს (10 მცენარე) და თითეულ ჯგუფში ვადდგნდით დაავადების საშუალო ინტენსიობას.

ეს მეთოდი საერთაშორისო პრაქტიკაში ფართოდ არის დანერგილი. მისი გამოყენება მიზანშეწონილია გამოკვლევის ბოლო- მე-3, მე-4 ეტაპებზე და იმ შემთხვევაში, როცა დაავადების ზომიერი და ძლიერი განვითარება ფიქსირდება. ნაცრის ინტენსიობის მაჩვენებელი ისაზღვრებოდა მცენარის დაავადებულ ნაწილზე (ფოთოლზე, ხალითაზე, ღეროზე) ბალიშების განლაგების სიხშირით.

მინდორში დაავადების გავრცელების დასადგენად ვსარგებლობდით ფორმულით P= n ×100/ N, რომლის მიხედვითაც დაავადების გავრცელება წარმოადგენს დაავადებულ მცენარეთა რაოდენობის შეფარდებას, გამოკვლეულ მცენარეთა საერთო რიცხვთან, გამოხატულს პროცენტებში. სადაც

P- დაავადების გავრცელება მინდორში(%);

N- გამოკვლეულ მცენარეთა საერთო რაოდენობა;

n- დაავადებულ მცენარეთა რიცხვი.

დათვალიერებულ წერტილში დაავადების განვითარების საშუალო ინტენსიობა გამოთვლებოდა ფორმულით Rt=∑Ap /Np, სადაც

R_T- არის დაავადების საშუალო ინტენსიობა გამოკვლეულ წერტილში (%, ბალი);

∑Ap- გამოკვლეულ წერტილში მცენარეებზე დაავადების განვითარების პროცენტების (ბალების) არითმეტიკული ჯამი (%, ბალი);

Np- გამოხატავს მცენარეთა რაოდენობას გამოკვლეულ წერტილში.

დათვალიერებულ მინდორზე დაავადების განვითარების საშუალო ინტენსიობის გამოთვლას ვახდენთ ფორმულით $R_n = \sum Rt / NT$, სადაც

R_n – არის დაავადების საშუალო ინტენსიობა მინდორში (%-ით,ან ბალებში);

∑Rt- დაავადების განვითარების საშუალო პროცენტების (ბალების) ჯამი, გამოკვლეულ წერტილებში- გამოხატული %-ით;

NT- გამოკვლეული წერტილების რაოდენობა (Санин, 2002:15-29; Yahyaoui, 2003:75-80).

ნიმუშების შეგროვება. ქერის ნათესი ფართობების დათვალიერებისას გროვდებოდა დაავადების გამომწვევის ნიმუშების.

ინფიცირებულ მასალას ვიღებდით დარაიონირებული ან პერსპექტიული ჯიშებიდან (ინოკულუმის აღებას ვახდენდით სუსტად მიმღებიანი ან პრაქტიკულად გამძლე ჯიშებიდან).

სოკოს გამოყოფა. ვინაიდან სოკოს კონიდიები სწრფად კარგავენ სიცოცხლისუნარიანობას (მაცივარში 5^{0}C შენახვის დროსაც), ამიტომ ნიმუშის აღებიდან 1–3 დღის განმავლობაში ვახდენდით სოკოს გამოყოფას. ამ მიზნით სველი ფილტრის ქაღალდით ამოფენილ პეტრის ჯამში რამდენიმე საათით ვათავსებდით დაავადებულ ნიმუშებს. შემდეგ ლანცეტის საშუალებით ვიღებდით დაავადების გამომწვევის სპორებს და გადაგვქონდა ქერის ნაცრისადმი მიმღებიანი ჯიშის აღმონაცენზე,ორი ფოთლის ფაზაში. ინოკულუმს ვამრავლებდით მიმღებიან ჯიშზე, რომელიც იზრდებოდა ქოთნებში (5-7 მცენარე) (Чумаков...1974:93–94).

კლონების გამოყოფა. კლონების ანუ მონოიზოლატების მიღება-გამრავლებას ვახდენდით საერთაშორისო მეთოდიკის გამოყენებით. მცენარის აღმონაცენის ფოთლებს იზოლაციის პირობებში დაავადებული მცენარიდან ვაფერთხავდით სპორებს. დაავადების გამოვლენის შემდეგ ერთ დაავადებულ ფოთოლს (ერთი ბალიშით) მინის მილით ვუკეთებდით იზოლაციას. მონო იზოლატის გამოყოფა და იზოლატორში მის გამრავლებას ვახდენდით ქერის მიმღებიან ჯიშზე.

ქერის აღმონაცენის მიღება. ქერის აღმონაცენი საჭიროა სოკოს კლონური კულტურების გამოსაყოფად და შესანახად (მკაცრი იზოლაციის პირობებში). რისთვისაც ვიყენებდით ნაცრის მიმღებ ქერის ჯიშს -ლარას (Lara) , რომლის 5-

7 ცალ გაღივებულ თესლს ვთესავდით მიწით სავსე ქოთნებში. აღმონაცენის გამოჩენისთანავე ვაფარებდით ლამპის შუშას, რომელზეც ორმაგი მარლა იყო გადაკრული. ინოკულაციისას ლამპის შუშას ვხსნიდით სპეციალურ ბოქსში (Кривченко ,1975:38-45).

ჰიდროპონიკის მეთოდით გაზრდილი აღმონაცენის მისაღებად 20 მლ მოცულობის პლასტმასის დანომრილ ქოთნებს ვავსებდით მდინარის სილით. სველ სილაში 0,7-0,8 სმ. სიღრმეზე ვთესავდით გამოსაცდელი ჯიშების გაღივებულ 6-7 თესლს.ქოთნებს, ჯიშ–დიფერენციატორების ნომერაციის მიხედვით, ვათავსებდით კიუვეტებზე. რომელშიც ვასხამდით კნოპის ხსნარს (ჭანიშვილი,1973: 158; Гроздинский, 1973:29-30).

ინოკულაცია. 7-8 დღიანი აღმონაცენის (ორი ფოთლის) ფაზაში ნაცრის მიმღებიან ჯიშს ფოთლის ზედაპირიდან ვაცლიდით ცვილისებურ საფარს და სველ თითებს შორის ვატარებდით. ინოკულაციას ვახდენდით დაავადებული მცენარის ფოთლებიდან სპორების დაფერთხვის გზით (სუსპენზიისა და ტალკის გამოყენება დაბალექეფტურია). საინფექციო მასალას ფოთლის ზედაპირზე ვაფერთხავდით თანაბრად (Кирай, 1974 :238; Гешеле ,1978:135–138; Фадеева,1979:118; Папкова ,1979:226-228).

პათოგენის ვირულენტური სტრუქტურის შესწავლის ლაბორატორიული მეთოდი. ქერის ნაცრის ქართული პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურის შესასწავლად გამოვიყენეთ საერთაშორისოდ აღიარებული მეთოდი, რომლის მიხედვითაც საცდელი მცენარეების დაჭრილი (იზოლირებული) ფოთლები ინახება 0.004 %-იანი ბენზიმიდაზოლის წყალხსნარის გამოყენებით ისე, რომ 2-3 კვირის განმავლობაში არ დაკარგონ იმუნოლოგიური თვისებები. ცდები ტარდებოდა 18-21^{0}C ტემპერატურის,75-99% ფარდობითი ტენიანობისა და 14-16 საათიანი ფოტოპერი–ოდის პირობებში, ოპტიმალური განათება იყო 4500 ლუქსი. განათება რეგულირდებოდა დღის სინათლის ნათურების გათიშვა- ჩართვით.

აღნიშნული მეთოდი მოსახერხებელია, რადგანაც ექსპერიმენტის ჩატარების საშუალებას იძლევა მთელი წლის განმავლობაში გარდა ზაფხულის ცხელი დღეებისა, თუკი მკაცრად გაკონტროლდება განათება, ტენიანობა და ტემპერატურა.

მრავალი ავტორის ექსპერიმენტული კვლევებით დადგენილია, რომ 14-16 საათიანი განათების პირობებში ნაცრის განვითარებისათვის საუკეთესო ტემპერატურაა 18^0-21^0, ხოლო ტენიანობა 75-99 %. მცენარის გამძლეობის რეაქცია მნიშვნელოვნად იცვლება მაღალი ტემპერატურის დროს. 23^0-24^0 c ზევით შედეგი იცვლება, ამიტომაც 25^0c-ზე მაღალი ტემპერატურის დროს ექსპერიმენტი არ ტარდება. დასაშვები მინიმალური ტემპერატურაა 15-16^0-ია.დაავადების საინკუბაციო პერიოდზე ასევე დიდ გავლენას ახდენს განათება და ცდის სიზუსტე (Mains...1930:229-239; Кривченко,1975:45-48;Михайлова...1 982 :358-375; Dreiseitl ...1999:273-280).

ვირულენტობის გენოტიპების განსაზღვრა . ქერის ნაცრისადმი გამძლე ჯიშების გამოყვანას დიდ სირთულეს უქმნის პარაზიტის დიფერენციაცია სპეციფიურ შიდასახეობრივ ტაქსონებად, რომლებიც განსხვავდებიან ვირულენტობის მიხედვით. ამით აიხსნება მოცემული პარაზიტის მიმართ ჯიშის გამძლეობის უნარის დაკარგვა. სხვადასხვა გამძლეობის გენის მქონე ჯიშების გამოვლენა დამოკიდებულია პათოგენის რასაზე, რამაც მკლევარები აიძულა გენეტიკური ანალიზისათვის შეექმნათ იზოგენური ხაზები. ყოველი ხაზი ატარებს ერთ გამძლეობის გენს. იზოგენური ხაზების გამოყენებით ხდება გამძლე გენების დადგენა ჯიშებში (Jahoor 1987:274-281; Jenkin, 1974:281-288; Hovmoller, 2000:729-743; Dreiseitl, 2000:2003-2009; Czembor,2001:21-41).

ჯიშ-დიფერენციატორთა ერთიანი ნაკრების შექმნას საფუძველი დაუდო ბრიგლემ (Briggle, 1966), რომელმაც შემოგვთავაზა ჯიშ ჩენეოელორიდან (Chanoellor) ბემიკროსის გზით მიღებული ხორბლის რამდენიმე იზოგენური ხაზი. ანალოგიურად ქერის იზოგენური ხაზები შეიქმნა აშშ–ში ბემიკროსის გზით ჯიშ მანჯურიადან (Manchuria), რომელიც შეიცავდა: Ml -a, Ml-g, Ml-k, Ml-p და სხვა გამძლეობის გენებს.

იზოგენური ხაზების გამოყენებით ქერის ნაცრის მიმართ გამძლეობის გენების შემცველ ჯიშ-დიფერენციატორთანაკრები, პირველად შექმნა მოზემანმა (Mozeman, 1972:681-682).იგი წარმოდგენილი იყო ქერის 10 იზოგენური ხაზით. შემდგომში კოლსტერმა და მინკმა (Kolster...1986: 903-907) 24 იზოგენური ხაზისგან საგაზაფხულო ქერის ჯიშ პალასის (Pallas) საფუძველზე შექმნეს ჯიშ- დიფერენცია-

ტორთა ევროპული ნაკრები (Gzembor , 2001:21-41).

დაავადებებისადმი გამძლეობის გენების აღნიშვნის ერთიანი სისტემის თანახმად ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის გენებს აღნიშნავენ დაავადების ინგლისური სახელწოდების პირველი ასოებით, ლოკუსის ნომერს-ციფრებით, გენის იდენტიფიკაციის თანმიმდევრობის შესაბამისად, ალელს- ლათინური ანბანის პატარა ასოებით-მათი იდენტიფიკაციის რიგის მიხედვით. ქერის ნაცრისადმი გამძლე გენები აღინიშნებოდა სხვადასხვა სიმბოლოთი. დღეისათვის მიღებულია გამძლეობის გენების აღნიშვნა *Ml*-a სიმბოლოთი, რომელიც იწერება დახრილი (იტალიკური) შრიფტით.გამძლეობის გენის კოდი შედგება ამ გენის შემცველი გამძლეობის წყაროს სახელწოდების ორი მთავარი ასოსგან. *Ml*- არის გამძლეობის წყარო ჯიშ მილტანიდან "Miltan", დანარჩენი აღნიშვნები არის სინონიმები. ეს გადაწყვეტილება მიიღეს 1992 წელს, როცა ქერის ნაცრის მიმართ გამძლეობის საკითხს გადაიხედეს (Jogensen, 1993:97-1199).

ქერის ნაცრის გამომწვევი სოკოს ქართული პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურის გასაანალიზებლად გამოვიყენეთ ჯიშ-დიფერენციატორთა ევროპული ნაკრები. იგი შედგებოდა ჯიშ პალასის საფუძველზე შექმნილი (იხ.ცხრილი 5, 6).

ცხრილი 5.

ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის გენების შემცველი ჯიშები

N	ჯიში	გამძლეობის გენი
1.	Manchura 1R	Ml-a1 Ml (A12)
2.	Black Russian	Ml-a2 Ml (BR2)
3.	Gunnar	Ml-a3Ml (Tu2)
4.	Triumph	Mla7Ml(Tr3)Ml(AB)
5.	A -222	Ml-a11
6.	Turkey 290	Ml-a31
7.	Deva abed	Ml-g; M (cp)
8.	Herta	M(He)
9.	Russian 74	Ml-r 74
10.	Russian 81	Ml-r 81

იხ.ცხრილი 6.

ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის გენების შემცველი იზოგენური ხაზები და მათი წყაროები

#	იზოგენური ხაზები	მშობელი	გამძლეობის გენი	გამძლე გენის წყარო
1	Pallas	Pallas	Ml-a8	Mut.in Bonus
2	Pallas 01	Iso 1R	Mla1 Ml (A12)	Algerian
3	Pallas 02	Rikardo	Ml-a3	Ricardo
4	Pallas 03	Iso 20R	Ml-a6 a14	Franger
5	Pallas 04 A	Nordal	Ml-a7Mlk	Heine 4808
6	Pallas 04 B	Nordal	Ml-a7 Ml -No3	Heine 4808
7	Pallas 06	Iso 10R	M-a7 Ml –LG2	Multan
8	Pallas 07	Mona	Ml-a9 Ml-k	Monte Cristo
9	Pallas 08 A	Senat	Ml-a9 Ml-k	Triple Awn Lemma
10	Pallas 08 B	Senat	Ml-a9	Triple Awn Lemma
11	Pallas 09	Iso 12R	Ml-a10Ml (Du2)	Durani
12	Pallas 10	Emir	Ml-a12 Ml(Em2)	Arabische
13	Pallas 11	Rupal	M-la13Ml-(Ru3)	Rupee
14	Pallas 12	HOR1657	Ml-a22	(HOR 1657)
15	Pallas 13	HOR 1402	Ml-a23	(HOR 1657)
16	Pallas 14	W 41/145	Ml-ra	Weihenstephan(41/145)
17	Pallas 15	Rupee gene 2	Ml-(Ru2)	Rupee
18	Pallas 17	MC gene 2	Ml-k1	Monte Cristo
19	Pallas 18	Nigrinudum	Ml-nn	Nigrinudum
20	Pallas 19	Iso 5R	Ml-p	Psaknon
21	Pallas 20	Atlas	Ml-at	Coast
22	Pallas 21	Deba	Ml-g; Ml (cp)	Weihenstephan MR II
23	Pallas 22	Riso 5678	ml-O5	Mut.in Carlsberg II
24	Pallas 23	Lofa	Ml-La	H.Laevigatum
25	Pallas 24	Iso 3R	Ml-h	Hanna

24 ხაზისაგან, რომელთა წყაროებს სხვადასხვა ჯიშ-ნიმუში წარმოადგენდა (Wolfe...1984:451-466; Kolster...1986:903-907) და ათი ჯიშისაგან.

ვირულენტობის მახასიათებლების სტატისტიკური ანალიზი. პოპულაცია ელემენტარული ევოლუციური სტრუქტურაა (ერთეული), რომელიც გენეტიკური შემადგენლობისა და რეპროდუქციული თავისებურებების მიხედვით არის ორი ტიპის-კლონური და პანმოქტური. კლონური პოპულაცია უსქესოდ მრავლდება ან მკაცრი თვითშეჯვარების (ინბრიდინგის) გზით წარმოქმნის თაობებს, ამიტომაც, მსგავსი პოპულაციები გენეტიკური შემადგენლობით მონოტიპურია (ერთგვაროვანია). გენეტიკურად ერთფეროვან თაობებს წმინდა ხაზებს ან კლონებს უწოდებენ. ასეთი ტიპის პოპულაციაში მიკროევოლუციური პროცესები თავისებურად მიმდინარეობს და მათი შესაძლებლობებიც შედარებით შეზღუდუ - ლია. ბუნებრივი გადარჩევის აქტიური მოქმედებისათვის დიდი შესაძლებლობები იქმნება პანმიქტურ პოპულაციაში. ამის ძირითად საფუძველს მასში შემავალ ფორმათა გენოტიპური და ფენოტოპური მრავალფეროვნება წარმოადგენს.

ფიტოპათოგენები ბუნებაში არსებობენ პოპულაციების სახით და მუდმივად განიცდიან გენეტიკურ ცვლილებებს. ისინი ერთმანეთისგან ვირულენტური სტრუქტურით, ვირულენტობის გენების დინამიკით, პოლიმორფიზმის დონითა და რიგი სხვა მახასიათებლებით განსხვავდებიან. ამიტომაც საჭიროა ამ ცვლილებების შეფასება. პოპულაციური კვლევები სხვადასხვა მიმართულებით მიმდინარეობს. კერძოდ, შეისწავლება პოპულაციის გენეტიკური სტრუქტურა და შემდგომ თაობებში მისი ცვალებადობა. აღნიშნული კვლევებიდან მიღებული ინფორმაციის გარეშე დაავადებებისადმი გამძლე ჯიშების გამოყვანაში წარმატების მიღწევა შეუძლებელია. გამძლეობის გენეტიკაში მოპოვებული მონაცემები მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავენ სელექციის სწორ სტრატეგიას პათოგენის ფართოდ გავრცელების საწინააღმდეგოდ შეიქმნას გენეტიკური ბარიერები.

პოპულაციაში ერთდროულად გენოტიპისა და ფენოტიპის მრავალფეროვნებას პოპულაციურ პოლიმორფიზმს უწოდებენ. პოპულაციურ პოლიმორფიზმს ორი მიზეზი განაპირობებს - გენეტიკური და ეკოლოგიური. გენეტიკურის ძირითადი წყარო მუტაციური პროცესებია. ახალი მუტაციები გენეტიკურ წონასწორობას მუდამ არღვევენ. ამაში მთავარ როლს გენური ან სხვა სახის მიკრომუტაციები ასრულებენ.

გენეტიკური პოლიმორფიზმის შექმნაში მთავარი როლი ახალი გენების გავლენით ხდება და პოპულაციის გენოტიპური შემადგენლობის ცვალებადობას განეკუთვნება. პოლიმორფიზმი გადარჩევის უმნიშვნელოვანესი წინაპირობა და ასევე, ის გადარჩევის მოქმედების შედეგიცაა (დიასამიძე... 1998:370-383; 2000:250-256; Левитин,1981 :55; Айала, 1984:45-50).

პოპულაციის გენეტიკური სხვადასხვაობა დამოკიდებულია როგორც ცალკე – ულ ლოკუში ალელების რაოდენობაზე, ასევე პოლიმორფული ლოკუსების სიხშირეზე (წილზე). ლოკუსი პოლუმორფულია, თუკი მასში შემავალი ალელების ვარიანტების რაოდენობა არის n≥2. პოლიმორფული ლოკუსების სიხშირე პოპულაციის ერთ–ერთი მახასიათებელია, რომელსაც ეწოდება პოლიმორფობა და აღინიშნება ლათინური P–ასოთი. ყველა ლოკუსში ალელების შემადგენლობის განსაზღვრა შეუძლებელია, ამიტომაც პიოლიმორფიზმზე ამორჩეული ლოკუსების შესწავლის საფუძველზე მსჯელობენ. ამ დროს მიღებული შეფარდებითი სიდიდე საკმაოდ ვარიაბილურია მაშინაც კი, როცა გაანალიზებული ლოკუსები ერთმანეთს ემთხვევა და სიდიდე არასტაბილურია. პოლიმორფობის განმასხვავებელი ნიშანი შეიძლება იმალებოდეს ლოკუსის ერთ ან რამდენიმე ალელის მცირე სიხშირეში. ამის გამო იშვიათი ალელის მატარებლის აღმოჩენის შემთხვევა კლებულობს და სიდიდეც მცირდება.

პოლიმორფობის შეფასების შედეგზე „იშვიათი ალელის“ გავლენა რომ შეამცირონ შემოაქვთ ე.წ. „პოლიმორფობის კრიტერიუმი“. ლოკუსი ითვლება პოლიმორფულად, თუ ამ ლოკუსის ყველაზე მეტად გავრცელებული ალელის სიხშირე მოცემულ ზღვარს (0.95-ს) არ აღემატება.

პოპულაციის პოლიმორფობის კოეფიციენტის (P) დასადგენად ცვალებადი სიხშირის გენების რაოდენობა (M) იყოფა გაანალიზებული გენების საერთო რაოდენობაზე (N)

$$P= M / N$$

გენეტიკური ცვალებადობის უფრო სრულყოფილ საზომს წარმოადგენს პოპულაციაში ჰეტეროზიგოტების წილი (შეხვედრის სიხშირე), სადაც შეცდომები გამორიცხულია.პოულაციაში ჰეტეროზიგოტობის (H) გამოთვლა ხდება ორ საფეხურად. თავდაპირველად ყოველი ამორჩეული ლოკუსის გასაანალიზებლად

განსაზღვრავენ ჰეტეროზიგოტული ინდივიდის სიხშირეს, შემდეგ მიღებულ მნიშვნელობას ასაშვალოებენ შესწავლილი ლოკუსების (პოლიმორფული და მონომორფული) რაოდენობით (Берг,1957:115-139; Айала,1984:45-50; Гаевский,2002:4-12).

ჰეტეროზიგოტობის (H) მაჩვენებლის გამოთვლა ხდება ვირულენტური გენების საერთო რაოდენობის (S) გაყოფით გაანალიზებული გენების საერთო რაოდენობაზე (N)

$$H= S /N$$

საშუალო ვირულენტობა. პოპულაციის ვირულენტობის საერთო დონის ცვლილებაზე შეიძლება ვიმსჯელოთ (Fv) მაჩვენებლის დინამიკით – ვირულენტობის ფაქტორით, რომელიც წარმოადგენს ვირულენტური გენების საერთო რაოდენობას გაყოფილს გაანალიზებულ იზოლატების რაოდენობაზე (Кашемирова ...1985:61-66) .

ქერის ნაცრის იმუნოლოგიური შეფასება. მცენარეთა იმუნოლოგიური შეფასებისათვის გამოიყენება საერთაშორისო სკალები, რომლებშიც ამა თუ იმ დაავადების განვითარების ხარისხი პროცენტებში ან ბალებშია მოცემული. სკალები მეტად სპეციფიურია და მხოლოდ კონკრეტული დაავადების კონტროლისათვის გამოიყენება (Saari...1975:377-380; Гешеле, 1978:148-155).

მცენარის აღმონაცენისა და ზრდასრულ ფაზაში დაავადების გამომწვევის რეაქციის ტიპის ათვლას ვახდენდით საერთაშორისო ხარისხობრივი სკალის გამოყენებით, ბალებში, რომელსაც საფუძვლად უდევს მაინსისა და დიტეცის მოდიფიცირებული სკალა :

0- იმუნური ანუ ძლიერ გამძლე. მცენარეზე მიცელიუმი არ ვითარდება;

I –პრაქტიკულად გამძლე. ფოთლებზე მიცელიუმი სუსტად ვითარდება;

II- სუსტად მიმღებიანი (ზომიერი მიცელიუმის განვითარება), ქვედა იარუსის ფოთლებსა და მუხლთაშორისებზე ბალიშების ზომიერ რაოდენობა;

III–საშუალოდ (ზომიერად) მიმღებიანი (მიცელიუმი განვითარებულია, ზომიერი სპორულაცია), სოკოს ბალიშები ქვედა ფოთლებზე ძლიერადაა განვითარებული ზედა იარუსზე კი ლოკალურად მიმოფანტულად;

IV–ძლიერ მიმღებიანი. სოკო ძლიერ აავადებს მცენარის ყველა ორგანოს, თავთავზეც კი ძლიერი სპორულაციაა.

დიფერენციაციის დროს მიღებულია რეაქციის ტიპების ორ კატეგორიად გაერთიანება და აღინიშნება სპეციალური ასოებით: R- გამძლე, რომელიც აერთიანებს 0,1,2 რეაქციებს. S- აერთიანებს სკალის 3,4 რეაქციის ტიპებს (Mains ...1930:229-239) .

მიღებულია ასევე რეაქციის კიდევ ერთი ტიპი "X", რომელიც გამოხატავს ერთსა და იმავე ჯიშის ჰეტეროგენულობას, ანუ სხვადასხვა იმუნოლოგიურ რეაქციას. ჰეტეროგენული ჯიშების ან ხაზების შემთხვევაში გამძლეობის ტიპი განისაზღვრება ხშირი რეაქციის მაჩვენებლით, ფრჩხილებში კი ისმება იშვიათი რეაქცია. ზოგიერთ შემთხვევაში მცენარეზე, რომელზეც დაავადების გამომწვევის კონტაქტი ხდება, წარმოიქმნება ქლოროზული და ნეკროზული ლაქები. მათი აღრიცხვა ჰონეკერის მეთოდით ხდება:

c - შეზღუდული ქლოროზი;

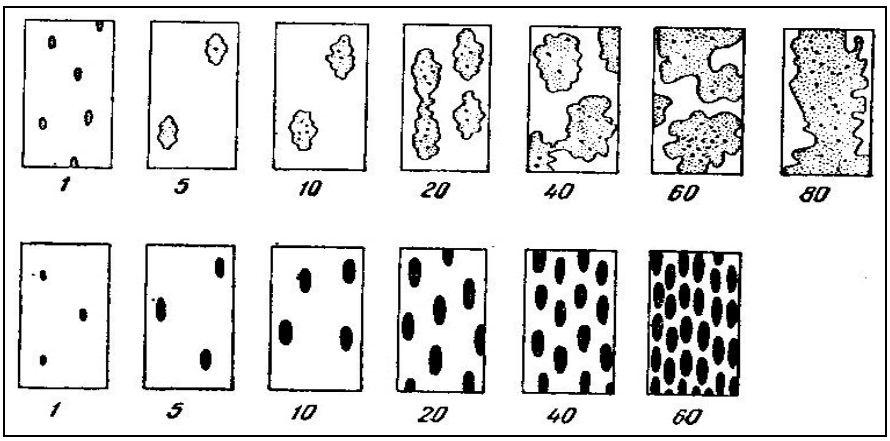
N - დიდი ნეკროზი;

n - შეზღუდული ნეკროზი;

nn - მრავალი, წერტილოვანი, წვრილი, ლოკალური ნეკროზები (Honeker ,1937: 197-222).

იმუნოლოგიური შეფასება მცენარის ზრდასრულ ფაზაში. ინოკულაციიდან 10–12 დღის შემდეგ აღვრიცხავდით დაავადებების პირველ სიმპტომებს. ცდა დასრულებულად ითვლებოდა საკონტროლო მცენარეზე დაავადების განვითარებისათვის აუცილებელი ორი საინკუბაციო პერიოდის გავლის შემდეგ. ათვლა ხდებოდა საკონტროლო მცენარის პირველი დაავადებული ფოთლის მიხედვით (Методы…1987:20 Методы…2000:28; Анпилогова...2000:10-12).

დაავადების განვითარების ხარისხის შეფასებას ვახდენდით ვიზუალურად, (იხ.სურათი 11) .



სურათი 11 . ნაცრის განვითარების ხარისხის ასათვლელი ორიგინალური სკალა

ნაცრის ბალიშებით დაფარული ორგანოს ფართობის მიხედვით (Гешеле,1978: 150–154).

ჯიშ-ნიმუშების შეფასებას ვახდენდით დანაყოფებში მცენარეთა დათვალიერებით. შეფასება ტარდებოდა ყოველი 10 დღის შემდეგ, მინიმუმ 3 ათვლა (Кривченко …1972:587-590; 1975:49-52; Гешеле 1978:150-155; Фадеева 1979:118).

კვლევის მოლეკულური (RAPD –PCR) მეთოდი. პოლიმერიზაციის ჯაჭვური რეაქცია (PCR) ანუ პი-სი-არი- სახელწოდება გამომდინარეობს მასში მიმდინარე პროცესების და თანამონაწილე ნივთიერებების სახელებიდან. ამ მეთოდის აღმოჩენა არის ყველაზე მნიშვნელოვანი მოვლენა მოლეკულურ ბიოლოგიაში ბოლო 20 წლის მანძილზე. PCR ღესდღეობით მთავარი ტექნოლოგიური კომპონენტია ბიოლოგიური და სამედიცინო კვლევის ლაბორატორიებში. მას ძირითადად, იყენებენ ინფექციური და მემკვიდრული დაავადებების დიაგნოსტირებაში და დნმ-ს ანალიზის პირდაპირი და ყველაზე თანამედროვე მეთოდია. პჯრ-ის იდეა ემყარება სინჯარაში გენის ისეთი გამრავლების (ამპლიფიკაციის) შესაძლებლობას, რომ მისი ასლების რაოდენობა მილიონობით გაიზარდოს. ამგვარად, საშუალება გვეძლევა, სრულყოფილად შევისწავლოთ გენეტიკური მასალა იმ შემთხვევაშიც კი, როცა ის საკვლევ მასალაში მინიმალური რაოდენობითაა. ამ მეთოდს საკმაოდ დიდი შესაძლებლობები აქვს და ნებისმიერი ინფექციური დაავადების კვლევისა და გამოვლენის თვალსაზრისით ძალიან დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.

PCR-ის სხვადასხვა მოდიფიციებს თანამედროვე ტექნოლოგიებში წარმატებით იყენებენ (Fredericks...1999:457-488; Savelkoul...1999:3083-3091; Swaminathan ... 1993:26-50).

ჩვენ გამოვიყენეთ კვლევის RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA PCR) მეთოდი ანუ შემთხვევით ამპლიფიცირებული პოლიმორფული დნმ-ს პჯრ ანალიზი. მას მიმართავენ, მაშინ როცა საჭიროა გენეტიკურად მსგავსი ორგანიზმების გარჩევა. RAPD ანალიზის დროს გამოიყენება ერთი მოკლე ზომის პრაიმერი (20–25 ნუკლეოტიდური წყვილისაგან შემდგარი). ამ პრაიმერის შედგენილობა კომპლემენ-ტალურია გამოსაკვლევი ორგანიზმის დნმ–შემთხვევითი უბნისა. პირობების სწორი შერჩევით (პრაიმერის სიგრძე, მისი შემადგენლობა, ტემპერატურა და ა.შ.) შესაძლებელია, მივიღოთ ორი ორგანიზმის შესახებ დამაკმაყოფილებელი განმასხვა-ვებელი სურათი.

RAPD მეთოდის პრინციპი ის არის, რომ ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობა შემთხვევითია და ნებისმიერ უბანს შეიძლება შეერწყას, ამის შედეგად ხდება რამდენიმე უბნის რეპლიკაცია (გაორმაგება) და, ვინაიდან, პრაიმერი მოკლეა, ამიტომაც შედუღების ტემპერატურა შემცირებულია. RAPD – PCR -ის დროს ხდება მრავალი პრაიმერის გამოცდა (Ridley, 1998:17-103 ;Дорохов,1997:443-450; Сколотнева, 2004, 2005;Киль...2008:70-76; Постнова:2009:21) .

RAPD – PCR ანალიზის მეთოდი მოიცავს სამ ეტაპს:

1. დაავადებული ნიმუშიდან დნმ-ს გამოყოფა
2. დნმ-ს სპეციფიური ფრაგმენტების ამფლიპიკაცია
3. ამფლიპიცირებული პროდუქტების დეტექცია (გამოყოფა).

PCR–ის ნორმალური მსვლელობისათვის საჭიროა სხვადასხვა კომპონენტები და რეაქტივები:

1. დნმ-ს ნიმუში, რომელიც შეიცავს სამიზნე დნმ-ს;
2. პრაიმერებს, რომლებიც სამიზნე დნმ-ს ორივე 3’ ბოლოს კომპლემენტარულნი არიან;
3. თაგ– პოლიმერაზა, რომლის მოქმედების ოპტიმუმი არის 70 გრადუსი;
4. დეზოქსირიბონუკლეოტიდები, დნმ-ს სამშენებლო ბლოკები, რომელთა მონაწილეობით დნმ-ს ჯაჭვში ხდება ახალი კომპლემენტალური ჯაჭვის აწყობა;

5. ხსნადი ბუფერები, რომლებიც დნმ პოლიმერაზას ოპტიმალური მოქმედე-ბისათვის შესაბამის ქიმიურ გარემოს ქმნიან;

6. ორვალენტიანი კათიონები;

7. ერთვალენტიანი კათიონები. ძირითადად გამოიყენება p- იონი.

გამოვიყენეთ თანამედროვე მოლეკულური და ბიოტექნო- ლოგიური კვლევების ტექნიკური საშუალებები, კერძოდ: ამფლიფიკატორი (Techne TC-412), აგაროზას გელ ჰორიზონტალური ელექტროფორეზის აპარატი: „Owl"; სპექტრო-ფოტომეტრი“ JENWAY 6505 UV/ Vis”, მიკრო ცენტრიფუგა "MSE Micro Centau“ და სხვა დამატებითი ტექნოლოგიური ხელსაწყო.

PCR–ისათვის ძირითადად ვხმარობდით პატარა ზომის (0,2-0,5 მლ. მოცულობის) ეპენდორფის სინჯარებს, რომლებშიც მორეაგირე ნივთიერებათა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 10-200 მკლ., ამასთან სინჯარები უნდა იყოს თერმოგამძლე. დნმ-ს ვიზუალური გამოსახულების მისაღებად ვიყენებდით ეთიდიუმ ბრომიდს და 1,5 პროცენტიან გელს. აგაროზის გელელექტროფორეზში ძირითადად განისაზღვრება PCR–ის პროდუქციის ზომები, ეს ხდება “დნმ ლადერთან” შესაბამისად, ეს არის მოლეკულური მასის მარკერი (ზომის სტანდარტული კიბე), რომელიც უკვე ცნობილი ზომის დნმ-ს ფრაგმენტს შეიცავს.

დნმ-ის გამოყოფა. დნმ-ს გამოსაყოფად ვიყენებდით სპეციალურ ნაკრებს. მასში შემავალი რეაგენტების გამოყენებით ქერის დაავადებულ ნიმუშს ვამუშავებდით. მიმდინარეობდა უჯრედული მასალის ლიზისი ე.ი სცილდებოდა ცილოვანი და პოლისაქარიდების ფრაქციები. საბოლოო ეტაპზე ვიღებდით დნმ-ს, რომელიც თავისუფალი იყო ინჰიბიტორებისაგან და შეიძლებოდა შემდგომი ამპლიფიკაციისათვის მისი გამოყენება. კვლევისთვის საჭირო დნმ-ს გამოყოფა შეიძლება მცენარის ნებისმიერი ნაწილიდან. ჩვენს კვლევაში დაავადებული ფოთლიდან აღებულ ნაცრის გამომწვევის კონიდიალურ ნაყოფიანობას ვიყენებდით.

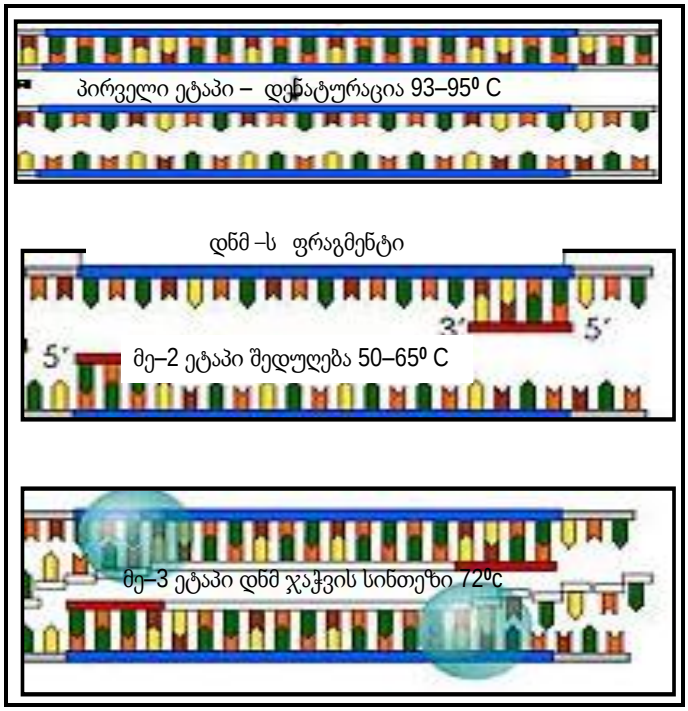
დნმ-ის კონკრეტული ფრაგმენტის (გენის) ამპლიფიკაციისათვის გამოიყენებოდა განსაზღვრული თანმიმდევრობის მქონე პრაიმერები. PCR-ს ვატარებდით პროგრამირებად ამფლიფიკატორში (Termosycker TECHNE TC-412),

სადაც ტემპერატურული რეჟიმს გამოყენებული პრაიმერების და დნმ-ის სამიზნე უბნის სპეციფიკის მიხედვით ვირჩევდით.

დნმ-ს ამპლიფიკაციას (გამრავლება) საფუძვლად უდევს დნმ რეპლიკაციის ციკლების მრავალჯერადი გამეორება (10-60 ციკლი). თითოეული ციკლი შედგება სამი სტადიისაგან: დენატურაცია, შედუღება და გავრცობა.

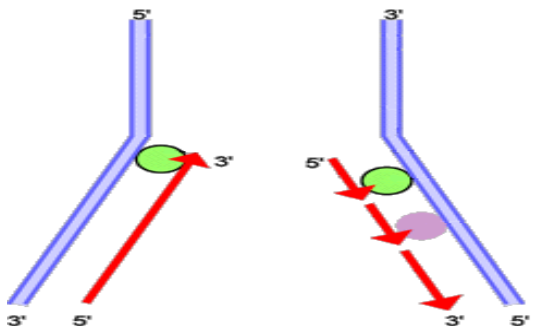
1. დენატურაცია (გალღობა) გულისხმობს დნმ-ს დაშლას (დარღვევას), რაც მიმდინარეობს 95^{0}C ტემპერატურაზე.

2. შედუღება გულისხმობს პრაიმერების შესადუღებლად (მისაერთებლად) დნმ-ს ჰომოლოგიურ უბნებთან საჭირო ტემპერატურის შემცირებას 45^0 -65^0 ფარგლებში. (იხ.სურათი 12).



სურათი 12. დნმ ამპლიფიკაციის სტადიები.

3. გავრცობა-დნმ-ს კოპირებაა, რომელიც მიმდინარეობს ფერმენტისა და პრაიმერების მოქმედებით (ჯაჭვური რეაქცია, ხდება დნმ-ს ჯაჭვის აწყობა) 72^{0}C ტემპერატურაზე. ამ დროს ხდება დნმ-ს მოკლე სპეციფიკური ფრაგმენტების დაგროვება იმ რაოდენობით, რომ მოხდეს შემდგომში მათი დეტექცია. დნმ-ს გაყოფის პროცესში მონაწილეობს დნმ პოლიმერაზა, რომელიც მიემაგრება, იქ სადაც ჯერ კიდევ ორმაგი ჯაჭვია და მიცოცავს ჯაჭვის მიმართულებით. რაც განაპირობებს ახალი ჯაჭვის წარმოქმნას. ზუსტად ასევე ხდება მეორე მხარესაც, მაგრამ ეს ხდება მხოლოდ ერთი მიმართულებით (იხ.სურათი 13)



სურათი 13. დნმ-ს რეპლიკაციური ჩანგალი

- 5'– 3' და 3'– 5'–საკენ (5'–აღნიშნავს მეხუთე ნახშირბადს, 3'-მესამე ნახშირბადს).

5'GATAAGTAAGTTAGTA**CTATCTATCTATCTATCTATCTATCTATCTAT**CTA-**3'**
3'CTATTCATTCAATCAT**GATAGATAGATAGATAGATAGATAGATAGATA**GAT-**5'**

დნმ-პოლიმერაზა წარმოქმნის 5'–3' მიმართულების ახალ ჯაჭვებს. საწინააღმდეგო მიმართულების უწყვეტი ჯაჭვის მისაღებად დნმ-ლიგაზა ერთმანეთს აბამს ოკაზაკის ფრაგმენტებს (ჯოხაძე ,1992:34-70; დიასამიძე,1998: 16-25).

დნმ-ს ჯაჭვი რომ გაიყოს (დაიშალოს წყალბადური ბმები) და აეწყოს მისი კოპიები, იგი უნდა გაცხელდეს 94^{0}C-მდე, ამით დნმ-ს მოლეკულა დაიშლება ორ ჯაჭვად. ცნობილია, რომ პოლიმერაზას მისამაგრებლად ორჯაჭვიანი უბანი სჭირდება, რომელიც ტრიმერის საშუალებით ანუ სხვა დნმ-ს კომპლემენტარული ძაფის უბნით იქმნება. ამ ყველაფრის სწორად შერჩევა თუ მოხდა, მაშინ მიღებული დნმ უნდა მიებას დნმ-ს კომპლემენტარულ უბანს, რისთვისაც აუცილებელია ტემპერატურის დაწევა 30-60^{0}C-მდე (ტემპერატურის შერჩევა ხდება პრაიმერის სიგრძის მიხედვით). პრაიმერის გარდა სინჯარაში გვაქვს თაგ დნმ პოლიმერაზა (Taq -Thermus aquaticus), რომელიც გამოყოილია თერმული ბაქტერიიდან და უძლებს მაღალ ტემპერატურას. თაგ პოლიმერაზას გამოყენებით (ცნობს დნმ-ის კონკრეტულ ნაწილს,ან ნუკლეოტიდების გარკვეულ თანმიმდევრობას და მასთან ურთიერთქმედებს) მიმდინარეობს დნმ ორივე ჯაჭვის გავრცობა.

ამპლიფიკაციის პროდუქტების დეტექცია. ამპლიფიცირებული პროდუქტის ნარევს ვყოფდით დღეისთვის მიღებული ჰორიზონტალური ელექტროფორეზის მეთოდით აგარიზებულ გელზე (Dragon,1993:8-160; Newton...1996:9-18; White, 1993:40-138) .

თავი IV. ნაცრის გამომწვევი სოკოს *Blumeria graminis* DS. f.sp.Hordei Marchal გავრცელება საქართველოში

2009-2011 წლებში გამოვიკვლიეთ საქართველოს მეხორბლეობის 8 გეოგრაფიული ზონა (იხ.ცხრილი 7).

ცხრილი 7.

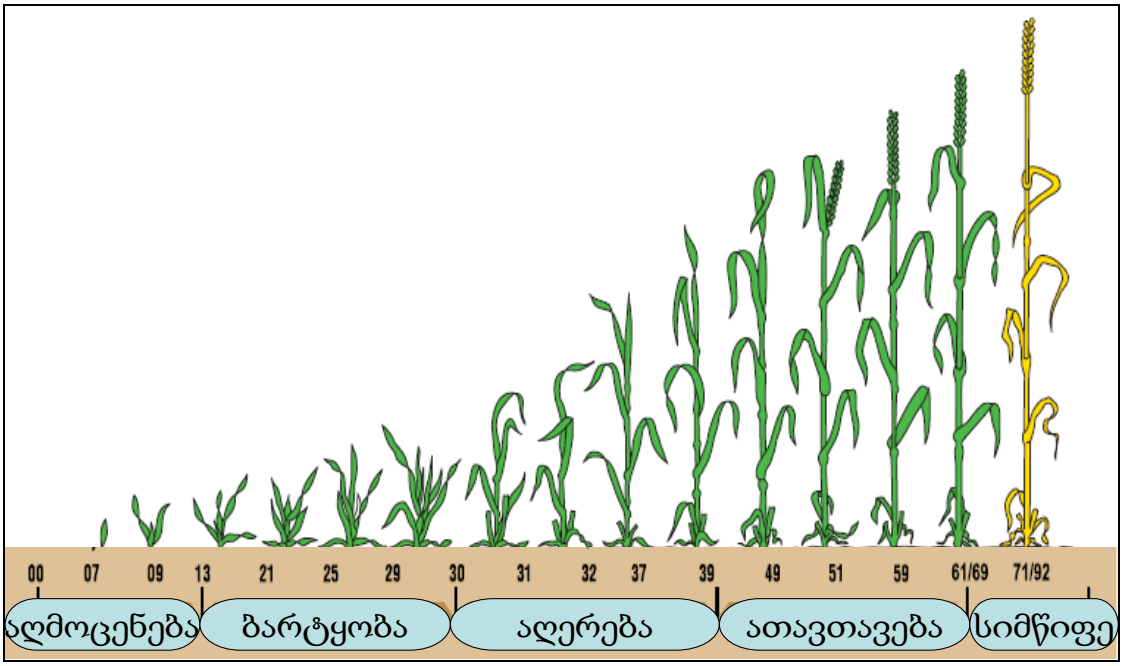
საქართველოს გეოგრაფიული ზონები

NN	გეოგრაფიული ზონები	რაიონები	სიმაღლე ზღვ.დ.	ნიადაგი, კლიმატი
I	კოლხეთის დაბლობი	სამტრედია, თერჯოლა	200(მ)	დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკები თბილი ზამთარი, ცხელი ზაფხული. მთა-მდელოს ყავისფერი, ჰუმუსოვან-კარბონატული ნიადაგები.
II	იმერეთის მაღლობი	ზესტაფონი, საჩხერე, ჭიათურა	500-1000(მ)	
III	შიდა ქართლის ვაკე	გორი, კასპი, მცხეთა, ხაშური, ბორჯომი, დუშეთი	500-1000(მ)	აღმოსავლეთ საქართველოს კონტინენტური სუბტროპიკები .მშრალი სუბტროპიკი, სტეპი. ზომიერი ცივი ზამთარი ,ხანგრძლივი ცხელი ზაფხული. შავმიწა და რუხი-ყავისფერი ნიადაგები.
IV	ქვემო ქართლის ვაკე	თეთრიწყარო, მარნეული, გარდაბანი, ბოლნისი	1000-1500(მ)	
V	შიდა კახეთის ველი	თელავი, სიღნაღი, ყვარელი, გურჯაანი, ლაგოდეხი, საგარეჯო	200-500(მ)	
VI	გარე კახეთის ველი	დედოფლისწყარო	500-1000(მ)	
VII	მესხეთი	ახალციხე, ადიგენი, ასპინძა	1000-1500(მ)	სამხრეთ მთიანი საქართველოს კონტინენტური კლიმატი; მშრალი სტეპი ხანგრძლივი თბილი ზაფხულით, შავმიწა და ყავისფერი ნიადაგები
VIII	ჯავახეთი	ახალქალაქი, დმანისი, ნინოწმინდა	1500-2000(მ)	

აქედან ქერის ნათესი ფართობი მხოლოდ იმერეთის მაღლობზე არ დაფიქსირებულა.

ნაცრის გამომწვევი სოკოს *Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei Marchal* გავრცელების და განვითარების ხარისხის დასადგენად, ქერის ნათესი ფართობების

დათვალიერებას და დაავადების აღრიცხვას ვახდენდით საერთაშორისო მეთოდიკის გამოყენებით (Санин,200 : 24-29; Yahuaou ,2003:75-80). გამოკვლევებს ვატარებდით (იხ. სურათი 14).

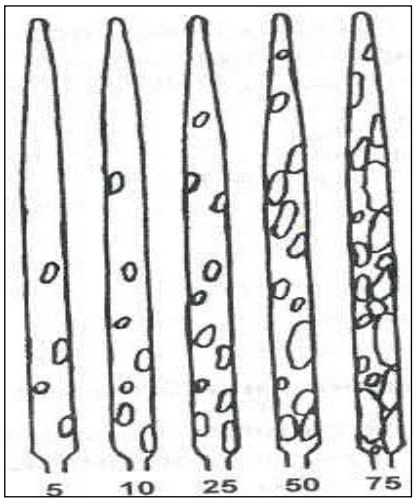


სურათი 14. მარცვლოვან კულტურათა განვითარების სტადიები (ზადოკსის სკალა): აღმოცენება, ბარტყობა, აღერება (აღერების დასაწყისი, აღერება, ღეროს ფორმირება), ათავთავება (ათავთავება, ყვავილობა, თესლის ფორმირება), სიმწიფე (რძისებრი სიმწიფე, ცვილისებრი სიმწიფე, სრული სიმწიფე).

მცენარის ვეგეტაციის იმ ფაზებში, რომელებიც მნიშვნელოვანია დაავადების განვითარებისათვის.ზადოკსის სკალის მიხედვით ეს ფაზებია: აღმოცენება (ფ.11–13), დაბუჩქვა (ფ.21–29), ღეროს ფორმირება (ფ.37–39), ათავთავება (ფ.55) ,რძისა და ცვილისებრი სიმწიფე (ფ.71–75) (Zadoks…1974:415-421).

დაავადების განვითარების ინტენსივობისა და გავრცელების ხარისხის შესაფასებლად მინდვრის სამ სხვადასხვა ნაწილში დიაგონალური მიმართულებით (კიდურა, შუალედი, ცენტრალური) და მცენარეების გარკვეულ ჯგუფზე (15-20 მცენარე) ხუთ სხვადასხვა წერტილში ვახდენდით ნაცრის გამომწვევის ძირითადი მაჩვენებლების-გავრცელების სიხშირისა და დაავადების განვითარების

ინტენსივობის აღრიცხვას. მინდორში დაავადების გამოვლენა-იდენტიფიკაციას ვახდენდით ვიზუალური დაკვირვებით. ნაცრის განვითარების ინტენსივობის ასათვლელად ვიყენებდით სპეციფიურ საერთაშორისო სკალას, რომლის მიხედვითაც დაავადებულ ფოთოლზე ნაცრის ინტენსივობის მაჩვენებელი განისაზღვრება დაავადებულ ნაწილიზე ბალიშების განლაგების სიხშირით (Санин,200: 44-45). (იხ. სურათი 15).



სურათი 15. ქერის ნაცრის განვითარების ხარისხის ასათვლელი საერთაშორისო სკალა

დაავადების გავრცელების დასადგენად ვსარგებლობდით ფორმულით

$$P= n \times 100/ N$$

რომლის მიხედვითაც დაავადების გავრცელება წარმოადგენს დაავადებულ მცენარეთა შეფარდებას, გამოკვლეულ მცენარეთა საერთო რიცხვთან, გამოხატულს პროცენტებში.

ნათესებში ნაცრის გამომწვევი აღინიშნებოდა მცენარის განვითარების ყველა ფაზაში, დაწყებული ბარტყობიდან სრულ სიმწიფემდე, როგორც უსქესო (კონიდიალური) ასევე სქესობრივი (კლეისტოტეციები) ნაყოფიანობის სახით.

საქართველოს პირობებში ნაცრის მიმართ მაღალი მიმღებიანობით გამოირჩეოდა ჯიშები: ტოკაკი, დვორანი, ახალთესლი, მიხაილო, დაბრინია-3, ალავერდი, ძველთესლი, თეთნულდი, ქერშველი, ზეს-4. ქერის ჯიშებიდან კერ–ძო ფერმერულ ნაკვეთებზე ძირითადად დათესილი იყო: დვორანი, ახალთე-

სლი, მირაჟი, მიხაილო, დაბრინია-3, ტოკაკი და ლავერდა. დანარჩენი ჯიშები გვხვდებოდა მხოლოდ სასელექციო და ფერმერული წარმოების მცირე ფართო–ბებზე. (იხ.ცხრილი 8)

ცხრილი 8.

ქერის ნაცრის გამომწვევის განვითარების და გავრცელების ხარისხი საქართველოს გეოგრაფიული რაიონების მიხედვით 2009-2011 წწ.

რაიონი (სოფელი)	ჯიში	ფაზა	დაავადების განვითარების ინტენს., %	დაავად. გავრც.,%
თერჯოლა	უცნობი	დათავთავება	10	30
მცხეთა (წეროვანი)	ზეს“4“	ყვავილობა	50	90
გორი (შავშვები)	მიხაილო	დათავთავება	40	80
კასპი (იგოეთი)	უცნობი	დათავთავება	40	60
ბორჯომი (წაღვერი)	თეთნულდი	ყვავილობის დასასრული	5	30
თეთრიწყარო (ასურეთი)	ალავერდი	ყვ. დასაწყისი	40	80
გარდაბანი (სართიჭალა)	ტოკაკი	რძის სიმწიფის დასაწყისი	70	95
თელავი კურდღელაური	უცნობი	ცვილისებრი სიმწიფე	40	50
დედოფლისწყარო (მილარი)	მიხაილო	ცვილისებრი სიმწიფე	40	80
ახალციხე (წნისი)	ქერშველი	რძის სიმწიფე	60	100
ახალქალაქი (პტენა)	ახალთესლი	ყვავილობის დასასრული	0	0

2009-2011 წლებში ჩვენს მიერ გამოკვლეული შვიდი გეოგრაფიული ზონიდან ჯავახეთის თვის დამახასიათებელია მკაცრი კონტინენტური ჰავა. იანვრის საშუალო ტემპერატურა -7, -15^0 C-ია, ცალკეულ დღეებში -41^{0}C-მდე ეცემა.

ზაფხული გრილი (აგვისტოს საშუალო ტემპერატურა 13-16^{0}C-ია) და ნალექიანია (ზამთარში 80-100 მმ, ზაფხულში 200-250 მმ-ია). საერთოდ აქ წლის განმავლობაში გაცილებით ნაკლები ნალექი მოდის (500-700 მმ), ვიდრე ამავე სიმაღლეზე მდებარე სხვა ადგილებში. ზამთარი თითქმის ყოველთვის თოვლიანია (საშუალოდ 15-20 მმ). სავეგეტაციო პერიოდში 10^{0}C-ზე მეტ ტემპერატურათა ჯამი 1000-1800^0-ია. ტენიანობის კოეფიციენტი 1-2-ია. საშუალო წლიური შეფარდებითი ტენიანობა 68-75%-ია (ქსე.1991 წ.).

აღნიშნული ზონის ახალქალაქის მუნიციპალიტეტის სხვადასხვა საკრებულოს (დილარი, პტენა, პამაჯა) ტერიტორიების გამოკვლევებით დადგინდა, რომ 2009-2011 წლებში ქერის ნათესები ნაცრით არ დაავადებულა (იხ. ცხრილი 9).

ცხრილი 9.

ქერის ნაცრის გავრცელება საქართველოს აგროეკოლოგიურ ზონებში 2008-2011 წწ.

N	აგროეკოლოგიური ზონები	2008 წ. %	2009 წ. %	2010 წ. %	2011წ. %
1.	კოლხეთის დაბლობი	30	50	30	30
2.	შიდა ქართლის ვაკე	70	90	70	75
3.	ქვემო ქართლის ვაკე	50	80	70	80
4.	შიდა კახეთის ველი	50	60	50	55
5.	გარე კახეთის ველი	70	60	100	80
6.	სამცხე	75	100	80	100
7.	ჯავახეთი	30	0	0	0

ამ ზონაში ნაცრის გამომწვევი დაფიქსირდა მხოლოდ 2008 წელს, ისიც განვითარების და გავრცელების დაბალი ხარისხით (5%–30%) (Сихарулидзе... 2008)

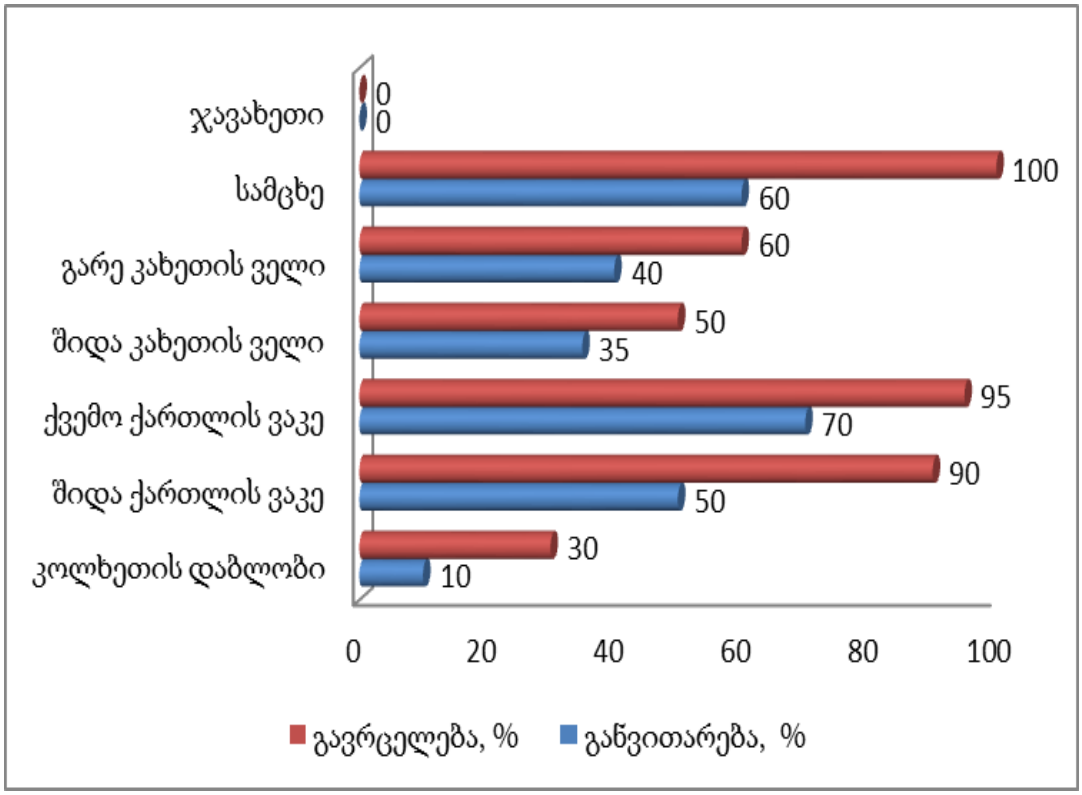
რაც შეიძლება აიხსნას აგროკლიმატური პირობებით და ქერის ჯიშობრივი შემადგენლობის სიმცირით- ძირითადად ითესებოდა ქერის საგაზაფხულო ქართული ჯიში „ახალთესლი“ .

კოლხეთის დაბლობი ხასიათდება ჭარბტენიანი სუბტროპიკული ჰავით, რომელიც ყველაზე მეტად განიცდის შავი ზღვის გავლენას. აქ არ იცის ცივი ზამთარი და ზაფხულიც შედარებით გრილია. საშუალო წლიური ტემპერატურა 13-15^{0}C, იანვარში 2-7^{0}C, ივლის-აგვისტოში 22-23^{0}C, მინიმალური ტემპერატურაა -9,-27^{0}C, მაქსიმალური 40-43^{0}C. სავეგეტაციო პერიოდში 10^{0}C-ზე მეტ ტემპერატურათა ჯამი 4200-4500^{0}C-ია, რაც წლის განმავლობაში რამდენიმე მოსავლის მიღების შესაძლებლობას იძლევა. ნალექიანია უმთავრესად ზამთარი და შემოდგომა წელიწადში 1400-3000 მმ-მდე ნალექი მოდის. თოვლის მდგრადი საფარი იშვიათია. ზღვის სიახლოვისა და ხშირი დასავლეთის ქარების გავლენით მთელი წლის განმავლობაში მაღალია ღრუბლიანობა და ტენიანობა. ტენიანობის კოეფიციენტი 4.0%-ს სჭარბობს. შეფარდებითი ტენიანობა 70-80%-ს შეადგენს. აღნიშნულ ზონაში საუკეთესო პირობებია ნაცრის გამომწვევის განვითარება გავრცელებისათვის, მაგრამ, ამის მიუხედავად სხვა გამოკვლეულ ზონებთან შედარებით აქ (თერჯოლის რაიონი) ყველაზე დაბალი იყო დაავადების განვითარებისა და გავრცელების ხარისხი 10-30% და 10-50 % შესაბამისად. ეს იმით შეიძლება აიხსნას, რომ კოლხეთის დაბლობზე ქერის ნათესი ფართობები ძალზე მცირეა, საერთოდ აღარ გვხდება დიდი მოცულობის ნათესები და ქერს მხოლოდ მცირე ზომის კერძო ფერმერული ნაკვთები უკავია, რაც შესაბამისად აისახება დაავადების გავრცელებისა და განვითარების ხარისხზე.

ქერის ნაცარი განვითარების მაღალი ინტენსიობითა და სიხშირით ყოველწლიურად იყო გავრცელებული შიდა ქართლის ვაკის ზონაში, სადაც მშრალი სუბტროპიკული ჰავაა. საშუალო წლიური ტემპერატურა 9-11^{0}C უდრის. იანვრის საშუალო ტემპერატურა -1-4^{0}C-ია, აგვისტოსი 20,4-22C, მინიმალური ტემპერატურა -26, -31, მაქსიმალური კი 35-40^{0}C შეადგენს. (იხ. დიაგრამა 1).

დიაგრამა 1 .

ქერის ნაცრის გამომწვევის Blumeria (*Erisiphe)* graminis *f.sp.hordei* გავრცელებისა და განვითარების ხარისხი აგროეკოლოგიური ზონების მიხედვით 2009-2011 წწ.



სვეგეტაციო პერიოდში 10^0C-ზე მეტ ტემპერატურათა ჯამი 3100-3900^0-ა, წელიწადში 500-800 მმ. ნალექი მოდის, ხშირია გვალვებიც. ტენიანობის კოეფიციენტი 1%-ზე ნაკლებია. აღნიშნულ ზონაში 2009-2011 წლებში ნაცრის გავრცელების ხარისხი საშუალოდ 70-90 %-ის ფარგლებში მერყეობდა. ამ ზონის ზოგიერთ რაიონში, მაგალითად მცხეთაში ნაცრის გავრცელებისა და განვითარების ხარისხი 50-90% იყო, ხოლო გორში 40-80 %. დაავადების გავრცელებისა და განვითარების ხარისხი მაღალი იყო ქვემო ქართლის ვაკის ზონაშიც. ამ ზონისათვისაც დამახასიათებელია მშრალი სუბტროპიკული ჰავა, წლის თბილ პერიოდში უხვი ნალექი, მცირე ღრუბლიანობის გამო მაღალია მზის ნათების ხანგრძლივობა (2500 საათი წელიწადში). ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა 12-13^0 C, იანვარში 0, -2 ^{0}C, განსაკუთრებით ცხელია ივლის-აგვისტო (23-25^0C, ზოგან მეტიც), აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა -20 -25^0C, მაქსიმალური 40-41^0C. სავეგეტაციო პერიოდში 10^0C-ზე მეტ ტემპერატურათა ჯამი 3700-4200^0 -ს შეადგენს.

ეს რაიონი გამოირჩევა ტემპერატურის მაღალი ამპლიტუდით (24-25^0), წელიწადში მოდის 400-600 მმ. ნალექი. ნაცრის გამომწვევი სოკო *Blumeria graminis f.sp. hordey* გავრცელებისა და განვითარების მაღალი ხარისხით იყო წარმოდგენილი ამ ზონის ყველა გეოგრაფიულ რაიონში. მაგ. გარდაბანში ნაცრის გამომწვევის განვითარებისა და გავრცელების ხარისხი 70-95%-ის, ხოლო თეთრიწყაროში 40-80 %-ის ტოლი იყო. ასევე, სამცხეშიც ყოველწლიურად ნაცრის გამომწვევის გავრცელება-განვითარების მაღალი ხარისხი აღინიშნებოდა. ამ ზონის უმეტეს ნაწილში (ახალციხის მუნიციპალიტეტი) მთის სტეპის ჰავაა წარმოდგენილი, სადაც ზამთარი -ცივი და მცირეთოვლიანია, ხოლო ზაფხული - ხანგრძლივი და თბილი. ახალციხის ქვაბულის ძირზე იანვრის საშუალო ტემპერატურა 3,8^{0}C-ია, აგვისტოსი 20,5^{0}C. უფრო მაღალ ზონაში (მესხეთის ქედზე) ზღვის ნოტიოდან ზომიერად ნოტიო კონტინენტურზე გარდამავალი ჰავაა. ერუშეთის ქედის თხემურ ზოლში მთიანეთის სტეპების ჰავაა, სადაც ზაფხული მოკლე, ზამთარი კი ცივია, ნალექები დაბალ ზონაში წელიწადში 520 მმ არ აღემატება ,მოსაზღვრე ქედების კალთებზე კი 1200 მმ აღწევს. ნალექების მაქსიმუმი მოდის მაისსა (64 მმ) და ივნისში (86 მმ), მინიმუმი იანვარსა (20 მმ) და თებერვალში (25 მმ). 2009-2011 წელებში დაავადების მაღალი გავრცელებისა და განვითარების ხარისხი გამოვლინდა სამცხეში (ახალციხე, ვალე, წნისი, პამაჯა) (80%-100%), სადაც საკმაოდ დიდ ფართობებზე დათესილი იყო ნაცრის მიმართ მიმღებიანი ჯიშები დვორანი და ქერშველი. გარე კახეთის ველის ზონაში ნაცრის განვითარება-გავრცელების მაღალი ხარისხი (დედოფლის-წყაროს რაიონი) თურქულ ჯიშ ტოკაკსა (80-100%) და მილარის ტერიტორიაზე (ალაზნის ველი) ქერის რუსულ ჯიშ მიხაილოზე (40-80%) დაფიქსირდა.

ამ ზონისათვის დამახასიათებელია მშრალი კონტინენტური ჰავა-ცივი ზამთრითა და ცხელი გვალვიანი ზაფხულით. საშუალო წლიური ტემპერატურა 10-11^{0}C-ია, იანვარში-1-3^{0}C, ივლის -აგვისტოში კი 22-24 ^{0}C. სავეგეტაციო პერიოდში 10^{0}C-ზე მეტ ტემპერატურათა ჯამი 3200-3800^{0}C -ია. ნალექები წლიური რაოდენობა 400-500 მმ-ია. ტენიანობის კოეფიციენტი 1%-ზე ნაკლებია.

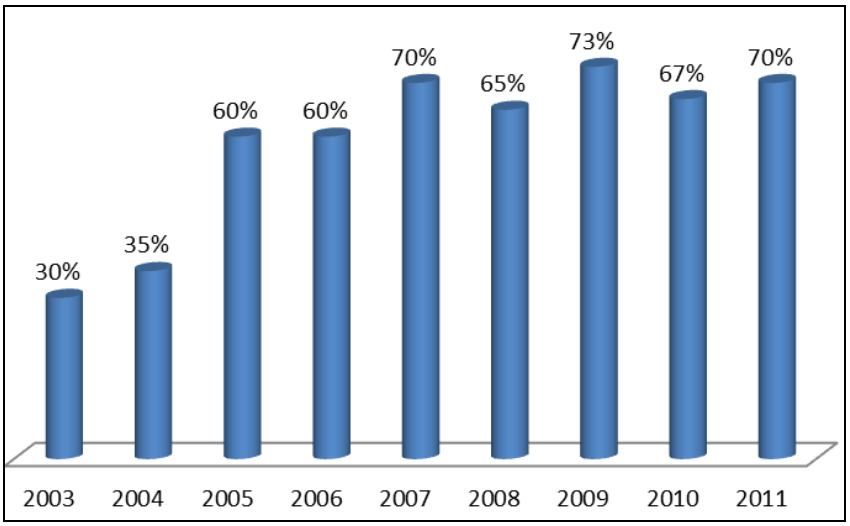
გარე კახეთისგან განსხვავებით დაავადების განვითარებისა და გავრცელების ხარისხი დაბალი იყო შიდა კახეთის ველის ზონაში. მისთვის დამახასიათებელია ზომიერად ნოტიო სუბტროპიკული ჰავა, ცხელი ზაფხულითა და ზომიერად ცივი

ზამთრით, საშუალო წლიური ტემპერატურა 11-13 ^{0}C-ია, იანვრის 0, -1 ^{0}C, თუმცა ზოგჯერ ტემპერატურა 0 ^{0}C -ზე ქვემოთაც ეცემა. უთბილესი თვის ტემპერატურა 21-25^{0}C. აბსოლუტური მინიმალური -25, -27^{0}C მაქსიმალური 40^0 C -ს აღწევს. სავეგეტაციო პერიოდში 10^{0}C -ზე მეტ ტემპერატურათა ჯამი 3500-4200^{0}C. ტერიტორიის უმეტეს ნაწილში წლიურად 800-1300 მმ. ნალექი მოდის. ტენიანობის კოეფიციენტი 1-ზე მეტია.თელავის რაიონში ნაცრის გავრცელების ხარისხი 60, ხოლო განვითარების ხარისხი 40%-ის ტოლი იყო, რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია.

დავადგინეთ, რომ 2009-2011 წლებში ნაცრის განვითარებისა და გავრცელების ხარისხი საკმაოდ აღემატებოდა 2003–2004 წლების მონაცემებს, დიაგრამა 2.

დიაგრამა 2.

ქერის ნაცრის გავრცელება 2003-2011 წწ. %



ხოლო 2005-2008 წლებთან შედარებით მცირედ განსხვავდებოდა (Горгиладзе ...2007, Сихарулидзе ...2008, ცეცხლაძე 2012ა; Цецхладзе… 2012:136-140).

ჩვენს მიერ სისტემატიურად ჩატარებულმა სამარშუტო გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ქერის ნაცრის გამომწვევი სოკო *Blumeria graminis f.sp.Hordei* ყოველწლიურადაა

გავრცელებული საქართველოს თითქმის ყველა გამოკვლეულ ზონაში. (იხ. სურათი 16).

სურათი 16. გამოკვლეული გეოგრაფიული ზონები (რაიონები) 2009-2011 წწ.

ეს შეიძლება აიხსნას აგროეკოლოგიური ფაქტორებით, ინფექციის საწყისი მასალის არსებობითა და ნაცრისადმი მიმღებიანი ჯიშების წარმოებით (Горгиладзе...2007:28-30; Сихарулидзе... 2008:39-41; ცეცხლაძე...2012ა:112-116; Цецхладзе... 2010:804-808; 2012:136-140).

თავი V. *Blumeria graminis f.sp.Hordei Marchal* -ის შიდასახეობრივი დიფერენციაცია კლასიკური გენეტიკური და მოლეკულური RAPD – PCR მეთოდის გამოყენებით

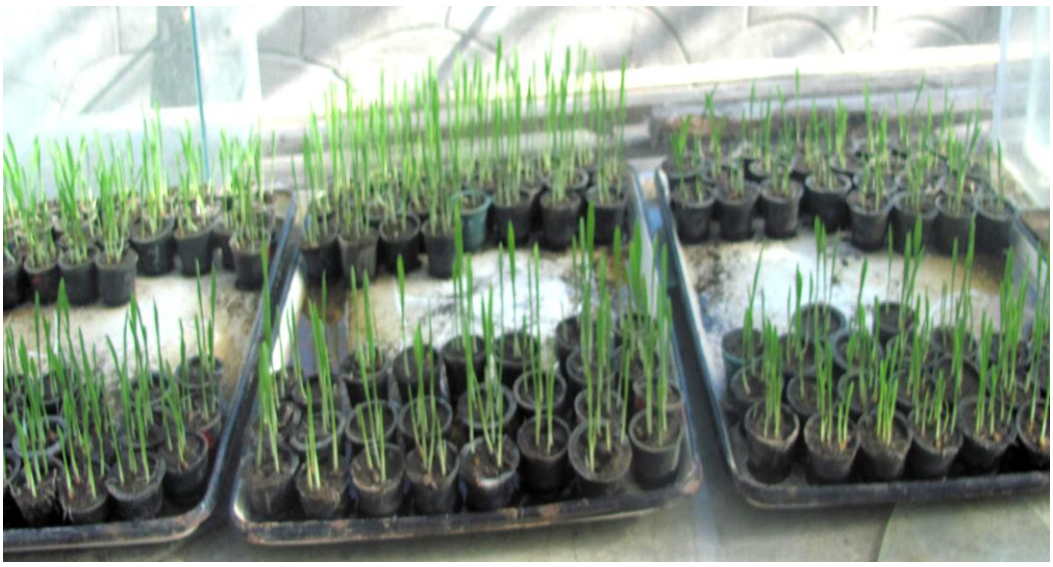
5.1. *Blumeria graminis f.sp.Hordei Marchal*-ის შიდასახეობრივი დიფერენციაცია გენეტიკური მეთოდის გამოყენებით

ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურის ცვლილებებს ვსწავლობდით გენურ საფუძველზე, ვირულენტობის (მათი გენოტიპების) სიხშირის მიხედვით, კვლევის კლასიკური გენეტიკური მეთოდის გამოყენებით(Czembor...2002:499-503).

პათოგენის პოპულაციის ვირულენტობის გენოფონდის იდენტიფიკაცი-ისათვის ვიყენებდით ქერის ნაცრის ჯიშ - დიფერენციატორების ევროპული ნაკრებს, რომელიც შედგებოდა ნაცრისადმი გამძლე გენების შემცველი ჯიშ პალასის (Pallas)-ის საფუძველზე შექმნილი იზოგენური ხაზებისა (24ხაზი) (Kolster...1986:903-907) და 11 ჯიშისაგან. ნაკრები მოწოდებულია დოქტორ კარტენ პედერსენის მიერ (ეროვნული ლაბორატორია, მცენარეთა კვლევითი დეპარტა - მენტი, დანია).

პათოგენის პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურის გასაანალიზებლად გამოვიყენეთ ლაბორატორიული მეთოდი, რომლის მიხედვითაც ჯიშ-დიფერენციატორთა რეაქციის ტიპის დადგენას, სხვადასხვა გეოგრაფიული რაიონებიდან გამოყოფილ მონოიზოლატებზე ვახდენდით, ბენზიმიდაზოლის 0,004%-იან წყალხსნარზე კულტივირებულ დაჭრილ ფოთლების რეაქციის ტიპის ათვლით .

პირველ ეტაპზე ჰიდროპონიკის გამოყენებით ვზრდიდით ქერის ჯიშ-დიფერენციატორებს. საამისოდ 20 მლ. მოცულობის პლასტმასის დანომრილ ქოთნებს ვავსებდით მდინარის სილით, ვრწყავდით და 0,7-0,8 სმ. სიღრმეზე ვთესავდით ჯიშ-დიფერენციატორების გაღივებულ 6-7 თესლს. ქოთნებს ნომერაციის მიხედვით ვათავსებდით კიუვეტებზე. (იხ. სურათი 17).



სურათი17. ჰიდროპონიკის მეთოდით გაზრდილი ჯიშ-დიფერენციატორები

კუვეიტში ვასხამდით წყალს , რომელსაც ყოველ 5 ლიტრზე ვამატებდით 25 მლ. კნოპის ხსნარს. იგი შედგებოდა შმდეგი რეაქტივებისაგან:

$Ca(NO_3)_2$ – 1 გრ/ლ

KH_2PO_4 – 0,25 გრ/ლ

$MgSO_4X7H_2O$ – 0,25 გრ/ლ

KCl _ 0,25 გრ/ლ

$FeSO_4$-ის 10% - იანი ხსნარის ერთ წვეთს ან $FeCl_3$ –ის რამდენიმე წვეთს (ჭანიშვილი,1973:158; Гроздинский, 1973:29-30). მცენარეები იზრდებოდა იზოლირე-ბულ ბოქსებში მკაცრი ასეპტიკის დაცვით.

ჯიშ-დიფერენციატორთა დასაავადებლად საჭირო რაოდენობის მონოიზო-ლატების მიღება-გამრავლებას მკაცრი ასეპტიკის დაცვით სპეციალურ ბოქსში ვახდენდით. საინოკულაციოდ მომზადებულ მცენარეს შორი მანძილიდან ვაფერთხავდით დაავადების კონიდიებს ისე, რომ მათი მცირე (ერთეული) რაოდენობა მოხდრილიყო მცენარის ფოთლებზე. ინოკულირებულ მცენარეს (ქოთნით) 24 საათით ტენიან კამერაში ვათავსებდით. დაავადების გამოვლენის შემდეგ, მცენარის ერთ დაავადებულ ფოთოლს (ერთი ბალიშით) მინის მილით იზოლაციას ვუკეთებდით. 4-5 დღის შემდეგ ყურადღებით ვათვალიერებდით

ფოთოლს და თუ მასზე შეინიშნებოდა მეორე ბალიში, ვაჭრიდით მაკრატლით და მხოლოდ ერთ ბალიშს ვტოვებდით. (იხ.სურათი 18).

სურათი 18. მცენარის იზოლირებული ფოთლები

ამ ერთი ბალიშიდან გამოვყოფდით მონო იზოლატებს. ჯიშ-დიფერენცია-ტორთა დასაავადებლად საჭირო ინფექციური მასალას მისაღებად, იზოლატორში მკაცრი ასეპტიკის დაცვით, ქოთნებში გაზრდილ მცენარეების ინოკულაციას ვატარებდით ცალკეული მონოიზოლატებით. ინოკულირებულ მცენარეებს ზემოდან ორმაგ მარლა გადაკრულ ლამპის შუშას ვაფარებდით და 24 საათის განმავლობაში ვათავსებდით ნოტიო კამერაში. შემდეგ დაავადებული მცენარეები გადაგვქონდა მზის სხივებისაგან დაცულ გრილ ადგილას. (იხ.სურათი 19)

სურათი 19. ლამპის შუშით იზოლირებული ინფიცირებული მცენარეები

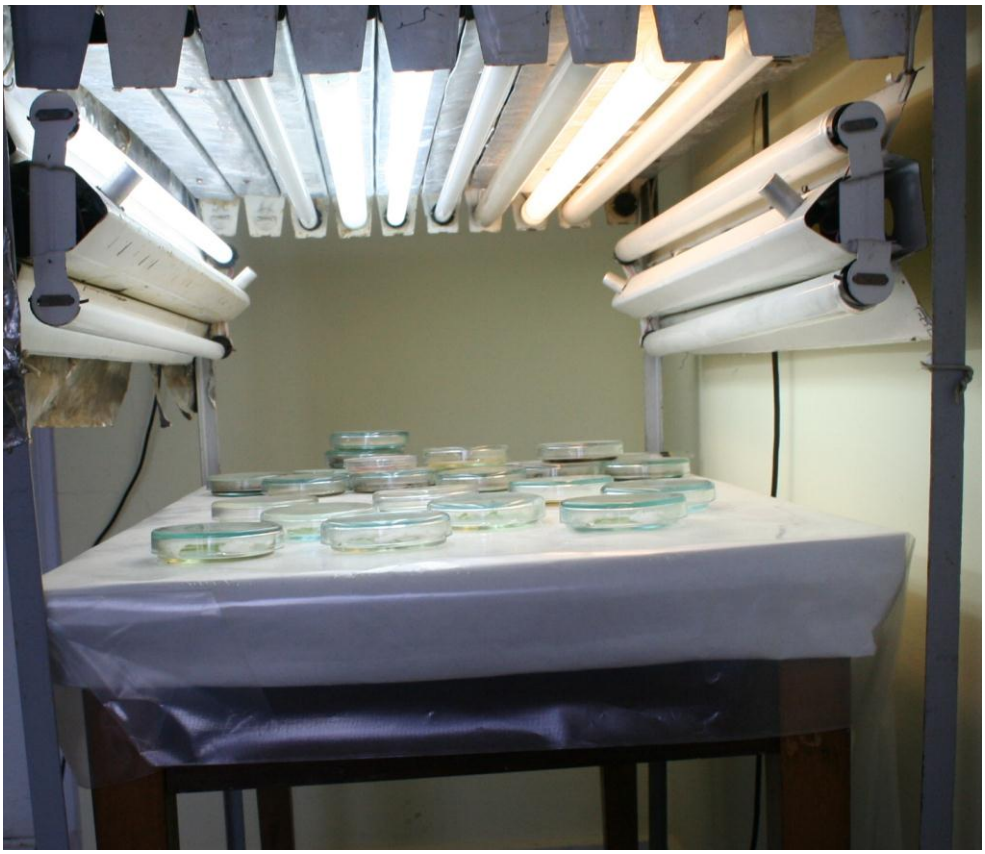
15-16 დღის კლონური კულტურების ინოკულუმს ვიყენებდით ნაცრისადმი გამძლე გენების შემცველ ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრების დასაავადებლად .

სხვადასხვა გეოგრაფიული ზონის (რაიონის) ქერის ნაცრის გამომწვევის პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურის დასადგენად ვიყენებდით ჰიდროპონიკის მეშვეობით გაზრდილ ჯიშ-დიფერენციატორთა ნაკრებს, რომელთა აღმონაცენებს მეორე ფოთლის გამოჩენისთანავე, ვაჭრიდით ფორმირებულ (განვითარებულ) პირველ ფოთოლს და მის ზედა ნაწილს (ფოთლის ნახევარი) ვაწყობდით პეტრის ჯამში. (იხ.სურათი 20).

სურათი 20. ბენზიმიდაზოლით დაცული დაჭრილი ქერის ფოთლები

მოჭრილ ადგილას ვაფენდით ბენზიმიდაზოლის ხსნარში დასველებულ ბამბას. ფოთლების ქვეშ ვათავსებდით სუფთა სასაგნე მინას. ერთ პეტრის ჯამში ვათავსებით ჯიშის 5-6 ფოთოლს. ზოგჯერ პეტრის ჯამის ნაცვლად ვიყენებდით კუვეიტს. რომელსაც ფსკერზე ვუფენდით ბენზიმიდაზოლში დასველებულ ბამბას და ზემოდან ვაწყობდით საკვლევი ჯიშების დაჭრილ ფოთლებს (6-8 ფოთოლი ყოველი ჯიშიდან). ინოკულაცია ტარდებაოდა სპორების დაფერთხვით. პეტრის ჯამს ზემოდან ვახურავდით თავისივე სახურავს, კუვეიტს კი მინას. ინოკულირებულ დიფერენციატორთა ნაკრებს 24 საათით ვათავსებდით ბნელ და

გრილ ადგილას (ნოტიო კამერა). შემდეგ გადაგვქონდა სპეციალურ მაგიდაზე რომელიც აღჭურვილი იყო დღის სინათლის ნათურებით . (იხ.სურათი 21).



სურათი 21. დღის სინათლის ნათურებით აღჭურვილი დანადგარი

ინოკულაციიდან 3-4 დღის შემდეგ, პეტრის ჯამებში ჩაფენილ ბამბაზე ბენზიმიდაზოლის 0.004 %-იანი წყალხსნარის (ბენზიმიდაზოლის 0.004%-იანი ხსნარის მისაღებად 40 მგ. ნივთიერებას ვხსნიდით 1 ლიტრ წყალში) დამატებას ვახდენდით ერთჯერ, ნაცრის ბალიშების გამოჩენამდე (Кривченко,1975:4548; Михайлова...1970:269-273).

იზოლირებული ფოთლის სეგმენტი 2-3 კვირის განმავლობაში არ კარგავდა იმუნოლოგიურ თვისებებს. ცდები ტარებოდა 18-21^{0}C ტემპერატურის, 75-99 % ფარდობითი ტენიანობისა და 14-16 საათიანი ფოტოპერიოდის პირობებში, სადაც ოპტიმალური განათება 4500 ლუქსი იყო. განათება რეგულირდებოდა დღის სინათლის ნათურების გათიშვით ან ჩართვით (Mains...1930:229-239; Кривченко, 1975:45-48).

ეს ერთ-ერთი მოსახერხებელი და ნაყოფიერი მეთოდია, რასაც მრავალი მკლევარი იყენებს (Михайлова…1982: 358-375; Dreiseitl ...1999:273-280).

ინოკულაციიდან 8-9 დღის შემდეგ ჯიშ-დიფერენციატორების რეაქციის ტიპს ვითვლიდი მეინსის და დიტცის 0-4 ბალიანი საერთაშორისო სკალის გამოყენებით (Mains... 1930:229-239). ამ სკალის მიხედვით R–გამძლე რეაქცია მოიცავს 0,1,2 გრადაციებს, ხოლო S -მიმღებიანი რეაქცია - 3 და 4 გრადაციებს (Mains...1930:229-239).

პათოტიპების ჩაწერა ხდებოდა გრინის ფორმულის მიხედვით, რომლის თანახმად წილადის მნიშვნელში იწერება ეფექტური გამძლეობის გენები, რომელთა შესატყვისი ვირულენტობა პათოგენს არ აქვს, ხოლო მრიცხველში არაეფექტური გენები, რომლებიც ჯიშის გამძლეობას ვერ უზრუნველყოფენ (Green, 1981:33-39).

2009-2011 წლებში შევისწავლეთ საქართველოს 7 სხვადასხვა გეოგრაფიული ზონის ცხრა რაიონის (თერჯოლა, ხაშური, მცხეთა, გარდაბანი, თეთრიწყარო, თელავი, დედოფლისწყარო, ახალქალაქი, ახალციხე) ქერის ნათესებში აღებული ნიმუშებიდან გამოყოფილი ნაცრის გამომწვევის (*Blumeria(Erisiphe)gr.f. sp.hordei)* ვირულენტური სტრუქტურა და განვსაზღვრეთ მისი პათოტიპური შემადგენლობა. სულ გამოიყო და გაანალიზდა 1150 მონოიზოლატი. აქედან 2009 წელს გამოიყო და გაანალიზდა 300 მონოიზოლატი: თერჯოლის, ხაშურის, თეთრიწყაროს, თელავის, დედოფლისწყაროს,ახალციხისა და ახალქალაქის რაიონის პოპულაციის ნიმუშებიდან. რომელთა ვირულენტობის გაანალიზებაც მოვახდინეთ ნაცრისადმი გამძლე 35 გენის შემცველი ჯიშ-დიფერენციატორების ევროპული ნაკრების გამოყენებით.

მაღალი ვირულენტობა გამოვლინდა შემდეგი გენებისადმი: Ml-a8; Ml-ra; Ml-(Ru2); Ml-k1; Ml-p; Ml-g; Ml (cp); Ml-La; Ml-h; Ml-a31; M(He); Ml-r 74; Ml-r 81 (70-100%).

საშუალო ვირულენტობა დაფიქსირდა Ml-at და Ml-a2 Ml (BR2) გენების მიმართ- ყველა გაანალიზებულ გეოგრაფიული რაიონის პოპულაციაში. აღნიშნული გენების მიმართ ვირულენტობის ხარისხი მერყეობდა 17-42,5%-ის ფარგლებში. საშუალო იყო ვირულენტობის ხარისხი Ml-a3 გენის მიმართ თეთრიწყაროს პოპულაციაში-21,6 %, დანარჩენი რაიონების პოპულაციებში კი, დაბალი იყო და 0,25-12,5 % -ის ფარგლებში მერყეობდა (იხ.ცხრილი 10).

ცხრილი 10.

ვირულენტური იზოლატების სიხშირე ***Blumeria graminis f.sp. hordey*** პოპულაციაში რაიონების მიხედვით, 2009 წელი

ჯიში (ხაზი)	გამძლეობის გენი	თერჯოლა 35 მპ.		ხაშური 40 მპ.		თეთრიწყარო 60 მპ.		თელავი 50 მპ.		დედოფლის-წყარო 35მპ.		ახალციხე 40 მპ.		ახალქალაქი 40მპ.	
		ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %
Pallas	Ml-a8	35	100	40	100	60	100	50	100	35	100	40	100	40	100
Pallas 02	Ml-a3	0	0	0	0	13	21,6	3	6	2	5,7	5	12,5	1	0,25
Pallas 03	Ml-a6 a14	7	20	5	12,5	5	8,3	3	6	2	5,7	2	0,5	7	17,4
Pallas 08 A	Ml-a9 Ml-k	5	14	0	0	1	1,6	3	6	1	2,8	5	12,5	2	0,5
Pallas 08 B	Ml-a9	3	8,5	0	0	4	6,6	1	2	0	0	0	0	2	0,5
Pallas 09	Mla10 Ml(Du2)	9	26	10	25	12	20	6	12	8	22,8	16	40	10	25
Pallas 10	Mla12 Mla(Em2)	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2,8	0	0	0	0
Pallas 13	Ml-a23	5	14	7	17,5	13	21,6	7	14	6	17,1	7	17,4	2	0,5
Pallas 14	Ml-ra	35	100	40	100	60	100	50	100	35	100	40	100	40	100
Pallas 15	Ml-(Ru2)	35	100	40	100	60	100	50	100	35	100	40	100	40	100
Pallas 17	Ml-k1	32	91	38	95	57	95	48	96	35	100	40	100	40	100

ცხრილი 10 (გაგრძელება)

ჯიში (ხაზი)	გამძლეობის გენი	თერჯოლა 35მპ.		ხაშური 40 მპ.		თეთრიწყარო 60 მპ.		თელავი 50 მპ.		დედოფლის წყარო 35მპ.		ახალციხე 40 მპ.		ახალქალაქი 40მპ.	
		ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე, %
Pallas 19	Ml-p	27	77	35	87,5	42	70	39	78	27	77,1	31	77,4	33	82,5
Pallas 20	Ml-at	6	17	16	40	12	20	11	22	9	25,7	8	20	17	42,5
Pallas 21	Ml-g; Ml (cp)	30	85	40	100	56	93,3	49	98	34	97,1	34	85	33	82,5
Pallas 23	Ml-La	30	86	34	85	54	90	47	94	25	71,4	37	92,5	35	87,5
Pallas 24	Ml-h	32	91	34	85	55	91,1	50	100	35	100	37	92,2	35	87,5
Black Russian	Ml-a2 Ml (BR2)	6	17	7	17,5	16	26,6	8	16	6	17,1	7	17,4	6	15
Guner	Ml-a3Ml (Tu2)	2	5,7	1	2,5	10	16,6	2	4	2	5,7	3	7,5	3	7,5
Turkey 290	Ml-a31	39	94	40	100	54	90	48	96	35	100	40	100	34	85
Deva abed	Ml-g; M (cp)	28	80	40	100	49	81,6	46	92	29	82,8	34	85	31	77,5
Herta	M(He)	35	100	39	97,5	60	100	50	100	35	100	30	75	42	100
Russian 74	Ml-r 74	35	100	40	100	60	100	50	100	35	100	40	100	40	100
Russian 81	Ml-r 81	31	89	35	87,5	54	90	45	90	30	85,7	35	90	36	90

დაბალი (0,5-14 %) სიხშირის ვირულენტობა გამოვლინდა Ml-a9 Ml-k გენის მიმართ, იგი არ დაფიქსირებულა ხაშურის მხოლოდ პოპულაციაში.

ვირულენტური სიხშირე ასევე დაბალი იყო გენების: Ml-a23 და Ml-a3Ml (Tu2)-ის მიმართ ყველა პოპულაციაში 5,7- 16,6 %-ის ფარგლებში.

იშვიათი ვირულენტური სიხშირე დაფიქსირდა Mla12 Mla(Em2) გენის მიმართ თელავისა და დედოფლისწყაროს რაიონების პოპულაციებში- 2-2,8 % , სხვა რაიონებში კი იგი არ დაფიქსირებულა.

2010 წელს ცხრა გეოგრაფიული რაიონის (თერჯოლა, მცხეთა, ხაშური, გარდაბანი, თეთრიწყარო, თელავი, დედოფლისწყარო, ახალციხე, ახალქალაქი) პოპულაციის ნიმუშებიდან გამოიყო 395 მონოიზოლატი.

2009 წლის მსგავსად, 2010 წლის ნაცრის ქართულ პოპულაციაშიც მაღალი ვირულენტობა გამოვლინდა გენებისადმი: Ml-a8; Ml-ra; Ml-(Ru2); Ml-k1; Ml-p; Ml-g Ml (cp); Ml-La; Ml-h; Ml-a31; M(He); Ml-r 74; Ml-r 81 (77-100%).

ყველა რაიონის პოპულაციაში საშუალო ვირულენტობა დაფიქსირდა: Ml-a10Ml (Du2) და Ml-at გენის მიმართ- 12.5-42 %-ის, ხოლო Ml-a23 გენის მიმართ 15-23.6 %-ის ფარგლებში.

ზოგიერთი რაიონის პოპულაციაში ვირულენტობა იშვიათი იყო რამოდენიმე გენის მიმართ. მაგალითად, Ml-a1 გენის მიმართ ვირულენტობა აღინიშნა მცხეთის (10.9 %) და ახალციხის პოპულაციაში (4%). სხვა რაიონებში კი არ დაფიქსირებულა.

Ml-a3- ის მიმართ ვირულენტობა დაფიქსირდა მხოლოდ თერჯოლის, ხაშურის, თელავის, დედოფლისწყაროს და ახალციხის პოპულაციებში, აქ მისი სიხშირე 10-23 %-ის ფარგლებში მერყეობდა. Ml-a6a14 გენის მიმართ იშვიათი ვირულენტობა დაფიქსირდა მხოლოდ დედოფლისწყაროს, ახალციხისა და ახალქალაქის პოპულაციებში - 2-12%- ის ფარგლებში.

ვირულენტური სიხშირე ასევე იშვიათი იყო Ml-a9 Mlk გენის მიმართ დედოფლისწყაროს,ახალციხისა და თეთრიწყაროს პოპულაციებში - 2% - 7.5%- ის ფარგლებში მერყეობდა. (იხ.ცხრილი 11).

ცხრილი 11.

ვირულენტური იზოლატების სიხშირე *Blumeria graminis f.sp. hordey* პოპულაციაში რაიონების მიხედვით 2010 წელი

ჯიში (ხაზი)	გამძლეობის გენი	თერჯოლა 50 მპ.		მცხეთა 55 მპ.		ხაშური 30 მპ.		გარდაბანი 40 მპ.		თეთრიწყარო 40 მპ.		თელავი 40 მპ.		დედოფლის-წყარო 50 მპ.		ახალციხე 50 მპ .		ახალქალაქი 40 მპ.	
		ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ.გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ . რაოდ.	სიხშირე,%
Pallas	Ml-a8	50	100	55	100	28	93	40	100	40	100	38	95	50	100	50	100	40	100
Pallas 01	Mla1	0	0	6	10.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0
Pallas 02	Ml-a3	5	10	0	0	7	23	0	0	0	0	4	10	12	24	9	18	0	0
Pallas 03	Ml-a6 a14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	5	12.5
Pallas 08 A	Ml-a9 Mlk	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7.5	0	0	1	2	2	4	0	0
Pallas 08 B	Ml-a9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
Pallas 09	Ml-a10Ml (Du2)	13	26	6	10.9	8	27	5	12.5	5	12.5	15	38	21	42	18	36	11	27.5
Pallas 10	Mla12Mla (Em2)	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pallas 13	Ml-a23	10	20	13	23.6	3	10	0	0	2	5	5	13	8	16	7	14	5	12.5
Pallas 14	Ml-ra	50	100	55	100	30	100	40	100	40	100	39	98	49	98	48	90	32	80
Pallas 15	Ml-(Ru2)	50	100	55	100	30	100	40	100	40	100	40	100	50	100	50	100	40	100
Pallas 17	Ml-k1	42	84	52	94.5	30	100	39	97.5	38	95	37	93	47	94	45	86	36	90

ცხრილი 11 (გაგრძელება)

ჯიში (ხაზი)	გამძლეობის გენი	თერჯოლა 50 მპ.		მცხეთა 55 მპ.		ხაშური 30 მპ.		გარდაბანი 40 მპ.		თეთრიწყარო 40 მპ.		თელავი 40 მპ.		დედოფლის - წყარო 50 პმ.		ახალციხე 50 პმ.		ახალქალაქი 40 მპ.	
		ვირ. გენ .რაოდ.	სიხშირე %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე %	ვირ.გენ. რაოდ.	სიხშირე %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე %	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე %	ვირ. გენ რაოდ.	სიხშირე %
Pallas 19	Ml-p	44	88	49	89	26	87	38	95	37	92.5	35	88	39	78	45	86	40	100
Pallas 20	Ml-at	11	22	11	20	9	30	5	12.5	8	20	6	15	9	18	7	14	5	12.5
Pallas 21	Mlg;Ml(cp	46	92	50	90.9	28	93	39	97.5	40	100	38	95	45	90	48	96	33	82.5
Pallas 23	Ml-La	42	84	48	89	26	87	37	92.5	35	87.5	31	77,5	42	84	45	22	36	90
Pallas 24	Ml-h	50	100	50	90.9	28	100	39	97.5	39	97.5	40	100	50	100	48	96	35	92.5
Manchura1R	Mla1MlA2	0	0	3	5.4	0	0	1	0.2	0	0	0	0	0	0	5	10	0	0
BlackRussian	Ml-a2 Ml (BR2)	15	30	12	2.8	12	40	10	25	12	30	6	15	13	26	11	22	0	0
Guner	Mla3Ml(Tu2)	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	0	0
A -222	Ml-a11	50	100	53	96.3	30	100	40	100	38	95	34	85	47	94	46	92	33	82.5
Turkey 290	Ml-a31	47	54	52	94.5	28	93	39	97.5	35	87.5	37	93	50	100	50	96	32	80
Deva abed	Ml-g Ml(cp)	46	92	49	89	27	90	38	95	40	100	40	100	50	100	48	96	32	80
Herta	Ml (He)	50	100	55	100	30	100	40	100	40	100	40	100	50	100	48	96	37	92.5
Russian 74	Ml-r 74	50	100	55	100	30	100	40	100	40	100	40	100	50	100	50	96	40	100
Russian 81	Ml-r 81	45	90	50	90.9	27	90	35	87.5	36	90	37	93	46	92	43	90	40	100

იშვიათი ვირულენტური სიხშირე დაფიქსირდა ახალციხის პოპულაციაში (2%) Ml-a9 გენის მიმართ,ხოლო თერჯოლის პოპულაციაში Mla12Mla(Em2) გენის მიმართ (6%).

Ml-a1Ml-a12 და Mla3Ml(Tu2) გენების მიმართ ვირულენტური სიხშირე თერჯოლის, დედოფლისწყაროსა და ახალციხის პოპულაციებში 2- 8 %- ს შორის მერყეობდა.

2011 წელს გაანალიზდა რვა რაიონის (თერჯოლა, მცხეთა, გარდაბანი, თეთრიწყარო, თელავი, დედოფლისწყარო, ახალციხე, ახალქალაქი) ქერის ნაცრის გამომწვევის პოპულაციის ნიმუშებიდან გამოყოფილი 455 მონოიზოლატი.
მაღალი ვირულენტური სიხშირე გამოვლინდა Ml-a8; Ml-ra; Ml-(Ru2); Ml-k1; Ml-p; Ml-g Ml (cp); Ml-La; Ml-h; Ml-a31; M(He); Ml-r 74; Ml-r 81 ნაცრისადმი გამძლე გენებისადმი (60 -100%). მათ მიმართ მაღალი ვირულენტობა დაფიქსირდა წინა 2009-2010 წლებშიც.

ყველა რაიონის პოპულაციაში,საშუალო ვირულენტობა დაფიქსირდა გენებისადმი: Ml-at, Ml-a2 Ml (BR2) და Ml-a23-ის მიმართ რაც 13.3-28.3 %-ის ფარგლებში მერყეობდა.

რამოდენიმე გენის მიმართ იშვიათი ვირულენტობა დაფიქსირდა სხვადასხვა რაიონის პოპულაციებში. მაგალითად, Ml-a1Ml-a12 გენის მიმართ გარდაბნის პოპულაციაში ვირულენტური სიხშირე 3.6%, ხოლო თელავის პოპულაციაში 1.6 %-ის ტოლი იყო. სხვა რაიონის პოპულაციებში ამ გენის მიმართ ვირულენტობა არ გამოვლენილა.

Ml-a3Ml-(Tu2) გენისადმი ვირულენტობა დაფიქსირდა მხოლოდ თეთრიწყარო-სა და ახალციხის პოპულაციაში - 3-9 %-ის ფარგლებში.

Ml-a10Ml-(Du2) გენისადმი იშვიათი ვირულენტობა დაფიქსირდა მცხეთის, ახალციხის, ახალქალაქის პოპულაციებში, რაც 3.3-7.2 %- ის ფარგლებში მერყეობდა.

Ml-a9 გენის მიმართ ვირულენტობის ხარისხი ახალციხის პოპულაციებში 10.9 , ხოლო თერჯოლის პოპულაციაში 7.2 %- ის ტოლი იყო. (იხ. ცხრილი 12).

ცხრილი 12.

ვირულენტური იზოლატების სიხშირე *Blumeria graminis f.sp. hordey* პოპულაციაში რაიონების მიხედვით 2011 წელი

ხაზი (ჯიში)	გამძლეობის გენი	თერჯოლა 55მპ.		მცხეთა 60 მპ.		გარდაბანი 55მპ.		თეთრიწყარო 55მპ.		თელავი 60 მპ.		დედოფლის-წყარო 60 მპ.		ახალციხე 55 მპ.		ახალქალაქი 55 მპ.	
		ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%	ვირ. გენ. რაოდ.	სიხშირე,%
Pallas	Ml-a8	55	100	60	100	55	100	55	100	60	100	60	100	55	100	55	100
Pallas 02	Ml-a3	13	23.6	8	13.3	6	10.9	6	10.9	5	8.3	5	8.3	1	1.2	1	1.8
Pallas 03	Ml-a6 a14	2	3.6	3	5	4	0	0	0	2	3.3	0	0	0	0	2	3.6
Pallas 08 A	Ml-a9 Ml-k	2	3.6	0	0	0	0	4	7.2	2	3.3	0	0	0	0	0	0
Pallas 08 B	Ml-a9	4	7.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10.9	0	0
Pallas 09	Ml-a10Ml (Du2)	4	7.2	2	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.3	3	5.4
Pallas 13	Ml-a23	10	18.1	7	11.6	9	16.3	7	12.7	9	15	11	18.3	9	16.3	9	16.3
Pallas 14	Ml-ra	55	100	60	100	55	100	55	100	60	100	60	100	55	100	55	100
Pallas 15	Ml-(Ru2)	55	100	60	100	55	100	55	100	60	100	60	100	55	100	55	100
Pallas 17	Ml-k1	55	100	56	93.3	55	100	53	96.3	58	96.6	60	100	48	87.2	53	96.3
Pallas 20	Ml-at	15	27.2	10	16.6	10	18.1	13	23.6	17	28.3	12	20	10	18.1	13	23.6
Pallas 21	Ml-g; Ml (cp)	46	83.6	49	81.6	48	87.2	46	83.1	56	93.3	53	88.3	38	69	45	81.8
Pallas 23	Ml-La	55	100	55	91.6	51	92.7	50	90.9	58	96.6	56	93.3	49	89	51	92.7
Pallas 24	Ml-h	55	100	60	100	53	96.3	53	96.3	58	96.6	60	100	48	87.2	55	100
Manchuria 1R	Ml-a1 Ml (A12)	0	0	0	0	2	3.6	0	0	1	1.6	0	0	0	0	0	0
Black Russian	Ml-a2 Ml (BR2)	10	18.1	12	20	13	23.6	15	27.2	11	18.3	8	13.3	12	21.5	8	14.4
Guner	Ml-a3Ml (Tu2)	5	9	3	5	3	7.2	0	0	3	5	3	5	0	0	2	3.6
A -222	Ml-a11	40	72.7	45	75	46	83.6	35	63.6	28	46.6	46	76.6	45	81.8	31	56.3
Turkey 290	Ml-a31	53	96.3	55	91.6	53	96.3	50	90.9	57	95	54	90	46	83.5	53	96.3
Deva abed	Ml-g; M (cp)	39	70.9	46	76.6	47	85.4	39	70.9	56	93.3	52	86.6	35	63.6	45	81.8
Herta	M(He)	52	94.5	56	93.3	55	100	55	100	60	100	59	98.3	46	83.6	55	100
Russian 74	Ml-r 74	55	100	60	100	55	100	55	100	60	100	60	100	55	100	55	100
Russian 81	Ml-r 81	50	90.9	49	81.6	47	85.4	45	81.8	49	81.6	52	86.6	39	70.9	46	83.6

Ml-a9 Mlk გენის მიმართ ვირულენტური სიხშირე თეთრიწყაროს , თელავისა და თერჯოლის პოპულაციებში 3.3- დან 7.2 %- ის ფარგლებში აღინიშნებოდა.

2009–2011 წწ. ჩატარებული კვლევებიდან ჩანს, რომ გაანალიზებული იზოლატების უმრავლესობა მაღალვირულენტური იყო Ml-a8; Ml-a11, Ml-a31; Ml-h; Ml(He); Ml-K1; Ml-p; Mlr-74; Ml-r81; Ml-ra; Ml-(Ru-2); Ml-La; ML-g+ Ml(cp) (80-100%) გენების მიმართ. (იხ. ცხრილი13)

ცხრილი 13.*Blumeria graminis f.sp.Hordei* პოპულაციის ვირულენტობა საქართველოში 2009–2011 წწ.

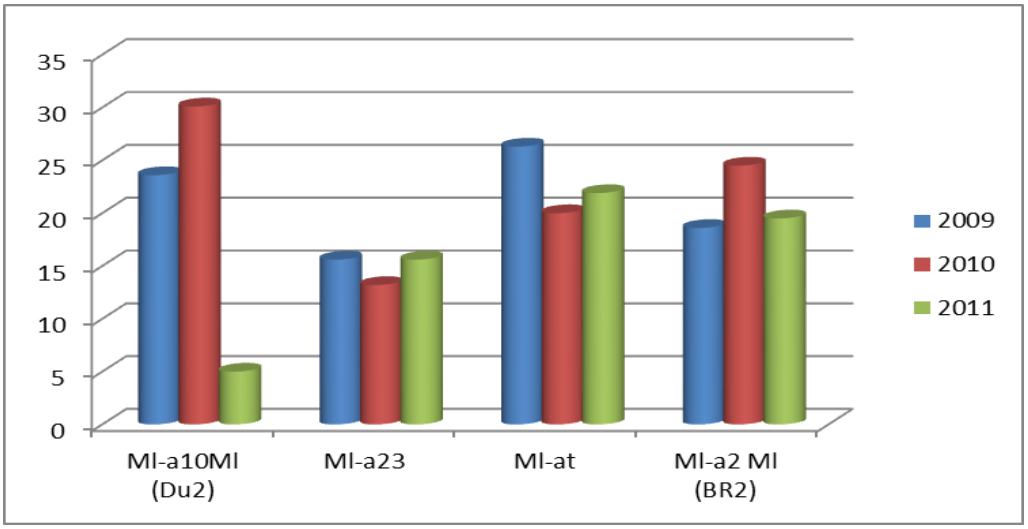
ჯიშის(ხაზის) დასახელება	გამძლეობის გენი	ვირულენტობა,%			1150 მპ.	
		2009	2010	2011	ვირულენტ. იზოლ.რაოდ.	ვირულენტ. პათოტიპები%
Pallas 14	Ml-ra	100	98.9	98.9	1146	99,6
Pallas 15	Ml-(Ru2)	100	100	100	1150	100
Pallas 17	Ml-k1	96.6	93.6	36.2	1098	95,4
Pallas 19	Ml-p	78	87.3	80.2	944	82
Pallas 21	Ml-g;Ml (cp)	92	85.5	83.7	995	86,5
Pallas 23	Ml-La	97.3	86.3	93.4	1028	89,3
Pallas 24	Ml-h	92.6	96.4	97.1	1101	95,7
A -222	Ml-a11	84.3	93.9	69.4	940	81,7
Turkey 290	Ml-a31	96.6	95.7	92.2	1089	94,7
Deva abed	Ml-g; M (cp)	85.6	93.6	78.9	986	85,7
Herta	M(He)	97	99.4	96.2	1122	97,5
Russian 74	Ml-r 74	100	100	100	1150	100
Russian 81	Ml-r 81	88.6	89.8	82.2	998	86,7

წარმოდგენილი ვირულენტური იზოლატები დაბალი სიხშირით გვხვდებოდა Ml-a2ML(BR2); M-a10Ml-(Du2), Ml-a23, Ml-at (17,4–30,1%) გენებისადმი. (იხ. დიაგრამა 3).

დიაგრამა 3.

დაბალი სიხშირის ვირულენტობა ნაცრისადმი გამძლე გენების მიმართ

2009–2011 წლებში

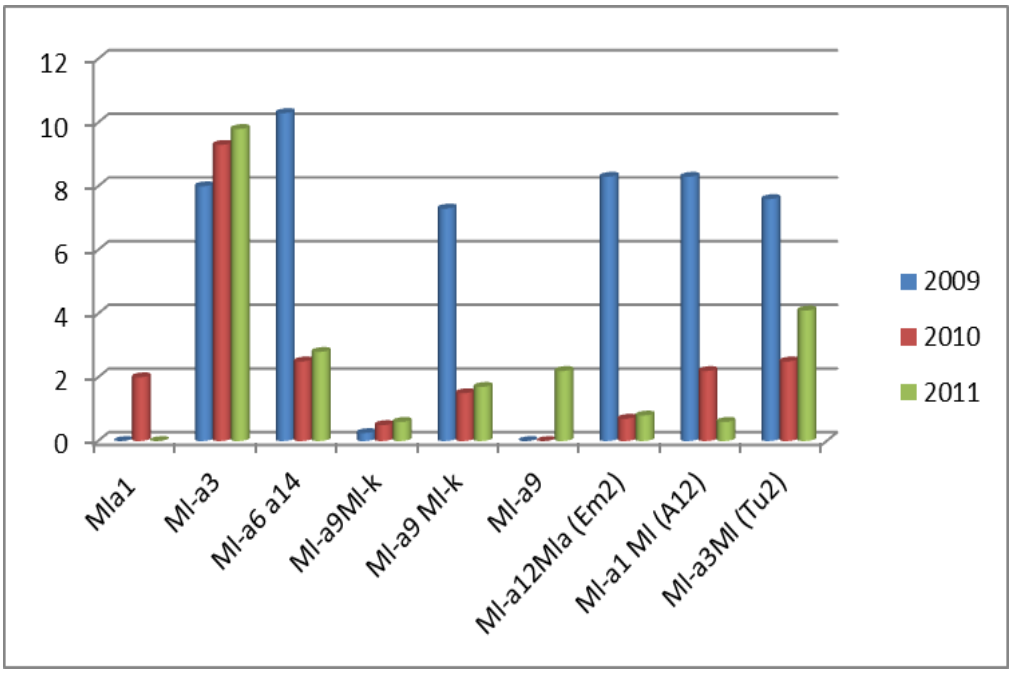


იშვიათი ვირულენტობა დაფიქსირდა ნაცრისადმი გამძლე გენების მიმართ: Ml-a1; Ml-al+ Ml(A12); Mla3+Ml(Tu2); Ml-a6+ Ml-al4; Mla9+Ml-k; Mla9; Ml-a3, Ml-a12Mla (Em2) (0,4- დან 9,2%-მდე) გენების მიმართ. (იხ.დიაგრამა 4).

დიაგრამა 4.

იშვიათი ვირულენტობა ნაცრისადმი გამძლე გენების მიმართ

2009–2011 წლებში



კვლევებით დადგინდა,რომ გამოკვლეული გეოგრაფიული რაიონებისა და წლების მიხედვით თითქმის ერთნაირია პათოგენის ვირულენტური სტრუქტურა. გამონაკლისს წარმოადგენს გამძლეობის გენი Ml-a1, რომლის მიმართ მხოლოდ 2010 წელის პოპულაციაში (მცხეთისა და ახალციხის რაიონი) დაფიქსირდა ვირულენტობა ძალიან დაბალი (2) პროცენტით.

ქერის ნაცრის ქართული პოულაციის გენეტიკური ცვალებადობის პოლიმორფობის და ჰეტეროზიგოტობის განსაზღვრის შედეგებიდან ჩანს, რომ ეს მაჩვენებლები საკმაოდ მაღალია. 2009 წელს პოპულაციის პოლიმორფობის კოეფიციენტი (P) 0.60–ია, ხოლო 2010–2011 წლებში უმნიშვნელოდ- 0.65-მდე გაიზარდა. შედარებით მაღალი იყო ჰეტეროზიგოტობის (H) მაჩვენებელიც, რომელიც 2009 წელს უდრიდა 0.71; 2010–2011 წლებში უმნიშვნელოდ გაიზარდა და 0.74-ს აღწევდა. პოპულაციის საშუალო ვირულენტობა (F_V) 2009 წელს იყო 14.23, 2011 წელს კი 13.55 . 2010 წელს უმნიშვნელოდ მაღალი იყო და 14.30-ს უდრიდა.

ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის პათოტიპური შემადგენლობის ანალიზი გეოგრაფიული ზონების მიხედვით. საქართველოს შვიდი გეოგრაფიული ზონის ქერის ნათესი ფართობებიდან გამოყოფილი პოპულაციების პათოტიპური შემადგენლობის გაანალიზების შედეგად დადგინდა ,რომ ყველა ზონის პოპულაციაში ვირულენტობა მაღალი სიხშირით (82–100%) იყო წარმოდგენილი Ml-a8; Ml-a11, Ml-a31; Ml-h; Ml(He); Ml-K1; Ml-p; Mlr-74; Ml-r81; Ml-ra; Ml-(Ru-2); Ml-La; ML-g+ Ml(cp) გენების მიმართ.

Ml-a1 გენის მიმართ ვირულენტობა იშვიათი იყო (1,3–3,2 %) შიდა ქართლის ვაკის და სამცხის პოულაციებში, სხვაგან კი არ დაფიქსირებულა. ასევე იშვიათი ვირულენტობა დაფიქსირდა Ml-a9Ml-k გენის მიმართ სამ აგროეკოლოგიურ ზონაში (კოლხეთის დაბლობი, შიდა ქართლის ვაკე, ჯავახეთი).

Ml-a3; Ml-a6 Ml-a14; Ml-a23; Ml-a10Ml (Du2); Ml-a23; Ml-a2 Ml (BR2) გენებიც დაბალი ვირულენტობით (1,3–32%) გამოირჩეოდა. (იხ.ცხრილი 14).

ცხრილი 14.

ვირულენტური გენების გავრცელება გეოგრაფიული ზონების მიხედვით 2009–2011 წწ.

ჯიში (ხაზი)	გამძლეობის გენი	კოლხეთის დაბლობი 140 მპ.		შიდა ქართლის ვაკე 185 მპ		ქვემო ქართლის ვაკე 250 მპ.		შიდა კახეთის ველი 160 მპ.		გარე კახეთის ველი 145 მპ.		სამცხე 145 მპ.		ჯავახეთი 135 მპ	
		ვირ. გენ. რაოდ.	%	ვირ. გენ რაოდ.	%	ვირ. გენ. რაოდ.	%	ვირ. გენ რაოდ.	%	ვირ. გენ რაოდ.	%	ვირ. გენ რაოდ.	%	ვირ. გენ რაოდ.	%
Pallas	Ml-a8	140	100	183	98.9	250	100	148	92.5	145	100	145	100	135	100
Pallas 01	Mla1	0	0	6	3.2	0	0	0	0	0	0	2	1.3	0	0
Pallas 02	Ml-a3	18	12.8	15	8.1	25	10	12	7.5	19	13.1	25	17.2	2	0
Pallas 03	Ml-a6 a14	9	6.4	8	4.3	9	3.6	5	3.1	3	2	6	4.1	14	1.4
Pallas 07 A	Ml-a9Ml-k	3	2.1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.7
Pallas 08 A	Ml-a9 Ml-k	12	8.5	0	0	8	3.2	5	3.1	2	1.3	7	4.8	2	1.4
Pallas 08 B	Ml-a9	7	5	0	0	4	1.6	1	0.6	0	0	7	4.8	2	1.4
Pallas 09	Ml-a10Ml(Du2)	46	32.8	26	14	22	8.8	21	13.1	29	20	45	31	24	17.7
Pallas 10	Ml-a12Mla (Em2)	3	2.1	0	0	0	0	1	0.6	1	0.6	0	0	0	0
Pallas 13	Ml-a23	25	17.8	30	16.2	31	12.4	21	13.3	25	17.2	23	15.8	16	11.8
Pallas 14	Ml-ra	140	100	185	100	250	100	149	93.1	144	99.3	142	97.9	135	100
Pallas 15	Ml-(Ru2)	140	100	185	100	250	100	150	100	145	100	145	100	135	
Pallas 17	Ml-k1	129	92.1	176	95.1	242	96,8	143	89.3	142	97.9	133	91.7	133	98.5
Pallas 19	Ml-p	119	85	158	85.4	204	81,6	125	78.1	115	79.3	112	77.2	111	81.6
Pallas 20	Ml-at	32	22.8	46	24.8	48	19.2	34	21.2	30	20.6	25	17.2	43	31.8
Pallas 21	Ml-g; Ml (cp)	122	87.1	139	75.1	229	57,2	143	89.3	132	91	120	82.7	110	81.4
Pallas 23	Ml-La	127	90.7	163	87	227	90,8	136	85	123	84.8	131	90.3	121	89.6
Pallas 24	Ml-h	137	97.8	172	92.9	239	95,6	148	92.5	145	100	133	91.7	127	94

ცხრილი 14. (გაგრძელება)

ჯიში(ხაზი)	გამძლეობის გენი	კოლხეთის დაბლობი 140 მპ.		შიდა ქართლის ვაკე 185 მპ		ქვემო ქართლის ვაკე 250 მპ.		შიდა კახეთის ველი 160 მპ.		გარე კახეთის ველი 145 მპ.		სამცხე 145 მპ.		ჯავახეთი 135 მპ	
		ვირ.გენ. რაოდ.	%	ვირ. გენ. რაოდ.	%	ვირ. გენ. რაოდ.	%	ვირ. გენ. რაოდ.	%	ვირ. გენ. რაოდ.	%	ვირ. გენ. რაოდ.	%	ვირ.გენ. რაოდ.	%
Manchura 1R	Ml-a1 Ml (A12)	0	0	3	1.6	8	3.2	1	0.6	0	0	5	3.4	0	0
Black Russian	Ml-a2Ml (BR2)	31	22.1	43	23.2	66	26.4	25	15.6	27	18.6	30	20.6	20	14.8
Guner	Ml-a3Ml (Tu2)	11	7.8	4	2.1	13	5.2	5	3.1	6	4.1	7	4.8	6	4.16
A -222	Ml-a11	112	80	168	90	211	84.4	107	66.8	117	80.6	129	88.9	96	71.1
Turkey 290	Ml-a31	139	99.2	175	94.5	231	92.4	142	88.7	139	95.8	136	93.7	127	94
Deva abed	Ml-g; M (cp)	113	80.7	162	87.5	213	85.2	142	88.7	131	90.3	117	80.6	108	80
Herta	M(He)	137	97.8	180	97.3	250	100	150	93.7	144	93.3	124	85.5	135	100
Russian 74	Ml-r 74	140	100	185	100	250	100	150	93.7	145	100	145	100	135	100
Russian 81	Ml-r 81	126	90	161	87	217	86,8	131	81.8	128	88.2	117	80.6	118	87.4

გაავაანალიზეთ აღნიშნული გეოგრაფიული ზონების ნაცრის პოპულაციების გენეტიკური ცვალებადობის მაჩვენებლები: პოლიმორფობა(P) და ჰეტეროზიგოტო-ბა (H), დადგინდა მათ შორის მსგავსება-განსხვავება.

2009–2011 წლებში, გეოგრაფიული ზონების პოპულაციების ვირულენტური სტრუქტურის ანალიზის შედეგად დადგენილი იქნა რომ, პოლიმორფობის კოეფიციენტი ყველა ზონის პოპულაციაში საკმაოდ მაღალი იყო და 0,54–0,63 ფარგლებში მერყეობდა . (იხ.ცხრილი 15) .

ცხრილი 15. საქართველოს გეოგრაფიული ზონების პოპულაციების ვირულენტობის მაჩვენებლები 2009–2011წწ.

გეოგრაფიული ზონა	**პოლიმორფობის მაჩვენებელი(p)**	**ჰეტეროზიგოტობის მაჩვენებელი(H)**	**საშუალო ვირულენტობა(F)**
კოლხეთის დაბლობი	0,60	0,71	14,4
შიდა ქართლის ვაკე	0,60	0,66	13,9
ქვემო ქართლის ვაკე	0,54	0,69	13,9
შიდა კახეთის ველი	0,69	0,71	13,1
გარე კახეთის ველი	0,54	0,66	14
სამცხე	0,63	0,71	13,8
ჯავახეთი	0,54	0,69	13,7

პოლიმორფობის კოეფიციენტის მიხედვით მსგავსება იყო კოლხეთის დაბლობისა და შიდა ქართლის ზონებს შორის (0,60), ასევე მსგავსი მაჩვენებელი დაფიქსირდა ქვემო ქართლისა და ჯავახეთის გეოგრაფიულ ზონებს შორის (0,54),

უმნიშვნელოდ მაღალი იყო სამცხესა (0,63) და შიდა კახეთის ველის ზონების (0,69) მაჩვენებლებს შორის.

ასევე თითქმის მსგავსი ჰეტეროზიგოტობის მაჩვენებელი აღმოაჩნდა ყველა გაანალიზებული ზონის პოპულაციებს, რომელიც 0,66–0,71–ის ფარგლებში მერყეობდა. აღსანიშნავია, რომ სამი ზონის პოპულაციაში ჰეტეროზიგოტობის მაჩვენებელი შეადგენდა 0,71, ორ ზონაში 0,66 და ორ ზონაში 0,69 უდრიდა .

გაანალიზებული პოპულაციების ვირულენტობის საერთო დონის ცვლილებისა და მათ შორის მსგავსების დასადგენად განისაზღვრა საშუალო ვირულენტობის მაჩვენებელი(F_V). შედეგებმა გვიჩვენა რომ პოლიმორფობისა და ჰეტეროზიგოტობის მსგავსად, საშუალო ვირულენტობის მაჩვენებლებიც გეოგრაფიული ზონების მიხედვით ერთმანეთისაგან უმნიშვნელოდ განსხვავდებოდა და 13,1 –14,4 –ს შორის ცვალებადობდა. რაც იმას ადასტურებს, რომ საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიუ-ლი ზონის პოპულაციები თითქმის ერთგვაროვანია და უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ნაცრისადმი გამძლე გენების: Ml-h; Ml-La; Ml-K1; ML-g+ Ml(cp) ; Ml-ra მიმართ მაღალი ვირულენტობა (41-100%), ხოლო გენების: Mla3, Ml-a13 და Ml-a9-ს მიმართ დაბალი ვირულენტობა დაფიქსირდა ინგლისში გაანალიზებულ ქერის ნაცრის პოპულაციებში 2002 წელს (Slater…2003:33-42); ჩეხეთში მაღალი ვირულენტური სიხშირე დაფიქსირებული იქნა გენებისადმი: ML-g+ Ml(cp), Ml-a8, Ml-h , ML-g+ Ml(cp) (85-100%)(Dreiseitl ,1999: 273-280). ამავე გენების მიმართ მაღალი ვირულენტობა გამოვლინდა ტუნისისა და მაროკოს ქერის ნაცრის პოპულაციებში (Yahuaou…1997:139-146).

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ჩატარებული კვლევებითგამოირკვა, რომ ქერის ნაცრის გამომწვევი ***Blumeria (syn.Erisiphe) graminis f.sp hordei*** *-ის* მიმართ მაღალი გამძლეობით გამოირჩევა ml-o (ml-o1, ml-o2.....) გენის მატარებელი ნიმუშები, რომ-ლებიც ბოლო 20 წლის მანძილზე ინარჩუნებენ გამძლეობას ნაცრის გამომწვევის ნებისმიერი რასის მიმართ (Hovmoller...2000:729-743).

საქართველოში გავრცელებული ნაცრის გამომწვევი პათოგენის პოპულაციის შესწავლით დავადგინეთ, რომ პოპულაცია მაღალვირულენტურია გაანალიზებუ-

ლი გამძლეობის გენების უმეტესი ნაწილის მიმართ, კერძოდ, 35 გენოტიპიდან 27-ის მიმართ გააჩნია შესატყვისი ვირულენტობა.

ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის მიმართ მაღალი გამძლეობა გამოავლინეს: Ml-a7+MlLG2; Ml-a7+Mlk; Mla7+Ml-No3, Ml- a7+Ml(Tr3)+Ml(AB); Ml-a13+Ml(Ru3); Ml-a22; Ml-nn; ml-05 გენებმა. კვლევების დროს მათ მიმართ ვირულენტობა საერთოდ არ დაფიქსირებულა. მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში აღნიშნული გენები ითვლება გამძლეებად (Zeybek...2002:125-130; Czembor 2000: 277-288).

5.2. ნაცრის გამომწვევის შიდასახეობრივი დიფერენცია RAPD- PCR მეთოდის გამოყენებით

კლასიკური მეთოდის გარდა, გამოვიყენეთ კვლევის საყოველთაოდ მიღებული თანამედროვე პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის (PCR) მეთოდი, კერძოდ, მისი მოდიფიცირებული RAPD – PCR (randomly amplified DNA PCR) შემთხვევით ამპლიფიცირებული პოლიმორფული დნმ პჯრ ანალიზი (თითის ანაბეჭდების მეთოდი). იგი საშუალებას იძლევა, შევაფასოთ მოლეკულურ-გენეტიკური პოლიმორფიზმი პოპულაციაში. RAPD – PCR წარმოადგენს პოპულაციაში მიმდინარე პროცესების კონტროლისათვის საუკეთესო მეთოდს, (Киль,2008).

RAPD– PCR მეთოდით ამპლიფიკაციას, ინფორმაციულობის გაზრდის მიზნით ვიმეორებდით რამდენჯერმე და ანალიზისათვის ვავლენდით დნმ ფრაგმენტებს. ამის გარდა დამატებით ვცდიდით სხვადასხვა პრაიმერსა და კონცენტრაციის დნმ–ს, რომელიც ტარდებოდა შესაბამისი პირობების დაცვით (ცდის ჩატარების მსგავსი პირობები, ერთსა და იმავე ამფლიფიკატორში, ერთი და იმავე რეაქტივების ნაკრების გამოყენებით, დნმ თანაბარი კონცენტრაცია, რომელიც გამოყოფილი იყო ერთი და იმავე მეთოდით და სხვა).

RAPD - PCR მეთოდით გავაანალიზეთ საქართველოს სამი გეოგრაფიული ზონის სამი რაიონის პოპულაციებიდან გამოყოფილი *Blumeria (Erysiphe) graminis f. sp. hordei* თვრამეტი მონოიზოლატის დნმ (თითეული ზონიდან 6–6 მონოიზოლა-ტი). მათ გამოსაყოფად გამოვიყენეთ სპეციალური ნაკრები (QIAmp® DNA Mini Kit (250) QIAGEN).

ნაცრით დაავადებული ქერის ფოთლიდან ლანცეტის საშუალებით ვიღებდით სოკოს ნაყოფსხეულს. საკვლევი მასალის წონა შეადგენდა 20 მილი გრამს. ნიმუშიან ტუბებს ვამატებდით 400 მლ AP_1 ბუფერს და 4 მლ. ფერმენტ ერერენაზას (RNA), რომელიც შლის და აცილებს რნმ-ს, ამის შემდეგ ტუბებს სანჯღრეველაზე ვათავსებდით და 13000 ბრუნზე ვატრიალებდით. ამ ნიმუშებს 10 წუთით საინკუბაციოდ ვდგამდით თერმობლოკზე 65^0C–ზე.ამ დროის მონაკვეთში 3-ჯერ ვახდენდით მის შენჯღრევას. ამის შემდეგ ვამატებდით 130 მლ. AP2 ბუფერს ვანჯღრევდით სანჯღრეველაზე და ცილებისა და სხვა მინარევების გამოსალექად 5 წუთით ვდგამდით მაცივარში (ყინულზე).მაცივრიდან გამოღების შემდეგ ნიმუშიან ტუბებს ისევ ვანჯღრევდით და გადაგვქონდა ცენტრიფუგაზე, მაქსიმალურ ბრუნზე (13000) ვატრიალებდით ხუთი წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ ნიმუშიანი სითხე გადაგვქონდა პიპეტის საშუალებით სპეციალურ ტუბებში და ვდგამდით სანჯღრეველაზე, სემდეგ კი ვატარებდით ცენტრიფუგირებას მაქსიმალურ 13000 ბრუნზე 2 წუთის განმავლობაში. რის შემდეგ 450 მლ. ნიმუშიანი ხსნარი გადაგვქონდა ეპენდორფის ტუბებში, ვამატებდით 675 მლ. AP3/E ბუფერს და ვანჯღრევდით. შემდეგ 650 მლ. ნიმუშიან ხსნარს ვასხამდით ფილტრიან DNA- ზა მინი ტუბებში ვანჯღრევდით და ვაცენტრიფუგირებდით 8000 ბრუნზე 1 წუთის განმავლობაში. შემდეგ DNA- ზა მინი ტუბებს ვუცვლიდით ძირებს, ვასხამდით 500მლ AW - ბუფერს და ვახდენდით ცენტრიფუგირებას 8000 ბრუნზე 2წთ-ის განმავლობაში. შემდეგ კვლავ ვამატებდითთ 500 მლ AW ბუფერს ვახდენდით ცენტრიფუგირებას 2 წუთის განმავლობაში 13000 ბრუნზე.

ამის შემდეგ ვიღებდით ლაბორატორიულ, სტერილურ ეპენდორფის ტუბებს, ვნომრავდით და მათში ვდგამდით ნიმუშიან DNA-ზა მინი ტუბებს, რომელთაც მოხსნილი ჰქონდათ ძირები, მასში ვასხამდით 100 მლ AE ჩამრეცხ ბუფერს და ვახდენდით ცენტრიფუგირებას 8000 ბრუნზე ერთი წუთის განმავლობაში. ისევ ვასხამდით 100მლ AE ბუფერს, ფილტრზე დარჩენილი დნმ ეპენდორფის ტუბებში კარგად რომ ჩარეცხილიყო. დნმ-ს რაოდენობის განსაზღვრისათვის ვიყენებდით სპექტროფოტომეტრს (JENWAY 6505UV/VIS). გამოყოფილი დნმ– ის გასააანალიზებ-ლად ვიყენებდით შემდეგი შემადგენლობის სარეაქციო ნარევს. (იხ.ცხრილი)

ცხრილი 16.

სარეაქციო ნარევის რაოდენობა 18 მონოიზოლატისათვის

ნივთიერება	ერთი ნიმუშისათვის	თვრამეტი ნიმუშისათვის
H_2O	13.25 ml	265 ml
5xBuffer	5 ml	100 ml
5mm $Mgcl_2$	2ml	40 ml
5mm dNTps	2ml	40 ml
25mm Pr	0.6ml	12 ml
Taq	0.15ml	3 ml
23 ml mix + 2 ml DNA		

საანალიზოდ ვიყენებდით 5 U/µl თაგ დნმ (TaqDNA)პოლიმერაზას (Pharma-cia) და დნმ-ის განსაზღვრული თანმიმდევრობის მქონე პრაიმერებს.

სულ გამოიცადა 20 პრაიმერი, რომელთაგან შეირჩა სამი საუკეთესო პრაიმერები რომლებიც სინთეზირებული პოლიმორფული დნმ ფრაგმენტების რაოდენობის მიხედვით მეტ ინფორმაციას იძლეოდა.

ნაცრის გამომწვევის დნმ-ს იდენტიფიცირებისათვის გამოყენებული იყო შემდეგი ნუკლეოტიდური შემადგენლობის პრაიმერები:

OPA-02 5’ TGC CGA GCT G 3’

OPA-03 5’AGT CAG CCA C 3’

OPA-05 5’ AGG GGT CTT G 3’

დნმ ფრაგმენტების ზომის დასადგენად ვიყენებდით 1 kb მოლეკულური მასის მარკერს (ზომის სტანდარტული კიბე), რომელიც შეიცავს დნმ-ის უკვე ცნობილი ზომის (250– დან 10.000 bp) ფრაგმენტს (Sambrook, et ol.1989).

RAPD –PCR-ი ტარდებოდა პროგრამირებად ამფლიფიკატორში თერმოციკლურში “Techne TC 412”. დნმ ამპლიფიკაციისათვის ტემპერატურული რეჟიმი შეიჩა გამოყენებული პრაიმერებისა და დნმ-ის სამიზნე უბნის სპეციფიკის გათვალისწი-ნებით.

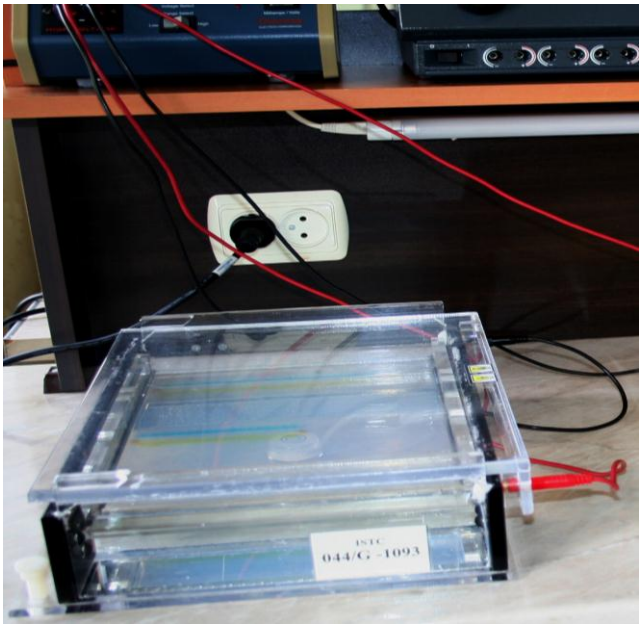
PCR-ის მეთოდით ანალიზის ჩასატარებლად იქნა ორმოც ციკლიანი პროგრამა შემუშავდა შემდეგი ტემპერატურული რეჟიმებით:

საწყისი დენატურაცია – 95^{0}C -2 წთ;

ამპლიფიკაცია – (94^{0}C–1 წთ/30^{0}C –1 წთ);

საბოლოო რენატურაცია - 72^{0}C-7წთ.

ამპლიფიკაციის შედეგად მიღებული პროდუქტების ვიზუალურ დათვალიერებას ვახდენდით აგაროზის გელ-ელექტროფორეზის მეთოდით. ჰორიზონტალური ელექტროფორეზისთვის ვიყენებდით ერთჯერად TBE (TRIS – BORATE-EDTA BUFFER) ბუფერს, რომლის მისაღებად 100 მლ. 5%- იან TBE ბუფერს ვამატებდით 900 მლ. გამოხდილ წყალს. ამპლიფიცირებული დნმ ნიმუშების ვიზუალიზაციისათვის ვიყენებდით 1,5%-იან აგაროზის გელს. (იხ. სურათი 22).



სურათი 22. ჰორიზონტალური ელექტროფორეზი აგარიზებულ გელზე

გელის მომზადება.გელს ვამზადებდით შემდეგნაირად: ვწონიდით 1.5 გ. აგაროზას და ვხსნიდით 100 მლ 1%-იანი TBE ბუფერში. სანჯღრეველაზე ნჯღრევის შემდეგ, გამჭვირვალე სითხის მიღებამდე ვაცხელებდით მიკროტალღურ ღუმელში და ვასხამდით ელექტროფორეზის ლანგარზე, რომელშიც ვათავსებდით სპეციალურ სავარცხელს. გელის, რომლის ფენის სისქე 0.7-0.8 სმ. იყო ვაცივებდით 15-20 წუთის განმავლობაში. სავარცხელის ამოღების შემდეგ გელზე რჩება ფოსოები

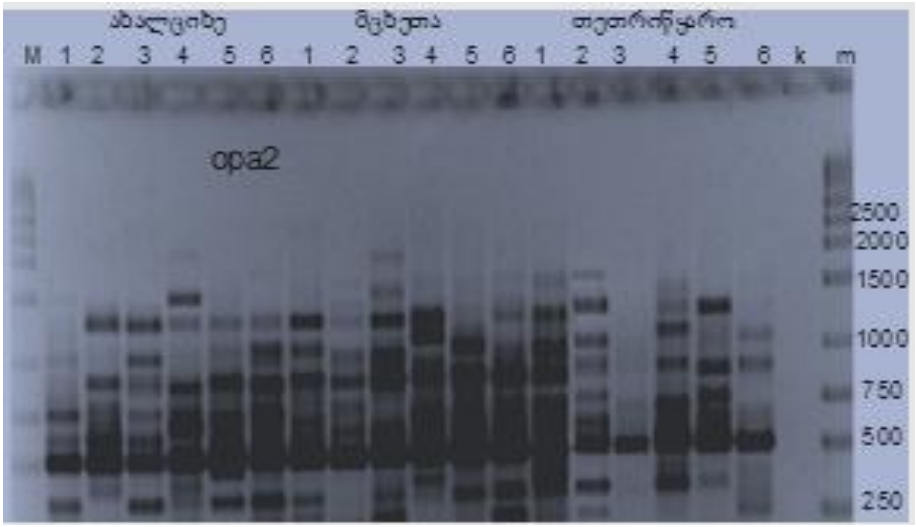
რომელშიც პიპეტის საშუალებით ვასხამდით 20 მკლ. სინჯს.ელექტროფორეზს ვატარებდით ჰორიზონტალურ აპარატში, სადაც დენის ძაბვა 105-120 V-ის ტოლი იყო.

გელს, 20 წუთის განმავლობაში ეთიდიუმ ბრომიდის 5 მმოლ ხსნარში (Sigma) ვღებავდით, შემდეგ კი ვრეცხავდით დისტილირებული წყლით და შედეგებს ულტრაიისფერი (UV) ტრანსილუმინაციის მეშვეობით ვაანალიზებდით. ფოტოგადაღებისათვის ვიყენებდით (UVP- BIO-DOG-it-TM Imaging system) სისტემის ფოტოკამერას და Diversity Database 2.1.1 (BIO-RAD) კომპიუტერულ პროგრამას.

ანალიზის შედეგად მიღებული ელექტროფეროგრამების თითოეული პიკი შეესაბამებოდა დნმ-ის გარკვეული სიდიდის ფრაგმენტს. თითოეული კლონი კი ხასიათდებოდა განსაზღვრული მოლეკულური მასის მქონე ფრაგმენტებისაგან შემდგარი კონკრეტული პროფილით - ე.წ. “თითის ანაბეჭდებით”. მონაცემების გასაანალიზებლად ვიყენებდით კლასტერული ანალიზის UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic average -ჯგუფის შიგნით დაწყვილების საშუალო არითმეტიკული) მეთოდს.

დენდროგრამა იქმნებოდა GGSC WPGMA (Gower General Similarity Coefficient WPGMA) მეთოდით, რომლის საშუალებითაც დგინდებოდა სხვადასხვა კლონის RAPD– PCR პროფილებს შორის მსგავსების ხარისხი.

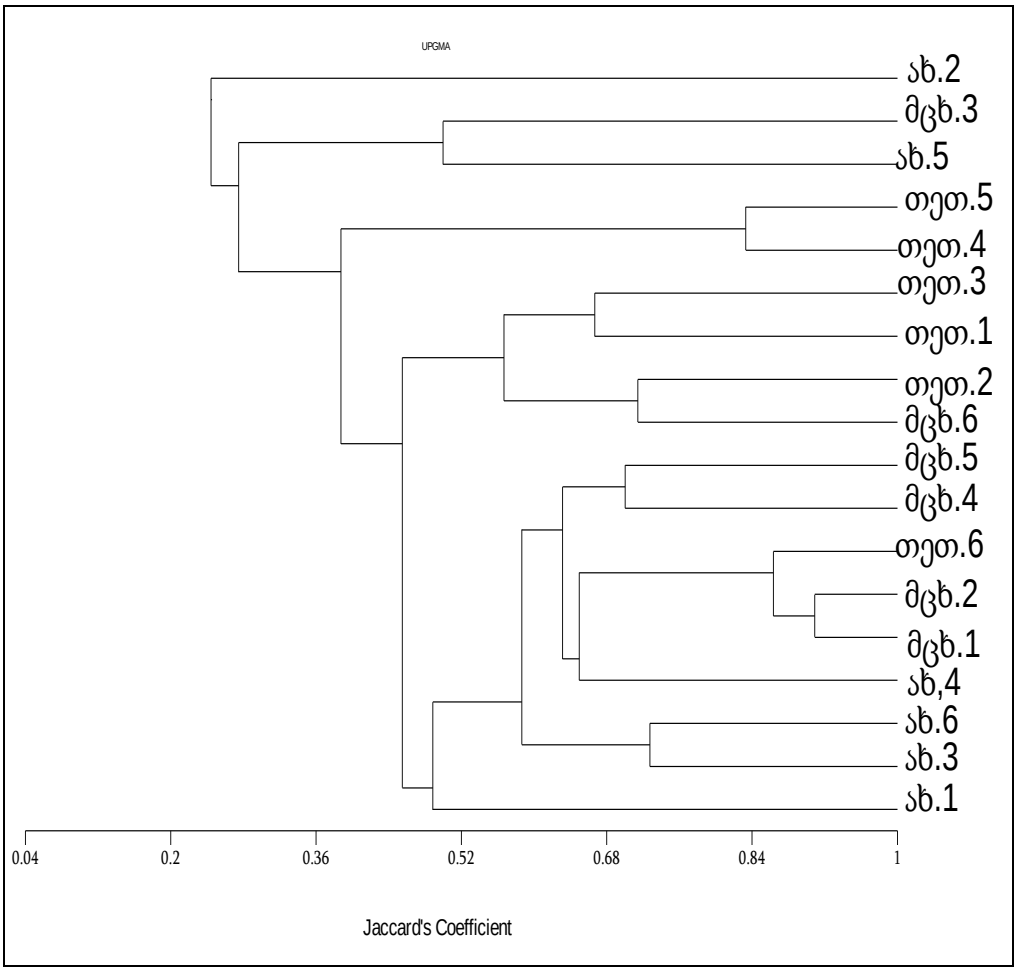
პრაიმერ OPA-02–ის გამოყენებით მიღებული სურათის სტატისტიკური ანალიზისათვის დავითვალეთ დნმ-ს ფრაგმენტების (პიკების) რაოდენობა. (იხ.სურათი 23).



სურათი 23.RAPD –PCR–ით მიღებული დნმ-ს ფრაგმენტების ელექტროფორეგრამები ნაცრის გამომწვევის ახალციხის (1–6), მცხეთის (1– 6), თეთრიწყაროს (1–6) პოპულაციების მონოიზოლატები; M- დნმ მასის მარკერი

RAPD ფრაგმენტების რაოდენობა ტოლი იყო 128–ის. დნმ ფრაგმენტები (სულ 14 ზომის) 250–დან 2000 -მდე , მათი უმრავლესობა კი 500–1500 ზომის ფარგლებში აღინიშნებოდა.

მიღებული მონაცემების გაანალიზებას ვახდენდით კლასტერული ანალიზის (UPGMA) მეთოდის გამოყენებით. რომლის საფუძველზე მივიღეთ დენდროგრამა, რომელიც გამოხატავდა გენეტიკური მსგავსების ხარისხს სხვადასხვა კლონების RAPD– PCR პროფილებს შორის. (იხ. სურათი 24).



სურათი 24. RAPD–ფრაგმენტების რაოდენობაზე დაფუძნებული გენეტიკური მსგავსების ამსახველი UPGMA დენდროგრამა (Jaccard's Coefficient).

მის საფუძველზე მივიღეთ დენდროგრამა, რომელიც გამოხატავს გენეტიკური მსგავსების ხარისხს სხვადასხვა კლონების RAPD– PCR პროფილებს შორის.

დენდოგრამის მონაცემებმა აჩვენა,რომ მონოიზოლატებს შორის მსგავსების კოეფიციენტი 0.24 – 91–ის ფარგლებში მერყეობდა. მსგავსების მაღალი კოეფიციენ–ტი (0.71) გამოავლინდა თეთრიწყაროს (ქვემო ქართლის ვაკე) მპ.2–სა და მცხეთის (შიდა ქართლის ვაკე) მპ.6–ს შორის და მცხეთის მპ. 2 –სა და ახალციხის (სამცხე) მპ. 4- ს შორის- 0.67 (იხ.ცხრილი 17).

ცხრილი 17.

ნაცრის გამომწვევის მონოიზოლატების დაჯგუფება

მსგავსების მიხედვით

კვეთა	ჯგუფი1	ჯგუფი2	მსგავსება	ობიექტები ჯგუფში
1	მცხ.1	მცხ.2	0.91	2
2	თეთ.4	თეთ.5	0.83	2
3	კვეთა1	თეთ.6	0.77	3
4	ახ.3	ახ.6	0.73	2
5	მცხ.6	თეთ.2	0.71	2
6	მცხ.4	მცხ.5	0.7	2
7	თეთ.1	თეთ.3	0.67	2
8	კვეთა4	ახ.4	0.63	3
9	კვეთა3	კვეთა6	0.61	5
10	კვეთა8	კვეთა9	0.58	8
11	კვეთა5	კვეთა7	0.57	4
12	ახ.5	მცხ.3	0.5	2
13	ახ.1	კვეთა11	0.49	5
14	კვეთა13	კვეთა10	0.45	13
15	კვეთა14	კვეთა2	0.38	15
16	კვეთა15	კვეთა12	0.27	17
17	კვეთა16	ახ.2	0.24	18

მოლეკულური მარკერების გამოყენებით საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფი-ული ზონის პოპულაციებიდან გამოყოფილი მონოიზოლატების პოლიმორფიზმის შესწავლით დადგინდა, რომ ცალკეულ რაიონის მონოიზოლატებს შორის მსგავსების ხარისხის მაჩვენებელი საკმაოდ განსხვავებულია.

თეთრიწყაროს პოპულაციაში იგი მერყეობდა 0,33- 0,50-ის ფარგლებში, მცხეთის პოპულაციაში 0,22–0,91-ის, ხოლო ახალციხის პოპულაციაში 0,13–0,73–ის ფარგლებში.

იმის მიუხედავად, რომ ყოველი გეოგრაფიული ზონის მონოიზოლატებს შორის განსხვავება საკმაოდ მაღალი იყო, ცალკეული ზონის პოპულაციებს შორის დიდი იყო მსგავსების კოეფიციენტი და ცვალებადობდა 0,52–0,82–ის ფარგლებში, ეს იმას ადასტურებს, რომ გეოგრაფიული ზონების პოპულაციებს შორის სხვაობა უმნიშვნელოა და ვირულენტობის მიხედვით ერთმანეთს ემსგავსებიან.

RAPD – PCR მეთოდით მიღებული შედეგების ანალიზზე დაყრდნობით შეიძლება დავასკვნათ, რომ Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei Marchal ქართული პოპულაციის პოლიმორფობის კოეფიციენტი საკმაოდ მაღალია.

ამრიგად RAPD– PCR მეთოდი საკმაოდ ეფექტური აღმოჩნდა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონის პოპულაციებიდან გამოყოფილი მონოიზოლატების გენოტიპური მრავალფეროვნების გამოსავლენად. აღსანიშნავია , რომ საქართველოში ქართული პოპულაციის მოლეკულური ტიპირებისათვის აღნიშნული მეთოდი პირველად იქნა გამოყენებული.

ქერის ნაცრის გამომწვევი პათოგენის ქართული პოპულაციის შიდასახეობრივი დიფერენციაციის შესწავლის კლასიკური, გენეტიკური და თანამედროვე მოლეკულური ბიოლოგიის RAPD – PCR მეთოდების გამოყენების შედეგად დადგინდა , რომ Blumeria (Erisiphe) graminis. c. hordei ქართული პოპულაცია საკმაოდ პოლიმორფულია და მის შიგნით მიმდინარეობს ფორმათაწარმოქმნის პროცესები. ასევე მაღალია გაანალიზებული გეოგრაფიული ზონების პოპულაციებს შორის მსგავსების კოეფიციენტიც, რაც იმას ადასტურებს, რომ პოპულაციებს შორის სხვაობა უმნიშვნელოა და ისინი ვირულენტობის მიხედვით ერთმანეთს ემსგავსებიან. (იხ.ცხრილი 18).

ცხრილი 18.

ჯოკარდის მსგავსების კოეფიციენტის მიედვით შედგენილი ბინალური მატრიცა

	ახ.1	ახ.2	ახ.3	ახ.4	ახ.5	ახ.6	მც.1	მც.2	მც.3	მც.4	მც.5	მც.6	თეთ.1	თეთ.2	თეთ.3	თე.4	თეთ.5	თეთ.6
ახ.1	1																	
ახ.2	0.29	1																
ახ.3	0.5	0.2	1															
ახ.4	0.46	0.18	0.58	1														
ახ.5	0.13	0.2	0.33	0.3	1													
ახ.6	0.46	0.3	0.73	0.67	0.3	1												
მცხ.1	0.55	0.17	0.67	0.62	0.17	0.62	1											
მცხ.2	0.46	0.18	0.58	0.67	0.18	0.54	0.91	1										
მცხ.3	0.33	0.29	0.36	0.6	0.5	0.46	0.42	0.46	1									
მცხ.4	0.4	0.38	0.42	0.64	0.22	0.64	0.58	0.64	0.56	1								
მცხ.5	0.5	0.33	0.5	0.58	0.2	0.58	0.67	0.73	0.5	0.7	1							
მცხ.6	0.57	0.33	0.56	0.5	0.14	0.5	0.46	0.5	0.22	0.44	0.4	1						
თეთ.1	0.43	0.17	0.44	0.27	0.17	0.27	0.36	0.4	0.11	0.2	0.44	0.5	1					
თეთ.2	0.44	0.25	0.6	0.55	0.11	0.42	0.5	0.55	0.18	0.36	0.46	0.71	0.57	1				
თეთ.3	0.5	0.29	0.5	0.46	0.13	0.46	0.55	0.6	0.33	0.4	0.67	0.57	0.67	0.63	1			
თეთ.4	0.33	0.29	0.25	0.46	0	0.46	0.42	0.46	0.33	0.56	0.5	0.38	0.11	0.3	0.33	1		
თეთ.5	0.38	0.14	0.27	0.5	0	0.36	0.46	0.5	0.38	0.44	0.4	0.43	0.13	0.33	0.38	0.83	1	
თეთ.6	0.5	0.09	0.5	0.58	0.2	0.58	0.82	0.73	0.36	0.55	0.5	0.4	0.3	0.33	0.36	0.36	0.4	1
	ახ.1	ახ.2	ახ.3	ახ.4	ახ.5	ახ.6	მც.1	მც.2	მც.3	მც.4	მც.5	მც.6	თეთ.1	თეთ.2	თეთ.3	თე.4	თეთ.5	თეთ.6

თავი VI. ქერის ნაცრისადმი გამძლე გენების ეფექტურობა ზრდასრულ ფაზაში, გამძლე გენოტიპების გამოვლენა

61. ქერის ნაცრისადმი გამძლე გენების ეფექტურობა ზრდასრულ ფაზაში

ქერის წარმოების რაიონებში ნაცრის გამომწვევის ძლიერი გავრცელება განპირობებულია ნათესი ფართობების სიდიდითა და გარემო ფაქტორებით. პარაზიტის გამრავლების მაღალი კოეფიციენტი და გენეტიკურად ერთგვაროვანი ჯიშების ხანგძლივი გამოყენება განაპირობებს პოპულაციაში პათოტიპების დაგროვებას, ნებისმიერი გამძლე გენის მიმართ, რომელიც ჩართულია საწარმოო ჯიშებში და იწვევს ახალი პრობლემებს, რაც თავის მხრივ, სელექციური პროცესის უწყვეტი პროგრამით საქმიანობას,, გამძლეობის ახალი წყაროების და დონორების გამუდმებულ ძიებას მოითხოვს.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, სხვადასხვა სასელექციო პროგრამების ფარგლებში, მიმდინარეობს სასელექციო მასალის გამოცდა და შეფასება. მისი მიზანია მარცვლოვანთა და სხვა კულტურათა კოლექციური და სელექციური ჯიშებისა და საკვლევი მასალის შესწავლა და შემდგომი დეტალური იმუნოლოგიური ანალიზისათვის პერსპექტიული ჯიშების პირველადი გამორჩევა (Черебедова,1974:23; Кривченко...1977:31-40; Дубинина,1986:75; Кузнецо-ва, 988:353-356;2006:141-148;Оношко,1990:3;Неттевич, 1986:67-73, 1989:18-21; Ригина, 1969:42-46; Czembor ,2000: 277-288; Ceccarelli...1987:389-405).

ნაცრის გამომწვევის მიმართ გამძლეობის წყაროების გამოსავლენად, 2009-2011 წლებში,ქერის ნიმუშები ფიტოპათოლოგიის ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთზე საერთაშორისო მეთოდიკის მიხედვით ოქტომბრის შუა რიცხვებში, ითესებოდა (ცეცხლაძე...2004:212-214;ცეცხლაძე...2012გ:14-15; ცეცხლაძე...2012ა:116-120).

ბუნებრივი და ხელოვნური ინფექციური ფონის გამოყენებით იცდებოდა ქერის ნაცრისადმი გამძლე გენების შემცველი ჯიშ პალასის (Pallas) საფუძველზე შექმნილი 24 ხაზისა და 11 ჯიშისაგან შემდგარი საერთაშორისო დიფერენცია-ტორი, ქერის ქართული და უცხოური ჯიშ ნიმუშები.

საცდელი ჯიშ-ნიმუშები მინდორში ითესებოდა ხელით, ერთმეტრიან რიგებად სამჯერადი განმეორებით. რიგთაშორის მანძილი იყო 15 სმ, თესლის

ნორმა 100–130 მარცვალი ერთ მეტრზე. დანაყოფის თავსა და ბოლოში ითესებოდა ჯიში-სტანდარტი და მიმღებიანი (სასიგნალო) ჯიში, რომელიც ასრულებდა ინფექციის წყაროს ფუნქციას. (იხ.სურათი 25).

სურათი 25. საცდელი ჯიშ-ნიმუშების თესვა მინდორში

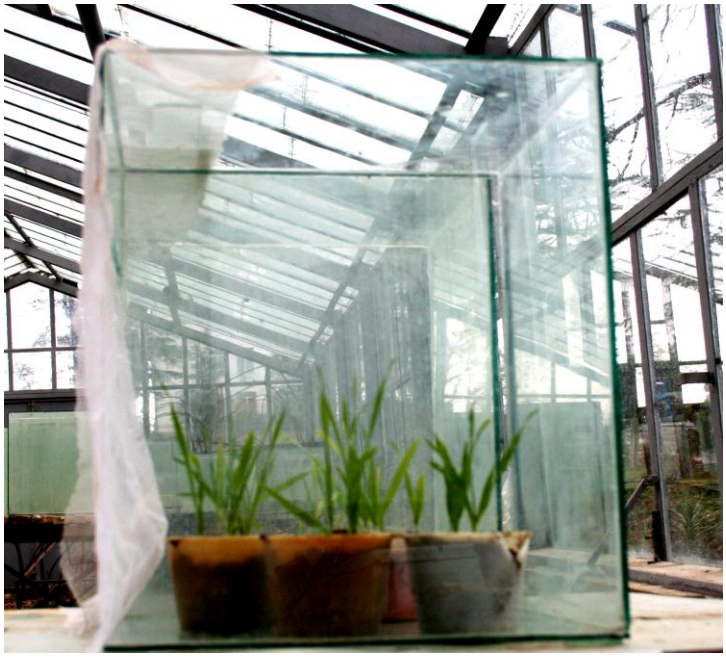
იზოლაციის მიზნით საცდელი ნაკვეთის ირგვლივ დათესილი იყო შვრია (ჭანიშვილი, 1973:38-52; Доспехов,1979:67-76; Фадеева,1979 :118).

საცდელ ნაკვეთზე დროულად ტარდებოდა აგროტექნიკით გათვალისწინებული ყველა ღონისძიება. ხელოვნური ინფექციური ფონის შესაქმნელად მცენარეების ინოკულაციას ვახდენდით ბარტყობის ფაზაში. საინოკულაციოდ ვიყენებდით საქართველოს სხვადასხვა ზონაში აღებული ნიმუშებიდან გამოყოფილი სოკოს პოპულაციათა ნარევს.

საცდელი მცენარეების დასაავადებლად საჭირო რაოდენობის ინოკულუმი გროვდებოდა სათბურის პირობებში. ამისთვის ვიყენედით ქოთნებში გაზრდილ დაავადებისადმი უნივერსალურად მიმღებიან ქერის ჯიშს ლარას (Lara) აღმონაცენებს (1-2 ფოთლის ფაზაში), ხელოვნურად ვასნებოვნებდით პათოგენის მაღალვირულენტური პათოტიპების მქონე ქერის ნაცრის გამომწვევის ნარევით და 24 საათის განმავლობაში ვათავსებდით ნოტიო კამერაში. შემდეგ ინოკულირებული

მცენარეები გადაგვქონდა სათბურის სპეციალურ დანაყოფში და იზოლაციის მიზნით ვათავსებდით მინის ყუთებში.

საცდელი ნაკვეთის ინოკულაციისათვის საჭირო ინოკულუმს ვაგროვებდით მარტ-აპრილში, საჭირო რაოდენობის მასალის მიღებამდე. (იხ.სურათი 26).



სურათი 26. ინოკულუმის დაგროვება სათბურის პირობებში

სათბურსა და ლაბორატორიაში ინოკულუმი გროვდებოდა დაავადების განვითარებისათვის ხელსაყრელ პირობებში, 12-14 საათიანი ფოტოპერიოდიზმის, 15-20^{0}c ტემპერატურის, 70-80% ჰაერის ტენიანობისა და 5-7 კლკ. განათების დროს (Кривченко ,1975:44-45; Папкова ,1979:220-223).

ინოკულაცია ტარდებოდა მშრალი სპორების დაფერთხვით. მიკროსკოპის თვალთახედვის არეშიინოკულუმის დატვირთვა იყო 10 მგ/მ^2 სპორა ან 7-10 სპორა. მინდორში ინოკულაციას ვატარებდით გაზაფხულზე-დაავადების განვითარებისათვის ხელსაყრელგარემოში, კერძოდ, დღის მეორე ნაევარში (მზის ჩასვლის შემდეგ), 10–15^{0}C ტემპერატურისა და 80–90% ფარდობითი ტენიანობის (ძლიერი ბუნებრივი ნამის) პირობებში ან ხელოვნურად ვქმნიდით მსგავს ფონს (მცენარეებს ვნამავდით წყლით), რომლის ხანგრძლიობა შეადგენდა 8 საათს.

ტენის შენარჩუნების მიზნით საცდელ დანაყოფს ვხურავდით პოლიეთილენით. (იხ.სურათი 27).

სურათი 27. ქერის ნაცრის ინფექციური სანერგე: მცენარეების დანამვა ხელოვნური ინოკულაციის წინ, პოლიეთილენით გადახურული ინფიცირებული მცენარეები.

გაზაფხულზე მცენარის ბარტყობის ფაზაში,ინფექციური ფონის შესაქმნელად და გასაძლიერებლად რიგებს შორის ვრგავდით სათბურის პირობებში დაავადებულ მცენარეებს (20 მცენარე1მ^2-ზე). ინოკულაციიდან 12 დღის შემდეგ ვაწარმოებდით დაავადებების პირველი სიმპტომების აღრიცხვას. დაავადების განვითარების ინტენსივობისა და რეაქციის ტიპის დადგენა ხდებოდ დაავადებული მცენარეების ვიზუალური დათვალიერებით (ჭანიშვილი, 1973:38-52; Гешеле,1973:148-155; Кривченко 1975: 49-52; Одинцова, 1977:129-139; Методические...1987:20; Анпилогова ...1994:14-15; 2000: 10-12; Saari…1985:259-298). დაავადების განვითარების ინტენსიურობის დადგენისას ვიყენებდით ორიგინალურ სკალას (Гешеле ,1978:154). დაავადების რეაქციის ტიპი ისაზღვრებოდა მეინსისა და დიტცის საერთაშორისო სკალის შესაბამისად, რომლის მიხედვითაც R–გამძლე რეაქცია მოიცავს 0,1,2

გრადაციებს, ხოლო S -მიმღებიანი რეაქცია- 3,4 გრადაციებს (Mains...1930:229-239). ცდების შედეგებმა აჩვენა, რომ საქართველოს პირობებში სოკო გაივლის როგორც უსქესო, ასევე სქესობრივ სტადიებს (Мжаванадзе,1974:112-117).

ქერის ნაცრის გამომწვევის Blumeria (syn.Erisiphe) graminis. f.sp hordei ქართული პოპულაციის მიმართ გამოცდილი გამძლეობის გენების შემცველი დიფერენციატორებიდან , ზრდასრულ ფაზაში, მიმღებიანი რეაქცია (S) აჩვენა შვიდმა ჯიშმა. ოთხი ჯიში, რომელთაგანაც ერთი ჯიში მანჯურია (Manchura 1R) ხასიათდებოდა (R)გამძლე რეაქციით, სამი ჯიში: ტრიუმფი, ბლექ რაშენი, გუნარი (Triumph, Black Russian, Guner) კი საშუალო გამძლეობით (MR) ნაცრის გამომწვევის მიმართ (იხ.ცხრილი 19).

ცხრილი 19.

ნაცრის მიმართ გამძლე გენების შემცველი ჯიშების რეაქციის ტიპი *Blumeria (syn.Erisiphe) graminis f.sp hordei* -ის მიმართ 2009- 2011 წწ.

ჯიში	გამძლეობის გენი	რეაქციის ტიპი
Pallas	Ml-a8	S
Herta	M(He)	S
Deva abed	Ml-g; M (cp)	S
Russian 74	Ml-r 74	S
Russian 81	Ml-r 81	S
A -222	Ml-a11	S
Turkey 290	Ml-a31	S
Manchura 1R	Ml-a1 Ml (A12)	R
Triumph	Ml-a7Ml(Tr3Ml (Ab)	MR
Black Russian	Ml-a2 Ml (BR2)	MR
Guner	Ml-a3Ml (Tu2)	MR

ნაცრისადმი გამძლე გენების შემცველი დიფერენციატორებიდან (ხაზები) შვიდმა ხაზმა რომელთა გამძლეობის გენებია: Mla1, Ml-a6 Ma14, Ml-a7Mlk, Ml-a7 Ml -No3, M-a7 Ml –LG2, Ml-a22, Ml-nn გამოავლინა გამძლე რეაქცია (R), რვა ხაზმა Ml-a3, Ml-a9Ml-k, Ml-a12Mla (Em2), M-la13 Ml Ru3), Ml-a23 -კი საშუალო გამძლეობა (MR) , ცხრა ხაზს : Ml-a10Ml (Du2), Ml-ra, Ml-(Ru2), Ml-k1, Ml-p, Ml-at, Ml-g Ml (cp), Ml-La, Ml-h გენებით პათოგენის მიმართ აღმოჩნდათ მიმღებიანი რეაქცია. (იხ. ცხრილი 20).

ცხრილი 20.

ნაცრის მიმართ გამძლე გენების შემცველი იზოგენური ხაზების

რეაქციის ტიპი *Blumeria (syn.Erisiphe) graminis f.sp hordei* -ის მიმართ 2009- 2011 წწ.

ხაზი	გამძლეობის გენი	რეაქციის ტიპი
Pallas 01	Mla1	R
Pallas 02	Ml-a3	MR
Pallas 03	Ml-a6 Ma14	MR
Pallas 04 A	Ml-a7Mlk	R
Pallas 04 B	Ml-a7 Ml -No3	R
Pallas 06	M-a7 Ml –LG2	R
Pallas 07 A	Ml-a9Ml-k	MR
Pallas 08 A	Ml-a9 Ml-k	MR
Pallas 08 B	Ml-a9	MR
Pallas 09	Ml-a10Ml (Du2)	S
Pallas 10	Ml-a12Mla (Em2)	MR
Pallas 11	M-la13 Ml Ru3)	MR
Pallas 12	Ml-a22	R
Pallas 13	Ml-a23	MR
Pallas 14	Ml-ra	S
Pallas 15	Ml-(Ru2)	S
Pallas 17	Ml-k1	S
Pallas 18	Ml-nn	R
Pallas 19	Ml-p	S
Pallas 20	Ml-at	S
Pallas 21	Ml-g; Ml (cp)	S
Pallas 22	Ml-O5	R
Pallas 23	Ml-La	S
Pallas 24	Ml-h	S

ცდების შედეგად გამოვლენილია ნაცრის მიმართ გამძლე ჯიშები- ტრიუმფი (Triumph) Ml-a7 Ml (Tr3 Ml(Ab) გამძლეობის გენით, მანჯურია (Manchura 1R) Ml-a1 Ml (A12) გამძლეობის გენით, ბლექ რაშენი (Black Russian) Ml-a2 Ml (BR2) გამძლეობის გენით და გუნერი (Guner) Ml-a3Ml (Tu2) გამძლეობის გენით.

ჯიშ პალასის (Pallas) ხაზებიდან გამძლე რეაქცია აჩვენეს: Pallas 04A გამძლეობის გენით (Ml-a7Mlk), Pallas 04 B (Ml-a7 Ml -No3), Pallas 06 (M-a7 Ml –LG2), Pallas12 (Ml-a22), Pallas 18 (Ml-nn), Pallas 22 (Ml-O5), Pallas 01 (Ml–a1), Pallas 03 (Ml-a6 Ma14) .

გამოვლენილი გამძლე გენები წარმოადგენენ საუკეთესო გამძლეობის წყაროებს ქერის ნაცრის გამომწვევი ***Blumeria (syn.Erisiphe) graminis f.sp hordei*** -ის მიმართ.

6. 2. ქერის ქართული და ინტროდუცირებული ჯიშ- ნიმუშების იმუნოლოგიური შეფასება ნაცრის გამომწვევის მიმართ

ქერის ნაცრის გამომწვევის მიმართ გამძლეობის წყაროების გამოსავლენად ქერის ქართული და უცხოური ჯიშ -ნიმუშები გამოიცადა, როგორც ბუნებრივი, ისე ხელოვნური ინფექციური ფონის გამოყენებით (იხ. ცხრილი21).

ცხრილი 21.

ქერის ქართული და ინტროდუცირებული ჯიშების რეაქცია ნაცრის მიმართ 2009-2011წწ.

ჯიში	რეაქციის ტიპი	ჯიში	რეაქციის ტიპი
ალავერდი	S	ბაზალეთი	S
“ზეს 4”	S	სვანური ქერი	S
ზეს “5”	S	ტოკაკი	S
ახალთესლი	S	ლავერდა	MR
ძველთესლი	S	დაბრინია-3	S
დვორანი	S	ლარა	S
ალავერდი 2	S	მიხაილო	S
თეთნულდი	S	მირაჟი	S
ივერია	S	კონდეზიმი	MR
ქერშველი	S	კოსიმა	MR

ცდების შედეგებით დადგინდა, რომ მინდვრის პირობებში გამოცდილი ყველა ქართული ჯიში მიმღებიანი აღმოჩნდა ნაცრის გამომწვევის მიმართ. ინტროდუცირებული ჯიშებიდან საშუალო გამძლეობა აღმოაჩნდა ჩეხურ ჯიშებს- კონდეზიმს და კოსიმას, ასევე ფრანგულ ჯიშს ლავერდას.

ზრდასრულ ფაზაში ხელოვნური და ბუნებრივი ინფექციური ფონის გამოყენებით გამოიცადა ქერის ქართული ჯიშებიდან მიღებულ ხაზები. ცდის შედეგებმა აჩვენა, რომ ხაზები:"ზეს4"x ალავერდი, სერეტ 43 x "ზეს4", "ზეს4" x ყაზბეგი, სერეტ43 x მუტანტ19 x კ12, და "ზეს4" x ყაზბეგი ნაცრის გამომწვევის მიმართ საშუალო გამძლე აღმოჩნდა. დანარჩენმა ხაზებმა გამოავლინა მიმღებიანი რეაქცია. (იხ.ცხრილი 22).

ცხრილი 22.

ქერის ქართული ჰიბრიდების იმუნოლოგიური შეფასება

ზრდასრულ ფაზაში 2009-2011 წწ.

ნიმუში (ხაზები)	რეაქციის ტიპი	ნიმუში (ხაზები)	რეაქციის ტიპი
"ზეს 4"x ალავერდი	MR	"ზეს 4" x ყაზბეგი x K 5	S
"ზეს 4"x ჯვარი	S	სერეტ 43 x კ 12 x ალვერდი	S
სერეტ 43 x "ზეს 4"	MR	სერეტ 43 x მუტანტ 19 x კ 12	MR
"ზეს 4" x ყაზბეგი	MR	სერეტ43 x მუტანტ19 x ჯვარი	S
ალავერდი x "ზეს 4"	S	"ზეს 4" x ყაზბეგი x ალვერდი	MR
სერეტ 43 x მუტანტ 19	S	"ზეს 4"x მუტანტი 19 xალვერდი	S
თეთნულდი x ალავერდი	S	"ზეს 4" x ყაზბეგი x სერეტ 43	S

ზრდასრულ ფაზაში, როგორც ბუნებრივი, ისე ხელოვნური ინფექციური ფონის გამოყენებით ნაცრის მიმართ გამძლეობაზე, გამოცდილი იქნა აგრეთვე საერთშორისო სასელექციო პროგრამების მიერ მოწოდებული ჯიშ-ნიმუშები, როგორც ბუნებრივი ასევე ხელოვნური ინფექციური ფონის გამოყენებით. საერთა-შორისო ცენტრ CIMMYT (სიმინდისა და ხორბლის გაუმჯობესების საერთაშორისო ცენტრი) –ის მიერ მოწოდებული 255 ჯიშ-ნიმუშის სასელექციო მასალიდან, სხვადასხვა სამეურნეო ნიშნების გათვალისწინებით ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა ქერის 14 ჯიშ-ნიმუში, ხოლო ICARDA–ას (სასოფლო-სამეურნეო კვლევის საერთაშორისო ცენტრი მშრალი რეგიონებისათვის) სასელექციო მასალიდან (სულ მოწოდებული იყო 383 ნომერი) 10 ჯიშ-ნიმუში. შერჩეულ ნიმუშებს 2 წლის განმავლობაში ვცდიდით ქ. ქობულეთის საცდელ ნაკვეთზე (ფიტოპათოლოგიის ინსტიტუტის ტერიტორია) და აიპ აგრარული უნივერსიტეტის ი. ლომოურის მიწათმოქმედების ინსტიტუტის ტერიტორიაზე. (იხ.სურათი 28).

სურათი 28. ჯიშ-ნიმუშების იმუნოლოგიური შეფასება

დადგინდა, რომ აღნიშნული ნიმუშების მიერ გამოვლენილი გამძლეობის რეაქცია დაავადების ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონებზე ერთნაირი იყო. სიმიტის მასალიდან ამორჩეული და გამოცდილი 14 ნიმუშიდან (ცხრილი 22)

ცხრილი 23 . CIMMYT-ის 32IBON-52 სანერგედან შერჩეული ნიმუშების რეაქციის ტიპი ნაცრის მიმართ 2009–2010 წწ.

კატ. #	ნიმუში	რეაქციის ტიპი
5.	ETC-B/6/M-BAR/N-BAR//C-BAR/4/USB-BAR//13914/C-BAR/3/SMA/5/SMA/7/SEN-B	S
30.	BLLU/ALOe//BLLU/TTTTRIBI	R
38.	GLORIA-BAR/COPAL//SEN/3/PETUNIA1/4/CIRU	S
40.	TOCTE/3/ MJA/BRB2//QUTNA	S
45.	TOSTE/CIRU // ZIGZIG	S
54.	GLORIA-BAR/ 4/ SOTOL//2762/BC-B /3/11012./TERN-B// H272/5/ESPERANZA/6/CERI	S
55.	P.STO /3/LBIRAN/UNA80/ LIGNEE640/4/BLLU/5/PETUNIA1	R
135.	STIRA/PETUNIA1	R
165.	M9878/CARDO//QUINA/3/ PETUNIA1/4/ CIRU	S
185.	CANELA/4/SHYRI//GLORIABAR/COPAL/3/SHYRI/GRIT/5/MSEL	S
235.	MSEL/STEIN//ALELI	R
240.	E.QUEbRACHO/AZAF	S
245.	ROBUR-BAR/PRTL//ALELI	MS
260.	E. E.QUERACHO/AZAF	MS

რვა ნიმუშს ნაცრის გამომწვევის მიმართ აღმოაჩნდა მიმღებიანი რეაქცია, ორი საშუალოდ გამძლე იყო, ხოლო ოთხმა ნიმუშმა გამძლე რეაქცია აჩვენა.

საერთაშორისო ცენტრ ICARDA –ას მოწოდებული საკოლექციო მასალიდან შერჩეული ნიმუშებიდან ზრდასრულ ფაზაში სამმა ნიმუშმა მიმღებანი, სამმა საშუალოდ გამძლე და ოთხმა ნიმუშმა გამძლე რეაქცია გამოავლინა. ცხრილი 23.

ცხრილი 24.

სხვადასხვა სანერგიდან (ICARDA) ამორჩეული ნიმუშების რეაქციის ტიპი ქერის ნაცრის მიმართ 2010–2011 წწ.

კატ. #	სანერგე	ნიმუში	რეაქციის ტიპი
18	IBON10-MRA-IN	WI2976/3/Cerise/ Lignee 1479// Moroc9-75/ PmB ICBOO2- 1042-OAP-34AP-OAP	R
24	IBON10-LRA-C-INC	Clipper/Volla/3/Arr/Esp//Alger/Ceres362-1-1/4/Hml/5/ WI3159 ICBO2-1096-OAP-4AP-OAP	M R
27	IBON10-MRA-IN	Moroc9-75/Hml-02/3/Tipper//W12291/WI12269 ICBOO-0079-OAP-38AP-OAP	M R
68	IBON10-MRA-IN	ChiCm/An57//Albert/3/Alger/Ceres 362-1-1/4/Arta ICB98-1110-52Ap- OAP- OAP-17AP- OAP	S
80	IBON10-MRA-IN	Alanda//Lignee527/Arar/BF891M-612/4/Black TaridaICB03-0354-27AP	R
105	IBON10-LRA-C-INC	Roho//Alger/Ceres362-1-1/3/Kantara/4/Bovman/5/ Eps/1808-4L/Hml-02/3/H.spont.41-5/Tadmor ICBOO-0759-OAP-9Ap-OAP	M R
106	IBON10-MRA- IN	Arta/MundahICB02-0972-OAP-BAP-OAP	R
128	IBON10-MRA-IN	Carina/WI2291ICB-1163-OAP-17AP-11TR-9AP-OAP	S
132	IBON10-MRA-IN	Weeah11/WI2291/Bgs/3/ER/Apm//AC253 ICB94-0707-OAP-12Ap-2AP-OAP	R
135	IBON10-MRA-IN	Cen/Bglo‘S’/5/Basa’S’/3/AC253//C108887/C105761/4/ Mari/Aths’2/M-Att-73-337-1 ICB97-0638-OAP-1AP-2AP-OAP	S

ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია ,რომ სხვადასხვა ქვეყანაში გამძლეობის გენები განსხვავებულ რეაქციას ავლენენ დაავადების გამომწვევის მიმართ. მაგალითად დუბინინას (Дубинина ,1986:75) მონაცემებით უკრაინის შავიძღვისპირეთის სტეპებისათვის ნაცრის გამომწვევის მიმართ გამძლე გენებს

წარმოადგენენ: M1-a9, M1-a12, ml-al3,ml-o. ნეტევიჩისა და დავიდოვის (Неттевича... 1986:67-73;1989: 18-21) მონაცემებით რუსეთის არაშავმიწანიადაგიან ზონაში მაღალ გამძლეობას ავლენენ ჯიშები შემდეგი გენებით: M1-a9, M1-a13, Mlg +Mia. ერთ–ერთ საუკეთესო გამძლეობის წყაროს ნაცრის მიმართ ჩრდილო ევროპის ქეყნებისათვის წარმოადგენს *H. laevigatum,* რომელიც შეიცავს დომონანტურ M1-(1a) გენს (Jorgensen…1976:238-249). ასევე მაღალი ჰორიზონტალური გამძლეობა პათოგნის მიმართ გააჩნიათ საგაზაფხულო ქერის ჯიშ-ნიმუშებს: +758/75, HVW 853/75, HVW862/75, დორის (Doris), დურა(Dura), ჰექსა(Hexa), ჰუდსონ(Hudson), ოგრა(Ogra), ვრონგი(Wrong) და სხ. (Czembor ,2000:277-288) . ბოლო 20 წლის მანძილზე საუკეთესო გამძლეობის წყაროს ნაცრის მიმართ სელექციაში წარმოადგენს ml-o გენი (Jorgensen,1992:141-152;Schwarzbagh,1998:3-10; Hovmoller…2000:729-743).

ისე როგორც ბევრ სხვა ქვეყანაში, საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ქერის ნაცრის პოპულაციის მიმართ, მცენარის განვითარების ყველა ფაზაში ეფექტურია შემდეგი გენები: Ml-a7+MlLG2; Ml-a7+Mlk; Mla7+Ml-No3; Ml-a7+Ml(Tr3)+Ml(Ab); Ml-a13+Ml(Ru3); Ml-a22; Ml-nn; ml-05 . გამძლე გენები: Mla1; Ml-a3; Ml-a6 Ma14; Ml-a23; Ml-a9Ml-k; Ml-a9; Ml-a12Mla (Em2); Ml-a1 Ml (A12); Ml-a2 Ml (BR2); Ml-a3Ml (Tu2) ეფექტურია მხოლოდ მცენარის ზრდასრულ ფაზაში.

ამრიგად, 2009–2011 წლებში ჩატარებული კვლევების საფუძველზე გამოვლენილი იქნა გამძლე გენოტიპების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რომელიც წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნას ადგილობრივი და უცხოელი სელექციონერების მიერ ქერის შემდგომ სელექციურ მუშაობაში.

დასკვნები

ჩვენს მიერ პირველად საქართველოში :

1. დადგინდა ქერის ნაცრის გამომწვევი სოკოს ქართული პოპულაციის გავრცელების არეალი.

2. 2009-2011 წლებში ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ საქართველოში პათოგენის გავრცელების ხარისხი, გეოგრაფიული ზონების მიხედვით 30-100%-ის ფარგლებში მერყეობს.

3. დადგენილი იქნა, რომ ქერის ნაცრის გამომწვევის *Blumeria graminis* f.sp.Hordei-ის განვითარების ხარისხი 2009-2011წლებში, გეოგრაფიული ზონების მიხედვით, საშუალოდ 5-70%-ის ფარგლებში ვარირებდა.

4. ჩვენს მიერ შესწავლილი გეოგრაფიული ზონებიდან ჯავახეთში (ახალქალაქი), ქერის ნათეს ფართობებში 2009-2011წწ. ქერის ნაცარი არ აღინიშნებოდა.

5. შესწავლილი გეოგრაფიული ზონებიდან დაავადების გავრცელებისა და განვითარების ყველაზე დაბალი ხარისხი (50-10%) დაფიქსირებული იქნა კოლხეთის დაბლობზე (თერჯოლა).

6. 2009-2011წწ. მონაცემებმა ცხადყო, რომ ქერის ნაცრის გავრცელების ხარისხი მნიშვნელოვნად აღემატებოდა 2003-2004 წლების (30-35%) მაჩვენებელს, ხოლო 2005-2008 წლების (60-70%) მონაცემებთან შედარებით განსხვავება უმნიშვნელო იყო და აღწევდა 65-73%-ს.

7. საქართველოში, ქერის წარმოების ყველა რაიონში, დაავადების გამომწვევი პათოგენი გადის განვითარების უსქესო და სქესობრივ სტადიებს .

8. კვლევების შედეგად გამოიკვეთა ქერის ნაცრის გამომწვევი სოკოს განვითარების ინტენსიობის ზრდა. 2003-2004 წლებში ნაცრის განვითარების ხარისხი იყო 20%, 2005-2006 წლებში 40%-ს მიაღწია, ხოლო 2007 - 2011 წლებში 50-60%-მდე გაიზარდა.

9. საქართველოს პირობებში ნაცრის მიმართ მაღალი მიმღებიანობა გამოავლინეს შემდეგმა საწარმოო ჯიშებმა: ტოკაკი, დვორანი, ახალთესლი, მიხაილო, დობრინია-3, ალავერდი, ძველთესლი, თეთნულდი, ქერშველი, ზეს-4.

10. ქერის ნაცრის გამომწვევის *Blumeria graminis* f.sp.Hordei ქართული პოპულაცია საკმაოდ მაღალვირულენტური აღმოჩნდა. გაანალიზებული 35 გამძლეობის გენიდან 27 პათოგენის მიმართ არაეფექტურია.

11. კვლევების შედეგად გამოვლინდა, რომ მცენარის აღმონაცენისა და ზრდასრულ ფაზებში ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაცია მაღალვირულენტურია: Ml-a8; Ml-a11, Ml-a31; Ml-h; Ml(He); Ml-K1; Ml-p; Mlr-74; Ml-r81; Ml-ra; Ml-(Ru-2); Ml-La; ML-g+ Ml(cp) გამძლეობის გენების მიმართ.

12. დადგინდა, რომ სხვადასხვა გეოგრაფიული ზონის პოპულაციები მსგავსია ვირულენტობის მიხედვით.

13. აღმონაცენისა და ზრდასრულ ფაზებში ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის მიმართ ეფექტური აღმოჩნდა : Ml-a7+MlLG2; Ml-a7+Mlk; Mla7+Ml-No3 Ml- a7+Ml(Tr3)+Ml(Ab); Ml-a13+Ml(Ru3); Ml-a22; Ml-nn; ml-05 გამძლეობის გენები.

14. ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის პოლიმორფობის კოეფიციენტის შესწავლით გამოიკვეთა, რომ წლების მიხედვით აღნიშნული მაჩვენებელი უმნიშვნელ გაიზარდა. თუ 2009 წელს პოპულაციის პოლიმორფობის კოეფიციენტი (P) იყო 0.60, 2010–2011 წლებში 0,65–მდე გაიზარდა.

15. ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის ჰეტეროზიგოტობის მაჩვენებელიც (H)პოლიმორფობის მსგავსად წლების მიხედვით უმნიშვნელოდ ცვალებადობს - იგი 2009 წელს 0.71, ხოლო 2010–2011 წლებში 0.74 იყო.

16. წლების მიხედვით განსაზღვრა, ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის საშუალო ვირულენტობა (F_V),იგი 2009 წელს 14.23 იყო. 2011 წელს – 13.55 , 2010 წელს კი უმნიშვნელოდ, 14.30-მდე გაიზარდა.

17. ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის შიდასახეობრივი მრავალფეროვნების დასადგენად გამოყენებულმა RAPD– PCR მეთოდმა აჩვენა, რომ თეთრიწყაროს პოპულაციის მონოიზოლატებს შორის მსგავსების ხარისხის მაჩვენებელი მერყეობდა 0,33– 0,50 ფარგლებში, მცხეთის პოპულაციის მონოიზოლატებს შორის 0,22–0,91-ის, ხოლო ახალციხის პოპულაციის მონოიზოლატებს შორის 0,13–0,73-ის ფარგლებში. ამან დაადასტურა *Blumeria graminis DS. f.sp.Hordei* Marchal ქართული პოპულაციის საკმაოდ მაღალი პოლიმორფობის დონე.

18. RAPD–PCR მეთოდის გამოყენებით დადგინილი იქნა, მიუხედავად იმისა, რომ თითოეული გეოგრაფიული ზონის მონოიზოლატებს შორის არსებობული განსხვავებისა, საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიული ზონის პოპულაციებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა და მათ შორის მსგავსების კოეფიციენტი მერყეობს 0,52–0,82-ის ფარგლებში.

19. მცენარის ზრდასრულ ფაზაში ქერის ნაცრის გამომწვევის ქართული პოპულაციის მიმართ გამძლეობა გამოავლინა: Mla1; Ml-a3; Ml-a6 Ma14; Ml-a23; Ml-a9Ml-k; Ml-a9; Ml-a12Mla (Em2); Ml-a1 Ml (A12); Ml-a2 Ml (BR2); Ml-a3Ml (Tu2);Ml-a7Mlk; Ml-a7 Ml -No3; M-a7 Ml –LG2; M-la13 Ml (Ru3); Ml-a22; Ml-nn; Ml-O5; Ml-a7Ml(Tr3) Ml (Ab) გენებმა, რომლებიც შეიძლება გამოვიყენოთ ქერის სელექციაში, როგორც გამძლეობის საუკეთესო წყარო.

20. კვლევებმა აჩვენა,რომ მინდვრის პირობებში გამოცდილი ქერის ყველა ქართული ჯიში მიმღებიანია ნაცრის გამომწვევის მიმართ.

21. ადგილობრივი სასელექციო მასალის იმუნოლოგიური შეფასებით შედეგად გამოვლენილი იქნა ნაცრის გამომწვევის მიმართ გამძლეობის წყაროები: “ზეს4”x ალავერდი, სერეტ 43 x ”ზეს4”, ”ზეს4” x ყაზბეგი, სერეტ43 x მუტანტ19 x კ12, და ”ზეს4” x ყაზბეგი.

22. ინტროდუცირებული ნიმუშებიდან გამოიყო იქნა ნაცრის გამომწვევი პათოგენის მიმართ გამძლეობის წყაროები: კონდეზიმი, კოსიმა (ჩეხური) და ლავერდა (ფრანგული).

23. საერთაშორისო ცენტრ CIMMYT–ის და ICARDA –ას ნიმუშებიდან გამოვლენილი იქნა ქერის ნაცრის გამომწვევი პათოგენის მიმართ გამძლეობის წყაროები.

რეკომენდაცია

ნაცრისადმი ქერისადმი გამძლეობის ასამაღლებლად სელექციაში დიდი წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ *Blumeria graminis f.sp.Hordei*-ის ქართული პოპულაციისადმი გამოვლენილი გამძლეობის წყაროები: Ml-a7Ml(Tr3)Ml(Ab) (Triumph); Ml-a1 Ml(A12) (Manchuria 1R); Ml-a7Ml-k (Heine 4808), Ml-a7Ml-No3(Heine4808); M-a7Ml–LG2(Multan);Ml-a22 (HOR1657); Ml-nn (Nigrinudum); Ml-O5 (Mut. in Carlsberg II);Ml–a1(Algerian); Ml-a6 Ma14 (Franger) .

ქართული სელექციის ნიმუშებიდან: "ზეს4"x ალავერდი, სერეტ43 x "ზეს4", "ზეს4" x ყაზბეგი, სერეტ43 x მუტანტ19 x კ12 და "ზეს4" x ყაზბეგი.

CIMMYT-ისა და ICARDA–ას სასელექციო მასალის ნიმუშებიდან ნაცრის გამომწვევის მიმართ გამძლეობით გამორჩეული ნიმუშები.

ნაცრის გამომწვევისადმი გამძლე ქერის ჯიშებიდან ფერმერებს შეიძლება შევთავაზოთ - კონდეზიმი, კოსიმა (ჩეხური ჯიშები) და ლავერდა (ფრანგული ჯიში),როგორც ნაცრისაგან საწარმოო ნაკვეთების დაცვის ეკონომიურად და ეკოლოგიურად გამართლებული საუკეთესო მეთოდი.

ციტირებული ლიტერატურა:

1. აფციაური 2009 : აფციაური ნ., „მცენარეთა იმუნიტეტის ინსტიტუტის აგროკლიმატური რესურსები“, სსიპ–მცენარეთა იმუ - ნიტეტის ინსტიტუტის შრომების კრებული, ტ.2. ქობულეთი .

2. ბეკოშვილი...2000: ბეკოშვილი ნ.,იაკობაშვილი ზ., ცოციაშვილი ა., მდივანი ლ.,“ხორბლის, ქერის, სიმინდის და ლობიოს ახალი ჯიშების წარმოება“ საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალი „ მოამბე“ ტ.7.

3 . დეკაპრელევიჩი...1947: დეკაპრელევიჩი ლ., „საქართველოს მარცვლეუ- ლი კულტურების ძირითადი ჯიშები“. საქართვე- ლოს სახელმწიფო სასელექციო სადგურის შრომები, ტ. II. თბილისი.

4. დიასამიძე 2000: დიასამიძე ა. , „ევოლუციური მოძღვრების საფუძვლე- ბი“.ბათუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემ- ლობა.

5 .დიასამიძე...1998: დიასამიძე ა.,დოლიძე ქ., „გენეტიკა “, ბათუმის სახელ- მწიფო უნივერსიტეტის , გამომცემლობა, ბათუმი.

6.კუნჭულია...2010: კუნჭულია თ.კოღუაშვილი პ.,მჭედლიშვილი., „საქართვე- ლოს სოფლის მეურნეობის სტრატეგიისათვის“, საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალი „მოამბე“ №28 (დეკემბერი). თბილისი

7.ლიპარტელიანი...2011: ლიპარტელიანი ო.,ნასყიდაშვილი პ., „ხორბლის, ქერის და სიმინდის სელექციის ძირითადი შედეგები საქართველოში“. საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალი, მოამბე, ტ. 29 (ივნისი),თბილისი.

8. როინიშვილი ... 1971: როინიშვილი ე., მინდიაშვილიშვილი შ., „სალუდე ქერის ჯიშები საქართველოში“ საქართველოს

მიწათმოქმედებისსამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუ-
ტის შრომები, ტ.18 თბილისი.

9. მჟავანაძე 1970: მჟავანაძე ა.ვ., „ხორბლის ნაცრით გამოწვეული მავნეობა და მოსავლის დანაკარგები საქართველოში“, საქართვე-ლოს მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის შრომები ტ. XX, თბილისი.

10. მჟავანაძე 1973: მჟავანაძე ა.ვ. „ხორბლის ნაცრის წინააღმდეგ ბრძოლის ქიმიურ ღონისძიებების გამოცდის შედეგები“ სა–ქართველოს მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის შრომები, ტ. XXIV, თბილისი.

11. მჟავანაძე 1974: მჟავანაძე ა.ვ., „მასალები ხორბლის ნაცრის გამომწვევის ბიოლოგიის შესწავლისათვის,“ საქართველოს მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის შრომები ტ. XXVI, თბილისი.

12. მჟავანაძე 1975: მჟავანაძე ა.ვ. „ხორბლის ნაცრის ეპიფიტოტიური განვი-თარების ხელშემწყობი ფაქტორების შესახებ“. საქართველოს მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის შრომები ტ. XXVI I, თბილისი.

13. მენაბდე 1938: მენაბდე ვ.ლ., „საქართველოს ქერები : (ბოტანიკურ-სისტე-მატიკური მიმოხილვა),“თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუ-ტის შრომებიტ.4,თბილისი.

14. ნასყიდაშვილი... 1993: ნასყიდაშვილი პ.,აგლაძე გ.,მაჭავარიანი ჯ., ქევ-ხიშვილი ვლ., „საქართველოს ასოფლო-სამეურ-ნეო მცენარეთა ნაციონალური გენოფონდი“. საქართველოს რესპუბლიკის სოფლის მეურნე-ობის მეცნიერებათა აკადემია, სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა და ცხოველთა გენოფონ დი, მისი დაცვადა მოყენება. სამეცნიერო პრაქტიკული კონფერენციის მასალები, თბილისი.

15. ნასყიდაშვილი...2009: ნასყიდაშვილი პ.,ლიპარტელიანი ო., მერაბიშვი-

ლი ნ.გულბნი ა., ჩოხელი მ., მინდვრის კულტუ-
რების გენეტიკური რესურსების შენახვისა და
გამოყენების მდგომარეობა და პერსპექტივები
საქართველოში“. საქართველოს სოფლის მეურნეო-
ბის მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალი„ მოამბე“
№25, თბილისი.

16. საბაშვილი 1970: საბაშვილიმ.,“ ნიადაგთმცოდნეობა”, თბილისის უნი–
ვერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი.

17. სამადაშვილი...2009: სამადაშვილი ც., დობორჯგინიძე ხ., „საქართველო-
ში გავრცელებულ კულტურულ მცენარეთა კერძო
სელექცია“. გამომცემლობა „საზოგადოება ცოდნა“,
თბილისი .

18. სალარიძე...2008: სალარიძეზ. ლიპარტელიანი ო., ქირიკაშვილი ლ.,
ჩხუტიაშვილი გ.,კოშაძე თ., „სალუდე ქერის ჯიშების
გაუმჯობესება სელექციით“.საქართველოს სოფლის
მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალი
„მოამბე“ტ. 22. თბილისი.

19. ქართული...1981: ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია „საქართველო
სსსრ.“ საქართველოს სსრ მინისტრთა საბჭოს
გამომცემლობათა ,პოლიგრაფიისა და წიგნით ვაჭრობის
საქმეთა სახელმჭიფო კომიტეტის ბეჭდვითი სიტყვის
კომბინატი. თბილისი.

20. ყანჩაველი 1978: ყანჩაველი ლ., „ზოგადი ფიტოპათოლოგია“, გამომცე-
მლობა „განათლება,“ თბილისი.

21. ყანჩაველი 1978: ყანჩაველი ლ.,მელია მ., „ნაცროვანი სოკოების ოჯახის
Erysiphaceae-ს წარმომადგენლები საქართველოში“.
საქართველოს მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო
კვლევითი ინსტიტუტის შრომები, ტ. XXIX, თბი-
ლისი.

22.ცოციაშვილი...1993: ცოციაშვილი ლ., იაშაღაშვილი გ., ნასყიდაშილი პ.

„ქერის გენეტიკური რესურსები და მისი სასელექ-
ციო მნიშვნელობა”. სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა
და ცხოველთა გენოფონდი, მისი დაცვა და
გამოყენება სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცი–
ის მასალები, თბილისი.

23. ცეცხლაძე...2012ა: ცეცხლაძე ც.,მეფარიშვილი გ., გაბაიძე მ., „ქერის ნაცრის გამომწვევი სოკოს (*Blumeria gr.f.sp. hordey)* გავრცელება საქართველოში 2008-2010 წლებში“ საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალი „ მოამბე“ №30 (თებერვალი). თბილისი. 2012 წ.

24. ცეცხლაძე...2012ბ: ცეცხლაძე ც., მეფარიშვილი გ., გაბაიძე მ. , „ ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის წყაროების გამოვლენა.“ საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ჟურნალი „მოამბე“ №30 (თებერვალი) თბილისი.

25. ცეცხლაძე...2012გ: ცეცხლაძე ც.,სალარიძე ზ., „ ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის წყაროების გამოვლენა 2009–2011წწ.” სამეცნიერო-საინფორმაციო ჟურნალი „ახალი აგრარუ-
ლი საქართველო“ №6 (14) (ივნისი), თბლისი.

26.ცეცხლაძე...2012დ: ცეცხლაძე ც,ზ. სიხარულიძე, მ.გაბაიძე „ ქერის ნაცრის გამომწვევის Blumeria graminis *f.sp. hordey*–ვირულენტო–
ბის გენური სტრუქტურა“; აქართველოს აგრარული
უნივერსიტეტი, გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბი–
ლისი.

27. ცეცხლაძე...2004: ცეცხლაძე ც.,ალექსანდრიდი დ., „ქერის ნაცრისადმი გამძლეობის წყაროების გამოვლენა“. ჩაის, სუბტრო-
პიკული ულტურების და ჩაის მრეწველობის
ჟურნალი „სუბტროპიკული კულტურები“, №4,
ოზურგეთი-ანასეული.

28. ჭანიშვილი 1973: ჭანიშვილი შ., „საცდელი საქმის მეთოდიკის საფუძ–

ვლები“,გამომცემლობა„მეცნიერება“,თბილისი.

29. ჯოხაძე 1992: ჯოხაძე დ., „მოლეკულური გენეტიკის შესავალი“, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია, გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი.

30. Александров 1968: Александров И.Н.,“ Способы зимовки форм Erysiphe graminis DC. Микол. и фитопатология“., т. 2, № 6. Издательство, „Наука“ Ленинградское отделение. Ленинград.

31. Александров 1972: Александров И.Н. К вопросу о причинах смены стадий Eiysiphe graminis DC. вонтогенезе. Микол. ифитопатол. Т.6,№1,Издательство,„Наука“ Ленинградское отделение. Ленинград.

32.Александров: 1973: Александров И.Н., Различия в цикле развития Erysiphe graminis DC. Микология и фитопатология., т. 7, №3. Издательство, „Наука“ Ленинградское отделение. Ленинград.

33. Айала 1984: Айала Ф., „ Введение в популяционную и эволюционную генетику“. Издательство „ Мир“, Москва.

34. Анпилогова 1994: Анпилогова Л.К.,“Оценка устойчивости сортообразцов“ журнал Защита растении.. №2 .Издательство, „Агропромиздат“, Москва.

35.Анпилогова...2000: Анпилогова Л.К., Волкова Г.В.,“ Методы создания искуственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезньям (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе)“. Всероссийский НИИ биологической защиты растений. Краснодар.

36. Берг 1957: Берг Р.Л., „ Типы полиморфизма „ Веста. ЛГУ. Серия биологическая. № 21. Вып. 4. Издательство, „Наука“, Москва.

37. Бахтеев 1956 : Бахтеев,Ф.Х., „К истории культуры ячменя в СССР“,

Материалы по истории земледелия в СССР. Издательство „АН СССР“, Москва- Ленинград.

38. Вавилов 1987а: ВавиловН.И., „Происхождение и география культурных растений“.Академия наук СССР. Издательство, „Наука“ Ленинградское отделение . Ленинград.

39. Вавилов 1987б: Вавилов Н. И.,„Т еоретические основы селекции“. Академия наук СССР. Издательство „Наука“, Москва.

40. Вавилов 1986: Вавилов,Н.И.,“Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям”. Издательство „Наука,“ Москва.

41. Вавилов 1966: Вавилов Н.И., „ Законы естественного иммунитета культурных растений к инфекционным заболеваниям“. Генетика и селекция: избр. тр. Издательство „Колос“, Москва.

42.Ван дер Планк 1972: Ван дер Планк,Я., „Устойчивость растений к болезням“. Перевод с англйского. Издательство „Колос“, Москва.

43. Войлоков... 1986: Войлоков, А Б Кошелева О. М.“ Гени ячменя „ Генетика культурных растений Зерновые культуры, Издательство, „Агропромиздат“ Ленинградское отделение . Ленинград.

44. Ведеревский 1968: Ведеревский Д.Д.,“Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям”. Издательство “Картя Молдавеняскэ”, Кишинев .

45. Гешеле 1978: Гешеле Э.Э.,“Основы фитопатологической оценки в селекции растений“. Издательство „Колос“, Москва.

46. Головин 1960: Головин П.Н.,“Мучнисторосяные грибы, паразитирующие на культурных и полезных диких растениях”. Издательство „АНСССР“. Москва-Ленинград.

47. Горленко 1978а: Горленко М.В., „Иммунитет растений к инфекционным болезням „ Биологическая наука. №10. Издательство“ Наука“, Москва.

48. Горленко 1978б: Горленко М.В. „К биологии и эволюции мучнисто-росяных

грибов“. Бюл.Московок, общества испытателей природы, отделение биология, № 3. Москва. 72-76

49. Горленко 1942: Горленко М.В., „ Способы перезимовки мучнистой росы на злаках. Erysiphe graminis DC“. Доклади АН СССР, т. 35, вып. 6. Москва.

50. Гаевский 2002: Гаевский Н. А., „Знакомство с эволуцыионной генетикой“Учевно-методическое пособие. Краснодарский государственный университет , Краснодар.

51.Гродзински... 1973: Гродзинский А. М.,Гродзинский Д. А., „Краткий спровочник по физологии растений“, Издательство „Наукова Думка“, Киев.

52. Горгиладзе...2007: Горгиладзе Л.,Сихарулидзе З.,Мепаришвили Г., Мгеладзе Л.,Нацаришвили К., Габаидзе М., Цецхлаадзе Ц., Апциаури Н., „Мониторинг болезней пшеницы и ячменя в грузии в 2004-2006 гг“.Информационно-рекламный научно-практический журнал по сельскому хозяйству „Агромеридиан“ 2(6). Издательство „ Полиграфсервис“, Алматы.

53.Гавац...1977: Гавац Г.Э., Дишлер В.Я, Золотарев М.В.,“Генетические основы болезнеустойчивости полевых культур”. Издательство “Зинатне”. Рига.

54. Гребенчук 1968: Гребенчук,Е.А.,„Некоторыебиохимические особенности устойчивости ячменя мучнистой росе“. Биологическая наука в университетах и педагогических институтах Украины за 50 лет. Харьков.

55. Дубинина 1986: Дубинина Л.А., „Исследования по устойчивости ячменя к мучнистой росе в связи с задачами селекции“ Сб. резюме Междунар. конф. ученых стран - членов СЭВ. Прага.

56. Дьяков…1984: Дьяков Ю.Т., Дементьева М.И., Семенкова И.Г. „Общаяи сельскохозяйственная фитопатология“. Издательство , „Колос“, Москва.

57. Доспехов 1979: Доспехов, Б.А., „Метрдикаполевого опыта“. Изда-тельство Колос,“ Москва.

58. Дорохов 1997: Дорохов Д.Б., Клоке Э., „ Быстрая и экономичная технология RAPD анализа растительных геномов „ Генетика“ Т.3. №4. Издательство „Наука,“ Москва.

59. Дементева 1977: Дементева М .И., „Фитопатология“. Издательство „Колос“, Москва.

60. Жуковский 1971: Жуковский П.М.,“Культурные растения и их сородичи. Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование “.Издательство “Колос“, Москва.

61. Жуковский 1973: Жуковский П.М.,“Сопряженная эволюция растения-хозяина и паразита”. В кн.: Генетические основы селекции растений на иммунитет. Издательство, „ Наука“, Москва .

62. Жуковский 1969: Жуковский,П.М.” Новые очаги происхождения и генцентрыкультурных растений и узкоэндемичные микроцентры родственных видов”Ботанический журнал. Т. 53. №4. Москва.

63. Жуковский 1967: Жуковский П.М., Проблема происхождения куль-турных растений“. Ботанический журнал. т. 13. Москва .

64. Захарова 1987: Захарова Т.И., Чумаков А.Е. „Мучнистая роса зерновых культур“. Защита растений, №2. Издатель-ство „Агропромиздат“, Москва .

65. Комаров 1938: Комаров, В.Л., „ Происхождение культурных расте-ний“ издательство „Сельхозгиз, государственное кол-хозной и совхозной литературы“, Москва – Ленин-град.

66. Кривченко 1975: КривченкоВ.И.,„Методические указания по устойчи-вости злаковых культур к мучнистой росе“. Всесоюз-нйы НИИ растениеводство им.Н.И.Вавилова (ВИР).

Ленинград .

67.Кривченко… 1977: Кривченко В.И., Вершинина В.А., Суханбердина Э.Х. , „Изучение устойчивости пшеницы и ячменя к возбудителям мучнистой росы“. В кн.: Методы фитопатологических и энтомологических исследований в селекции растений, издательство „Колос“, Москва.

68. Кривченко…1972: Кривченко В.И., Черебедова М.А. Особенности биологии мучнистой росы ячменя на юго-западе СССР. Сельскохозяитвенная биология, № 4, т.7, Издательство „Колос“, Москва.

69. Кривченко 1977: Кривченко В.И., „Генофонд устойчивых к болезням форм растений мировой коллекции ВИР“. Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции , т. 60, вып. 1. Ленинград.

71. Киль…2008: Киль В. И.,Гронин В.В., Крутенко Д.В., Исмаилов В.Я., „О ПолиморФизме RAPD-маркеров у различных таксонов полужесткокрылых(Hemiptera)“.Селскохозяйственная биология, N1. Издательство „Колос“, Москва.

72.Кашемирова..1985: Кашемирова Л. А., Филипова Г. Г., Санин С.С., Стрижекозин Ю. А .,Агаев А.А „Исролзование математическых моделей в изучении устойчивости пшеницы к стеблевой ржавчине“. Микология и фитопотология.Т. 19, в.1. Издательство, „Наука.“ Ленинградское отделение . Ленинград.

73. Картошкина 1964: Картошкина Н.Ф., “Специализация форм Erysiphe graminis DC. в Ленинградской области, их субстратная (физиологическая) изменчивость и критерии”. Тр. Всес. н.-и. ин-та защиты раст. вып.21, ч. 2, Ленинград.

74. Кирай 1974: Кирай З., Клемент З., Шаймош Ф., Вереш И. „„Методы фитопатологии“.Перевод с англиского. Издательство „Колос“ Москва .

75. Кобахидзе 1971: Кобахидзе Д.М., „Мучнистая роса хлебных злаков“. В кн.:

Распространение вредителей и болезней с.-х. культур в РСФСР в 1970 и прогноз их появления“. Москва.

76. Шопина…1972: Шопина В.В., Чумаков А.Е., „ Мучнистая роса хлебных злаков.“ В кн.: Распрстранение болезней с.-х. культур в СССР в 1968 . Москва.

77. Лукьянова…1990: Лукьянова, А.Я. ,Трофимовская Г.Н., Гудкова, И.А., Тереньтева Н.П., Ярошо М.В „Культурная флора СССР Т. II,ч.2„Ячмень“.Издательство“Агропромиздат“, Ленинград–ское отделение. Ленинград.

78. Мжаванадзе 1974: Мжаванадзе А.Б. Цикл развития возбудителя мучнистой росы пшеницы в Восточной Грузии. Микол. и фитопатол., т.8, № 2, Издательство, „Наука“ Ленинградское отделение . Ленинград.

79.Марченкова...1987: Марченкова П .А. ,Неклеса Н.П., „ Мучнистая роса злаков“ Защита растений №3. Издательство „Агропром–издат”, Москва.

80. Менабде 1938: Менабде В. Л., „Ячмени Грузии:(Ботанико-система-Тический очерк)“.Труды Тбилисского Ботанического Института: том VI. Тбилиси.

81. Моземан 1973: Моземан Д.Г., „ Болезни ячменя и борьба с ними“. В кн.: Ячмень. Москва.

82. Методические... 1987: Методические указания по диагностике методам полевой оценки устойчивости ячменя к возбудителям пятнистостей листьев . Сост. О.С. Афанасенко. ВИЗР.

83. Методические... 2004: Методические указания по систематике грибов и общей фитопатологиию.Министерства сельского хозяйства РФ Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Научное Издание “RIZO-печать“. Санкт-Петербург.

84. Малышева 1981 а: Малышева В.Е., „Селекция на устойчивость сортов ячменя

к идентифицированным расам мучнистой росы“. В сборнике „Приемы и методы повышения урожайности полевых культур“. Мироновский НИИССП, ВАСХНИЛ.

85. Малышева 1981 б: Малышева В.Е.,„Влияние мучнистой росы на урожайностьячменя“.Тезисы докладов конференции. АН Латв. ССР, Рига.

86. Малютина 1965 : Малютина Р.М.,„Мучнистая роса зерновых колосовых и меры борьбы с ней“. Сельское хозяйство Киргизии, № 9.

87. Михайлова…1982 : Михайлова Л.А., Одинцова И.Г., Афанасенко О.С., „ Генетика взаимоотношений паразита и ростения хозяина „.Методы экспериментальной микологии :Спровочник . Наукова думка. Киев.

88. Неттевич 1970 : Неттевич Э.Ф.,„ Селекция яровой пшеницы, ячменя и овса (в Нечерноземнойзоне)“. Издательство „Россельхозиздат“, Москва.

89. Неттевич 1986: Неттевич, Э.Д. , „Исходный материал для селекции ячменя на устойчивость к мучнистой росе“. Издательство „Россельхозиздат“, Москва .

90. Орлов 1936: Орлов, А.А., „ Ячмень“ Культурная флора СССР. - Т. 2. Ленинград.

91. Оношко 1990: Оношко,Е.Н.,„Изучение эффективности и селекционной ценности генов устойчивости к мучнистой росе ярового ячменя“ Генетические ресурсы растений как исходный материал для селекции: Науч.-техн. бюллетень. ВИР. Ленинград.

92. Одинцова 1977: Одинцова И.Г. „Методы оценки общей и специфической устойчивости„Генетические основы устойчивости растений к болезням. Издательство“ Колос“. Ленинград.

93. Попкова 1979: Попкова К.В. Учение об иммунитете растений.

Издательство „Колос“, Москва.

94. Попкова 2005: Попкова К.В. Общая фитопатология. 2-е издание переравотанное и дополненное. Издательство „ ДРОФА „Москва.

95.Пересыпкин 1974: Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология Издательство „Колос“Москва.

96. Постнова 2009 : Постнова Е. Л., „Иследование внутривидового полиморфизма штамов *Ganoderma lucidum „* Автореферат. Москва .

97.Природные... 1965: Природные ресурсы Грузинской ССР .Том VI. Селскохозяйственные ресурсы издотелство „Наука,“ Москва.

98. Персон... 1974: Персон К. , Сидху Г., „ Генетика взаимоотношений в системе хозяин - паразит „Использование мутаций в селекции растений на устойчивость к болезням. Д.: ВИР.

99.Пересыпкин 1974: Пересыпкин, В.Ф. „Сельскохозяйственная фитопатология“ 2-е изд., перераб. и доп. Издательство „Колос“, Москва.

100. Пономарев 1979: Пономарев В.И.,Касаева К.А.,.Хитров А.Н. „Селекция на устойчивость к болезням“.Основные тенденции производства зерна за рубежом. Москва.

101. Регель 1917: Регель,Р.Э., „ К вопросу о происхождении культурных ячменей „ Т. 10. Вып. 7.10.

102. Ригина 1969: Ригина С.И., „ Изучение устойчивости ячменя к мучнистой росе.“ Тр. 5 Всесоюзного совещания по иммунитету растений. 2. Зерновые культуры. , выпуск 5, Киев.

103. Неклкса 2002: Неклкса Н.П. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур. Издательство ФГНУ „Росинформагростех“ .

104. Санин 2002: Санин С.С., Черкашин В.И., Назарова Л.Н., Соколова Е.А., Стрижекозин Ю.А.,Ибрагимов Т.З., Неклкса Н.П.

Фитосанитарная экспертиза зерновых культур. Издательство ФГНУ Росинформагростех“.

105. Сечняк 1984: Сечняк,В.Е.,„Устойчивость к мучнистой росе ячменя Причерноморской степной зоны Украины и пути её повышения“ ,автореф. дис... канд. с.-х. наук. Одесса.

106. Савельева 1977 : Савельева В.Ф. , Полякова Ё.Л., „ Способы перезимовки E. graminis dc. f. sp. tritici March, на юге Украины“. Журнал „ Микология и фитопатология“. Издательство“ НАУКА“, Ленинградское отделение. Ленинград.

107.Сихарулидзе 2008: Сихарулидзе З.В., Цецхладзе Ц.М,” Мучнистая роса ячменя в Грузии”. Информационно-рекламный научно-практический журнал по сельскому-хозяйству „Агромеридиан“ 4 (10). Издательство „Полиграфсервис“, Алматы .

108. Тарр 1975: Тарр С., „Основы патологии растений“. Издательство „Мир“, Москва.

109. Туманян 1948: Туманян, М.Г., „ Основные этапы эволюции ячменей в Армении“. АН Армянской ССР. Т. 1. №1. Ереван.

110. Филиров...2009: Филиров Е. Г.,Донцова А.А.,„ Особенности наследования хозяиственно ценных признаков озимого ячменя“ (Обзор) ГНУ Всеросииски научно-иследовательский институт зерновых культур им. И. Г. Калиненко. Зерновое хозяиство России . N 5.

111. Фадеева 1979: Фадеева Ю. Н., „Инфекционные фоны в фитопотологии“. Всесоюзный научно- иследовательский институт защиты растений. Научные труды ВАСХНИЛ. Издательство „ Колос“ Москва.

112. Хохлова... 2001: Хохлова А.П., Кривченко В.И., Терентьева И.А., Вершинина В.А., Богданова Г.М., Аникина Л.В., „ Ячмень“. Характеристика сортимента Мексики по

устойчивости к грибным болезням. Каталог мировой коллекции ВИР. СПб. Вып.731.

113.Цецхладзе... 2010: Цецхладзе Ц., Сихарулидзе З., Мераришвили Г.,Габаидзе М., „ Вирулентная структура*Blumeria (Erisiphe)graminis f.sp. hordey* Грузинской популяции“.Труды Международной Научной Конференции ,,Integrated protection: strategy and tactics”, Belarus, Minsk.

114. Цецхладзе 2012: Цецхладзе Ц., Сихарулидзе З.В., Мераришвили Г., Габаидзе М.Т. „Мучнистая роса ячменя в грузии в 2009-2011 годах“. Труды Международной Научной Конференции,Иммунологическая защита сельскохозяй – ственных культур от болезней: теория и практика” Москва.

115. Чумаков 1974: Чумаков А.Е., Минкевич И.И.,Власов Ю. И., Гаврилова Е.А., Основние методи фитопотологической иследовани ,Научни тр. ВАСХНИЛ,” “ Колос”, Москва.

116.Черебедова 1974: Черебедова, М.А., „Иммунологическое изучение ячменя для селекции на устойчивость к мучнистой росе“. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Ленинград.

117. Ячевский 1911: Ячевский А.А., „ О значении селекции в деле борьбы с грибными болезнями культурных растений“. Тр. биологической микологии и фитопатологии. Петербург.

118. Ячевский 1912: Ячевский А.А.О применении формалина против грибных паразитоввозделываемых растений. СПБ.

119. Anon 1997: Anon., „Population studies of airborne pathogens of cereals as a means of improving strategies for disease control – 1996“, EUR 18015 - COST 817; Annual Report.

120. Aist...1979: Aist J., Kunoch H., Israel H „Challenge appressoria of Erysiphe graminis fail to breach preformed papillae of a compactible barley cultivar“ Journal of Phytopathology. V. 69.

121. Agrios 1974: Agrios G. „ Plant Pathology. 4th. Edition“. Academic Press, San

Diego, CA. 131. Beckett A, Heath IB, McLaughlin DJ (Eds.) Vegetative structures: haustoria. In: An atlas of fungal ultrastructure. Longman Group Limited, London, Great Britain.

122. Braun 1987: Braun U., „ A monograph of the Erysiphales (powdery mildews)“. Beih. Nova Hedwigia 89.

123. Brown…1991: Brown, J. K. M., Jørgensen J. H., „ A catalogue of mildew resistance genes in European barley varieties“. IIntegrated Control of Cereal Mildews: Virulence Patterns and Their Change. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark.

124. Brown 1990: Brown J.K.M., Wolfe M.S., „Structure and evolution of a population of *Eysiphe graminis f.sp.hordei.” Journal* ,Plant Pathology. 39.

125. Biffen 1907: Biffen R.H., „ Studies in the inheritance of disease-resistance“ 1. *Journal*, of Agricultural Seience. V. II. - Part 2.

126. Biffen 1912: Biffen, R.H., „ Studies in the inheritance of disease-resistance II. *Journal*, of Agricultural Seience. Cambridge University Press. V IV. Part 4.

127. Briggs..1943: Briggs, F., Stanford E., „Linkage relations to coldfoil factors for resistance to mildew in barley”. Geneties. Res. 66. № 4.

128. Brukner 1975: Brukner F., „Resistanse of some European spring barley varieties to seven rases of povdery mildew”. Ochara rost-lin, 11.

129.Ceccarell..1987**:** Ceccarelli, S., S. Grando, and J.A.G. van Leur., „ Genetic diversity in barley landraces from Syria and Jordan”. Euphytica 36.

130.Cherewick,1944: Cherewick, W., „ Studies on biology of Erysiphe graminis DC.” Canadian *Journal*. Res. V. 22. - № 1

131. Carver 1944: Carver, T.L. Wright A.J., Thomas B.J. „ Initial events in the establishment of cereal powdery mildew infection“ Plant Protect. Sci. 38.Spec. Issue l № 1.

132.Cherewick 1944: Cherewick, W., „ Studies on biology of Erysiphe graminis DC. “ Canad. *Journal*. Res. V. 22.

133. Czembor 2000: Czembor JH., and Czembor H. J., “Powdery mildew resistance in barley landraces from Morocco.” Journal of Australasian Plant Pathology,Vol.29 (2).

134.Czembor…2001: Czembor, J.H., and H.J. Czembor., „Resistance to powdery mildew in barley cultivars and breeding lines included in 1998-2000 Polish registration trails. Plant Breeding Seed.Sci.45:21-41.

135. Crop...2005: Crop protection Compendium CAB intemational. Nosvorthy way,walingford.OxfordshireOX108DE,UK. WWW.Cabicompendium.org/cpc.

136. Dreiseitl…1999: Dreiseitl A.,Pickering R.A., „Patogenicity of *Blumeria graminis f.sp.hordei* in Nev Zeland in 1997“. Nev Zeland journal of crop and Horticultural Science.Vol.27.The Royal Society of New Zeland.

137. Dragon... 1993: Dragon A.D., Spadoro J.P., Madej R., „ Quality Control of Polymerase Chain Reaction. Diagnostic Molecular Microbio- logy. Principles and Applications.ASM Press. Washington.

138. Edwards 2002: Edwards, H.H. „Development of primary germ tubes by conidia of Blumeria graminis f. sp. hordei on leaf epidermal cells of Hordeum vulgare”, Journal Botany.V. 80. № 10. Canada.

139. Favret 1960: Favret E., „Induced mutations in breeding for disease resistance “. Rad. Botany.V. 5.

140. Favret 1967: Favret E., „The genetic basis of plant resistznce to pathogens”Ciencee cult.19. № l.

141. Favret 1971: Favret E., „The host-pathogen system and its genetic relationships”. In Barley Genetics II.

142. Favret… 1976: Favret E., Sarasova J., Solari K. „Discrimination between specific reaction in the host-pathogen relationship“ Int. Atomic energy agency.Vienna.

143. Flor 1955**:** Flor H.H., „Host-parasite interaction in flax rust - its genetics and other implications”. Phytopathology 45 .

144. Flor 1956: Flor, H., „ The complementaiy genetic systems in flax and flax rust”. Advances in genetics. N.Y., V. 8.

145. Green, 1971: Green GJ Physiologic races of wheat stem rust in Canada from 1919 to 1969. Canadian Journal of Botany 4.

146. Green 1981: Green G. J., „Identification of physiologic races of *Puccinia*

graminis f.sp.tritici in Canada“. Canadian.Plant Pathology.

147. Honecker 1937: Honecker, L. „Die Bestimmung der physiologischen Rassen des Gerstenmehltaues (Erysiphe graminis hordei Marchai)“ Phytopathology. Z.Bd. 10. № 2. S.

148. Hooker 1971: Hooker, A.,. Saxena K., „Genetics of disease resistance in plants“. Annual Reviews Genetic. V. 5.

149. Hovmoller 1987: Hovmoller M., „Virulence analysis of Danish powdery mildew populations 1985–1987“.Växtskyddsrapp. Konsulentavd. Vatskydd. inst, växt-ach skogsskydd. Jordbruk, № 48.

150. Hovmoller 2000: Hovmoller M., Caffier V., Jalli M., Anderse O., Besenhofer G., Czembor J., Dreiseitl A. et al., „The European barley powdery mildew virulence survey and disease nursery, 1993-199 “ Agronomie, 20(in press).

151. Heun 1984: Heun M.,, Röbbelen G., „Heteroallelism in the ml-o locus of barley” Z. Pflanzenzucht. Bd. 92. № 4.

152. Jahoor 1987: Jahoor, A., „ Sources of resistance to powdery mildew in barley lines derived from Horedum spontaneum collected in Israel”. Plant Breeding.V. 99.№4

153. Jorgensen 1992**:** Jorgensen, J.H., “ Discovery, characterization and exploitation of Ml-o powdery mildew resistance in barley”. Euphytica 63 .

154. Jorgensen… 1976: Jorgensen H., Jensen H., „New linkage data withe the meo-locus on barley chromosome 4”. Barley Genetic. Newsletter, v.6.

155. Jorgensen 1994: Jorgensen, J. H.. „ Genetics of powdery mildew resistance in barley. Critical Reviews in Plant Science“. Plant Biology Section, Environmental Science and Technology Department, Risø National Laboratory, DK-4000 Roskilde, Denmark. Crittical Review Plant. Sci. 13 .

156. Kolster…1986: Kolster, P., L. Munk., O. Stolen, and J. Lohde.,”Near- isogenic barley lines with genes for resistance to powdery mildew”. Crop Sciense 26 .

157. Khan 1988: Khan, T.N., „ Effect of stubbleborne fungal inoculum on incidence of leaf diseases and yields of barley in Western Australia” , Exp.

Agriculture. V. 28. №4.

158. Last 1962: Last, F., „ Effects of nutrition on the incidence of barley powdery mildew “.Plant Patholojy. - № 4.

159. Last 1963: Last, F., „ Effects of temperature on cereal powdery mildews “. Plant Pathology. - V. 12. - № 3.

160. Leonard 1969: Leonard, K. „Genetic equilibria in host-pathogen system“ Phytopathology. V. 59. № 12.

161.Leonard 1983: Leonard, K., „ Population genetics of gene-for-gene interaction between plant host resistance and pathogen virulence”. Phytopathology. V. 68. № 7.

162. Limpert 1987: Limpert, E.,Eds M. Nijhoff,M.S Wolfe and E., “Barley mildew in Europe: evidence of wind-dispersal of the pathogen and its implications for improved use of host resistance and of fungicides or mildew control. In *Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the Pathogen*, Kluwer,Dordrecht.

163. Mains… 1930: Mains, E., Deitz S.M. „ Physiologic forms of barley mildew Erysiphe graminis hordei Marchal “. Phytopathology.V20 № 3.

164. Marchal 1902: Marchal,M. Deela specialization du parasitisme ches Erysiphe graminis Compt. rend. J. Acad, de Sei. № 135.

165. Moseman 1963: Moseman, J., „ Function of the host and pathogen genetic systems in elucidating disease development”Proc. 1st Internat. Barley Genetic Symposium Wageningen.

166. Moseman 1966: Moseman, J.,” Genetics of powdery mildew “ Ann. Rev. Phytopathology. № 4.

167. Moseman…1971: Moseman, J., Jorgensen H., „ Two new geens at the Ml-a locus in barley for resistance to Erysiphe graminis f. sp. Hordei” Zeitschr. fur Pflanz. V. 65.

168. Moseman 1972: Moseman, J., “Isogenic barley lines for reaction to *Erysiphe graminis*f. sp.*hordei”*. Crop Sci. 12.

169. Nilan 1964: Nilan, R. A., „Barley Handbook of geneties”.Vol.2. Washington State University Press.

170. Nover 1968: Nover I., Brückner F., Wiberg A., Wolfe M. „Rassen von Er. graminis DC. f. sp. hordei Marchai in Europa“ Pflanzen- patholojy.

und Pflanzenschutz. Bd. 75. № 6. S.

171. Cherewick 1949: Cherewick W., “Erysiphe graminis in Canada “ Can. J. Res..V.25.

172. Person 1959: Person C., „Gene- for-gene relationships in host: parasite systems“. Canadian journal Botany, v.37.

173. Powers… 1957: Powers H.R., Moseman J.G., „ Pathogenic Variability with cleistothecia of Erysiphe graminis”. Vol. 47.

174. Ridley 1998: Ridley A.M., „ Genomic Fingerprinting by Application of rep-PCR. Molecular Bacteriology”. Protocols and Clinical Applications. Totowa: Humana Press.

175. Savelkoul…1999 Savelkoul P.H., Aarts H.J., De Haas J., Dijkshoorn L., Duim B., Otsen M., et al., „Amplified-Fragment Length Polymorphism Analysis: the State of an Art. J Clin Microbiol

176.Swaminathan1993: Swaminathan B., Matar G.M.,m „ Molecular Typing Methods. Diagnostic Molecular Microbiology. Principles and Applications”. Washington: ASM Press.

177. Soogard …1987: Soogard, A., Wettsteinknowles P. , „ Barley: genes and chromosomes “. Carlsberg Res. Commun. V. 52.

178.Schwarzbagh 1998: Schwarzbagh E., „The mlo bases resistance of barley to mildew and the response of mildew population to the use varieties with the mli gene.” Genetic Plant Breeding. 34.

179. Stolzenburg …1984: Stolzenburg M ., Aist J., Israel H. „The role of papille in resistance to powdery mildew conditioned by the ml-o gene in barley“. Physiol. Plant Pathology. V. 25. № 3.

180. Slater…2003: Slater, S.E. and Clarkson, J.D.S., “ Mildew of barley”. UK Cereal Pathogen Virulence Survey 2002 Annual Report.

181. Saari… 1985: Saari E.E and Prescott J.M., „World distribution in relation to economic losses.” The Cereal Rusts,vol. 21:Diseasedistribution, epidemiology, and control,pp. FL,USA,Academic Press. Orlando.

182. Sikharulidze 2008: SikharulidzeZ.,Gorgiladze L., Mgeladze L.Natsarishvili K.., Tsetskhladze Ts., Gabaidze M. Mepharishvili S. „Survey for cereal diseases in Georgia in 2004-2007“. 9th International

Congress of Plant Pathology, Italy, August 24-29, Abstract book ,Torino.

183. Zeybek…2002: Zeybek A.,Yigit F., "Assessment of powdery mildew resistance in wild barley (Hordeum spontaneum L.) populations in the aegean region of Turkey" . Phytoprotection, vol. 83, N 3.

184. Wiberg 1974: Wiberg, A., “Genetical studies of spontaneous sources of resistance to powdery mildew in barley” Hereditas-V. 77. № 1.

185. Wolfe 1984: Wolfe M.S., “ Trying to understand and control powdery mildew”. Plant Pathology. V.33 .

186. Wolfe 1972: Wolfe, M. S., “ The genetics of barley mildew “.M. Rev. Plant Pathology. V.51.№ 8.

187. White 1993: White T.J.,„Amplification Product Detection Methods. Diagnostic Molecular Microbiology. Principles and Applications”. Washington: ASM Press.

188.Yahuaou…2003: Yahuaou A.,Ezzarahiri B.,Hovmoller M.,Jachoor „A field guide for cereal diseases management:Diseases of barley and wheat in Eritrea.

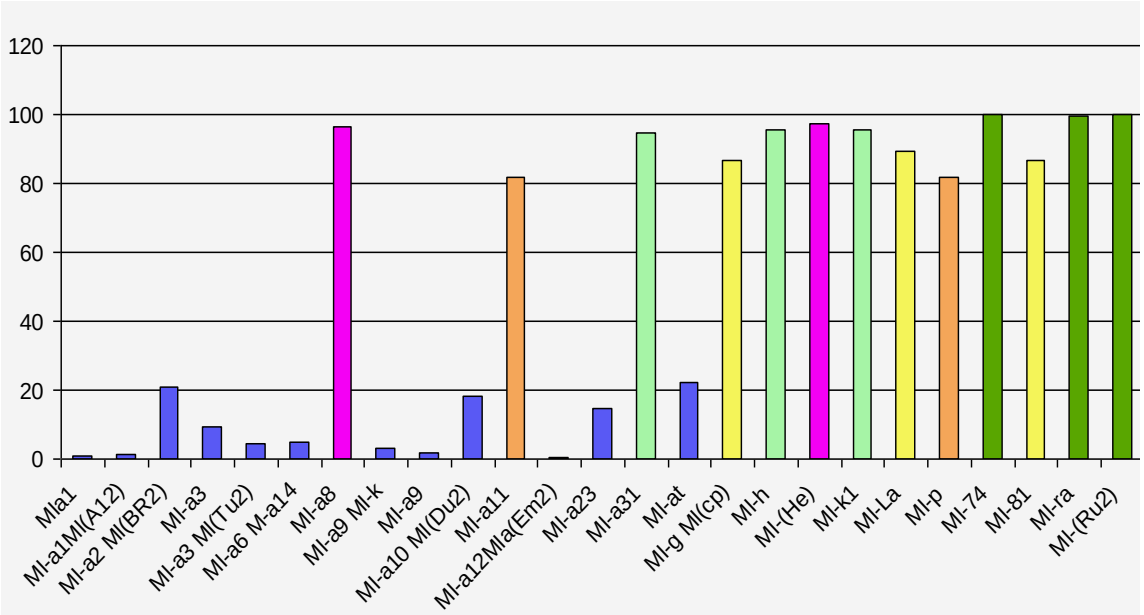
189. Yahuaou…1997: Yahuaou A.H.,Reinhold M.,Scharen A.L., “Virulence spectrum in populations of the barley povdery mildev pathogen, *Erysiphe graminis f.sp.hordei in* Tunisia and Morocco in 1992”. Plant Pathology 46.

190. Zadoks…1974: Zadoks, J. C., hang T. T., Konzak C. F., A decimal code for the growth. Stages of cereals”. Weed Res. 14.

დანართები

დანართი 1.

ვირულენტური გენების შეხვედრის სიხშირე 2009-2011 წწ.



ცხრილი 25. **Blumeria(*Erisiphe)* graminis. *f.sp.hordei* პოპულაციის ვირულენტობა საქართველოში 2009–2011 წწ.**

ჯიშის(ხაზის) დასახელება	გამძლეობის გენი	ვირულენტობა%			1150 მპ	
		2009წ.	2010წ.	2011წ.	ვირულენტ. იზოლ.რაოდ.	%
Pallas	Ml-a8	100	100	100	1150	100
Pallas 01	Mla1 Ml (A12)	0	2	0	8	0,6
Pallas 02	Ml-a3	8	9.3	9.8	106	9,2
Pallas 03	Ml-a6 Ml-a14	10.3	2.5	2.8	54	4,7
Pallas 04 A	Ml-a7Mlk	0	0	0	0	0
Pallas 04 B	Ml-a7 Ml -No3	0	0	0	0	0
Pallas 06	M-a7 Ml –LG2	0	0	0	0	0
Pallas 07	Ml-a9Ml-k	0.25	0.5	0.6	6	0,5
Pallas 08 A	Ml-a9 Ml-k	7.3	1.5	1.7	36	3,1
Pallas 08 B	Ml-a9	0	0	2.2	20	1,7
Pallas 09	Ml-a10Ml (Du2)	23.6	30.1	5	213	18,2
Pallas 10	Ml-a12Mla (Em2)	8.3	0.7	0.8	5	0,4
Pallas 11	M-la13 Ml(Ru3)	0	0	0	0	0
Pallas 12	Ml-a22	0	0	0	0	0
Pallas 13	Ml-a23	15.6	13.2	15.6	171	14,7
Pallas 14	Ml-ra	100	98.9	98.9	1146	99,6
Pallas 15	Ml-(Ru2)	100	100	100	1150	100
Pallas 17	Ml-k1	96.6	93.6	36.2	1098	95,4
Pallas 18	Ml-nn	0	0	0	0	0
Pallas 19	Ml-p	78	87.3	80.2	944	82
Pallas 20	Ml-at	26.3	20	21.9	258	22,4
Pallas 21	Ml-g; Ml (cp)	92	85.5	83.7	995	86,5
Pallas 22	ml-O5	0	0	0	0	0
Pallas 23	Ml-La	97.3	86.3	93.4	1028	89,3
Pallas 24	Ml-h	92.6	96.4	97.1	1101	95,7
Manchuria So1R	Ml-a1 Ml (A12)	8.3	2.2	0.6	17	1,4
Black Russian	Ml-a2 Ml (BR2)	18.6	24.5	19.5	242	21
Gunnar	Ml-a3Ml (Tu2)	7.6	2.5	4.1	52	4,5
Triumph	Mla7Ml(Tr3)Ml(AB)	0	0	0	0	0
A -222	Ml-a11	84.3	93.9	69.4	940	81,7
Turkey 290	Ml-a31	96.6	95.7	92.2	1089	94,7
Deva abed	Ml-g; M (cp)	85.6	93.6	78.9	986	85,7
Herta	M(He)	97	99.4	96.2	1122	97,5
Russian 74	Ml-r 74	100	100	100	1150	100
Russian 81	Ml-r 81	88.6	89.8	82.2	998	86,7

ცხრილი 26. ქობულეთის მეტეოროლოგიური მონაცემები 2009-2011 წწ.

წელი	ჰაერის ტემპერატურა (^0C) თვეების მმიხედვით												წლიური	ნორმა
	I	I I	I I I	IV	V	V I	V I I	V I I I	IX	X	X I	X I I		
2009	5	8	8	10	16	21	22	20	19	17	11	9	14	
2010	9	7	8	9	20	24	26	25	24	19	11	10	16	13.4
2011	8	6	8	11	16	21	24	23	20	16	8	8	14	

წელი	ჰაერის ტენიანობა (%) თვეების მიხედვით												წლიური	ნორმა
	I	I I	I I I	IV	V	V I	V I I	V I I I	IX	X	X I	X I I		
2009	75	77	75	77	78	79	81	79	80	85	87	83	80	
2010	75	78	77	79	84	88	87	85	84	86	79	73	81	84
2011	74	79	78	81	81	82	84	79	82	74	73	64	78	

წელი	მოსული ნალექების რაოდენობა (მმ) თვეების მიხედვით												წლიური	ნორმა
	I	I I	I I I	IV	V	V I	V I I	V I I I	IX	X	X I	X I I		
2009	173	270	221	126	109	80	350	166	607	115	224	116	2557	
2010	116	300	204	128	61	182	303	134	298	463	190	102	2481	2550
2011	174	325	183	203	113	121	92	129	249	299	229	84	2201	

შემოკლებების ნუსხა

მპ-მონო პუსტულა

პჯრ(PCR) -პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია

RAPD – PCR (randomly amplified DNA PCR) შემთხვევით ამპლიფიცირებული

პოლიმორფული დნმ პჯრ ანალიზი

დნმ - დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა

რნმ- რიბონუკლეინის მჟავა

ფწ - ფუძეთა წყვილი

kb – ათასი ფუძეთა წყვილი

Taq (Thermus aquaticus)-თაგ პოლიმერაზა

mm- მილი მოლი

ml mix-მილილიტრი ნარევი

UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic average)- „ჯგუფის შიგნით დაწყვილების საშუალო არითმეტიკულ მეთოდი.

M- მასის მარკერი