

სსიპ „ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“

ტექნოლოგიური ფაკულტეტის აგროეკოლოგიისა

და სატყეო საქმის დეპარტამენტი



ქეთინო ნაცარიშვილი

**ხორბლის ყვითელი ჟანგას ადგილობრივი პოპულაციისადმი
გამძლეობის ახალი დონორებისა და კონტროლის სხვა
ეფექტური საშუალებების გამოვლენა**

(აგრარულ მეცნიერებაში დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარდგენილი სადისერტაციო ნაშრომი)

სპეციალობა - მცენარეთა დაცვა

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ზოია სიხარულიძე,
ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი

ბათუმი, 2017

მადლობა

- განსაკუთრებული და გულწრფელი მადლიერება მიიღია გამოვხატო ჩემი სამეცნიერო ხელმძღვანელის, ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორის, ზოია სიხარულიძის მიმართ დიდი დახმარებისა და ადამიანური თანადგომისათვის, რის გარეშეც შეუძლებელი იქნებოდა ამ ნაშრომის შესრულება;
- გულითადი მადლობა ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ყველა თანამშრომელს, ტექნოლოგიური ფაკულტეტის ხელმძღვანელობას გაწეული დახმარებისათვის. განსაკუთრებული მადლობა აგროეკოლოგიისა და სატყეო საქმის დეპარტამენტის ხელმძღვანელობასა და თანამშრომლებს თანადგომისათვის;
- მადლობა ქართველ და უცხოელ პარტნიორებს:
 - ✓ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის თანამშრომლებს. განსაკუთრებული მადლობა ქალბატონ გულნარი ჩხუტიაშვილს - ცენტრის მთავარ სპეციალისტს, უნგარო და გულითადი თანადგომისათვის;
 - ✓ აგროფირმა „ლომთაგორას“ ხელმძღვანელობასა და თანამშრომლებს;
 - ✓ შოთა რუსთაველის ეროვნულ სამეცნიერო ფონდს ფინანსური დახმარებისათვის;
 - ✓ ჩინეთის ჩრდილო-დასავლეთის აგრარული უნივერსიტეტის მარცვლეულთა სტრესის ბიოლოგიის მთავარ ლაბორატორიის ხელმძღვანელს, პროფესორ სონგ ვეინინგსა და ლაბორატორიის ყველა თანამშრომელს გაწეული დახმარებისათვის;
 - ✓ ICARDA-სა (სასოფლო სამეურნეო კვლევების საერთაშორისო ცენტრი) და CIMMYT-ს (სიმინდისა და ხორბლის გაუმჯობესების საერთაშორისო ცენტრი) გაწეული დახმარებისათვის - ხორბლის საერთაშორისო სანერგეების მოწოდებისათვის;
- გულითადი მადლობა ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის დირექტორს - გურამ მემარნეს, თითოეულ თანამშრომელს, მეგობრებსა და ოჯახის წევრებს მუდმივი ყურადღების, თანადგომისა და მოთმინებისათვის.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

აბრევიატურების საძიებელი	5
ცხრილების, ფოტოსურათებისა და დიაგრამების საძიებელი	6
შესავალი	10
თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა	15
1.1. ხორბლის მნიშვნელობა, წარმოშობა და სელექცია	15
1.2. ხორბლის ყვითელი ჟანგას შესწავლის ისტორია და აქტუალობა	19
1.2.1. ყვითელი ჟანგას სიმპტომები	21
1.2.2. სოკო <i>P. striiformis</i> -ის ტაქსონომია და ბიოლოგია	23
1.2.3. <i>P. striiformis</i> -ის სპეციალიზაცია	24
1.2.4. გარემო პირობები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ყვითელ ჟანგაზე	26
1.2.5. ყვითელი ჟანგას მავნეობა და ეკონომიკური მნიშვნელობა	27
1.2.6. ყვითელი ჟანგას გამომწვევის მიგრაცია	29
1.2.7. ყვითელი ჟანგას ვირულენტობის შესწავლა	32
1.2.8. ხორბლის ყვითელი ჟანგას რასების გავრცელება მსოფლიოში	34
1.2.9. <i>P.striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i> -ს-ის პოპულაციის მრავალფეროვნება დნმ-ის პოლიმორფულობისა და გენომის კვლევების საფუძველზე	39
1.3. ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის ტიპები	41
1.4. ყვითელი ჟანგას კონტროლი	45
1.4.1. ყვითელი ჟანგასადმი გამძლე ჯიშების სელექცია	45
1.4.2. ყვითელი ჟანგას კონტროლის ქიმიური მეთოდი	45
1.4.3. ყვითელი ჟანგას ბიოლოგიური კონტროლი	47

თავი 2. კვლევის მასალები და მეთოდები	50
2.1. კვლევის ობიექტი და მასალები	51
2.2. კვლევის მეთოდები	51
2.2.1. ხორბლის ნათესების გამოკვლევა	51
2.2.2. ხორბლის ყვითელი ჟანგას გავრცელებისა და განვითარების ინტენსივობის განსაზღვრა	52
2.2.3. ყვითელი ჟანგათი დაავადებული ფოთლის ნიმუშების შეგროვება	53
2.2.4. დაავადების გამომწვევის გამოყოფა	53
2.2.5. ხორბლის აღმონაცენის გამოზრდა	54
2.2.6. მონოპუსტულოვანი იზოლატების მიღება და სპორების შეგროვება	55
2.2.7. სპორების გადამრავლება, ანუ ინოკულუმის დაგროვება	56
2.2.8. სპორების შენახვა	56
2.2.9. ინოკულაციის მეთოდები	57
2.2.10. ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის <i>P. striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i> ვირულენტობის გენური სტრუქტურის და პათოტიპური შემადგენლობის იდენტიფიცირება	59
2.2.11. ყვითელი ჟანგას პოპულაციის მრავალფეროვნების სტატისტიკური ანალიზი	64
2.2.12. ყვითელი ჟანგას მრავალფეროვნების შესწავლა მოლეკულური მარკერებით	66
2.13. ხორბლის სასელექციო მასალის იმუნოლოგიური შეფასება	68
2.13.1 ნიმუშების გამძლეობის დონის დადგენა მინდვრის პირობებში	69
2.13.2. სასელექციო მასალის ეკოლოგიური გამოცდა სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში	72
2.13.3 მინდვრის ექსპერიმენტების შედეგების სტატისტიკური ანალიზი	73
2.13.4. ხორბლის ნიმუშების გამძლეობის შესწავლა აღმონაცენის ფაზაში	73

2.14. ბიოლოგიური საშუალებების გამოცდა ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით	74
2.14. 1 ბიოლოგიური პრეპარატების გამოცდა	74
2.14.1.1 პრეპარატების in vitro შეფასება	75
2.14.1.2 პრეპარატების გამოცდა სათბურის პირობებში	76
2.14.1.3. პრეპარატების გამოცდა მინდორში	77
2.14.2. მცენარეული ექსტრაქტების სკრინინგი ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით	77
2.14.3. სათბურის და მინდვრის ექსპერიმენტების შედეგების სტატისტიკური ანალიზი	79
თავი 3. შედეგები და განხილვა	79
3.1. ხორბლის ყვითელი ჟანგას გავრცელება 2013-2016 წლებში	79
3.2.1. საქართველოში გავრცელებული ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციის პათოტიპური და ვირულენტური სტრუქტურა	88
3.2.2. ხორბლის ყვითელი ჟანგას ვირულენტობის მონიტორინგი მინდვრის პირობებში საერთაშორისო „ხაფანგი“ სანერგეების საშუალებით	101
3.3. ყვითელი ჟანგას მრავალფეროვნების შესწავლა მოლეკულური მარკერებით	105
3.4. ხორბლის სასელექციო მასალის იმუნოლოგიური შეფასება	108
3.4.1. ხორბლის საერთაშორისო სანერგეების გამოცდა საქართველოში გავრცელებული ყვითელი ჟანგას პოპულაციისადმი	108
3.4.2. ინტროდუცირებული ჯიშების ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის შეფასება და გამძლე გენოტიპების გამორჩევა	125
3.4.3 ადგილობრივი სასელექციო მასალის გამძლეობის შეფასება	128
3.5. ბიოლოგიური საშუალებების გამოცდა ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით	131
3.5.1. ბიოლოგიური საშუალებების გამოცდა ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით	131
3.5.2. მცენარეული ექსტრაქტების ფუნგიციდური აქტივობის სკრინინგი	136
დასკვნები	143

რეკომენდაციები	144
გამოყენებული ლიტერატურა	145
დანართები	174
დანართი #1.	174
დანართი #2.	176
დანართი #3.	179
დანართი #4.	182

აბრევიატურა

აბრევიატურა	ინგლისურად	ქართულად
BGRI	The Borlaug Global Rust Initiative	ბორლაუგის ჟანგების გლობალური ინიციატივა
CIMMYT	The International Maize and Improvement Center,	სიმინდის და ხორბლის გაუმჯობესების საერთაშორისო ცენტრი
CI	Coefficient of Infection,	ინფექციურობის კოეფიციენტი
DNA	Deoxyribonucleic acid,	დეოქსირიბონუკლეინის მჟავა
FAO	The Food and Agriculture Organization	სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაცია
f. sp	formae specialis,	სპეციალიზებული ფორმა;
GRRC	Global Rust Reference Center	ჟანგების გლობალური რეფერალური ცენტრი
IYRTN	The International Yellow Rust Trap Nursery	ყვითელი ჟანგას საერთაშორისო ხაფანგი სანერგე;
IWWIP	The International Winter Wheat Improvement Program	საშემოდგომო ხორბლის გაუმჯობესების საერთაშორისო პროგრამა
ICARDA	The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas	მშრალი რეგიონების სასოფლო სამეურნეო კვლევის საერთაშორისო ცენტრი
IT	Infection type	რეაქციის ტიპი
LDD	Long distance dispersal	დიდ მანძილზე გავრცელება
PCR	Polymerase chain reaction	პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია

PST	<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. tritici	ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევი
RAPD	Random Amplification of Polymorphic DNA	იშვიათად ამპლიფიცირებული პოლიმორფული დნმ
PAGE	polyacrylamide gel electrophoresis	პოლიაკრილამიდის გელის ელექტროფორეზი
UPGMA	unweighted pair group method with arithmetic average	ჯგუფის შიგნით დაწყვილების არითმეტიკული საშუალოს გამოთვლის მეთოდი;
WRDGP	Wheat Rust Disease Global Program	ხორბლის ჟანგების გლობალური მონიტორინგის პროგრამა

ცხრილების, ფოტოსურათებისა და დიაგრამების საძიებელი

	ცხრილები	გვერდი
1.	ყვითელი ჟანგასგან გამოწვეული დანაკარგების პროგნოზირება	29
2.	მასპინძელი მცენარის რეაქცია და ინფექციის ტიპის აღრიცხვა საერთაშორისო სკალების მიხედვით	60
3.	ყვითელი ჟანგას დიფერენციატორთა საერთაშორისო ნაკრები	61
4.	ჟანგასადმი მოზრდილი მცენარეების საპასუხო რეაქციის ტიპები და ინდექსები და ინფექციის ტიპი	70
5.	გამოკვლევული ხორბლის მინდვრების GPS კოორდინატები და გეოგრაფიული ზონების ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები (საშ. წლიური ტემპერატურა და ნალექი)	79
6.	ხორბლის ყვითელი ჟანგას გავრცელება საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში 2013-2016 წლებში	81
7.	სხვადასხვა ინტენსივობით ინფიცირებული მინდვრების საერთო რაოდენობა (%) გეოგრაფიულ ზონებში	82

8.	სხვადასხვა ინტენსივობით ინფიცირებული მინდვრების საერთო რაოდენობა (%) გამოკვლევის წლების მიხედვით	82
9.	ყვითელი ჟანგას გავრცელების და განვითარების ინტენსივობა (%) სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში დათესილ ჯიშებზე	84
10.	ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის პოპულაციის პათოტიპური სტრუქტურა 2013-2016 წლებში	89
11.	ყვითელი ჟანგას ურედინიაპოპულაციის ცვალებადობის მაჩვენებლები გეოგრაფიული ზონების მიხედვით	96
12.	ხორბლის ყვითელი ჟანგას ურედინიოპოპულაციის ცვალებადობის მაჩვენებლები	97
13.	ყვითელი ჟანგას „ხაფანგი“ სანერგეების ნიმუშების შეფასება ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე 2013-2015 წწ.	102
14.	საერთაშორისო სანერგეებიდან გამორჩეული ნიმუშების ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის მახასიათებლები	109
15.	საერთაშორისო სანერგეებიდან გამორჩეული ნიმუშების სამეურნეო მახასიათებლები	111
16.	საცდელ გენოტიპთა თავთავის სიგრძე სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში	112
17.	ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის შედეგების თავთავის სიგრძის მიხედვით	114
18.	საცდელი გენოტიპების თავთავში მარცვლების რაოდენობა სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში	115
19.	თავთავში მარცვლების რაოდენობის დისპერსიული ანალიზის შედეგები ორფაქტორიან ცდაში	117
20.	საცდელი გენოტიპების 1000 მარცვლის მასა სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში	118
21.	დისპერსიული ანალიზის შედეგები 1000 მარცვლის მასის მიხედვით ორფაქტორიან ცდაში	120
22.	საცდელი გენოტიპების საშუალო მოსავალი სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში 2-ფაქტორიან ცდაში	121
23.	ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის შედეგების საშუალო მოსავლის მიხედვით	123

24.	ხორბლის გენოტიპების სამეურნეო მახასიათებლების ეკოლოგიური გამოცდის შედეგები	124
25.	ინტროდუცირებული ჯიშების გამძლეობის შეფასება ჟანგას ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე	126
26.	ხორბლის სახეობების და ადგილობრივი გენეტიკური რესურსების გამძლეობა ყვითელი ჟანგას ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე	129
27.	ბიოპრეპარატების მოქმედება პათოგენის სპორების გაღივებაზე, დაავადების რეაქციის ტიპსა და ინკუბაციურ პერიოდზე და განვითარების ინტენსივობაზე	132
28.	ბიოპრეპარატების მოქმედება პათოგენის სპორების გაღივებაზე	133
29.	ფიტოსპორინის მოქმედება ხორბლის მოსავლის კომპონენტებზე	135
30.	ყვითელი ჟანგასადმი ფუნგიციდურ აქტივობაზე გამოცდილი მცენარეები	136
31.	ბიოპრეპარატების მოქმედება პათოგენის სპორების გაღივებაზე	137
32.	მცენარეული ექსტრაქტების მოქმედება ყვითელი ჟანგას ინკუბაციურ პერიოდსა და რეაქციის ტიპზე	140

ფოტოსურათები

1.	ხორბლის ყვითელი ჟანგა	22
2.	<i>P. striiformis</i> განვითარების ციკლი	24
3.	ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციების მიგრაციის მარშრუტები	32
4.	პეტერსონის მიერ მოდიფიცირებული ქობის სკალა	53
5.	ყვითელი ჟანგასადმი რეაქციის ტიპები	61
6.	ყვითელი ჟანგას გავრცელების არეალი	86
7.	ხორბლის ყვითელი ჟანგას სხვადასხვა გეოგრაფიული წარმოშობის პოპულაციებს შორის მსგავსების დენდროგრამა	99
8.	<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i> 35 იზოლატის ამპლიფიკაციის პროდუქტები	106

9.	<i>Puccinia striiformis f. sp. tritici</i> სხვადასხვა გეოგრაფიული წარმოშობის 35 იზოლატის მოლეკულური პროფილების მსგავსების დენდროგრამა	107
10.	გალივებული სპორები კონტროლში და სტევიას ექსტრაქტით დამუშავებულ ვარიანტში	138
11.	ყვითელი ჟანგას განვითარება კავკასიური სოჭის ექსტრაქტით დამუშავებისას	138
12- 13	ყვითელი ჟანგას განვითარება კავკასიური სოჭის და კოლხური ბზის ექსტრაქტით დამუშავებისას	139
14-15	ყვითელი ჟანგას განვითარება კორილოპსის წვრილფოთოლას ექსტრაქტით დამუშავებისას	141

დიაგრამები

1.	სხვადასხვა ინტენსივობით ინფიცირებული მინდვრების წილი	81
2.	ინფიცირებული მინდვრების რაოდენობა 2013-2016 წლებში	83
3.	ინფიცირებული მინდვრების საერთო რაოდენობა (%) გეოგრაფიულ ზონებში	83
4.	გამძლეობის გენებისადმი ვირულენტური იზოლატების შეხვედრის სიხშირე (%) ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციაში 2013-2016 წლებში	92
5.	სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში იდენტიფიცირებული რასების სიხშირე	93
6.	ვირულენტობის გენების დინამიკა ზონების მიხედვით	95
7.	ვირულენტური გენების დინამიკა წლების მიხედვით	97
8.	საერთაშორისო სანერგეებიდან გამორჩეული ნიმუშების ინფექციურობის კოეფიციენტი (CI) და დაავადების განვითარების მრუდქვეშა ფართობი (AUPDC	110
9.	ყვითელი ჟანგას „ქართული“ პოპულაციისადმი გამძლე და მიმღები ყაზახური ჯიშების წილი (%)	128
10.	ბიოპრეპარატების ბიოლოგიური ეფექტურობა ყვითელი ჟანგას ურედინიასპორების გალივების ინჰიბირებისა და დაავადების განვითარების ინტენსივობის მიხედვით	134

შესავალი

სადისერტაციო თემის აქტუალობა. პროდუქტიული და სტაბილური სოფლის მეურნეობა უმნიშვნელოვანესია საქართველოსთვის, რომელიც უმდიდრესი აგრარული რესურსებისა და უდიდესი სასოფლო-სამეურნეო მემკვიდრეობის მქონე ქვეყანაა. მარცვლოვანი კულტურების წარმოება ტრადიციულად ითვლებოდა და ითვლება ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოების პროგრამის უზრუნველყოფის ძირითად საფუძვლად. ხორბლის, როგორც სასურსათო პროდუქტის მნიშვნელობა კი განუზომელია ადამიანის საზოგადოებრივი ცხოვრების არსებობის მთელი ისტორიის მანძილზე. ზოგადად ხორბლის კულტურის ისტორია უხსოვარი დროიდან იწყება.

საქართველოში ხორბლის წარმოებას მრავალსაუკუნოვანი ისტორია აქვს, რასაც მოწმობს მრავალი წერილობითი და არქეოლოგიური ძეგლი. ცნობილი ფაქტია, რომ ხორბლის ველურ სახეობებთან ევოლუციურად ძალიან ახლოს მდგარი სახეობები მხოლოდ საქართველოშია შემონახული. აქ სხვადასხვა დროს აღწერილი და რეგისტრირებულია ხორბლის 14 ბუნებრივი სახეობა, მათ შორის 5 - ენდემური; აგრეთვე - ხორბლის 154-ზე მეტი სახესხვაობა და 150-ზე მეტი ადგილობრივი ჯიში და ფორმა, ხორბალ დიკას ჯიშ-პოპულაციები, რომლებიც მეტად ორიგინალურ აბორიგენულ ეკოლოგიურ ჯგუფებს ქმნიან [სამადაშვილი...2009:4 ნასყიდაშვილი...1993:].

ხორბალზე (*Triticum aestivum* L.) რიგი ბიოტური და აბიოტური ფაქტორების გავლენა იწვევს მისი მოსავლის მნიშვნელოვან დანაკარგებს. გვალვა, ჭარბი მარილიანობა, ჰაერის მაღალი ტემპერატურა, ქიმიური ნივთიერებების ნაკლებობა/ სიჭარბე და სხვა აბიოტური ფაქტორები პირდაპირ გავლენას ახდენს მოსავალზე. ხორბლის დაავადებები და განსაკუთრებით ჟანგები ერთ-ერთი მთავარი ბიოტური ფაქტორია, რომელიც მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მცენარის მოსავალს რაოდენობრივი და ხარისხობრივი თვალსაზრისით. ჟანგების გამომწვევ სოკოვან მიკროორგანიზმებს თვით მასპინძელი მცენარის - ხორბლის მსგავსად არსებობის და განვითარების ხანგრძლივი ისტორია აქვს. ჟანგოვანი დაავადებები უხსოვარი დროიდან დღემდე სერიოზულ პრობლემას წარმოადგენენ ხორბლის მწარმოებლებისთვის, ფართოდაა

გავრცელებული მსოფლიოს თითქმის ყველა ქვეყანაში, მაღალი მავნეობით გამოირჩევა და მეტად დიდ ეკონომიკურ ზარალს იწვევს. მათ მნიშვნელობას და მავნეობას განაპირობებს ჟანგების გამომწვევთა ძალიან მაღალი პლასტიურობა და სწრაფი ცვალებადობის უნარი. ქარის მიერ დიდ მანძილზე გადატანილი ჟანგების სპორები ხელსაყრელი გარემო პირობების არსებობისას დაავადების მოულოდნელი აფეთქების მიზეზი ხდება, რაც, თავის მხრივ, მოსავლის რაოდენობისა და ხარისხის მნიშვნელოვან დაცემას იწვევს. საქართველო, თავისი კლიმატური პირობებით, ინფექციის რეზერვატორი მცენარეების მრავალფეროვნებით და შუამავალი მასპინძელი-მცენარეების არსებობით, ჟანგების მუდმივი გავრცელების ადგილს წარმოადგენს.

მავნეობის თვალსაზრისით ხორბლის ჟანგებს შორის გამორჩეული ადგილი უჭირავს ყვითელ ჟანგას, რომელსაც სოკოვანი ობლიგატი პარაზიტი *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* იწვევს. იგი ხორბლის ფართოდ გავრცელებული დაავადებაა, რომელიც მსოფლიოს თითქმის ყველა ხორბლის მწარმოებელ ქვეყანაშია აღრიცხული სხვადასხვა ინტენსივობით. ძირითადად დამახასიათებელია უფრო გრილი კლიმატის რეგიონებისა და მაღლობებისთვის. ყვითელი ჟანგა ხშირად გვხვდება ევროპაში, ჩრდილოეთ ამერიკაში, ჩინეთში, ინდოეთში, შუა აღმოსავლეთში, ავსტრალიასა და ახალ ზელანდიაში. ზოგიერთი ავტორის მიხედვით [Жуковский, 1965:137; Stubbs, 1985:61] კავკასია ყვითელი ჟანგას სამშობლოს წარმოადგენს. მიუხედავად იმისა, რომ ყვითელი ჟანგა კავკასიაში დიდი ხანია არსებობს, მან სერიოზული საფრთხე ხორბლის წარმოებას საქართველოში მხოლოდ ახლო წარსულში შეუქმნა, რაც ყვითელი ჟანგას გახშირებულ ეპიდემიებში აისახა [Sikharulidze...2015:721]. ცენტრალურ აზიასა და კავკასიაში უკანასკნელი 20 წლის განმავლობაში ყვითელი ჟანგას ხუთ ეპიდემიას (1998, 2000, 2005, 2009 და 2010) ჰქონდა ადგილი [Sharma... 2014:73 Bux... 2011:54-89].

დაავადებისაგან გამოწვეული ზარალი საშუალოდ 30%-ს შეადგენს, ხოლო ძლიერი ეპიფიტოტიის შემთხვევაში მოსავლის დანაკარგები შესაძლოა 80-100%-მდე გაიზარდოს [Койшибаев...2014:16]. ჟანგას წინააღმდეგ ბრძოლის ძირითად და ეკოლოგიურად საიმედო საშუალებად ითვლება ყვითელი ჟანგას მიმართ გამძლე ჯიშების შექმნა და რეალიზაცია. გამძლეობის სელექციის წარმატება დამოკიდებულია

სახეობის პოპულაციის ცვალებადობის კანონების, პათოგენის ბიოლოგიისა და ეკოლოგიის ცოდნაზე, აგრეთვე, უფრო მცირე ტაქსონომიურ ერთეულებად (რასები, პათოტიპები) მის ზუსტ დიფერენციაციაზე, რაც თავის მხრივ, მჭიდროდაა დაკავშირებული ჯიშის შესაძლებლობასთან - წინ აღუდგეს დაავადებას. გამძლე ჯიშების გამოყვანა რთული, ხანგრძლივი და მუდმივი პროცესია და საჭიროებს სელექციონერებისა და ფიტოპათოლოგების ერთობლივ შრომას. ამ საქმეში წარმატების მისაღწევად აუცილებელია ყვითელი ჟანგას გამომწვევი სოკოვანი პათოგენის - *P. Striiformis* პოპულაციის ვირულენტობის ცვალებადობის მუდმივი მონიტორინგი და ახალი ვირულენტობის გამოვლენის, ანუ ამ ვირულენტობის კომპლემენტარული გამძლეობის გენის მოქმედების არაეფექტურობის შესახებ სელექციონერების დროული ინფორმირება. გაუმჯობესებული გამძლეობის მქონე ჯიშების გამოყვანა გულისხმობს გამძლეობის ახალი გენების ამ ჯიშებში დროულ გადატანას და ამ გზით ფერმერების დაცვას მოსავლის დანაკარგებისაგან. სელექციური პროცესის უწყვეტობა განპირობებულია პათოგენის მაღალი პლასტიურობით. როგორც წესი, ჯიში, რომელიც წლების მანძილზე გამძლე იყო, ადრე თუ გვიან ავადდება პათოგენთან ადაპტაციისა თუ პათოგენის ახალი ვირულენტური რასის ანუ პათოტიპის გამოჩენის გამო. ეს ახალი რასები სწრაფად ვრცელდება, აავადებს მანამდე გამძლე ჯიშებს და ძალიან დიდ ზარალს აყენებს ფერმერებს [Li...2003; Wan...2007:605]. აღნიშნულის ნათელი მაგალითია ხორბლის ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის გენების - *Yr1*, *Yr9*, *Yr24* და *Yr27* მქონე ჯიშებზე ვირულენტობის გავრცელება 2002 წელს იემენში [Eisa...2014:30], ე.წ. „Warrior” -რასა, რომელიც 2009 წელს დაფიქსირდა დიდ ბრიტანეთში და სწრაფად გავრცელდა სხვა ქვეყნებში [Vergara...2015:200; Mert...2016:528]. ჟანგების კვლევასა და მათგან ხორბლის დაცვის საქმეში წარმატების მიღწევა შეუძლებელია საერთაშორისო თანამშრომლობის გარეშე.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, ჟანგებისაგან ხორბლის დაცვის მიზნით შექმნილია მარცვლოვანთა ჟანგების მონიტორინგის გლობალური ქსელი და ცნობილი საერთაშორისო ორგანიზაციების - ICARDA (სოფლის მეურნეობის კვლევების საერთაშორისო ცენტრი მშრალი რეგიონებისათვის), CIMMYT (ხორბლისა და

სიმინდის გაუმჯობესების საერთაშორისო ცენტრი), FAO (გაერთიანებული ერების სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაცია) და BGRI (ბორლაუგის ჟანგების გლობალური ინიციატივა) მიერ მომზადებულია არაერთი პროგრამა, როგორცაა ხორბლის ჟანგების გლობალური მონიტორინგის პროგრამა (WRDGP), საშემოდგომო ხორბლების გაუმჯობესების პროგრამა (IWWIP), ჟანგასადმი ხორბლის ხანგრძლივი გამძლეობა (Durable Rust Resistance in Wheat) და სხვ. აღნიშნულ გლობალურ ქსელში ჩართულია და წლების მანძილზე ეფექტურად თანამშრომლობს ბათუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის გამძლეობის გენეტიკის განყოფილება [ბედოშვილი...2009:20]. აღნიშნული პროგრამების ფარგლებში განყოფილების მეცნიერ-თანამშრომლების მიერ 2009 წლიდან ხორციელდებოდა მარცვლოვანთა ჟანგების მონიტორინგი საქართველოს ტერიტორიაზე; ხორციელდებოდა აგრეთვე ზემოთ აღნიშნული სასელექციო ცენტრების მიერ მოწოდებული, სელექციის სხვადასხვა ეტაპზე მყოფი ხორბლის ნიმუშების იმუნოლოგიურ შეფასება ჟანგების ბუნებრივ და ხელოვნურ ფონზე. სადოქტორო ნაშრომის შესრულებაში მნიშვნელოვანი როლი სწორედ ამ თანამშრომლობამ შეასრულა.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. მოცემული კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოში გავრცელებული ხორბლის ყვითელი ჟანგას წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური საშუალებების გამოვლენა დაავადების გამომწვევი პათოგენის *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* რიგი ბიოლოგიური თავისებურებების შესწავლის, ადგილობრივი და ინტროდუცირებული სასელექციო მასალის გამძლეობის შეფასების, გამორჩეული გენოტიპების ეკოლოგიური გამოცდისა და დაავადების მიმართ სხვა ეფექტური ბიოლოგიური საშუალებების გამოვლენის გზით.

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად საჭირო იყო შემდეგი ამოცანების შესრულება:

- ხორბლის ყვითელი ჟანგას გავრცელების და განვითარების შესწავლა საქართველოს მეხორბლეობის რეგიონებში;
- ხორბლის ყვითელი ჟანგას ადგილობრივი პოპულაციის მრავალფეროვნების დახასიათება გენეტიკური და მოლეკულური მარკერების საშუალებით;

- ადგილობრივი და ინტროდუცირებული სასელექციო მასალის გამძლეობის შეფასება ყვითელი ჟანგას ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე;
- გამორჩეული ნიმუშების ეკოლოგიური გამოცდა, აგრონომიული და იმუნოლოგიური მახასიათებლების შესწავლა;
- მცენარეთა დაცვის ახალი ბიოლოგიური საშუალებების გამოვლენა ბიოპრეპარატების გამოცდისა და მცენარეული ექსტრაქტების სკრინინგის გზით.

სამეცნიერო სიახლე და მნიშვნელობა. წარმოდგენილი კვლევის ფარგლებში შესაძლებელი გახდა ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის *P. striiformis* ვირულენტური სტრუქტურის შესახებ არსებული ცოდნის გაახლება და რიგი საკითხების უფრო ღრმად შესწავლა. კერძოდ, პირველად იქნა შესწავლილი ყვითელი ჟანგას საქართველოში გავრცელებული პოპულაციის მრავალფეროვნება გენეტიკური და მოლეკულური მარკერებით; დადგინდა პოპულაციის მრავალფეროვნების ხარისხი; გამოვლინდა პოპულაციის შიგნით მიმდინარე მიკროევოლუციური პროცესები; კვლევის განმავლობაში გამოცდილი ხორბლის ადგილობრივი და ინტროდუცირებული სასელექციო მასალიდან გამოვლინდა ახალი გამძლეობის წყაროები შემდგომში სასელექციო პროგრამებში გამოყენების მიზნით და გამოირჩა საქართველოს პირობებისადმი ადაპტირებული ახალი, მაღალმოსავლიანი, გამძლე ჯიში, რომელიც საქპატენტის მიერ იქნა დარეგისტრირებული.

საქართველოში შემოტანილი ახალი ბიოპრეპარატების გამოცდისა და მცენარეული ექსტრაქტების სკრინინგის გზით დადგინდა რამდენიმე ბიოფუნგიციდის ბიოლოგიური ეფექტურობა და მათი ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით გამოყენების მიზანშეწონილობა.

კვლევის შედეგების აპრობაცია. კვლევის შედეგები წარდგენილი იყო შემდეგ საერთაშორისო სამეცნიერო ფორუმებზე სასტენდო მოხსენებების სახით:

- მარცვლოვანთა ჟანგებისა და ნაცრების მე-14 საერთაშორისო კონფერენცია, ჰელსინგორი, დანია, 2015 წლის 5-8 ივლისი;
- საერთაშორისო კონფერენცია „მცენარეთა დაცვის თანამედროვე სისტემები და

- ექსპერტიზის მეთოდები“. გოლიცინო, მოსკოვი, 24 -27 ნოემბერი, 2015წ;
- საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია - „ბორლაუგის ჟანგების გლობალური ინიციატივა“. ობრეგონი, მექსიკა, 2014 წ;
 - საერთაშორისო კონფერენცია - „მცენარეთა სელექციის საერთაშორისო კონგრესი“ . ანტალია, თურქეთი, 2014 წ;
 - ყვითელი ჟანგას მე-2 საერთაშორისო სიმპოზიუმი, იზმირი, თურქეთი, 27-30 აპრილი, 2014წ;
 - BGRI-ის 2013 წლის საერთაშორისო კონფერენცია და ვორკშოპი. ნიუ-დელი, ინდოეთი, 2013 წ.
 - საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია - „ინოვაციური ტექნოლოგიები აგრარული სექტორის მდგრადი და უსაფრთხო განვითარებისათვის“. თბილისი, 2013 წ.

სადისერტაციო თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 6 სამეცნიერო ნაშრომი საერთაშორისო რეცენზირებად სამეცნიერო ჟურნალებსა და საერთაშორისო კონფერენციის მასალებში.

თავი 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. ხორბლის მნიშვნელობა, წარმოშობა და სელექცია

ხორბალი იმ საკვებ კულტურებს განეკუთვნება, რომლებიც პირველად „მოაშინაურა“ ადამიანმა. დაახლოებით 10 000 წელია, რაც იგი ყველაზე მნიშვნელოვანი, შეუცვლელი საკვებია. ხორბალი მსოფლიოში ყველაზე ფართოდ იწარმოება და გლობალური სასურსათო უსაფრთხოების საფუძველს წარმოადგენს. 2010 წელს მსოფლიოში 217 მლნ ჰა-ზე დაახლოებით 650 მლნ ტონა ხორბალი აწარმოეს და საშუალო მოსავლიანობა იყო 3ტ/ჰა , 2012 და 2014 წლებში ხორბლის მოსავალმა აშშ-ში 60,1, 61,8 და 55,4, ინდოეთში - 80,7, 94,9 და 94,5, ხოლო რუსეთში კი 41,5, 37,7 და 59,7 მლნ. ტონა შეადგინა. აღსანიშნავია, რომ მსოფლიოში წარმოებული მარცვლის

თითქმის ნახევარი სწორედ ჩინეთში, ინდოეთსა და აშშ-ში მოდის [<http://www.fao.org/faostat/en/#data>].

მიუხედავად „მწვანე რევოლუციის“ შემდგომ დიდი წინსვლისა, ხორბლის მოსავლიანობა წელიწადში მხოლოდ 1.15%-ით იზრდება, რაც ძალიან ჩამორჩება მოსახლეობის მზარდ მოთხოვნილებას, რომლის რიცხვიც ყოველწლიურად 1,5%-ით მატულობს. სხვადასხვა გამოთვლით, მოსავლიანობის ზრდამ მსოფლიოში არანაკლებ 1.6% უნდა შეადგინოს, რათა 2020 წლისათვის მოსავალი დაახლოებით 760 მლნ.ტონა იყოს და მასზე მოთხოვნილება დაკმაყოფილებული იქნას [Dixon ... 2009:1]. თუმცა, აღნიშნული ამოცანის შესრულება რთული იქნება, თუ გავითვალისწინებთ მიმდინარე კლიმატის ცვლილებას, გვალვებსა და წყლის დეფიციტს, ნიადაგების დეგრადაციას, სასუქებზე მოთხოვნილების ზრდასა და მათი ფასების მატებას, და, რა თქმა უნდა, დაავადებათა გამომწვევების ახალი რასების და მავნებლების ახალი სახეობების წარმოქმნას [Solh et.al, 2012]. მაგალითად, 2012 წელს, წინა წლებთან შედარებით, მსოფლიოში 3%-ით ნაკლები მარცვლეული მიიღეს გვალვის მიზეზით, რამაც აშშ-ში სიმინდის, ხოლო რუსეთში, ყაზახეთში, უკრაინასა და ავსტრალიაში ხორბლის ფასების ზრდა გამოიწვია. აღსანიშნავია, რომ ჩამოთვლილი ქვეყნები ხორბლის მნიშვნელოვანი ექსპორტიორები არიან.

2012 წელს საქართველოში ხორბლის რესურსი 1146 ათას ტონას შეადგენდა, აქედან, მხოლოდ 81 ათასი ტ. იყო ადგილობრივი ნაწარმი. შემდეგ წლებში ეს მაჩვენებელი მნიშვნელოვნად დაეცა და 2016 წლისთვის 752 ათასი ტონა შეადგინა, თუმცა ადგილზე მოყვანილი ხორბლის რაოდენობა 127 ათას ტონამდე გაიზარდა (http://www.geostat.ge/?action=page&p_id=751&lang=geo). სასურსათოდ, ანუ ფქვილის სახით, წელიწადში ერთი სული მოსახლე საშუალოდ 110 კგ ფქვილს გამოიყენებს. ბოლო მონაცემებით საქართველოს მოსახლეობის რაოდენობა 3 მლნ 718,2 ათასს შეადგენს. როგორც უკვე ავღნიშნეთ, ხორბლის ადგილობრივ წარმოებაში დადებითი ტენდენცია შეიმჩნევა: თუკი 2006-2012 წლებში ეს მაჩვენებელი საშუალოდ 72,1 ათას ტონას შეადგენდა, 2016 წლისთვის იგი 126,5 ათასი ტონა გახდა.

ხორბალი საქართველოში თავდაპირველად ზოგადად პურიულ მცენარეს აღნიშნავდა. შემდგომში ეს ტერმინი „პურით“ ჩაანაცვლეს, რაც გულისხმობს როგორც თავად

ხორბლის პურს, ასევე მცენარესაც. ქართულ სამიწათმოქმედო ტერმინოლოგიაში ხორბლის კულტურა მოხსენიებულია წერილობით ძეგლებში, რომლებიც განეკუთვნება ძვ.წ. V საუკუნეს. უძველეს ქართულ ლექსიკაში კარგადაა ასახული ხორბლის სახეობრივი და ჯიშობრივი დიფერენციაცია, ხორბლის ქართული სახელწოდებები: ზანდური, მახა, ასლი, იფქლი, ხულუგო ა.შ. [<https://sputnik-georgia.com/nature/20170509/235914766/qartuli-xorbali.html>].

როგორც უკვე აღნიშნული იყო, საქართველო, ხორბლის განვითარების უძველესი კერაა. არსებობს მონაცემები, რომ ხორბლის კარბონიზებული მარცვლები ნაპოვნია ძვ.წ. VI-IV ათასწლეულის ძეგლებზე (შულავერი, ჩიხორი, ხელთუბანი). წინაპრები ხორბალს არამარტო საკვებად, არამედ სამკურნალო მიზნებითაც იყენებდნენ. საქართველო ცნობილია და გამოირჩევა ხორბლის სახეობრივი და ჯიშობრივი მრავალფეროვნებითა და ენდემიზმის მაღალი დონით. ნ. ვავილოვი ახასიათებდა საქართველოს, როგორც „გამორჩეულად მდიდარს ენდემური სახეობებითა და უძველესი ადგილობრივი ჯიშებით“ და ხაზს უსვამდა მათ კომპლექსურ იმუნიტეტს სხვადასხვა დაავადების მიმართ [Вавилов,1957:12-15]. წინა აზია ხორბლის 12 სახეობის სამშობლოა, აქედან 8 სახეობისა - სამხრეთი კავკასია. ხორბლის ენდემური სახეობებისა და ფორმების სიმრავლით საქართველოს მსოფლიოში პირველი ადგილი უკავია [Mosulishvili...2017:61], აქ 14 სახეობაა აღწერილი (*Triticum boeoticum* Boiss., *T.monococcum* L., *T. durum* Desf., *T. dicoccon* (Schrank) Schubl., *T. palaeo-colchicum* Menabde, [= *T.georgicum* (Dekapr. & Menabde) Dekapr.], *T. Timopheevii* (Zhuk.) Zhuk., *T. turgidum* L., *T. carthlicum* Nevski, *T. polonicum* L., *T. aestivum* L., *T. macha* Dekapr. & Menabde, *T. zhukovskyi* Menabde & Eritzjan). მათგან ხუთი - საქართველოს ენდემური სახეობაა: *T. timopheevii* – ჩელტა ზანდური, *T. zhukovsky* – ზანდური, *T. macha* – მახა, *T. palaeo-colchicum* – კოლხური ასლი, *T. carthlicum* – დიკა [Dekaprelevisch, 1954:3; Менабде, 1948; ნასყიდაშვილი...1983].

ზანდურის ცენოზის სამი სახეობიდან ორი - *Triticum timopheevii* (Zhuk) Zhuk., ანუ ჩელტა ზანდური და *Triticum zhukovskyi* Menabde & Ericzjan, ანუ „ჟუკოვსკის ხორბალი“ - საქართველოს ენდემებია. ზანდური კარგად ხარობს მთის პირობებში, გამორჩეულია მაღალი გამძლეობით ჩაწოლის, სოკოვანი დაავადებების, ნიადაგის და

კლიმატური პირობების მიმართ. მწირ ნიადაგზე იძლეოდა ჰექტარზე დაახლოებით 10 ცენტნერ მოსავალს. ითესებოდა რაჭა-ლეჩხუმში, იმერეთსა და სამეგრელოში.

ჩელტა ზანდური (*Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk.) - მოჰყავდათ ქართლში, რაჭა-ლეჩხუმში, იმერეთსა და სამეგრელოში, 400-800 მ.ზ.დ. სიმაღლეზე; მისი ფოთოლი გამორჩეულად გრძელია, განიერი, შებუსვილი გრძელი ბეწვებით. მარცვალი წითელია, რქისებური, წაგრძელებული. გამძლეა ჟანგა სოკოების მიმართ.

ჟუკოვსკის ხორბალი (*Triticum zhukovskyi* Menabde & Eritczjan) — ცნობილია გვალვა-და ყინვაგამძლეობით. იზრდება ნებისმიერი ტიპის ნიადაგზე. თესავდნენ გვიან შემოდგომაზე. ზანდურის ფქვილისაგან დამზადებული პური გემრიელი და არომატულია, მთელი კვირის განმავლობაში ინარჩუნებს სირბილეს.

მახა (*Triticum macha* Dekapr. & Menabde) სახესხვაობათა და ფორმათა სიმრავლით აჭარბებს საქართველოს ყველა სხვა ენდემურ ხორბალს. სწორედ მისი კარბონიზირებული მარცვლებია აღმოჩენილია სამეგრელოში. გავრცელებული იყო რაჭა-ლეჩხუმში, სვანეთში, იმერეთსა და სამეგრელოში. ნიადაგის მიმართ ნაკლებ მომთხოვნია, ადვილად ეგუება კირქვიან, ხრეშიან ნიადაგსა და ტენიან პირობებს. მისი ფქვილისაგან ცხვება თეთრი, კარგი გემოსა და სურნელის მქონე პური, რომელიც რამდენიმე დღის განმავლობაში ინარჩუნებს სირბილეს. ამჟამად მახას ნათესი, ისევე როგორც ზანდურისა, იშვიათად გვხვდება.

ქართული ასლი (*Triticum georgicum* (Dekapr. & Menabde) Dekapr.(= *T. palaeo-colchicum* Menabde) იგივე „კოლხური“ ასლი, 1940 წელს ნაპოვნია კოლხეთის ენეოლითური ხანის არქეოლოგიურ ძეგლებზე. მორფოლოგიური ნიშნებით ახლოს დგას ხორბლის ველურ ფორმებთან. გამძლეა გუდაფშუტებისადმი. გამოირჩევა მარცვლის კილიანობით და ძნელად ლეწვადობით. ქართული ასლის მარცვალში მაღალია ცილების შემცველობა. იძლევა მაღალი ხარისხის ფქვილს. მოჰყავდათ რაჭა-ლეჩხუმსა და იმერეთში.

დიკა (*Triticum carthlicum* Nevski) საქართველოში წარმოშობილი და ჩამოყალიბებული ერთ-ერთი უძველესი, მაღალი მთის საგაზაფხულო, ყინვაგამძლე ხორბალია. იოლად იტანს ნალექის სიჭარბეს. დიკას არაერთი სახესხვაობა, ფორმა, ჯიში და ვარიაცია გავრცელებული იყო საქართველოს სხვადასხვა რაიონში (გორი, დუშეთი, თიანეთი,

დმანისი, ბორჯომ-ბაკურიანი, ფშავი, ჯავახეთი, მესხეთი, იმერეთი, რაჭა-ლეჩხუმი, სვანეთი და სხვ.). ქართული ხორბლებიდან ერთ-ერთი ძვირფასი სახეობაა, გამორჩეული მაღალი სამეურნეო თვისებებით. ნაკლებად მომთხოვნია გარემო პირობებისადმი, ადვილად ლეწვადი, ჩაწოლისა და ჩაცვენისადმი გამძლე, ადრემოსავლიანი, სოკოვანი დაავადებების მიმართ მძლავრი იმუნიტეტის მქონე სახეობაა. სხვა ძვირფას თვისებებთან ერთად, დიკას მარცვალში მაღალია ცილების შემცველობა. მსოფლიოში ცნობილი დიკას ფორმებიდან, ამ სახეობის ყველაზე დიდი მრავალფეროვნება საქართველოს ფარგლებში გვხვდება. დღეს ეს სახეობა მოჰყავთ შავნაბადას მონასტრის ბერებს [ფრუიძე...2016:8-46] .

ხორბლის ქართული სახეობების ისეთ მახასიათებლებს, როგორცაა სოკოვანი დაავადებების მიმართ კომპლექსური იმუნიტეტი, გარემოსადმი შეგუების, პურცხოვის საუკეთესო თვისებები და სხვა, დიდი მნიშვნელობა აქვს პრაქტიკული სელექციისათვის. ცნობილია, რომ ხორბლის უცხოური ჯიშების მაღალმოსვლიანობა მცირდება მესამე წლის შემდეგ და ისეთივე ხდება, როგორც ადგილობრივი მაღალხარისხიანი ჯიშებისათვისაა დამახასიათებელი [სამადაშვილი...2017].

1.2. ხორბლის ყვითელი ჟანგას შესწავლის ისტორია და აქტუალობა

P. striiformis Westend. f.sp.tritici Erikss.-ის მიერ გამოწვეული ყვითელი ჟანგა ხორბლის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს და ზიანის მომტან დაავადებად ითვლება მსოფლიოში [Chen...2005:314; Wellings...2011:129]. იგი ყოველწლიურად მოსავლის უდიდეს დანაკარგებს იწვევს ჩინეთში, სადაც მძიმე ეპიდემიების წლებში (1950, 1964, 1990 და 2002 წლები) დანაკარგებმა ერთ მილიონ ტონას გადააჭარბა [Chen...2009:1093; Wan...2007:605; Wan...2004:896]. ამას ისიც ემატება, რომ მოსავლის დანაკარგებთან საბრძოლველად ფართოდ გამოიყენება ქიმიური საშუალებები, რაც მნიშვნელოვნად აძვირებს მარცვლის წარმოებას.

მიუხედავად იმისა, რომ ყვითელი ჟანგა ბევრად უფრო ადრე გაჩნდა, ვიდრე ადამიანი ხორბლის საკვებად მოყვანას დაიწყებდა, იგი პირველად 1777 წელს იქნა აღწერილი ევროპაში გადის (Gadd) მიერ [Eriksson...1894:197]. ყვითელ ჟანგაზე და მსოფლიოში მის გავრცელებაზე პირველი მოხსენებები ჰასებრაუკმა, შტაბსმა, ლინემ და ლიმ გააკეთეს [Hassebrauk, 1965:1-75; Stubbs, 1985:61; Line, 2002:75; Li...2003]. ყვითელი

ჟანგა, ანტარქტიდის გარდა, ყველა კონტინენტის 60-ზე მეტ ქვეყანაშია აღწერილი. ყვითელი ჟანგას ეპიდემიოლოგიის შესწავლა და კვლევები მისი კონტროლის მიმართულებით საუკუნეა მიმდინარეობს, რაც მრავალ ნაშრომშია აღწერილი. განსაკუთრებით გამოირჩევა ჰასებრაუკის ტრაქტატი, რომელიც გერმანიაში ოთხ ნაწილად გამოქვეყნდა [Hassebrauk, 1965:1-75, Hassebrauk, 1970:1-111; Hassebrauk...1974:1-150; Hassebrauk...1975:1- 183].

მასპინძელ-მცენარესა და პათოგენს შორის არსებული ურთიერთქმედების მექანიზმის გენეტიკური საფუძვლებისა და გამძლეობის სელექციის შესახებ საინტერესო ნაშრომი შექმნეს რობელენმა და შარპმა [Röbbelen...1978:1]; მოგვიანებით ყვითელი ჟანგას გამომწვევი პათოგენის სხვადასხვა ასპექტი განიხილეს რაპილიმ, შტაბსმა, ლინემ და ქაიოუმმა [Rapilly, 1979:59; Stubbs, 1985:61; Line, 2002:75; Line... 1992].

ყვითელი ჟანგა საქართველოში დიდი ხანია არის ცნობილი. ხშირად იგი ჟანგების სხვა სახეობებზე დომინირებდა. ურთიერთსაწინააღმდეგო ცნობები არსებობს ხორბლის ქართული და შემოტანილი ჯიშების ყვითელი ჟანგას მიმართ გამძლეობის შესახებ [შოშიაშვილი...1954:53]. ლ. დეკაპრილევინი გასული საუკუნის 40-იან წლებში ახასიათებდა ლაგოდეხის გრძელთავთავასა და ხულუგოს, როგორც ყვითელი ჟანგასადმი გამძლე ჯიშებს [დეკაპრილევინი, 1947], მენაბდე და ჟუკოვსკი კი - ჩელტა ზანდურს, გვაწა ზანდურს, დიკასა და ასლს [Менабде, 1948; Жуковский, 1950]. ს.გვრიტიშვილის ცნობებით, 1940 და 1941 წლებში ყვითელი ჟანგას გავრცელების საშუალო მაჩვენებელი შესაბამისად 31 და 29% იყო, 1946 წელს კი იგი 8%-მდე შემცირდა [გვრიტიშვილი, 1949:77]. მოგვიანებით არაერთხელ გაესვა ხაზი საქართველოში ყვითელი ჟანგას, როგორც ხორბლისა და ველურად მოზარდი მარცვლოვნების დაავადების მნიშვნელობას მისი ფართო გავრცელებისა და მაღალი მავნეობის გამო [Паїчадзе, 1974a:173; Паїчадзе...1974:469]. გასული საუკუნის 60-იან და 70-იან წლებში ამიერკავკასიაში ყვითელი ჟანგას ორ ეპიფიტოტიას ჰქონდა ადგილი. 1987-98 წლებში დაავადება საქართველოს ყველა აგროეკოლოგიურ ზონაში აღირიცხა [Naskidashvili...2001:364].

2009 წელს შექმნილმა განსაკუთრებულად ხელსაყრელმა პირობებმა ყვითელი ჟანგას სერიოზული ეპიდემიის განვითარებას შეუწყო ხელი როგორც მთელ მსოფლიოში, ასევე საქართველოშიც. უმეტეს რეგიონში დაავადების განვითარების საშუალო მაჩვენებელი ზომიერი (29.6-30.5%) და მაღალი (48.2-60%) იყო. ხელსაყრელი პირობები - რბილი ზამთარი, თბილი და ტენიანი გაზაფხული - 2010 წელსაც შენარჩუნდა და დაავადების აფეთქებები გამოიწვია ცენტრალური და დასავლეთ აზიის, ასევე ჩრდილო აფრიკის ქვეყნებში (სირია, ერაყი, თურქეთი, მოროკო, უზბეკეთი, ლიბანი, აზერბაიჯანი) [www. Globalrust.org]. ყვითელი ჟანგას განსაკუთრებულად ფართო განვითარება ამ წელს საქართველოშიც დაფიქსირდა, რისი მიზეზიც დაავადებისადმი მიმღები ჯიშების გავრცელება და ხელსაყრელი გარემო პირობები იყო. გარდა ამისა, უხვად იყო ყვითელი ჟანგას საწყისი ინოკულუმი - *Puccinia striiformis*-ის ურედინიები, რომელთაც სიცოცხლისუნარიანობა შეინარჩუნეს.

ცნობილი ფაქტია, რომ საქართველოში *Puccinia striiformis* გადაიზამთრებს სპორულირებადი ან მოზამთრე ურედომიცელიუმის სახით საშემოდგომო ხორბლის ნათესებზე ან ველურ ბალახებზე [Пахчадзе, 1974:173]. 2010 წელს ყვითელი ჟანგას ძლიერი განვითარება აღინიშნა მიმღებიან ჯიშებზე. დაავადების გავრცელებისა და განვითარების მაქსიმალურმა საშუალო მაჩვენებელმა კახეთში და ქვემო ქართლის ზონაში შესაბამისად 74.8% და 84.6%-ს მიაღწია. მიუხედავად იმისა, რომ ზოგიერთი ხორბლის მინდორი ფუნგიციდებით იყო დაცული, ყვითელი ჟანგათი გამოწვეული მოსავლის დანაკარგი მნიშვნელოვანი აღმოჩნდა 2010 წელს. შემდეგ წელს ყვითელი ჟანგას გავრცელება შემცირდა. ინფექციის ძალიან დაბალი დონე აღინიშნა 2012 წლის მაისში ჰაერის მაღალი ტემპერატურისა და გვალვის გამო [Sikharulidze...2015:721].

1.2.1. ყვითელი ჟანგას სიმპტომები

ყვითელი ჟანგას გამომწვევი *Puccinia striiformis* აინფიცირებს მარცვლოვანთა და ბალახების მწვანე ქსოვილებს. ინფექცია ნებისმიერ დროს შეიძლება გამოჩნდეს - ერთი ფოთლის ფაზიდან სიმწიფემდე, სანამ მცენარე მწვანეა. დაავადების სიმპტომები, ოპტიმალური ტემპერატურული პირობების არსებობის შემთხვევაში, ინფიცირებიდან ერთ კვირაში ჩნდება, ხოლო სპორულაცია ორ კვირაში იწყება. სოკო წარმოშობს მცირე ზომის, მოყვითალო-ნარინჯისფერ ჟანგას მეჭეჭებს - ურედინიებს. ყოველი მათგანი

ათასობით ურედინიოსპორას შეიცავს. ცალკეული ურედინიოსპორა ძალიან მცირეა შეუიარაღებელი თვალით დასანახად, ხოლო მათი ერთობლიობა მოყვითალო-ნარინჯისფერ ფხვნილს წარმოადგენს (სურათი 1).



სურათი 1. ხორბლის ყვითელი ჟანგა

აღმონაცენის ფაზაში ურედინიების ხაზები ან ნეკროზები არ აღინიშნება. ისინი, ძირითადად, აღერების ფაზის დადგომის შემდეგ ფორმირდებიან. ქლოროზებისა და ნეკროზების სხვადასხვა რაოდენობის (ჰიპერმგრძნობიარე რეაქცია) გამოჩენა, სპორულაციის თანხლებით ან მის გარეშე, დამოკიდებულია მცენარის გამძლეობის დონესა და გარემო პირობებზე (ტენიანობა, ტემპერატურა). ზრდასრული მცენარის ფოთლებზე ფორმირებული ნეკროზული ხაზები ან წაგრძელებული ლაქები განსხვავებულია ნეკროტროფული პათოგენებით გამოწვეული ლაქებისაგან. ყვითელი ჟანგას გამომწვევი, გამოიყენებს რა პატრონ-მცენარის წყალსა და საკვებ ნივთიერებებს, ასუსტებს მცენარეს. დაავადებული მცენარე სუსტდება, მცირდება თავთავების რაოდენობა და მარცვლების მასა. თავთავში წარმოიქმნება ბჟირი მარცვლები მცირე რაოდენობით.

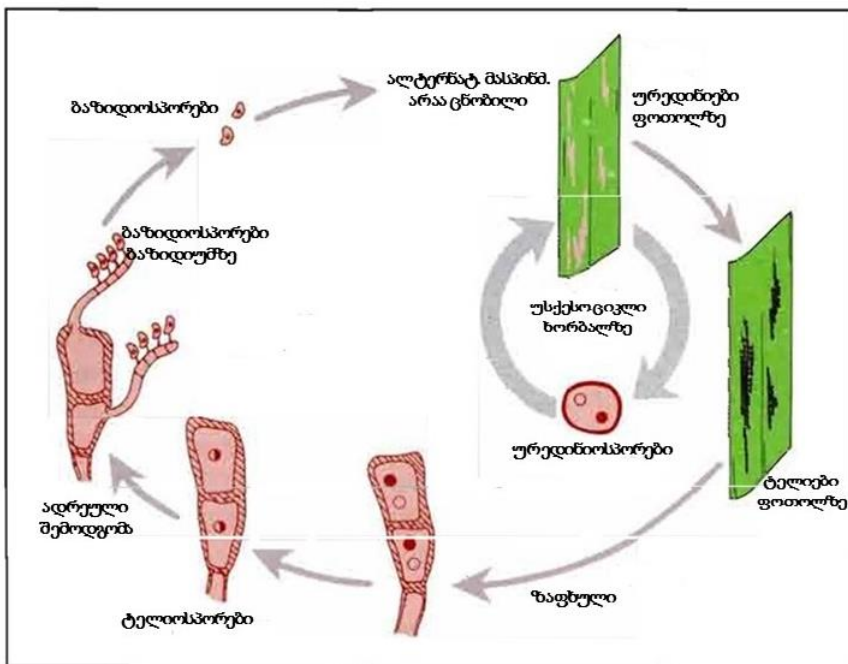
1.2.2. სოკო *P. striiformis*-ის ტაქსონომია და ბიოლოგია.

მარცვლოვანი კულტურების და ველური ბალახების ყვითელ ჟანგას იწვევს სოკოვანი პათოგენის სახეობა *Puccinia striiformis*-ის, რომელიც მიეკუთვნება *Basidiomycota* ტიპს, *Urediniomycetes* კლასს, *Uredinales* რიგს, *Pucciniaceae* ოჯახს და *Puccinia* გვარს. პათოგენის სახეობის დასახელებამ არაერთი ცვლილება განიცადა: *Uredo glumarum* (1827), *Puccinia striaeformis* (1854), *Puccinia straminis* (1860), *Puccinia glumarum* (1894), სანამ 1953 წ. მას ახლანდელი სახელი არ ეწოდა [Hylander...1953:1–102; Stubbs, 1985:61–101].

ცნობილი ფაქტია, რომ *P. striiformis*-ის განვითარების ციკლი დიკარიოტულია და ურედო- და ტელიოსტადიებს მოიცავს. ტელიოსპორები გაღვივებისას წარმოქმნიან ჰაპლოიდურ ბაზიდიოსპორებს, მაგრამ ღეროს და ფოთლის ჟანგების პათოგენებისაგან განსხვავებით, ყვითელი ჟანგას გამომწვევს არ ჰყავს შუამავალი მასპინძელი-მცენარე, რომელსაც იგი ბაზიდიოსპორებით დააინფიცირებდა, ამიტომ უცნობია მისი პიკნიო- და ეციოსტადია. ამგვარად ითვლებოდა 2010 წლამდე, სანამ ამერიკელმა მეცნიერებმა არ შეისწავლეს, თუ როგორი ეფექტი ექნებოდა ჟანგათი ბუნებრივ პირობებში დაავადებული კოწახურის რამდენიმე სახეობიდან გამოყოფილი ეციოსპორებით ხორბლის დაავადებას. აღმოჩნდა, რომ კოწახურის სახეობა *Berberis Chinensis*-მონაწილეობდა ყვითელი ჟანგას გამომწვევის განვითარებაში და მასზე წარმოქმნილი ეციებით ხორბლის ინფიცირებისას ურედინიები ვითარდებოდა. ამგვარად, დაადასტურეს, რომ ჩინეთში მოზარდი კოწახურის რამდენიმე სახეობა (*B.chinensis*, *B.holstii*, *B.koreana*, and *B.vulgaris*) ყვითელი ჟანგას პათოგენისათვის შუამავალ მასპინძელ-მცენარეს წარმოადგენს [Jin...2010:432]. შემდგომში მსგავსი ექსპერიმენტები სხვებმაც ჩაატარეს და მსგავსი შედეგები მიიღეს [Rodriguez-Algaba...2014:70; Zhao...2013:927]. თუმცა, საქართველოში ყვითელი ჟანგა განვითარების არასრული ციკლით ხასიათდება, სოკო საშემოდგომო ხორბლის ნათესებზე და ველურად მოზარდ მარცვლოვნებზე გამოიზამთრებს. ზაფხულობით კი, ურედინოსპორების რამდენიმე თაობას იძლევა. საქართველოში აღწერილი კოწახურის სამი სახეობა -*B.vulgaris*, *B.iberica*, *B.orientalis* [კეცხოველი, 1970:7; პაპავა, 1948] და სხვა მცენარეები გავლენას არ ახდენენ ყვითელი ჟანგას განვითარებაზე

[Пайчадзе, 1974a:173]. ამგვარად, *P. striiformis* პოპულაციები არსებობს, იცვლის ვირულენტობას, ხდება ეპიდემიების მიზეზი მიუხედავად იმისა, რომ მას არ ესაჭიროება შუამავალი მასპინძელი მცენარე.

ყვითელი ჟანგას განვითარებისათვის ღამის ტემპერატურა უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე დღისა [Stubbs, 1985:61]. ორივე ფაქტორის - დაბალი ტემპერატურისა და ღამის ფორმირების თანხვედრა, როგორც წესი, ღამით ხდება და ამიტომაც მცენარე უფრო უფრო ხშირად ღამის საათებში ინფიცირდება. ცხელი ამინდი, განსაკუთრებით კი ცხელი ღამეები, ხელს უშლის დაავადების განვითარებას და პათოგენის გადარჩენას. ამიტომ შეცდომაა ვივარაუდოთ ყვითელი ჟანგას გამოჩენა დღის საშუალო და მაქსიმალური ტემპერატურის მიხედვით. ტემპერატურა მთავარი ფაქტორია, რომელიც გავლენას ახდენს პათოგენის გამოზამთრებაზე. რაპილი თვლიდა, რომ -10°C ტემპერატურა აჩერებს პათოგენის განვითარებას [Rapilly, 1979:59]. ცივი ზამთრის პირობებში პათოგენის გამოზამთრება იზღუდება, რადგანაც ზამთარი ხშირად კლავს პათოგენს ინფიცირებულ ფოთლებზე.



სურათი 2. *P. striiformis* განვითარების ციკლი (Vickie Brewster-ის ფოტო)

123. *P. striiformis*-ის სპეციალიზაცია. *Puccinia striiformis* იყოფა სპეციალიზებულ ფორმებად პატრონ-მცენარის სხვადასხვა გვარსა თუ სახეობაზე სპეციალიზაციის მიხედვით. ერიკსონმა [Eriksson, 1894a:292-331] *P. Striiformis* პირველად დაჰყო ხუთ

სპეციალიზებულ ფორმად: *P. striiformis* f. sp. *tritici* - ხორბლის, *P. striiformis* f. sp. *hordei* - ქერის, *P. striiformis* f. sp. *secalis* - ჭვავის და *P. striiformis* f. sp. *agropyron* - ჭანგას. მოგვიანებით ამ სიას სამი ფორმა დაემატა: *P. striiformis* f. sp. *dactylidis* - სათითურას (*Dactylis glomerata* L.) [Manners, 1960: 65; Tollenaar, 1967:418], *P. striiformis* f. sp. *Poae* - თივაქასრას (*Poa pratensis* L.), და *P. striiformis* f. sp. *leymsi* - ელიმუსის. უკანასკნელ ხანს ველინგსმა და სხვებმა [Wellings...2004a:A1.50] განიხილეს *P. striiformis* ბალახზე *Hordeum* spp. ავსტრალიაში, როგორც სოკოს ახალი სპეციალიზებული ფორმა, განსხვავებული *P. striiformis* f. sp. *tritici*-სა და *P. striiformis* f. sp. *hordei*-გან.

რიგმა მკვლევარებმა *P. Striiformis*-ის სახეობებად დაყოფა, განსაკუთრებით კი ხორბლის და ქერის ფორმებად, კითხვის ნიშნის ქვეშ დააყენეს და მიზეზად პატრონ-მცენარეების ფართო და ერთურთის გადამფარავი დიაპაზონი მოიყვანეს [Straib, 1935:455; Newton...1936:89]. თუმცა ზადოქსმა (1961) და შტაბსმა (1985) სათბურისა და საველე ცდების საფუძველზე ისინი სხვადასხვა სახეობებად ჩათვალეს [Zadoks, 1961:69]. ნიუტონმა და სხვებმა იზოფერმენტებისა და ორმაგჯაჭვიანი რნმ-ს ანალიზით აგრეთვე დაადასტურეს მათი სხვადასხვაობა [Newton, 1985: 235–247].

აშშ-ში ყვითელი ჟანგა ზოგჯერ ჩნდებოდა ქერის მინდვრებში, მაგრამ მნიშვნელოვანი ზიანი არ მოუტანია, სანამ 1991 წელს *P. striiformis* f. sp. *hordei* პირველად არ გაჩნდა ამ ქვეყანაში [Line...1992:1968-87]. ჩენი და სხვები [Chen...1995:567] პათოგენის ვირულენტობისა და იშვიათად ამპლიფიცირებული პოლიმორფული დნმ (RAPD) ანალიზის საფუძველზე განმარტავენ *P. striiformis* f.sp.*hordei*, *P.striiformis* f. sp. *tritici*-სა და *P. striiformis* f. sp. *poae* (თივაქასრას ფორმა) ურთიერთდამოკიდებულებას. მათი ინფორმაციით *P. striiformis* f. sp. *hordei*-ს იზოლატები ავირულენტური იყო ხორბლის ჯიშების უმრავლესობისადმი, და პირიქით. არცერთი აინფიცირებს თივაქასრას, ხოლო *P. striiformis* f. sp. *poae* -ს იზოლატები - ხორბალსა და ქერს. RAPD - ანალიზი ერთმანეთისაგან განასხვავებს *P. striiformis* f. sp. *hordei*, *P. striiformis* f. sp. *Tritici* და *P. striiformis* f. sp. *poae*-ს იზოლატებს. *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* და *P. striiformis* f. sp. *tritici* უფრო ახლოს დგანან ერთმანეთთან, ვიდრე *P. striiformis* f. sp. *Poae*-თან. სპეციალიზირებულ ფორმებს შორის *P. striiformis* f. sp. *tritici* და *P. striiformis* f. sp. *hordei* ეკონომიკური თვალსაზრისით ბევრად უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე სხვები.

1.2.4. გარემო პირობები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ყვითელ ჟანგაზე.

ისევე, როგორც სხვა დაავადებების შემთხვევაში, ყვითელი ჟანგას განვითარებისათვის, პათოგენის ინოკულუმისა (ურედინიოსპორების) და მიმღები მასპინძელი-მცენარის არსებობისას, ამინდის პირობებს მეტად სპეციფიური მნიშვნელობა აქვს. ტენიანობა, ტემპერატურა და ქარი ამინდის სამი ფაქტორია, რომლებიც გავლენას ახდენს ყვითელი ჟანგას ეპიდემიოლოგიაზე.

ტენიანობა გავლენას ახდენს სპორების გაღივებაზე, ინფექციასა და სიცოცხლისუნარიანობაზე. არანაკლებ 3 საათის ხანგრძლივობის წვეთოვანი ტენი აუცილებელია ურედინიოსპორებს გაღივებისათვის, ხოლო მცენარის ინფიცირებისათვის საჭიროა ტენი 10-15 საათის განმავლობაში იქნას შენარჩუნებული [Rapilly, 1979: 59–73]. ტენიან რაიონებში ვეგეტაციის პერიოდში ნამის ხშირი წარმოქმნა ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ყვითელი ჟანგას განვითარებისათვის. მაგალითად, აშშ-ს ჩრდილო-დასავლეთისათვის - დასავლეთ ვაშინგტონისა და დასავლეთ ორეგონისათვის, ტიპურია გრილი, ტენიანი ამინდები და ამიტომაც, ყვითელი ჟანგა აქ ყოველ წელს ჩნდება. სარწყავ რეგიონებში მსუბუქი წვიმები იდეალურ პირობებს ქმნიან ინფექციისათვის. წვიმის შემდგომი ჰაერისა და ნიადაგის მაღალი ტენიანობა მრავალი ღამის განმავლობაში იწვევს ნამის წარმოქმნას და, ამგვარად, ინფიცირებისათვის ხელსაყრელი პირობები დგება. წვიმა ხელს უწყობს დაავადების გავრცელებას, როდესაც პირდაპირ ესხმება ან ეშხეფება მცენარის ზედაპირს და ფანტავს სპორებს. ყვითელი ჟანგას პროგნოზირება შესაძლებელია, თუკი თვალყურს ვადევნებთ ნალექების რაოდენობას რეგიონში და ნამის წარმოქმნას მინდორში. მაღალი ტენიანობა ამავდროულად უარყოფით გავლენას ახდენს სპორების სიცოცხლისუნარიანობაზე. ურედინიოსპორები არ ავლენენ ფუნგისტატიურ ეფექტს, შეუძლიათ დაუყოვნებლივ გაღივება წარმოქმნისთანავე, შესაფერისი ტემპერატურის პირობებში. პათოგენის სპორების შენახვისა და ტრანსპორტირებისათვის აუცილებელია მათი მშრალად შენახვა.

ყვითელი ჟანგას ეპიდემიოლოგიის გათვალისწინებით, მშრალი სპორები უფრო დიდხანს ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას, ვიდრე ტენიანი. ისინი აინფიცირებენ მოსავალს და ვრცელდებიან დიდ მანძილზე. გვიანი ზაფხულის

მშრალი ამინდები და განვითარების სხვადასხვა ფაზაში მყოფი ხორბლის ნათესები ხელშემწყობი პირობებია ხორბლის საგაზაფხულო საგვიანო ჯიშებზე წარმოქმნილი ურედინოსპორებისათვის ზაფხულის გადასატანად და სამემოდგომო ხორბლის აღმონაცენის დასაავადებლად. ჰაერის ფარდობით ტენიანობაზეა დამოკიდებული, თუ როგორ ვრცელდება სპორები - ინდივიდუალურად თუ გროვებად. მაღალი ტენიანობა იწვევს ურედინოსპორების უფრო მკვიდრ კავშირს ფოთლებთან. ტენიანობის ზრდასთან ერთად იმატებს გროვების (კლასტერების) ზომებიც [Rapilly, 1979: 59].

ტემპერატურა გავლენას ახდენს სპორების გაღვივებაზე, ინფიცირებაზე, ლატენტურ პერიოდზე, სპორების გადარჩენასა და პატრონ-მცენარის გამძლეობაზე. *Puccinia striiformis* Westend. უპირატესობას ანიჭებს გრილ კლიმატს, ამიტომაც ყვითელი ჟანგა ძირითადად ზომიერი კლიმატის მქონე, ან ტროპიკული რეგიონების მაღალ ადგილებში იჩენს თავს. ადრე სეზონზე, ხორბლის ვეგეტაციის ადრეულ ფაზაში გამოჩენისას ზოგიერთ მხარეში უფრო ძლიერ ზიანს იწვევს, ვიდრე მურა ჟანგა (*Puccinia triticina* Eriks.) და ღეროს ჟანგა (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.). ტემპერატურა ის ფაქტორია, რომელიც გავლენას ახდენს პათოგენის გამოზამთრებაზეც. ცნობილია, რომ რომ -10°C ტემპერატურა აჩერებს პათოგენის განვითარებას და ზრუდავს პათოგენის გამოზამთრების უნარს. ამგვარად, ტემპერატურა არის ერთ-ერთი უმთავრესი ფაქტორი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას ყვითელი ჟანგას პროგნოზირებისათვის. ცნობილია, რომ აშშ-ში 1957, 1958, 2001 და 2003 წლების ეპიდემიების მიზეზი იყო მაისის ბოლოსა (საშ. თვიური ტემპერატურა $17,4^{\circ}\text{C}$) და ივნისში (საშ. ტემპერატურა $21,4^{\circ}\text{C}$) ნორმალურთან შედარებით გაცილებით დაბალი ტემპერატურა [Chen...2002:14]. მიუხედავად იმისა, რომ ყვითელი ჟანგას გამომწვევი ისტორიულად გრილი კლიმატის პათოგენია, ბოლო წლებში შეიმჩნევა ჰაერის უფრო მაღალი ტემპერატურისადმი ადაპტირება, რაც გლობალური დათბობით გამოწვეული კლიმატის ცვალებადობის გავლენით აიხსნება [Sanders...2011:17].

1.2.5. ყვითელი ჟანგას მავნეობა და ეკონომიკური მნიშვნელობა.

ყვითელი ჟანგა ამცირებს მოსავალს, ასევე მარცვლისა და საფურაჟე მასალის ხარისხს. დაავადებული მცენარეების მარცვალი უსუსურია და გაღივების შემდგომ მისი აღმოცენების უნარი დაბლდება. ყვითელ ჟანგას მოსავლის სრული დაღუპვა შეუძლია, თუკი მან ადრე იჩინა თავი და და მცენარის მთელი ვეგეტაციის პერიოდში მიმდინარეობს. ხორბლის მწარმოებელ უმრავლეს რეგიონში ყვითელი ჟანგათი გამოწვეული დანაკარგები ცვალებადობს 10%-დან 70%-მდე, ჯიშის მიმდებარეობის, საწყისი ინფექციის რაოდენობისა და ადრეულობის, დაავადების განვითარების ხარისხისა და დაავადების მიმდინარეობის ხანგრძლივობის გათვალისწინებით. ცნობილია შემთხვევები, როცა ყვითელი ჟანგათი გამოწვეულმა ზარალმა 100% შეადგინა ძლიერ მიმდებარე ჯიშებზე [Chen, 2005:316].

ჟანგებით გამოწვეული მოსავლის დანაკარგები აშშ-ში 1918 წლიდან აღირიცხება. თუმცა, ყვითელი ჟანგათი გამოწვეული დანაკარგები არ დაფიქსირებულა 1958 წლამდე, როცა ვაშინგტონის შტატში მან დაახლოებით 78 996 ტ, ანუ პროდუქტის 4% შეადგინა [Roelfs, 1978]. ყველაზე დიდი დანაკარგი აქ 1960 (25%) და 1976 წლებში (17%) დაფიქსირდა. მოსავლის დანაკარგები შემცირდა 1980 წლიდან გამძლე ჯიშების გამოყენებისა და ეფექტური ფუნგიციდების გამოყენების შედეგად.

საინტერესოა ის ფაქტი, რომ ფუნგიციდებისათვის გაწეული ხარჯების გათვალისწინებით ყვითელი ჟანგას მიერ გამოწვეულმა ზარალმა აშშ-თვის 1,08, 2,42 და 2,00 მლნ ტონა შეადგინა 2001, 2003 და 2005 წლებში, შესაბამისად. 2003 წელს - 300×10^6 აშშ დოლარს გადააჭარბა. ხელსაყრელი ამინდის პირობების გარდა ეპიფიტოტიის მიზეზი გახლდათ წარმოებული ხორბლის ჯიშები, რომელთა რასა-სპეციფიური გამძლეობა გადალახა *P.striiformis* f. sp. *tritici* Eriks.-ის ახალმა რასებმა. ყვითელი ჟანგა ერთ-ერთ მთავარ პრობლემას წარმოადგენდა აშშ-ს სხვა შტატებისთვისაც [Chen ...2004:11]. ყვითელი ჟანგა ხორბლის დიდი დანაკარგების მიზეზი გახდა სხვა ქვეყნებშიც 2010 წელსაც. სამხრეთ აფრიკაში ფართომასშტაბიანმა ეპიდემიამ გამოიწვია 2.25×10^6 აშშ დოლარის ღირებულების ზარალი [Pretorius, 2004:A1.29].

2002 წელს ყვითელი ჟანგას ეპიდემიამ ჩინეთის 11 პროვინციაში დაახლოებით 6.6×10^6 ჰა ნათესები მოიცვა და $1,3 \times 10^6$ ტ მარცვლეულის მოსავლის ზარალის მიზეზი გახდა.

ყვითელი ჟანგა დომინირებდა მარცვლეულის დაავადებებს შორის შუა აზიის ქვეყნებშიც (ყაზახეთი, ყირგიზეთი, ტაჯიკეთი, თურქმენეთი და უზბეკეთი) 1990-იანი წლების დასასრულიდან ადრეულ ორიათასიანებამდე. ზარალმა აქ 20-40% შეადგინა 1999 და 2000 წლებში [Morgounov...2004: A2.52]. 1983 წლის ძლიერი ეპიდემიის დროს ფუნგიციდების მოხმარება ავსტრალიელ ხორბლის მწარმოებლებს 8×10^6 ავსტრალიური დოლარი დაუჯდათ, ხოლო 2003 წელს კი ამ ციფრმა 8×10^6 ავსტრალიურ დოლარს მიაღწია [Wellings... 2004: 2.74; Wellings, 2011:129].

მეცნიერების მიერ შემუშავებულია სკალა (ცხრილი 1), რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია ყვითელი ჟანგასგან გამოწვეული დანაკარგების პროგნოზირება [Doling...1968:427].

ცხრილი 1. ყვითელი ჟანგასგან გამოწვეული დანაკარგების პროგნოზირება.

დაავადების განვითარების ინტენსივობა, %			მოსავლის დანაკარგი, %
აღერება-დათავთავება	ყვავილობა	რძისებრი სიმწიფე	
ეპიზოდური	10	30	1
10	25	40	3
25	40	65	10
40	65	100	20
60	100	100	35
70	100	100	50
80	100	100	70

1.2.6. ყვითელი ჟანგას გამომწვევის მიგრაცია.

მარცვლოვანთა ჟანგების პათოგენთა დიდ მანძილზე გადაადგილების შესაძლებლობები არაერთ ნაშრომშია განხილული [Nagarajan...1990:139., Eversmeyer...2000:491., Brown...2002:537]. როგორც საჰაერო გზით მოძრავი სხვა მრავალი სოკოვანი პათოგენის შემთხვევაში, დიდ მანძილზე ჰაერით ან ადამიანის მეშვეობით გავრცელების უნარი ყვითელ ჟანგას საშუალებას აძლევს დასახლდეს

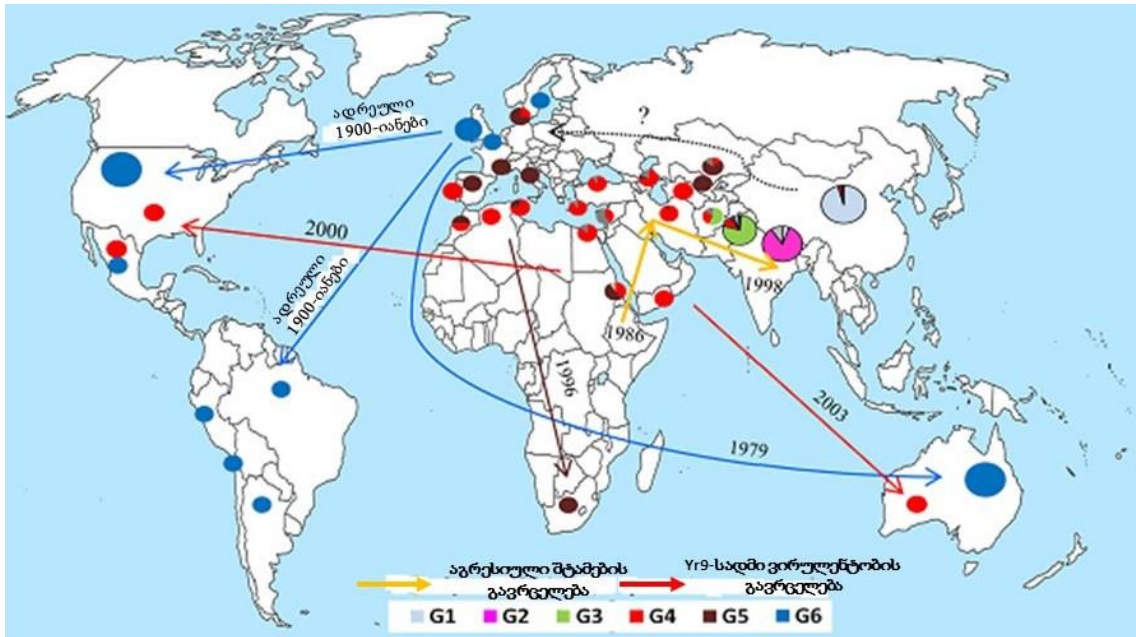
ახალ გეოგრაფიულ ტერიტორიებზე. ყვითელი ჟანგას პათოგენი აზიასა და ევროპაში ათასობით, ხოლო ამერიკაში ას წელზე მეტია რაც ცნობილია [Stubbs, 1985:61-101; Line, 2002:75]. პათოგენი არ იყო დაფიქსირებული ავსტრალიასა და ახალ ზელანდიაში 1979 წლამდე [O'Brien...1980:14]. მისი ევროპიდან ავსტრალიაში გადატანის შესაძლო გზად კონტამინირებულ ტანსაცმელს მიიჩნევენ [Wellings...1987:239]. მომდევნო წლებში პათოგენი დასავლეთ ავსტრალიიდან სავარაუდოდ ქარის მეშვეობით გავრცელდა ახალ ზელანდიაში [Wellings...1990: 316]. დასავლეთ ავსტრალიაში დაავადება მხოლოდ 2002 წელს დააფიქსირეს. ეპიდემიის გამომწვევი შტამი უცხოური წარმოშობისა იყო. ცენტრალურ აფრიკაში ყვითელი ჟანგა პირველად ჩრდ. ზამბიაში დაარეგისტრირეს 1958 წ. [Angus, 1965], მაგრამ სამხრეთ აფრიკაში დაავადება არ იყო ცნობილი 1996 წლამდე, როცა იგი დასავლეთ კაპეში აღმოაჩინეს [Pretorius...1997:424]. 1997 წ. კი დაავადება თითქმის მთელ სამხრეთ აფრიკას მოედო [Boshoff... 2002:485].

დოკუმენტირებულია მრავალი ჟანგა პათოგენის დიდ მანძილზე სეზონური გადაადგილება მსოფლიოს მასშტაბით [Brown... 2002:537-541; Nagarajan...1990:139-153]. სტეკმენმა მოახდინა პათოგენის სპორების ჩრდ. მექსიკიდან და ტექსასიდან კანადაში სეზონური გადაადგილების დემონსტრირება [Stakman, 1933:3177]. ურედინიოსპორების გადაადგილების მარშრუტს შემდგომში „პუქცინიას გზა“ უწოდეს. მსგავსი იყო ტექსასიდან კანადამდე ყვითელი ჟანგას გავრცელება გვიან 1950-იან და ადრეულ 2000-ან წლებში, ამიტომაც, დიდი ალბათობით, პათოგენმა ერთი და იგივე „პუქცინიას გზა“ გაიარა [Pady...1957:959; Chen...2002:14]. ლინემ და ქაიუმმა (1992) დაადასტურეს ურედინიოსპორების მიგრაციის ფაქტი აღმოსავლეთ ვაშინგტონიდან მონტანასა და კანადის ალბერტაში, ასევე - სამხრეთ აიდაჰოშიც.

რადგანაც ყვითელი ჟანგას გამომწვევს შედარებით დაბალი ტემპერატურა და პატრონ-მცენარეები ესაჭიროება, გარკვეული რეგიონები, ე.წ. „ცხელ წერტილები“ ინოკულუმის მუდმივი წყაროს როლს ასრულებენ, საიდანაც ინფექცია ვრცელდება დანარჩენი ადგილებისკენ. ურედინიოსპორების ორმხრივი - მთებიდან ბარისაკენ და პირიქით სეზონური მოძრაობა დოკუმენტირებულია ჩინეთში [Brown... 2002:537-541; Wan...2004:896]. ჰოვმიულერმა და სხვებმა [Hovmøller...2002:24] მოახდინეს

დემონსტრირება იმისა, რომ დიდ ბრიტანეთში, გერმანიაში, საფრანგეთსა და დანიაში არსებობს ერთიანი კლონური პოპულაცია, რომლისთვისაც დანია სხვა ქვეყნებიდან მიგრირებული სპორების მიმღებს წარმოადგენს. ასევე, დადასტურებული, რომ საქართველოში ხორბლის ყვითელ ჟანგას ახასიათებს ვერტიკალური ზონალობა, გავრცელება დაბლობებიდან მაღალმთიანი რეგიონებისკენ [Папчадзе, 1974a:173]. გარემო პირობები, გაბატონებული ქარები და თესვის ვადები გავლენას ახდენს ურედინოსპორების სეზონურ მიგრაციაზე ჩრდ. ამერიკაში. აშშ-ს ჩრდილო-ცენტრალური შტატები და კანადა, შესაძლებელია, მექსიკიდან და აშშ-ს სამხრეთ ცენტრალური შტატებიდან მიგრირებული ურედინოსპორების მიმღებნი იყვნენ. აშშ-ს სამხრეთ ცენტრალური რეგიონები შესაძლოა მექსიკის მაღალმთიანი რეგიონების ურედინოსპორების რეციპიენტი იყოს. კალიფორნიიდან აშშ-ს ცენტრალურ ნაწილსა და მექსიკაში დიდ მანძილზე გადატანილი ურედინოსპორები შესაძლოა ახალ რასებად მოგვევლინოს. შესაძლებელია აგრეთვე ურედინოსპორების გავრცელება გაბატონებული ქარების საწინააღმდეგო მიმართულებითაც, როგორც დაფიქსირდა *P. striiformis* f. sp. *hordei* -ს აღმოსავლეთით გავრცელების შემთხვევაში სამხრეთ ტექსასიდან კალიფორნიამდე 1991-დან 1995 წლამდე [Chen ...1995a: 567], აგრეთვე, *P. striiformis* f. sp. *tritici* PST-78-ის და მსგავსი რასების გავრცელებით აშშ-ში 2000-2002 წწ. [Chen...2002:14–15; Chen...2004:A2.11]. ყვითელი ჟანგას დიდ მანძილზე მიგრაციის ერთერთი ნიმუშია ჰიმალაის რეგიონიდან და აღმოსავლეთ აფრიკიდან ევროპაში გავრცელებული ე.წ. “Warrior”- რასათა ჯგუფი და PstS1/S2- აგრესიული შტამები [Hodson, 2016].

სხვადასხვა წარმოშობის ნიმუშების გამოყენებით რასათა იდენტიფიცირება და მიღებული შედეგების გამყარება მოლეკულური კვლევებით ხელს უწყობს პათოგენის გადაადგილების მონიტორინგს და მის პროგნოზირებას.



სურათი 3. ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციების მიგრაციის მარშრუტები (Sajid Ali და სხვათა მიხედვით, 2014)

1.2.7. ყვითელი ჟანგას ვირულენტობის შესწავლა. ვირულენტობა პათოგენის უნარია, გადალახოს გამძლეობის გენის მოქმედება [Flor, 1971]. ყვითელი ჟანგას ვირულენტობის ცვლილებას განიხილავენ, როგორც მუტაციების, სომატური და სქესობრივი რეკომბინაციების საგანს [Stubbs, 1985:61; Jin...2010:432]. პათოგენის მიგრაციისას ერთი რეგიონიდან მეორეში მისი ვირულენტობის ცვლილება მოჰყვება [Brown...2002:537]. *P. striiformis* f.sp. tritici სპეციალიზებული პათოგენია, რომელიც სხვადასხვაგვარი ვირულენტობის სხვადასხვაგვარი სპექტრით არის „აღჭურვილი“. პათოგენის ვირულენტობის შესწავლას ხანგრძლივი ისტორია აქვს. ჰუნგერფორდი [Hungerford...1923:363] ყვითელი ჟანგას შტამებს 1923 წ. მოიხსენებს. მოგვიანებით, 1930 წ. ელისონი და აიზენბეკი [Allison...1930:87] აღნიშნავენ რასების არსებობას. ყვითელი ჟანგას რასების ფართო კვლევა სწორედ 1930-იანებში დაიწყო გერმანიაში, შემდგომ კი - 1955-ში განახლდა [Fuchs,1960:49]. შემდგომ ეს კვლევები გაგრძელდა ნიდერლანდებში, სსრკ-ში, ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკაში, აშშ-ში, ინდოეთსა და ნეპალში, გაერთიანებულ სამეფოსა და ავსტრალიაში [Line...1996:101; Абиев, 1993; Wellings...1990:316; Nagarajan...1986:70; Li, 1980:72; Stubbs..1974].

ჟანგას ინფექციების კონტროლი გამძლეობის სელექციის გზით აუცილებელია პათოგენის პოპულაციაში ახალი ვირულენტობის გამოჩენისა და გადაადგილების თვალყურის სადევნებლად [Chen, 2005:314]. ახალ ჯიშებში ეფექტური გამძლეობის შექმნას წინ უძღვის პათოგენის ვირულენტობის სპექტრის დადგენა, რაც უმნიშვნელოვანესია ხორბლის მწარმოებელი კონკრეტული რეგიონისათვის. ხორბლის ყვითელი ჟანგას ეფექტური კონტროლისათვის გამომწვევის პათოგენურ ცვალებადობას რეგულარურად ადევნებენ თვალყურს მსოფლიოს მასშტაბით ყოველწლიური კვლევების გზით. ვირულენტობის კვლევა გვიჩვენებს, რომ დღეისათვის არსებულ ყველა Yr-გენისათვის არსებობს შესაბამისი ვირულენტობა. თუმცა, გარკვეული გენების ან გენტა ჯგუფის მიმართ ვირულენტობა შეიძლება არსებობდეს ერთ რეგიონში და არ გვხვდებოდეს მეორეში, გამომწვევის პათოგენურობის სივრცითი ვარიაციების გამო. ამიტომაც განსხვავდება პათოგენის პოპულაციები აგრესიულობის მრავალფეროვნებით რეგიონების შიგნით და მათ შორის [Singh...2004:590]. ჟანგათა პოპულაციების ვირულენტობის დინამიკის დასახასიათებლად გამოიყენება დიფერენციატორთა სპეციფიური ნაკრები ან ხორბლის გენოტიპების იზოგენური ხაზები. როდესაც აღნიშნული დიფერენციატორების გენოტიპი ხვდება პათოგენის იზოლატს ან იზოლატთა კომბინაციებს, იგი იძლევა მათთვის თავსებად შესაბამის საპასუხო რეაქციას. ასეთი ურთიერთქმედების კომბინაციებს ვირულენტობის სპექტრს უწოდებენ. მეხორბლეობის რეგიონებში ვირულენტობის შესწავლისა და რასათა იდენტიფიცირებისათვის დიფერენციატორთა სხვადასხვა ტიპი გამოიყენება. ყვითელი ჟანგას შემთხვევაში ეს გახლავთ ჯონსონისა და სხვათა [Johnson...1972:475] მიერ შემოთავაზებული დიფერენციატორების ევროპული ან საერთაშორისო ნაკრები. ჩრდილო ამერიკაში გამოყენებული ნაკრები 20 დიფერენციატორისაგან შედგება [Chen, 2005:314; Line...1992]; პათოგენის ვირულენტობის ან პათოგენობის დასახასიათებლად გამოიყენება, აგრეთვე, იზოგენური (NILs) ან ხორბლის გამძლეობის ცალკეული გენის შემცველი ხაზები, რომლებიც ერთმანეთისაგან ერთეული გენის შემცველობით განსხვავდებიან [Samborski...1976:1666]. სიდნეის (ავსტრალია) მცენარეთა სელექციის ინსტიტუტმა მიმღებიანი ავოსეტის (Avocet S)

საფუძველზე შექმნა იზოგენური ხაზები, რომლებიც შეიცავენ ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის 13 გენს - *Yr1*, *Yr5*, *Yr6*, *Y7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr17*, *Yr18*, *Yr24*, *Yr26* და *Yr32* [Wellings...2004b]. სწორედ გამძლეობის ცალკეული გენების არსებობის გამო გამოიყენება ეს იზოგენური ხაზები ასე ფართოდ მსოფლიოში ყვითელი ჟანგას გამომწვევის ვირულენტობის შესასწავლად. მეტიც, მათი მნიშვნელობა თანდათან უფრო იზრდება.

ყოფილ საბჭოთა კავშირსა და საქართველოში ყვითელი ჟანგას ვირულენტობის კვლევის დასაწყისში (გასული საუკუნის 60-80-იან წლებში) გამოიყენებოდა დიფერენციატორთა ევროპული ნაკრები და რასათა ჩაწერის ბინარული სისტემა. წარმოდგენილ კვლევაში კი ძირითადად გამოყენებული იყო იზოგენური ხაზების საერთაშორისო ნაკრები.

1.2.8. ხორბლის ყვითელი ჟანგას რასების (პათოტიპების) გავრცელება მსოფლიოში.

პათოგენი *P. striiformis* f. sp. *tritici* ხორბლის ჯიშებისა თუ გენოტიპების მიმართ ვირულენტობისა და ავირულენტობის საფუძველზეა დაყოფილი რასებად. რასებად დიფერენცირება ეფუძნება მცენარის შერჩეული გენოტიპების ან ცალკეული გენების მატარებელი ხაზების, ანუ დიფერენციატორების რეაქციის ტიპებს ინფექციის მიმართ. პირველი ინფორმაცია „სპეციალიზებული ფორმების“ შესახებ ჰუნგერფორდმა და ოუენსმა [Hungerford...1923: 363] შემოგვთავაზეს. თუმცა, ალისონი და აისენბეკი [Allison... 1930:87] იყვნენ პირველები, ვინც *P. striiformis* f. sp. *tritici* რასების არსებობა დაადასტურეს ხორბლის ჯიშების მიმართ სპეციფიურობის მიხედვით.

P. striiformis f. sp. *Ritici* -ს რასების ინტენსიური შესწავლა ევროპაში გასწერმა და შტრაიბმა [Gassner...1932:141] დაიწყო გერმანიაში 1930-იან წლებში. მათ წარმოადგინეს ხორბლის, ქერისა და ჭვავის დიფერენციატორები. დიფერენციატორთა ეს ნაკრები იქნა გამოყენებული ფუჩისა და ზადოქსის მიერ რასების იდენტიფიცირებისათვის ევროპაში [Fuchs,1960:49; Zadoks,1961:69], მოგვიანებით კი - შტაბსის [Stubbs, 1985:61] მიერ რასების საერთაშორისო მიმოხილვის მიზნით. ჯონსონმა და სხვებმა [Johnson...1972:475] შემოიტანეს *P. striiformis* f. sp. *tritici* რასებისათვის აღრიცხვის ბინარული სისტემა და გამორიცხეს ქერისა და ჭვავის ჯიშები დიფერენციატორებისაგან. ხორბლის ჯიშებისგან შემდგარი

დიფერენციატორთა ნაკრები, რომელიც რასების იდენტიფიცირების ამ სისტემისათვის გამოიყენება, შედგება ორი ჯგუფისაგან: საერთაშორისო და „ევროპული“ დიფერენციატორები. საერთაშორისო ნაკრები აერთიანებდა დიფერენციატორებს: ‘Chinese 166’, ‘Lee’, ‘Heines Kolben’, ‘Vilmorin 23’, ‘Moro’, ‘Strubes Dickkopf’ და Suwon 92 × Omar. ევროპული კი - Hybrid 46, ‘Riechersberg 42’, ‘Heines Peko’, ‘Nord Desprez’, ‘Compair’, ‘Carstens V’, ‘Spaldings Prolific’ და ‘Heines VII’. საერთაშორისო დიფერენციატორებს ჯონსონმა და ტეილორმა [Johnson...1976:106] დაუმატეს ‘Clement’, ხოლო - ველინგსმა და მაკინტოშმა [Wellings...1990:316) - *Triticum aestivum* subsp. *spelta* (L.) Thell. ‘Album’. ეს სისტემა ბოლო წლებშიც გამოიყენებოდა ევროპასა და ზოგიერთი სხვა კონტინენტის ქვეყნებში [Singh, 1992:835; Boshoff...2002:485; Calonnet...2002:777]. ხშირად, *P.striiformis* f. sp. *tritici* იზოლატების ვირულენტობისა და ავირულენტობის აღწერისათვის დიფერენციატორთა სტანდარტულ ნაკრებს ამატებენ სხვა ჯიშებს და/ან *Yr*-ის შემცველ მონოგენურ ხაზებს [Boshoff... 2002: 485; Hovmøller...2002: 24; Wellings... 2004: A2.74].

P. striiformis f. sp. *tritici* -ს რასების დიფერენცირებისათვის გამოყენებული ხორბლის გენოტიპების უმრავლესობა გამძლეობის ერთზე მეტ გენს შეიცავს. ორი ან მეტი გენის არსებობა დიფერენციატორის გენოტიპში ართულებს იმ რასების სწრაფ გამოვლენას, რომლებიც გამძლეობის ცალკეული გენის მიმართ არის ვირულენტური. ველინგსმა და სხვებმა [Wellings...2004b] მიმღები ჯიშის- ‘Avocet S’ საფუძველზე შექმნეს იზოგენური ხაზები ცამეტი *Yr* გენისათვის: *Yr1*, *Yr5*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr17*, *Yr18*, *Yr24*, *Yr26* და *Yr32*, რომელიც მთელ მსოფლიოში გამოიყენება *P.striiformis* f. sp. *tritici*-ის ვირულენტობის გენების მონიტორინგისათვის. დიდი ძალისხმევით საჭირო სხვა *Yr* გენებისათვის იზოგენური ხაზების შესაქმნელად. მათმა ერთობლიობამ მთლიანად უნდა ჩაანაცვლოს ახლანდელი დიფერენციატორების გენოტიპები, რომლებიც რასების იდენტიფიცირებისათვის გამოიყენება.

ჩინეთში რასების იდენტიფიცირებისათვის განსხვავებულ ნაკრებს იყენებენ. ფანგმა [Fang, 1944:1020] პირველი კვლევა ჩაატარა ხორბლის შვიდი გენოტიპის: ‘Carstens V’, ‘Heines Kolben’, ‘Vilmorin23’, 9 H 77, ‘Hybrid 128’, ‘Carina’, and ‘Michigan Amber’ და ქერის

გენოტიპის Heil's Franken გამოყენებით. მან სამხრეთ-დასავლეთ ჩინეთში ცხრა რასის (აღნიშნეს, როგორც C1 - C9) იდენტიფიცირება მოახდინა. ლუმ და სხვებმა [Lu... 1956:153] გასნერისა და შტრაიბის (1932) 14 დიფერენციატორის გამოყენებით 50 ნიმუშიდან 19 რასის იდენტიფიცირება შეძლეს. შემდგომში ჩინელმა მეცნიერებმა ჩათვალეს, რომ ევროპულ დიფერენციატორებში გამოყენებული გენოტიპები არ გამოდგებოდა რასების იდენტიფიცირებისათვის ჩინეთში და აირჩიეს ხორბლის შვიდი გენოტიპი, თანაც გამოიყენეს აღნიშნვა CYR (ჩინური ყვითელი ჟანგა) და ციფრები - რასების დასახელებისათვის [Wang...1963:23].

ხორბლის ყვითელი ჟანგა აშშ-ში გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან ითვლება ზიანის მომტან დაავადებად. პათოგენის რასობრივი შემადგენლობის შესასწავლად სხვადასხვა დროს ხორბლის სხვადასხვა გენოტიპს გამოიყენებდნენ, ამიტომ მეცნიერთათვის რთული გამოდგა თანამედროვე პოპულაციების შედარება წინა წლების მონაცემებთან. თუმცა, მაინც მოხერხდა 1968-2009 წლებში შეგროვებული *P. striiformis* იზოლატებიდან 171 რასის იდენტიფიცირება. ამასთან აღმოჩნდა, რომ 2000 წლის შემდეგ აღირიცხა ახალი რასებისა და მეტად ვირულენტური რასების უფრო მეტი რიცხვი, ვიდრე მანამდე [Liu...2017:1522]. 2000 წლის შემდეგ იდენტიფიცირებული და დომინანტური რასების სიხშირეში ოთხი მნიშვნელოვანი ცვლილება დაფიქსირდა. 2000-2002 წლებში ცვლილებების პირველი ტალღა აღიწერა: ახალი და დომინანტური რასები - PST-78 და PST-79) - Yr9 გენის მატარებელმა ჯიშებმა დაკარგეს გამძლეობა [Chen...2002:14; Chen, 2005:314]. ვირულენტობის მეორე მნიშვნელოვანი ცვლილება 2003-2006 წლებში დაფიქსირდა, როცა დომინანტურნი გახდნენ რასები PST-100 და PST-102, რომლებიც ვირულენტური არიან რასასპეციფიური გამძლეობის მქონე ჯიშებში 'Stephens' (Yr3a, YrS, და YrSte) და 'Yamhill' (Yr2, Yr4a, და YrYam) ყველა ფაზაში, აღმონაცენის და მოზრდილ ფაზაში ეფექტური გამძლეობის გენების მიმართ [Chen, 2007:648]. მესამე ცვლილების პერიოდი 2006-2009 წლებს მოიცავს: 'Moro' -ს (Yr10 და YrMor), 'Paha' -ს (YrPa1, YrPa2, და YrPa3), და 'Tres' (YrTr1 და YrTr2) მიმართ ვირულენტური PST-114 და PST-116, რასები დომინანტური გახდა, ამ გენთაგან ერთის ან რამდენიმეს მატარებელი ყველა ჯიშში კი მიმღებინი გახდა ყვითელი ჟანგასადმი. 2009 წლიდან ცვლილებების მეოთხე ტალღა

რასების ისეთი ჯგუფის განვითარებით ხასიათდებოდა, როგორცაა PST-127, PST-138 და PST-139. ამ დროს ჯიშები 'Tye' (YrTye) და 'Hyak' (Yr17 და YrTye), რომლებიც დომინანტი რასების მიმართ მიმღები იყვნენ 1980-იანი წლებიდან შუა 1990-მდე, ხოლო 2000 წლამდე - გამძლენი, ისევ მიმღები გახდნენ [Chen...2010:315; Chen...2011:26]. 1960 წლიდან აშშ-ში *P. striiformis* f. sp. *tritici*-ს რასების დიფერენცირებას ახდენდნენ ხორბლის ზოგიერთი ჯიშისა და დიფერენციტორთა ხაზების გამოყენებით, რომელთა რიცხვი დროდადრო იცვლებოდა. დღეისათვის დიფერენციატორთა ნაკრები 20 ჯიშისაგან შედგება [Line, 2002: 75–118; Line et al., 1992]. დიფერენციატორთა ნაკრებზე ახალი ჯიშების დამატებამ შესაძლებელი გახადა იმ ახალი რასების იდენტიფიცირება, რომლებიც ვირულენტური არიან წინათ გამძლე ჯიშების მიმართ. მაგალითად, *Yr9* გენის შემცველი ხაზის დამატებით 2000 წელს შემდგეს ახალი რასების PST-78 და PST-80 იდენტიფიცირება. სწორედ ამ რასებში არსებული *Yr9* მიმართ ვირულენტობის მიზეზით აღმოსავლეთ შტატებში მრავალი ჯიშში მიმღები გახდა. ცხადია, რეგიონის სასელექციო პროგრამებში არ იყო გამართლებული *Yr9*-ს გამოყენება, რომელიც ხორბალში გადმოიტანეს 1BL.1RS ჭვავის ტრანსლოკაციური ხაზიდან და რომელიც შეჭიდულია ხორბლის ღეროს ჟანგას Sr31, ხორბლის მურა ჟანგას Lr26 და ნაცრის Pm8-გამძლეობის გენებთან [Chen...2002b:39]. 2000 წლის ეპიდემიის შემდეგ მრავალი სასელექციო პროგრამა აღმოსავლეთ აშშ-ში შეგნებულად გადავიდა ყვითელი ჟანგას მიმართ გამძლე ისეთი ჯიშების შექმნაზე, რომელთაც აქვთ ისეთი გამძლეობის გენები, როგორებიცაა *Yr5*, *Yr15*, *Yr17* და *Yr18*. 2000 წლის შემდეგ ყვითელი ჟანგას უფრო ფართო, ხშირი გავრცელება პათოგენის უფრო კომპლექსური პოპულაციის არსებობის შედეგია, რასაც მანამდე ადგილი არ ჰქონია [Line...1996:101]. რასების სიხშირე განისაზღვრება ორი ურთიერთ-საწინააღმდეგო ფაქტორით. პირველი - ვირულენტობაა. რაც უფრო მეტ ვირულენტობის გენს შეიცავს რასა, მით მეტი ჯიშის ინფიცირება შეუძლია მას, რაც ზრდის მის სიხშირეს პათოგენის პოპულაციაში. მეორე ფაქტორია არასაჭირო ვირულენტობის ღირებულება. ვირულენტობის ფართო სპექტრმა შეიძლება გამოიწვიოს აგრესიულობისა და შეგუებულობის შემცირება [Vanderplank, 1963; Line...1992]. 2000 წლის შემდეგ აშშ-ში აღწერილი რასები ხასიათდება ორივე

უპირატესობით: ხორბლის მრავალი ჯიშის მიმართ ვირულენტობითა და მაღალი აგრესიულობით [Milus...2004:A2.50].

კანადაში ყვითელი ჟანგას გავრცელებაზე გავლენას ახდენს აშშ-ში წარმოქმნილი ეპიდემიები, ქარების მიმართულების, გეოგრაფიული სიახლოვის და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის სისტემების გათვალისწინებით [Line...1992]. 2000 წლამდე ყვითელი ჟანგა ძირითადად დასავლეთი კანადის პრობლემას წარმოადგენდა. შემდგომში მან თავი იჩინა აღმოსავლეთ კანადაშიც [Chen...2002:14]. ინოკულუმი საჰაერო გზით ვრცელდება ქვეყნის დასავლეთი ნაწილიდან და აშშ-დან. სუმ და სხვებმა [Su...2003:312] 1984-2002 წლებში კანადაში 36 რასის იდენტიფიცირება მოახდინეს, გამოიყენეს რა საერთაშორისო, ევროპული და ზოგიერთი აშშ დიფერენციატორის ნაკრები. იდენტიფიცირებული რასების დიდი უმრავლესობა მსგავსი აღმოჩნდა აშშ-ს რასებისა. უნიკალური რასები, რომელიც მათ აღმოაჩინეს, იყო PST 11, PST 12, PST 29, PST 16 და PST 18. ამასთან, რასები PST 11, PST 12 და PST 29 ვირულენტურნი იყვნენ *Yr15*-ის დონორის, *Triticum turgidum* L.var.*dicocoides* -ის მიმართ. *Yr15*-ის მიმართ ვირულენტობა არასდროს დაფიქსირებულა შეერთებულ შტატებში. 'Compair'-ის (*Yr8*, *Yr19*) მიმართ ვირულენტური რასებს - PST 16 და PST 18-ს 2000 წლამდე შეგროვებული პათოტიპები შეადგენდნენ. აშშ-ში ხორბლის ამ ჯიშისადმი ვირულენტური რასები 2000 წლამდე არ დარეგისტრირებულა [Chen...2002:14]. 2001-2003 წლებში დადგინდა რასები PST-78, PST-73, PST-97, PST-98 და PST-100, ბოლო ორი დომინანტ რასებს განეკუთვნება.

ავსტრალიაში 1979 წელს პირველად იქნა იდენტიფიცირებული *Puccinia striiformis* f.sp.*tritici* - ს ერთი რასა, რომელიც *Yr2*-ის მიმართ იყო ვირულენტური. შემდეგი ათი წლის განმავლობაში რასების რიცხვი 15-ით გაიზარდა. შემდგომში ამ რასებმა შეიძინეს ვირულენტობის ცვალებადი კომბინაციები *Yr1*, *Yr2*, *YrA*, *Yr5*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8* და *YrSp*-ს მიმართ [Wellings...1990:316]. 2002-2003 წლებში ავსტრალიაში აღმოჩენილი იქნა რასები, რომელიც ვირულენტური იყო *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9* და *YrA*-ს მიმართ, რაც სხვა კონტინენტებიდან რასების შემოჭრაზე მიუთითებს [Wellings...2004:A2.74].

მეოცე საუკუნის ბოლოსა და ოცდამეერთე საუკუნის დასაწყისში ყვითელი ჟანგას პოპულაციურ-გენეტიკური კვლევები ტარდებოდა ამიერკავკასიის ქვეყნებში - საქართველოში, აზერბაიჯანსა და სომხეთში. 1987-98 წლებში საქართველოში გავრცელებული პათოგენის პოპულაცია დაბალვირულენტური აღმოჩნდა - აქ მხოლოდ ორი-სამი გენის მიმართ იქნა დაფიქსირებული ვირულენტობა. იგივე სიტუაცია იყო აზერბაიჯანსა და სომხეთში. ამგვარად, დადასტურდა ამიერკავკასიის ქვეყნებში ყვითელი ჟანგას გამომწვევის ერთიანი პოპულაციის არსებობა: რეგიონში გავრცელებული პათოტიპი 6EO შეიცავდა pp6 და pp7 ვირულენტობის გენებს [Naskidashvili...2001:364].

2009-2015 წლებში ყვითელი ჟანგას ევროპულ პოპულაციაში 17 რასა იქნა იდენტიფიცირებული. *PstS8*, *PstS7*, *PstS10*, და *PstS4* რასების სიხშირე 80%-ს შეადგენდა. ჩვიდმეტი რასიდან შვიდი მხოლოდ თითოჯერ იქნა აღწერილი ამ პერიოდისათვის [Ali...2017:1057]. 2011 წლის შემდეგ არანაკლებ სამი არაევროპული წარმოშობის რასისა იქნა იდენტიფიცირებული, რომელთაც „ვარიორი“ (Warrior), „კრანიჩი“ (Kranich) და „ტრიტიკალე აგრესივი“ (Triticale aggressive) რასათა ჯგუფი უწოდეს. აღმოჩენის პირველივე წელს „Warrior“- მა ჩაანაცვლა არსებული რასები ევროპის უმეტეს ქვეყნებში, მაშინ, როცა დანარჩენი ორი რასა გარკვეულ რეგიონებში იყო ლოკალიზებული. კვლევებით დადგინდა, რომ მრავალფეროვანი და აგრესიული „კრანიჩი“ და „ვარიორი“ რასათა ჯგუფები სქესობრივი რეკომბინაციების შედეგად ყვითელი ჟანგას მრავალფეროვნების ცენტრში - აზიაში, ჰიმალაის რეგიონში წარმოიქმნა [Hovmøller...2016:402].

1.2.9. *P.striiformis* f. sp. *tritici*-ს-ის პოპულაციის მრავალფეროვნება დნმ-ის პოლიმორფულობისა და გენომის კვლევების საფუძველზე

ამერიკელმა მეცნიერებმა ერთ-ერთმა პირველებმა გამოიყენეს მოლეკულური მარკერები ყვითელი ჟანგას პათოგენის პოპულაციის სტრუქტურის შესასწავლად. მათ გამოავლინეს დნმ პოლიმორფიზმი მონოპუსტულოვან იზოლატებს შორის და რასების შიგნით [Chen...1993:1489]. RAPD-PCR-ის საშუალებით მიღებული შედეგების და მონაცემების კლასტერულმა ანალიზმა გააცალკევა *Yr1*-ის მიმართ ვირულენტური იზოლატები ავირულენტურებისაგან. გამოვლენილი იქნა მცირე,

მაგრამ მნიშვნელოვანი კორელაცია ვირულენტობასა და RAPD-მონაცემებს შორის ვირულენტობასა და RAPD- პროფილებს შორის დაბალი ურთიერთკავშირი იმის მაჩვენებელია, რომ პათოგენის დნმ-ის პოლიმორფიზმი დამოუკიდებელია ვირულენტობისაგან.

ბიოტექნოლოგიის თანამედროვე მიღწევებმა შესაძლებელი გახადა სხვადასხვა მოლეკულური ტექნიკის გამოყენება *P.striiformis* f. sp. *tritici* -პოპულაციების შესასწავლად. შანმა და სხვებმა [Shan...1998:587] ჩინეთის ექვს პროვინციაში ხორბლიდან აღებულ ყვითელი ჟანგას იზოლატებში გენეტიკური ვარიაციების მაღალ ხარისხს მიაგნეს. მათ აღნიშნეს გენეტიკური დიფერენციაციის დაბალი ხარისხი როგორც რეგიონებში, ასევე მათ შიგნითაც. ჯენგმა და სხვებმა გამოიყენეს AFLP - ამპლიფიცირებული ფრაგმენტის სიგრძის პოლიმორფიზმი და აჩვენეს, რომ ზოგიერთი ახალი პათოტიპი რეფერენს-შტამებისაგან დამოუკიდებლად, განსხვავებულად განვითარდა [Zhang... 2001:273].

ჯუსტესენმა და სხვებმა [Justesen...2002.:13] დაავადების გავრცელების მონაცემები და AFLP მარკერები გამოიყენეს იმისათვის, რომ დანიაში გავრცელებული *P. striiformis* f. sp. *tritici* პოპულაციის სტრუქტურაზე ედევნებინათ თვალყური ჰაერის მასებით საფრანგეთიდან და გერმანიიდან ურედინიასპორების შემოჭრამდე. ბოლო დროს იყენებენ მოლეკულური ბიოლოგიის სხვადასხვა მეთოდებს [Komjáti...2004:A2.33; Zhang...2001:273; Markell...2004:43; Chen...2002:14]. გლობალური მასშტაბის მოლეკულური კვლევები აუცილებელია სხვადასხვა ქვეყანაში გაჩენილი ახალი რასების წარმოშობის იდენტიფიცირებისა და პათოგენის ევოლუციის მექანიზმების გამოვლენისათვის.

დაავადების ეპიდემიოლოგიის უფრო ღრმად შესწავლის მიზით უდავოდ ეფექტურია უახლესი ტექნოლოგიის გამოყენება, ანუ პათოგენის გენომის შესწავლა, რაც, თავის მხრივ, დაავადების უფრო ეფექტური კონტროლის შესაძლებლობას ქმნის. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე ამჟამად შექმნილია მონაცემთა ბაზა, იგივე ბიბლიოთეკა (BLAST), რომელშიც თავმოყრილია მრავალი სოკოვანი პათოგენის და მათ შორის, ყვითელი ჟანგას გამომწვევის ცალკეული კლონის დნმ-თანმიმდევრობები, გენომური რუქა, შესაბამისი პრაიმერები. ყვითელი ჟანგას

გენომის კვლევებმა აჩვენა, რომ კლონების გარკვეულ რიცხვს ჰქონდა 45%-ზე მეტი ჰომოლოგია გენებთან, რომელთა ფუნქციებიც მკაფიოდ არის იდენტიფიცირებული სხვა სოკოებშიც. ეს გენები აკოდირებენ ელონგაციის ფაქტორს. *P. striiformis* f. sp. *tritici*-ს ევოლუციური ნათესაობა სხვა სოკოებთან განისაზღვრა მათი ელონგაციის ფაქტორის თანმიმდევრობით. *P. striiformis* f. sp. *tritici* უფრო ხორბლისა და ქერის ღეროს ჟანგას გამომწვევს *P. graminis* f. sp. *tritici* ენათესაება [Altschul...1997:3389]. პათოგენის გენომის შესწავლის შედეგები საშუალებას იძლევა დავადგინოთ *P. striiformis* f. sp. *tritici* პოპულაციის სტრუქტურა, პოლიმორფიზმის ხარისხი, მიგრაციის თავისებურებები და შევიმუშავოთ მასპინძელი მცენარისა და პათოგენის ურთიერთობის კონტროლის მოლეკულური მექანიზმები.

1.3. ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის ტიპები

ხორბლის ყვითელი ჟანგას მიმართ გამძლეობის გენეტიკას საუკუნეზე მეტია, რაც სწავლობენ. 1905 წელს ბიფენმა [Biffen,1905:4] პირველად აჩვენა, რომ ყვითელი ჟანგას მიმართ გამძლეობა მენდელის კანონებს ემორჩილება. ცნობილია სამოცდაათი გენი, რომელთაც ოფიციალური (Yr+ციფრი) და პირობითი (Yr+ ანბანის ასო) სიმბოლოებით აღნიშნავენ. გამძლეობის მრავლობითი ალელებია დარეგისტრირებული Yr3 და Yr4 ლოკუსებისათვის [Lupton...1962:21; Chen...1993:1489]. სამოცდაათი გენიდან უმრავლესობა უნიკალურია, გააჩნია რა განსხვავებული მდებარეობა ქრომოსომაში და სხვადასხვაგვარი რეაქცია რასების, ხორბლის გენოტიპებისა და ველური სახეობების მიმართ. მრავალი გენია, რომელთაც ჯერ სახელი არ აქვთ წოდებული [Chen...1998: 237-239].

გამძლე ჯიშების წარმოება ყველაზე ეფექტური, ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად გამართლებული მეთოდია დაავადებების გასაკონტროლებლად [Röbbelen...1978:1; Chen...1995a:567]. ყვითელი ჟანგას მიმართ გამძლეობას ჰყოფენ ზრდასრული მცენარის გამძლეობად (APR), რომელიც გამოხატულია განვითარების გვიან ფაზებში და აღმონაცენის გამძლეობად, რომელიც შეიძლება გამოვლინდეს არამარტო აღმონაცენის, არამედ მცენარის განვითარების სხვა ფაზებშიც. ზოგირთმა მეცნიერმა ჩათვალა, რომ მიღებულ ტერმინს „აღმონაცენის გამძლეობა“, შესაძლოა გამოეწვია

არასწორი ინტერპრეტაცია, რომ საუბარი იყო გამძლეობაზე მცენარის განვითარების მხოლოდ ამ ფაზაში. ამიტომ ზოგჯერ მას ჩაენაცვლა ტერმინი „ყველა ფაზის“ გამძლეობა. გამძლეობის ეს ტიპი რასასპეციფიურია [Chen...1992a:1428; Chen...1992b:382; Chen...1993:1489]. ჯიშები, რომლებსაც რასასპეციფიური გამძლეობა ახასიათებთ, წარმოებაში გაშვების შემდეგ მალე ხდებიან მიმდებიანი პათოგენის ახალი რასების სწრაფი ცვლილებების გამო. ამ რასების დიდი უმრავლესობა აშშ-ში ბოლო 46 წლის მანძილზე დამანგრეველი ეპიდემიების მიზეზი იყო [Line...1992; Chen, 2004a:2.8]. ზრდასრული მცენარის გამძლეობის ზოგიერთი ტიპი ასევე შეიძლება იყოს რასასპეციფიური [Lupton...1971; Priestley...1976:87] თუმცა, ე.წ. APR (მოზრდილი მცენარის გამძლეობა) ანუ HTAP (მაღალი ტემპერატურისა და ზრდასრული ფაზის გამძლეობა), რომელიც მრავალ საშემოდგომო და ზოგიერთ საგაზაფხულო ხორბალს გააჩნია, საკმაოდ მდგრადია და არაა რასასპეციფიური [Qayoum...1985:1121; Milus...1986a:93; Milus...1986b:435; Chen...1995:567; Chen...1995a:573; Line...1995:1254; Chen...1998:237]. APR-გამძლეობის ეფექტურობა მატულობს ტემპერატურის ზრდასთან და მცენარის ასაკის მატებასთან ერთად. ჯიშები, რომელთაც მხოლოდ APR-გამძლეობა ახასიათებთ, ყველა რასის მიმართ ხშირად არიან მიმდებიანი აღმონაცენის ფაზაში. ხოლო მცენარის ზრდასთან და ტემპერატურის მატებასთან ერთად მცენარე უფრო გამძლე ხდება, ჟანგას განვითარება ნელდება და ზოგჯერ წყდება კიდევ. APR-გამძლეობის შემთხვევაში კენწრულა ფოთოლი, ე.წ. ფლაგი, რომელსაც დიდი წვლილი აქვს მარცვლის ჩამოყალიბებაში, უფრო გამძლეა ყვითელი ჟანგას მიმართ, ვიდრე სხვა ფოთლები. APR-გამძლეობა იცავს მარცვლეულს, ამცირებს რა ინფექციის ტიპს, ახალი ინფექციების რაოდენობას და ინოკულუმის რაოდენობასა და გავრცელებას. უფრო მეტიც, მცენარეებზე, რომელთაც მაღალი ხარისხით ახასიათებთ ამ ტიპის გამძლეობა, საერთოდ არ ხდება სპორულაცია [Chen...1995:567; Chen...1995a:573].

გლობალური მასშტაბით, გენებს, რომელთა მიმართ ვირულენტობაც გვხვდება *P. striiformis* f. sp. *tritici* -ს რასებში, შეუძლიათ ეფექტური გამძლეობის უზრუნველყოფა იმ შემთხვევაში, თუკი მათ გამოიყენებენ სხვა გამძლეობის გენებთან გარკვეული კომბინაციებით ინდივიდუალური ჯიშისათვის და თუკი ეს ჯიშები გონივრულად

იქნება განლაგებული განსხვავებულ რეგიონებში. მიდგომა, რომ გენეტიკურ საფუძვლად გამოყენებული იქნას გამძლეობის სხვადასხვა გენის მქონე ხაზების ერთობლიობა (ნარევი), უზრუნველყოფს ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობას. აშშ-ში 1983 და 1993 წლებში წარმოებაში ჩაუშვეს ორი მრავალხაზიანი ჯიში „Crew“ და „Rely“ [Allan...1983:1015; Allan...1993:213]. დღეისათვის „Crew“ და „Rely“ -ს აღარ აწარმოებენ, რადგანაც მოგვიანებით შემოთავაზებულ ხორბლებს უფრო მაღალი მოსავლიანობის პოტენციალი და უკეთესი აგრონომიული თვისებები ახასიათებდათ. გამძლეობის სხვადასხვა გენის მქონე ხაზების ერთობლიობა, აგრეთვე, ზრდის გამძლეობის სტაბილურობას [Finckh...1992:82–92]. ვაშინგტონის სათესი მიწების დაახლოებით ერთ მესამედზე სწორედ ორი ან სამი ჯიშის ნარევს თესავენ.

მიუხედავად იმისა, რომ მინდორში ინფექციის ტიპისა და განვითარების მონაცემები APR ანუ HTAP-გამძლეობის ინდიკატორებად შეიძლება გამოვიყენოთ, დასადასტურებლად აუცილებელია სასათბურე ცდები - კონტროლირებადი ტემპერატურის პირობებში ხორბლის ჯიშების აღმონაცენის მიმართ იზოლატების ვირულენტობის განსაზღვრა. ქაიუმმა და ლინემ [Qayoum...1985:1121] დეტალურად გამოიკვლიეს სხვადასხვა საველე (APR) გამძლეობის მქონე ხორბლის ჯიშებზე განსხვავებული ტემპერატურული რეჟიმების გავლენა. ჩვეულებრივ, სასათბურე ცდებისას APR- გამძლეობის გამოსავლენად ორგვარ ტემპერატურულ რეჟიმს იყენებდნენ. ჯერ მრავალი რასის ვირულენტობა გამოცადეს ჯიშების აღმონაცენის მიმართ სტანდარტული სადღეღამისო ტემპერატურული ციკლის ქვეშ (გარდამავალი 4°C-დან 20°C-მდე), შემდეგ კი გამორჩეულ მცენარეებს, რომლებიც აღმონაცენის ფაზაში მიმდებარნი აღმოჩნდნენ და ცდიდნენ ზრდასრულ ფაზაში სტანდარტული სადღეღამისო მაღალი ტემპერატურული ციკლის ქვეშ (გარდამავალი 10°C-დან 35°C-მდე) იმ რასების გამოყენებით, რომლებიც ვირულენტური აღმოჩნდნენ აღმონაცენის ფაზაში. APR-გამძლეობის მქონე ჯიშებს ზრდასრულ ფაზაში უფრო დაბალი ინფექციის ტიპი ჰქონდათ, ვიდრე აღმონაცენის ფაზაში. მიუხედავად იმისა, რომ საველე გამძლეობა შეიძლება იყოს ისეთივე მაღალი, როგორც აღმონაცენის ფაზის გამძლეობა, ის ძირითადად გამოხატულია, როგორც ნაწილობრივი გამძლეობა. მინდორში APR-გამძლეობის ხარისხზე (იზომება დაავადების განვითარებით)

მოქმედებს ინოკულუმის რაოდენობა და ტემპერატურა. მაგ. საველე გამძლეობის ხარისხი შეიძლება ადექვატური იყოს ერთ რეგიონში, სადაც ყვითელი ჟანგა გვიან ვითარდება, და არაადაექვატური, სადაც დაავადება ადრე ვითარდება. მიუხედავად ამისა, ყვითელი ჟანგას მიერ მიყენებული ზარალის შესამცირებლად უკეთესია გამოვიყენოთ ჯიშები ნებისმიერი ხარისხის საველე გამძლეობით. ყვითელი ჟანგას ეპიდემიები აშშ-ს კალიფორნიასა და წყნარი ოკეანისპირა ჩრდილო-დასავლეთში ძირითადად იმ ჯიშებზე გავრცელდა, რომელთაც საველე გამძლეობის დაბალი დონე ახასიათებდათ [Chen...1995a:573]. ამჟამად კულტივირებულ ბევრ საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალს გააჩნია APR-გამძლეობა. თუმცა დღეისათვის მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს მისი ამაღლება მიმდებიანი ჯიშებში, რომელთაც განსაკუთრებული თვისებები და მაღალმოსავლიანობა ახასიათებთ და ასევე, საველე გამძლეობის შეხამება ეფექტურ გამძლეობასთან აღმონაცენის ფაზაში, რადგანაც APR-გამძლეობა ხშირად კონტროლდება რაოდენობრივი ნიშნის ლოკუსით ე.წ. QTL-ით (A quantitative trait locus). QTL დნმ-ის ლოკუსია, რომელიც კორელაციაშია კონკრეტული რასის პათოტიპთან, ანუ QTL უკავშირდება ან შეიცავს იმ გენს, რომელიც აკონტროლებს კონკრეტულ პათოტიპს [Chen...1995:567; Chen...1995a:573]. ორივე ტიპის გამძლეობის კომბინაცია საუკეთესო საშუალებაა მაღალხარისხოვანი და სტაბილური გამძლეობის მქონე ხორბლების განვითარებისათვის, რადგანაც აღმონაცენის ფაზაში გამძლეობა, როცა იგი ეფექტურია, უზრუნველყოფს სრულ კონტროლს, ხოლო საველე გამძლეობას კი შეუძლია ზიანის შემცირება იმ შემთხვევაში, თუკი აღმონაცენის ფაზაში გამძლეობა ახალი რასით იქნება დაძლეული. ასეთი ღრმა შრომები, QTL-ის საფუძველზე ძველი ქართული ჯიშების და ჯიშ-პოპულაციების გამძლეობის ტიპების შესწავლის მიზნით, ჯერჯერობით არ განხორციელებულა. წარმოდგენილ ნაშრომში მოცემულია ბევრი ქართული ჯიშის გამძლეობის დონე ორივე ფაზაში და ნაწილობრივ გამოკვეთილია აღმონაცენის და საველე გამძლეობის მქონე ჯიშები, მაგრამ გამორჩეული ნიმუშების გამძლეობის ტიპების დასაზუსტებლად აუცილებელი იქნება თანამედროვე მიდგომების გამოყენება მომავალში, რისთვისაც გარკვეული საფუძველი უკვე შექმნილია წარმოდგენილი ნაშრომის სახით.

1.4. ყვითელი ჟანგას კონტროლი

დაავადებებისაგან მცენარეთა დაცვა მეტად მნიშვნელოვანი პრობლემაა თანამედროვე პირობებში, რადგანაც სასოფლო-სამეურნეო კულტურებზე მოსახლეობის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად აუცილებელია მათი მოსავლიანობის შენარჩუნებისა და ამაღლების ახალი გზების ძიება.

ჟანგების კონტროლის რამოდენიმე მეთოდი არსებობს, თუმცა არც ერთი მათგანია სრულიად უნაკლო.

1.4.1. ყვითელი ჟანგასადმი გამძლე ჯიშების სელექცია. ჟანგების კონტროლისათვის ეფექტურ და ეკოლოგიურად მისაღებ საშუალებად, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დაავადების მიმართ გამძლე ჯიშების სელექცია და წარმოება ითვლება. გარდა იმისა, რომ მეთოდი იცავს გარემოს დაბინძურებისაგან, მას რიგი სხვა დადებითი მხარეც გააჩნია. მაგალითად, დაავადების კონტროლისათვის საკმარისია გამძლე ჯიშების თესლის მიწოდება ფერმერებისათვის. ამასთან, მათ არ სჭირდებათ ქიმიური საშუალებების გამოყენება, რაც ამცირებს ხარჯებს. თუმცა, გამძლე ჯიშების გამოყენებას დაავადების გასაკონტროლებლად რიგი ნაკლიც გააჩნია: ცნობილია, რომ გამძლეობა დროის გარკვეული პერიოდის შემდეგ კარგავს ეფექტურობას, გამძლეობის სელექცია მუდმივად საჭიროებს პათოგენის ვირულენტობისა და ცვალებადობის ცოდნას, ეს ყოველივე კი დროსა და ხარჯებზეა დამოკიდებული.

იმის გათვალისწინებით, რომ ჟანგების გამომწვევები ძირითადად საჰაერო გზით ვრცელდება, საკარანტინო ზომების გამოყენება მათი კონტროლის მიზნით ნაკლებეფექტურია.

1.4.2. ყვითელი ჟანგას კონტროლის ქიმიური მეთოდი

ფუნგიციდების, როგორც ჟანგების კონტროლის საშუალების, ადრეული კვლევები ჰარდისონს [Hardison,1963:209; Hardison, 1975:652], პოველსონსა და შანერს ეკუთვნით [Powelson...1966:806], მოგვიანებით კი - ლინესა და მის თანამოაზრეებს [Line...1973:549; Line, 1976:105; Rakotondradona...1984:112). ჩრდილოეთ ამერიკაში ფუნგიციდი ამ მიზნით წარმატებულად და დიდი მასშტაბებით 1981 წ. გამოიყენეს. იმ

დროისათვის ლინემ და მისმა თანამოაზრეებმა ტრიადიმეფონის (Bayleton) ეფექტურობის დემონსტრირება მოახდინეს, თანაც შეიმუშავეს სახელმძღვანელო მითითებები მისი დროული და ეკონომიკურად ეფექტური გამოყენებისათვის. მათი ძალისხმევით ტრიადიმეფონი სასწრაფო წესით იქნა დარეგისტრირებული და ფართოდ გამოყენებული აშშ-ს ჩრდილო-დასავლეთ სანაპიროს რეგიონში [Line, 2002: 75]. აქ ყვითელი ჟანგა განსაკუთრებით ფართოდ და ძლიერად იყო გავრცელებული 1981 წელს. სანამ ყვითელი ჟანგას კონტროლს დაიწყებდნენ, ძლიერმიმდებიანი ხორბლის ჯიშები მთლიანად გამოვიდა მწყობრიდან, ხოლო მოსავლის დანაკარგმა მიმდებიან ჯიშებზე საშუალოდ 50% შეადგინა. ფუნგიციდების გამოყენებამ მრავალმილიონიანი ზარალისაგან დაიცვა ხორბლის მწარმოებლები [Line, 2002:75]. შემდგომში ბევრი ახალი ფუნგიციდი შეიქმნა, რომლებიც ძლიერ ეფექტური გახლდათ ყვითელი ჟანგას გასაკონტროლებლად. 1990-ებში კუმ და ლინემ [Cu...1994:209] განავითარეს „MoreCrop“- საექსპერტო სისტემა (მართვის საშუალება ჟანგებისა და სხვა პათოგენების გონივრული ეკონომიკური კონტროლისათვის), რომელმაც დაავადების მართვის ინტეგრირებულ პროგრამაში ერთმანეთს შეურწყა მართვის პრაქტიკაში არსებული ინფორმაცია და ფუნგიციდებისა და გამძლე ჯიშების გამოყენება. სისტემა „MoreCrop“ დღესაც გამოიყენება.

გრძელდება ცდები ფუნგიციდების ეფექტურობის, ღირებულებისა და გამოყენების ვადების განსაზღვრისათვის [Chen...2002a:CF03, 2003:CF004, 2004b:CF022] და რეგისტრირდება ახალი და უფრო ეფექტური ფუნგიციდები (ტილტი, ალტოსუპერი (მოქმედი ნივთიერება პროპიკონაზოლი), ქვადრისი (აზოქსისტრობინი), სტრატეგო (პროპიკონაზოლი+ტრიფლოქსისტრობინი), ჰედლაინი (სტრობილურინი) და ქვილთი (აზოქსისტრობინი + პროპიკონაზოლი) და მრავალი სხვა. ლაბორატორიებში ყოველწლიურად მიმდინარეობს საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლის ჯიშების საპასუხო რეაქციის გამოცდა ფუნგიციდების გამოყენებაზე. შედეგები კი მითითებების სახით მიეწოდება ხორბლის მწამოებლებს. ბოლო წლებში ფუნგიციდების გამოყენებამ მნიშვნელოვნად შეამცირა ყვითელი ჟანგათი გამოწვეული მოსავლის დანაკარგები. 2002 წელს, როცა ყვითელი ჟანგა ფართოდ გავრცელდა მიმღებ და ზომიერად მიმღებ საგაზაფხულო ჯიშებზე, ფუნგიციდების

გამოყენებამ ვაშინგტონის შტატის ფერმერები დაახლოებით 30 მლნ. აშშ დოლარის ზარალისაგან იხსნა [Chen... 2003a: 16].

მიუხედავად ყოველივე ამისა, ფუნგიციდების გამოყენება დიდ დამატებით ხარჯს მოითხოვს ხორბლის მწარმოებლებისათვის, განსაკუთრებით, განვითარებად ქვეყნებში. გარდა ამისა, მათი გამოყენება შესაძლოა მომხმარებლის ჯანმრთელობის პრობლემების მიზეზი გახდეს, უარყოფითად იმოქმედოს გარემოზე და საბოლოოდ ფუნგიციდისადმი გამძლე შტამების წარმოქმნამდე მიგვიყვანოს. ყოველივე ამის თავიდან ასაცილებლად და ყვითელი ჟანგას გასაკონტროლებლად საუკეთესო გზად, როგორც არაერთხელ იქნა აღნიშნული, დაავადებისადმი გამძლე ჯიშების კულტივირება და აგრეთვე, სხვა ბიოლოგიური საშუალებების გამოყენება რჩება.

1.4.3. ყვითელი ჟანგას ბიოლოგიური კონტროლი.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, დაავადებების წინააღმდეგ საბრძოლველად ქიმიური საშუალებების გამოყენებამ კაცობრიობა მრავალი პრობლემის წინაშე, მათ შორის - გარემოს პესტიციდებით გაჭუჭყიანების წინაშე დააყენა. ამიტომ, დღის წესრიგში დადგა მცენარეთა დაცვის ქიმიური მეთოდების ალტერნატიული ხერხების ძიება. ამ თვალსაზრისით პერსპექტიულ საშუალებებს წარმოადგენენ სხვადასხვა მცენარეული ექსტრაქტები, ბიოსტიმულატორები (ბიოაქტივატორები), რომლებიც, ხასიათდებიან რა მოქმედების ფართო სპექტრით, ხელს უწყობენ მცენარეს, მაქსიმალურად გამოავლინოს პოტენციური სასიცოცხლო შესაძლებლობანი. ისინი ზემოქმედებენ ურთულეს ბიოლოგიურ პროცესებზე და სამეურნეო მახასიათებლებზე, როგორცაა დაავადებებისა და გარემო ფაქტორებისადმი გამძლეობა, მოსავლის ხარისხი და ა.შ.

მცენარისა და დაავადების გამომწვევი პათოგენის ურთიერთდამოკიდებულების გენეტიკური მექანიზმისა და შეძენილი ფიტოიმუნიტეტის პრობლემების კვლევის განსაკუთრებული მნიშვნელობა იმითა განპირობებული, რომ მიუხედავად გამძლეობის სელექციაში მიღწეული წარმატებებისა, არაა გადაჭრილი ეპიფიტოტიებისაგან მცენარეთა დაცვის პრობლემა. ძალიან ხშირად ჯიშთა გამძლეობა ხანმოკლეა. ამასთან, ფიტოიმუნიტეტის მექანიზმის შესწავლამ აჩვენა, რომ დაავადებებისადმი ჯიშთა გამძლეობას საფუძვლად უდევს უჯრედის კედლის ლიგნიფიკაცია, ფიტოალექსინების წარმოქმნის უნარი და სხვ. რადგან დამცავი

ფაქტორის ინდუცირება შესაძლებელია მიმღებ მცენარეებში, გაჩნდა გარეგანი ზემოქმედებით მათი რეგულირების იდეა. კერძოდ, მცენარეთა ქიმიური და ბიოლოგიური იმუნიზაციის გზით, რომელიც უსაფრთხოა ადამიანისა და გარემოსათვის. ბიოლოგიური ინდუქტორები სხვადასხვა ქიმიური ნაერთებია, რომლებიც გამოყოფილია სოკოების, ბაქტერიების, წყალმცენარეებისა და უმაღლესი მცენარეებისაგან. მათ ახასიათებთ გარკვეული ზემოქმედება მცენარისა და პათოგენის მეტაბოლიზმზე [Дьяков,1987:28; Кульнев...1997; Тютереv,1984:138; Никольская, 1982:116; Hofferek, 1984:52-64; Peterson...1948:496].

სხვადასხვა მიკროორგანიზმების წინააღმდეგ მცენარეული ექსტრაქტების აქტიურობის კვლევებმა ცხადყო ბუნებრივი ქიმიური ნივთიერებების, როგორც არაფიტოტოქსიკური, სისტემური და ქსოვილებში ადვილად შემღწევი ალტერნატიული პესტიციდების შესაძლო წყაროების მნიშვნელობა. ისინი საშუალებას იძლევიან თავიდან ავიცილოთ გარემოს დაბინძურების პრობლემები, ასევე, სინთეზური ქიმიური ნივთიერებების ზემოქმედება სამიზნე ორგანიზმებზე. პესტიციდების მუდმივი გამოყენება იწვევს მათ მიმართ გამძლე მავნე ორგანიზმების პოპულაციების გაჩენას. ამიტომაც, მრავალ ქვეყანაში მიმდინარეობს კვლევები მათთან ბრძოლის მეთოდების საძიებლად, რომლებიც ჩაანაცვლებს ქიმიურს. სოკოვანი დაავადებების კონტროლისათვის გამოიყენება სხვადასხვა მინერალური მარილი, ეთერზეთები, მცენარეული ექსტრაქტები და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები [მეტრეველი, 2012; ბოკერია, 2005; Copping...2000:651; Mimee...2009:989]. ფართოდა გაშლილი კვლევები გოგირდისა და სპილენძის შემცველი ფუნგიციდების ალტერნატიული ბუნებრივი ნივთიერებების საძიებლად.

ნათელია, რომ შესაძლებლობა მცენარეთა სამეფოს უდიდესი ნაწილის გამოყენებისა, როგორც სოკოვანი პათოგენების განვითარების კონტროლისათვის გამოსაყენებელი ფუნგიციდების ნედლეულისა, ჯერ კიდევ შეუსწავლელია [Romero...2007:969]. გაანგარიშებები გვიჩვენებს, რომ მცენარეულ ნედლეულზე დამზადებული პესტიციდების წარმოება უფრო იაფია და ხელმისაწვდომი. არსებული წყაროების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ასეთი მცენარეთა სახეობების ძიება დიდი ხანია მიმდინარეობს. ცნობილია 137 ოჯახის 1146 სახეობის მცენარის ფუნგიციდური

თვისებების კვლევის შესახებ [Лесников...1969:226]. ძლიერი ფუნგიციდური მოქმედებით ხასითდება წყლიანი ექსტრაქტებიდან და ნაყენებიდან გამოყოფილი ალკალოიდები და ეთერზეთები. ამავდროულად დაფიქსირებულია მათი ფიტოტოქსიკურობის ცალკეული შემთხვევები. ხაზგასასმელია, რომ საერთაშორისო პრაქტიკაში in vitro ფიტოტოქსიკურობის შესწავლა ითვლება მარეკოგნოსცირებელ ეტაპად. ამიტომაც არაა შემთხვევითი, სხვადასხვა მცენარეული ექსტრაქტის კერძოდ, *Piper belte*, *Ocimum sanetum*, *Nictanthes arbortristis* და *Citrus Limon* ფუნგიციდური აქტივობის in vivo შეფასებისას, ეს ორი მაჩვენებელი ზოგჯერ ერთმანეთს ემთხვეოდა. ამასთან, იყო ფაქტები, როცა მცენარეების in vitro და in vivo გამოცდისას მოქმედების სხვადასხვა მიმართულება გამოვლინდა [Choi... 2004:184].

ფუნგიციდური ნივთიერებების პროდუცენტი შეიძლება იყოს მცენარის ნებისმიერი ნაწილი (ყვავილი, ფოთლები, ღერო, მერქანი, ფესვი, თესლი, ნაყოფი). თუმცა, მათი წარმოქმნა, გადანაწილება და კონცენტრაცია სულაც არაა ერთგვაროვანი და მუდმივი. ბოლომდე არაა ნათელი მათი დამცავი მოქმედების მექანიზმი. ითვლება, რომ ისინი ტოქსიკურად მოქმედებენ უშუალოდ პათოგენზე [Scheiwe...1996; Blaeser...1999:491], ან თვით პატრონ-მცენარის თავდაცვით რეაქციას ასტიმულირებენ. მაგალითად, დადგენილია, რომ *Reynoiitria sachalinensis* ექსტრაქტებით კიტრის დამუშავება ისეთი ფერმენტების აქტიურობის მატებას იწვევს, როგორცაა პეროქსიდაზა, პოლიფენოლოქსიდაზა, ქიტინაზა, 3-გლუკოზა, ხოლო დამუშავების შემდეგ მკვეთრად იმატებს ფიტოალექსინების შემცველობა [Daayf...1997:713].

ამგვარად, სულ უფრო მეტი ინფორმაცია გროვდება მცენარეთა სხვადასხვა სახეობის უნარის შესახებ, მოახდინოს სხვადასხვა პათოგენის განვითარების ინჰიბრება, რაც მიუთითებს შესაძლებლობაზე, გამოვიყენოთ მათგან მიღებული პრეპარატები, როგორც ქიმიური პესტიციდების ალტერნატივა. ხაზგასასმელია, რომ აღინიშნება ზოგადი ინტერესი, რათა აწარმოონ მცენარეულ ექსტრაქტებზე და ეთერზეთებზე დამზადებული პრეპარატები, რომლებსაც გამოიყენებენ პათოგენური მიკროორგანიზმების, კერძოდ სოკოვანი ეტიოლოგიის, წინააღმდეგ საბრძოლველად. ასე, მაგალითად, დადგენილია *Bacopa monnieri* და *Homskioldia sanguine*-დან გამოყოფილი ექსტრაქტების (კონცენტრაცია 4-დან 10მგ/მლ)

პესტიციდური გავლენა *Fusarium fusiformis* მიმართ, რაც გამოიხატებოდა მიცელიუმის ზრდისა და სპორების გაღვივების ინჰიბირებაში. სპექტრალური და ქიმიური ანალიზებით დადგენილია მათი სტრუქტურა და ქიმიური კუთვნილება [Chaudhuri...2004:114] ცნობილია, რომ უმაღლესი მცენარეების თესლში არსებული ზოგიერთი ცილოვანი ნაერთის არსებობა, რომელთაც ფუნგიციდური ეფექტი ახასიათებთ, თესლს ანიჭებს ნიადაგის პათოგენების მიმართ გამძლეობას [Huynh...1992:6635]. ბევრი მათგანია იდენტიფიცირებული [Thevisen...2000:54]. სხვადასხვა ოჯახის 50 სახეობის მცენარის თესლის ექსტრაქტების მოქმედების შეფასებისას ფუნგიციდური ეფექტი ისეთი სისტემებისათვის, როგორცაა *Harpullia cupanioides-Rizoctonia solani*, *Curvularia lunata-colletotrichum musae* და *Alternaria alternaria* იყენებდნენ მცენარეთა ექსტრაქტებს, რომლებიც მიღებულია ეთიოპიის ადგილობრივი ფლორის მცენარეთა მიწისზედა ნაწილებიდან. ნაჩვენებია, რომ *Dolichos Kilimandscharicus*, *Phytolacca doecandra*-ს და *Maevua subcordata*-ს ფესვებს ფუნგიციდური ეფექტი აქვთ სოკოების - *Botrytis cinerea* Pevs, *Fusarium oxysporum*, *Sclevrotium rolfsii*, Sacc, *Rhizoctoria solani* Kuhn, *Botryosphaeria dothidee* Moug. Fr. და *Pythium ultimum* Trow მიმართ. აგრეთვე, *D.Kilimandscharcus*-დან მიღებული ნივთიერებები ეფექტურად ზღუდავენ პათოგენთა მიცელიუმის in vitro ზრდას და საველე პირობებში გუდაფშუტას სპორების გაღვივების უნარს [Dimitra...2003:39].

ზრდის სტიმულატორების (ვიტამინების) გავლენა ყვითელი ჟანგას სპორების გაღვივების უნარზე გასული საუკუნის სამოცდაათიან წლებში შეისწავლა ქართველ მეცნიერთა ჯგუფმა. მათ დაადგინეს, რომ 24 საათის განმავლობაში წყალში სპორების 10-28% გაღვივდა, მაშინ, როცა წყალში თიამინისა და ბიოტინის დამეტების შემდეგ გაღვივებული სპორების რაოდენობა შესაბამისად 80,8 და 88,4%-მდე გაიზარდა [შოშიაშვილი...1970:236].

თავი 2. კვლევის მასალები და მეთოდები

წარმოდგენილი კვლევა განხორციელდა ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიისა და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის

გამმლეობის გენეტიკის განყოფილებაში, სათბურისა და მინდვრის პირობებში. კვლევის ის ნაწილი, რომლის მიზანი იყო საქართველოში გავრცელებული ყვითელი ჟანგას პოპულაციის მრავალფეროვნების შესწავლა პოლიმერაზა ჯაჭვური რეაქციის PCR-SSR-მეთოდის გამოყენებით, განხორციელდა ჩინეთის ჩრდილო-დასავლეთის აგრარული უნივერსიტეტის მარცვლეულთა სტრესის ბიოლოგიის მთავარ ლაბორატორიაში.

2.1 კვლევის ობიექტი და მასალები. კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის *Puccinia striiformis f.sp. tritici* West. საქართველოში გავრცელებული პოპულაცია და 226 მონოსპოროვანი იზოლატი, რომლებიც ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის რასობრივი შემადგენლობის შესწავლის მიზნით იქნა გამოყენებული.

მცენარეულ საკვლევ მასალას წარმოადგენდა: გამმლეობის ერთეული გენის მატარებელი ჯიშ-დიფერენციატორების და იზოგენური ხაზების საერთაშორისო ნაკრები, რომელიც მოგვაწოდა CIMMYT და ორხუსის უნივერსიტეტმა (დანია); ხორბლის ადგილობრივი სასელექციო მასალა (ხორბლის ენდემური სახეობები და მათი სახესხვაობები, ადგილობრივი ჯიშ-პოპულაციები, რომელიც გადმოგვცა საქართველოს სოფლის მეორეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის სელექციონერებმა, საერთაშორისო ცენტრის ICARDA-ს მიერ მოწოდებული სხვადასხვა დანიშნულების ინტროდუცირებული სასელექციო მასალა (საერთაშორისო სანერგეები, კომერციული და პერსპექტიული ჯიშები) და სხვადასხვა კომპანიების მიერ გადმოცემული ბიოპრეპარატები.

2.2 კვლევის მეთოდები.

2.2.1. ხორბლის ნათესების გამოკვლევა

ჟანგების გავრცელების არეალისა და ინტენსივობის, დაავადების განვითარების დონის დადგენისა და დაავადების ნიმუშების შეგროვების მიზნით ხორბლის ნათესები გამოკვლეული იყო ხორბლის წარმოების ყველა ძირითად ზონაში საერთაშორისო მეთოდოლოგიის შესაბამისად [Yahyaoui ...2003:76; Санин...2002; Knot, 1989]. გამოკვლევა ტარდება წინასწარ დადგენილი კალენდრის, გეგმისა და მარშრუტის მიხედვით. ნათესი ფართობების დათვალიერება ტარდება მცენარეთა

ვეგეტაციის განმავლობაში, განსაკუთრებით კი, დაავადების განვითარებისათვის კრიტიკულ ფაზებში. ვეგეტაციის ფაზების (თესლის გაღივება, აღმოცენება, ბარტყობა, დათავთავება, ყვავილობა და სიმწიფე (რძისებრი, ცვილისებრი სრული სიმწიფე) აღსანიშნავად ზადოქსის მიერ შემუშავებული სკალა იყო გამოყენებული [Zadoks...1974:415]. ნათესი ფართობის დათვალაობა ხდებოდა დიაგნოსტიკური მიმართულებით. მინდვრის კიდურა, შუალედური და ცენტრალური ნაწილების ხუთ სხვადასხვა წერტილში 20 მცენარეზე აღირიცხებოდა დაავადების ძირითადი მაჩვენებლები: ყვითელი ჟანგას გავრცელების სიხშირე და განვითარების ინტენსივობა.

2.2.2 ხორბლის ყვითელი ჟანგას გავრცელებისა და განვითარების ინტენსივობის განსაზღვრა.

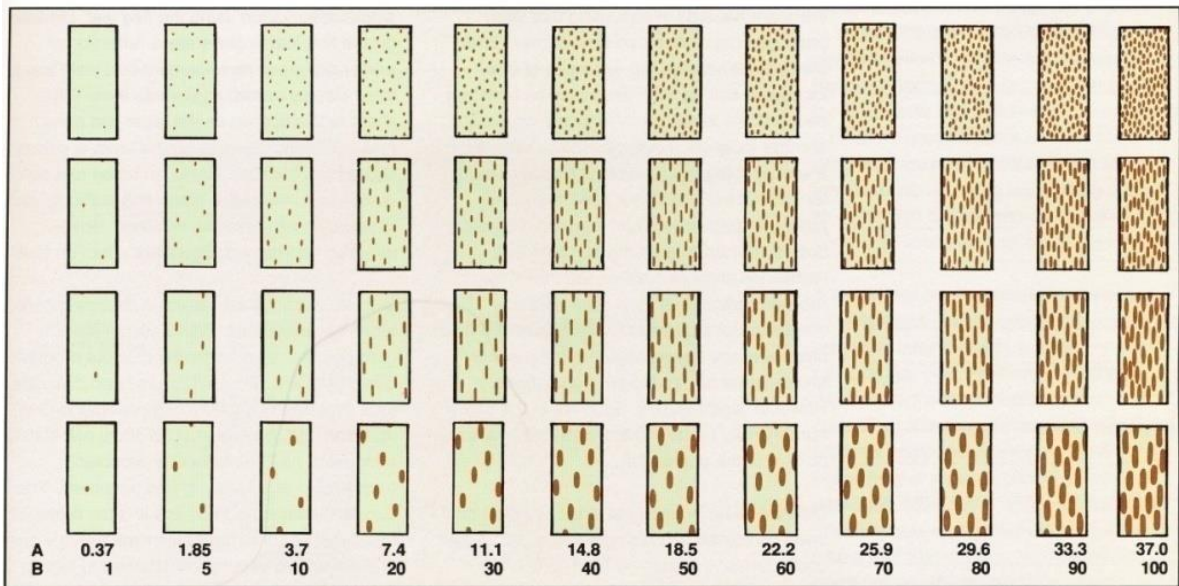
დაავადების გავრცელების ინტენსივობა განისაზღვრება, როგორც დაავადებული მცენარეების რიცხვი, შეფარდებული გამოკვლეულ მცენარეთა საერთო რიცხვთან და გამოიხატება პროცენტებში. დაავადების გავრცელების ინტენსივობას გამოითვლიან ფორმულის მიხედვით:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N},$$

სადაც P დაავადების გავრცელებაა მინდორში (%), N - აღრიცხული მცენარეების საერთო რაოდენობა; n - დაავადებული მცენარეების რაოდენობა.

დაავადების განვითარების ინტენსივობას აფასებენ დაავადების სიმპტომებით დაფარული ზედა პირველი ფოთლის ფართობის მიხედვით [Yahyaoui...2003:76] საყოველთაოდ აღიარებული, პეტერსონის მიერ მოდიფიცირებულ ქობის (Cobb) საერთაშორისო სკალის გამოყენებით [Peterson...1948:496], რომელშიც მოცემულია ამა თუ იმ დაავადების განვითარების ხარისხი პროცენტებში ან ბალებში (სურ. 4). ინფექციურობის კოეფიციენტი (CI) გამოითვლება მასპინძელი მცენარის რეაქციისა და დაავადების განვითარების ინტენსიურობის მიხედვით.

დაავადების აღრიცხვის მეთოდოლოგია დამოკიდებულია გამომწვევის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე და მის ორგანოტროპულ სპეციალიზაციაზე.



სურათი 4. პეტერსონის მიერ მოდიფიცირებული ქობის სკალა

2.2. 3. ყვითელი ჟანგათი დაავადებული ფოთლის ნიმუშების შეგროვება

ხორბლის დაავადებული ფოთლებისა შეგროვება ხდებოდა ხორბლის ნათესი ფართობების მარშრუტული დათვალიერებისას ხორბლის საწარმოო და ჯიშთა გამოცდის ნაკვეთებზე ინფიცირებული ფოთლების და ზოგჯერ, თავთავების სახით. არსებული სტანდარტების მიხედვით ყოველი მინდვრიდან და ხორბლის ცალკეული გენოტიპიდან ვაგროვებთ 7-10სმ სიგრძის 4-10 დაავადებულ ფოთოლს. აუცილებელია, რომ აღებული ნიმუშები მშრალი იყოს. მშრალი ნიმუშები ფრთხილად უნდა დაიკეცოს და მოთავსდეს პერგამენტის, ან საშრობი ქაღალდის კონვერტებში. დაუშვებელია შეგროვებული ნიმუშების პოლიეთილენის პარკებში, პლასტმასის, ან წყალგაუმტარ სხვა მასალაში შენახვა, რათა არ მოხდეს მისი დატენიანება და ლპობა. ინფიცირებული თავთავი უნდა მოთავსდეს ცალკე კონვერტში. თუ ნიმუშის აღებისას მცენარეები სველია, შეგროვებული მასალა ჯერ საშრობ ქაღალდში უნდა მოთავსდეს, შემდეგ კი, შეძლებისდაგვარად სწრაფად უნდა გაშრეს ოთახის ტემპერატურაზე [GRRS protocols, 2016; Gilchrist-Saavedra...1997:1].

2.2. 4. დაავადების გამოძვევის გამოყოფა

ნიმუშიდან სოკოს გამოყოფა სწრაფად, ნიმუშის აღებიდან არაუმეტეს 3-5 დღის განმავლობაში ხდება, რისთვისაც ხორბლის ინფიცირებულ ნაწილებს რამდენიმე

საათით ათავსებენ მარტივ ნოტიო კამერაში ანუ სველი ფილტრის ქალღმერთით ამოფენილ პეტრის ჯამში. სპორების აღება და ძალიან მცირე რაოდენობის წყალში მოთავსება ხდება სკალპელით. შემდეგ სპორების წყლიანი სუსპენზიით ხორციელდება ხორბლის 7-დღიანი აღმონაცენის ხელით ხელოვნური დასენიანება (ინოკულაცია). ინოკულაციიდან 10-14 დღის შემდეგ იწყება სპორების შეგროვება მათი მინის სინჯარებში ჩაფერთხვის გზით. ჟანგას სხვა სახეობით ან ნაცრით ხორბლის აღმონაცენის კონტამინაციის შემთხვევაში ხდება ყვითელი ჟანგათი დაავადებული მონაკვეთების გამორჩევა და პათოგენის ხელმეორედ გამოყოფა მანამ, სანამ იგი სუფთა სახით არ იქნება მიღებული [Browder, 1971:51].

2.2.5. ხორბლის აღმონაცენის გამოზრდა

ნიადაგის მომზადება. ნიადაგი, საშემოდგომოდ და ზამთრის სამუშაოებისათვის მზადდება ზაფხულის ბოლოს, მშრალ, თბილ ამინდში. ნემომპალასა და ცოტაოდენი მდინარის სუფთა ქვიშის ნარევეს ცრიან მსხვილი ნაწილებისა და მცენარეული ნარჩენებისაგან გასათავისუფლებლად, შემდეგ კარგად აურევენ და ჩაყრიან სპეციალურ ბუნკერში, რომელიც სათბურის სათავსოშია მოთავსებული.

აღმონაცენის მიღება. 8-9სმ დიამეტრის ქოთნებს ავსებენ ოდნავ დანამული მიწით. შემდგომი მორწყვისას ნიადაგის ამორეცხვისა და სტელაჟების დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად მიწას ტკეპნიან მსუბუქი დაკაკუნებით. მიწა ქოთნის კიდიდან 1,5-2სმ-ით უნდა იყოს დაცილებული. შემდგომ მიწას ისევ ასველებენ და ზედაპირზე პინცეტით აკეთებენ 7 ჩაღრმავებას, სადაც 1-2 დღის დაღობილ, გაღვივებულ თესლს ათავსებენ. ზემოდან მათ მიწას არ აყრიან, რათა ხელი შეუწყონ კარგ აერაციას და ერთგვაროვანი აღმონაცენის მიღებას. როცა აღმონაცენი სიგრძეში 0,5სმ-სმ მიაღწევს, თესლს ფარავენ მიწის მსუბუქი შეფრქვევით. აღმონაცენს საჭიროებისამებრ რწყავენ.

აღმონაცენის მიღება საკვებ ხსნარებზე. საკვები ხსნარები უზრუნველყოფენ მცენარის კვების სტაბილურ პირობებს. ამასთანავე, ამ დროს შესაძლებელია სათავსოს სამუშაო ზედაპირის უფრო ეკონომიური გამოყენება. ეს მეთოდი წარმატებით იყო გამოიყენებული პათოგენის ვირულენტური სტრუქტურის იდენტიფიცირებისა-

თვისაც. ძირითადად გამოყენებული იყო შემდეგი შემადგენლობის 50% კნოპის ხსნარი: $\text{CaNO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 7,15 ; KCl - 0,6; KH_2PO_4 -1,25; FeSO_4 -0,695; MgSO_4 - 1,25 მდინარის სილით შევსებული 2-3 სმ დიამეტრის პლასტმასის ქოთნებში გამოზრდილი აღმონაცენები დღე გამოშვებით ირწყვებოდა კნოპის ხსნარით ექსპერიმენტის დამთავრებამდე. საკვებ ხსნარებზე მიღებული დიფერენციატორთა აღმონაცენები იყო გამოყენებული ყვითელი ჟანგას გამომწვევის პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურის შესწავლისას.

2.2.6. მონოსპოროვანი იზოლატების მიღება და სპორების შეგროვება

ყვითელი ჟანგას გამომწვევი პათოგენის პოპულაციის ვირულენტური სტრუქტურის შესასწავლად გამოყენებული იყო მონოსპოროვანი იზოლატების მეთოდი [Newton...1932:1-60; Коновалова...1977:143]. მონოსპოროვანი იზოლატების მისაღებად გამოიყენება უნივერსალურად მიმღები ჯიში (რომელიც გამოყენებული იყო საწყისი მასალიდან პათოგენის გამოსაყოფად). ერთი ნიმუშიდან ყოფენ 5-10 იზოლატს. სამუშაოს მიზანია ფოთლებზე ერთეული პუსტულების (მეჭეჭების) მიღება. ამისათვის ხორბლის აღმონაცენის დასაავადებლად იყენებენ ძალიან სუსტ სუსპენზიას, რომელიც უზრუნველყოფს იზოლირებული პუსტულების წარმოქმნას. სუსპენზიის მოსამზადებლად 2-3 წვეთ წყალში ნემსის წვერით შეაქვთ სპორების უმცირესი რაოდენობა. სუსპენზიის ერთი ულუფით 10 მცენარის დაავადებაა შესაძლებელი. 50 მცენარის დასაავადებლად სხვადასხვა „საათის“ შუშაზე ამზადებენ სუსპენზიის 4-5 ულუფას. ეტიკეტირებულ ქოთნებს დაავადებული მცენარეებით 24 სთ-ით ათავსებენ ნოტიო კამერაში, სადაც დაავადების განვითარებისთვის შესაბამისი ტემპერატურა-13 -20°C. და ტენიანობა-70% არის შემდეგ კი მცენარეები გადააქვთ სათბურში - სპეციალურ იზოლატორში. ოთხი დღის შემდეგ ყოველდღიურად გულდასმით ათვალიერებენ მცენარეებს. ინფექციის პირველივე სიმპტომის (ქლოროზული ლაქები) გამოჩენისთანავე ფოთოლს, რომელზედაც ერთი ლაქაა, 1-2 დღით ათავსებენ საიზოლაციო მილში, რომელიც ჩამამაგრებულია ქოთანში. შემდგომ ქოთანს გამოაქვთ იზოლატორიდან, ჭრიან ყველა მცენარეს, რომელზედაც ერთზე მეტი პუსტულაა განვითარებული და ტოვებენ მხოლოდ ერთპუსტულიან ფოთლებს.

საიზოლაციო მილში ფოთოლი იმყოფება პუსტულის საბოლოო მომწიფებამდე. მომწიფებული პუსტულები თითო-თითოდ გადააქვთ მცირე წყალში და ასენინებენ 5-6 მცენარეს. ინოკულაციიდან მე-10 დღეს, როგორც კი ურედინია გაარღვევს ეპიდერმისს, იწყებოდა სპორების შეგროვება. მომწიფებული ურედინიებით დაფარული ფოთლის ფირფიტები რიგ-რიგობით თავსდება სინჯარაში და მის კედლებზე პინცეტის ფრთხილი დაკაკუნებით სპორები ჩაიბერტყება სინჯარაში. შემდეგ სინჯარას თავს უცობენ და უკეთებენ ეტიკეტირებას, მონოიზოლატის ნომრისა და შეგროვების თარიღის მითითებით. ყოველი კლონის ჩაბერტყვის წინ ხელებსა და ინსტრუმენტებს სპირტით ამუშავებენ. სპორების შეგროვება შეიძლება სამ-ოთხჯერ, ინოკულაციიდან 15-20 დღის განმავლობაში [Wan...2012; Roelfs...1992: 32]. საკმარისი რაოდენობით სპორების შეგროვების შემდეგ ხდება დარჩენილი მცენარეების, ნიადაგისა და ქოთნების გაუვნებლყოფა ბიოუსაფრთხოების წესების შესაბამისად.

2.2.7. სპორების გადამრავლება, ანუ ინოკულუმის დაგროვება

პათოგენის სტრუქტურის დახასიათებისა და სასელექციო მასალის იმუნოლოგიური შეფასებისათვის საჭირო ინოკულუმის დასაგროვებლად *P.striiformis*-ის სპორები მრავლდებოდა დაავადებისადმი მიმღებ ჯიშზე „მოროკო“. საველე პირობებში ჩასატარებელი ექსპერიმენტებისთვის ინოკულუმის ბევრად მეტი რაოდენობაა საჭირო, ვიდრე სასათბურე ცდებისათვის, ამიტომ მნიშვნელოვანია გამოყოფილი და გადამრავლებული იზოლატების უცვლელად შენარჩუნება მათი ხანმოკლე თუ ხანგრძლივი შენახვისას.

სათბურის პირობებში ინოკულუმის დაგროვებისას არჩევენ მიმღები ჯიშებს, ყურადღებას აქცევენ ტენის შენარჩუნებას, იზოლაციისა და სანიტარიის სტანდარტული წესების დაცვას [Roelfs...1992:32].

2.2.8. სპორების შენახვა

ცნობილია სპორების შენახვის რამდენიმე მეთოდი. კვლევის პროცესში, ხანმოკლე დროით (2 თვემდე), სპორები ინახებოდა ოთახის ტემპერატურაზე ექსიკატორებში, სადაც ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა იყო 30% (ყოველ 100 მლ წყალს ემატება 64,5 გრ

გოგირდმჟავა), ოთხი თვის განმავლობაში სპორები ინახებოდა 4-5°C-ზე ექსიკატორებში, რომლებშიც ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა 60 % იყო (ყოველ 100 მლ წყალს ემატება 33,5 გრ გოგირდმჟავა). ოთახის ტემპერატურაზე ურედინიასპორების შენახვა მხოლოდ მოკლე დროითაა შესაძლებელი, რადგანაც ამ დროს დიდია ალბათობა, რომ სპორები დატენიანდეს და დაკარგოს სიცოცხლისუნარიანობა. 20-30% ტენიანობა საუკეთესოა სპორების შენახვისათვის [Rowel 1984:291].

პათოგენის ურედინიასპორების ხანგრძლივი დროით ანუ 1-2 წლით შენახვა ხდებოდა სპეციალურ მინის ამპულებში. სპორები წინასწარ შრებოდა ექსიკატორში კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაზე. 48 სთ-ის შემდეგ სპორები გადაიყრებოდა მინის ამპულებში და ისევ ექსიკატორში ყოვნდებოდა 24 სთ-ის განმავლობაში, რის შემდეგაც მინის ამპულებს სპორებით რჩილავდნენ სპირტქურის ალზე. ამპულები ინახებოდა მაცივარში 4-5°C-ზე.

ხანგრძლივი შენახვის შემდეგ სპორების სიცოცხლისუნარიანობის და ვირულენტური თვისებების ამაღლების მიზნით საჭიროა მათი დამატებითი დამუშავება. შენახული სპორების განახლებისას ხდებოდა მათი რეჰიდრატაცია სამი საათის განმავლობაში [Roelfs...1992:34], სპორების თანდათანობითი დატენიანებით: სინჯარაში მოთავსებული სპორები 24 საათით თავსდებოდა წყლიან ექსიკატორში (ტენიანობა 100%) ან ურედოსპორების თერმულად მუშავდებოდა - სინჯარაში მოთავსებული სპორები ცხელდებოდა თერმოსტატში 50°C-ზე /30 წთ.

2.2.9. ინოკულაციის მეთოდები

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სოკოს გამოსაყოფად და მონოურედინიალური იზოლატების გადასამრავლებლად ხორციელდებოდა ერთკვირიანი ხორბლის აღმონაცენის ხელოვნურად დასენიანება სხვადასხვა გზით ექსპერიმენტების მიზნის, შინაარსისა და ცდის ჩატარების პირობებიდან გამომდინარე. კვლევის განმავლობაში გამოიყენებოდა წყლიანი სუსპენზიის შესხურება, მშრალი სპორების შეფრქვევა და აღმონაცენზე ლანცეტის საშუალებით სპორების გადატანა, იმისათვის, რომ ინოკულაცია წარმატებით განხორციელდეს, წინასწარ აუცილებელია შენახული სპორების სიცოცხლისუნარიანობის შემოწმება. ამ მიზნით მათ 15სთ-ის მანძილზე

ათავსებენ წყლიან ექსიკატორში ოთახის ტემპერატურაზე. შემდეგ ნემსის წვერით მცირე რაოდენობის სპორებს ათავსებენ 1-2 წვეთ წყალში სასაგნე მინაზე, აჩერებენ 20სთ-ის განმავლობაში და მიკროსკოპით ითვლიან გაღივებული სპორების რაოდენობას. სასურველია, გაღივებული სპორების ღვივის სიგრძე აღემატებოდეს მათ დიამეტრს. საკმარისი წვეთოვანი ტენის არსებობა აუცილებელია ინოკულაციის წარმატებისათვის, რადგანაც სხვაგვარად სპორები გაღივდება, თუმცა, არ მოხდება ინფიცირება [Stubbs et al. 1986:46].

სათბურში, შედარებით მცირე რაოდენობის მცენარეთა ინოკულაცია ხელით ხდებოდა: მუშაობის დაწყების წინ აუცილებელია ხელების საპნით დაბანა და ხელების, სამუშაო ზედაპირის და ინსტრუმენტების სპირტით დეზინფექცია.

მცირე მოცულობის ცდის შემთხვევაში საათის მინაზე ამზადებენ სპორების სუსპენზიას. ფოთოლზე სპორების თანაბარი განაწილების უზრუნველყოფის მიზნით მცენარეებს ინოკულაციის წინ პულვერიზატორით შეასხურებენ წყალს და აავადებენ აღმონაცენის პირველ ფოთოლს: მარცხენა ხელის ორი თითით ფრთხილად იჭერენ ფოთლის წვერს და მარჯვენა ხელით, სკალპელით ფოთლის ქვედა მხარეს, ქვემოდან ზემოთ წაუსვამენ სპორების სუსპენზიას. ერთი ნიმუშით ინოკულაციის ჩატარების შემდეგ და მომდევნო ნიმუშის გამოყენების წინ, ასევე, აუცილებელია სამუშაო ადგილის, ინსტრუმენტებისა და ხელების სპირტით დამუშავება.

ინოკულაციის შემდეგ მცენარეებს ფრთხილად დანამავენ წყლით (რათა არ ჩამორეცხონ დატანილი ინფექცია), უკეთებენ ეტიკეტს ნიმუშის ნომრისა და ინოკულაციის თარიღის მითითებით. შემდგომ მცენარეებს 16-24 სთ-ით ათავსებენ ნოტიო კამერაში, სადაც ტენიანობა 70-80%-ია;

უფრო მოცულობითი ცდების ჩატარებისას ინოკულაცია ტარდებოდა სპორების წყლიანი სუსპენზიის შესხურებით, პულვერიზატორის გამოყენებით. სათბურის პირობებში ჯიშ-დიფერენციატორებისა ან იზოგენური ხაზების ნაკრების ინოკულაცია აღმონაცენის 1-2 ფოთლის ფაზაში ტარდებოდა კომპრესორის ხაზის პულვერიზატორით, ორკვირიანი კლონური კულტურის სუსპენზიის შესხურებით.

ფოთოლზე სპორების უკეთესი ფიქსაციისათვის სუსპენზიას ემატებოდა მცირე რაოდენობით(1-2 წვეთი 1ლ წყალზე) დეტერგენტი -Twin 20 ან Twin 60 (Brouder,1971).

ცალკეულ შემთხვევაში გამოყენებული იყო აგრეთვე მოჭრილი ფოთლების ინოკულაციის მეთოდი [Михайлова и Квитко, 1970: 269–27]. ბენზიმინდაზოლს ამატებენ აგარიზებულ საკვებ არეში. ამასთანავე შესაძლებელია მისი წყალხსნარის გამოყენებაც. ინოკულაციისათვის გამოიყენება ნებისმიერი ზემოთაღწერილი მეთოდით გამოზრდილი მცენარის ფოთლები. პირველ შემთხვევაში 3-4სმ სიგრძის ფოთლის სეგმენტს ათავსებენ პეტრის ჯამში 1% აგარის არეზე, რომელშიაც ბენზიმინდაზოლია დამატებული (40მგ/ლ) ისე, რომ ფოთლის ერთი ბოლო ჩაძირული იყოს აგარში, მეორე კი მის ზედაპირს ცდებოდეს. ნაკრების ყველა ჯიშოდან ჭრიან ფოთოლს. რიგის მიხედვით ათავსებენ პეტრის ჯამში შეასხურებენ წყალს და შემდეგ აავადებენ: ურედოსპორებს ფოთოლზე დაატანენ ფუნჯით და აჩერებენ 24 სთ-ის განმავლობაში. შემდეგ ოდნავ გადახდიან სახურავს, ჯამებს კი ათავსებენ ჟანგას განვითარებისათვის შესაფერის პირობებში (შესაბამის ტემპერატურისა და განათების ქვეშ). ჯიშთა რეაქციის ტიპს განსაზღვრავენ 14 დღის შემდეგ.

საველე პირობებში ინოკულაცია ტარდებოდა შესხურებით ან მშრალი სპორების ტალკთან ნარევის (1:40 ან 1:100) შეფრქვევით [Roelfs...1992:36]. ინოკულაცია აუცილებელია გვიან საღამოს, უქარო ამინდში, ნამის ფორმირების შემდეგ ჩატარდეს, რათა ინფიცირებისათვის აუცილებელი ტენი შენარჩუნდეს 10-15 საათის განმავლობაში. სხვა შემთხვევაში, მცენარეებს ხელოვნურად ატენიანებენ [Rowell, 1984:291; Tervet...1951:286].

2.2.10. ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის *P. striiformis* f. sp. *tritici* ვირულენტობის გენური სტრუქტურის და პათოტიპური შემადგენლობის იდენტიფიცირება

ამერიკელი მეცნიერის - ფლორის ჰიპოთეზა „გენი გენზე“, რომლის მიხედვითაც მცენარის გამძლეობის ყოველ გენს პათოგენის ავირულენტობის გენი შეესაბამება [Flor, 1971:275-296], საფუძვლად უდევს ობლიგატური პარაზიტებისა და ფაკულტატური საპროფიტების ვირულენტობისა და მასპინძელი მცენარის გამძლეობის გენეტიკური ურთიერთობის კანონზომიერებათა ანალიზს. მეთოდი, რომელიც ამ ანალიზისათვის გამოიყენება, ეფუძნება დიფერენციატორი მცენარეების პათოგენის მონოსპოროვანი იზოლატებით ინოკულაციაზე საპასუხო რეაქციას. ინფექციის ტიპის ანუ

დიფერენციატორთა საპასუხო რეაქციის ტიპების აღრიცხვა ხდებოდა ბალებში საყოველთაოდ ცნობილი სხვადასხვა საერთაშორისო სკალის მიხედვით. კერძოდ, გამოიყენებოდა გასნერის სკალა, სადაც გამოიყოფა რეაქციის ოთხი ტიპი: გამძლე (იმუნური, ძლიერ გამძლე), ზომიერად გამძლე, ზომიერად მიმღები და ძლიერ მიმღები (ცხრილი 2, სურათი 5)[Roelfs...1992:32].

ცხრილი 2. მასპინძელი მცენარის რეაქცია და ინფექციის ტიპის აღრიცხვა საერთაშორისო სკალების მიხედვით

მასპინძელი მცენარის რეაქცია	რეაქციის ტიპი		დაავადების სიმპტომები	მასპ. მცენ. რეაქციის საერთაშორ. აღნიშვნა
	McNeal-ის მიხედვით	Gassner-ის მიხედვით		
იმუნური	0	I	დაავადება უხილავია	0
ძლიერ გამძლე	1	00	ნეკროზული/ქლოროზული ლაქები, სპორულაციის გარეშე	VR
გამძლე	2	0	ნეკროზული/ქლოროზული ხაზები სპორულაციის გარეშე	R
ზომიერად გამძლე	3-6	I	ნეკროზული/ქლოროზული ხაზები, სპორულაციის კვალი ან სუსტი სპორულაცია	MR
ზომიერად მიმღები	7	II	უხვი სპორულაცია, ნეკროზული/ქლოროზული ხაზები	MS
მიმღები	8	III	უხვი სპორულაცია, ქლოროზი	S
ძლიერ მიმღებიანი	9	IV	უხვი სპორულაცია, ქლოროზის გარეშე	VS



VR R MR MS S VS

სურათი 5. ყვითელი ჟანგასადმი რეაქციის ტიპები (R.W.Stubbs-ის მიხედვით)

დღეისათვის მთელ მსოფლიოში ყვითელი ჟანგას გამომწვევის *P. striiformis* f. sp. *tritici*-ს პათოტიპების, ანუ რასების იდენტიფიცირების მიზნით ფართოდ გამოიყენება დიფერენციატორთა სხვადასხვა ნაკრები. პროცესის მეტი სიზუსტისათვის ჯიშ-დიფერენციატორების პარალელურად იყენებენ, აგრეთვე, ხორბლის სხვა მონოგენური ხაზების ნაკრებს, სადაც წარმოდგენილია დღეისათვის დადგენილი ცალკეული მნიშვნელოვანი გამძლეობის გენები. წარმოდგენილ კვლევაში პათოგენის ვირულენტობის გენური სტრუქტურის დასადგენად გამოყენებული იყო CIMMYT-დან მიღებული საერთაშორისო ნაკრები (ცხრილი 3), რომელიც შედგებოდა 23 გამძლეობის გენების შემცველი იზოგენური ხაზისა და ჯიშისგან.

ცხრილი 3. ყვითელი ჟანგას დიფერენციატორთა საერთაშორისო ნაკრები

N	გამძლეობის წყარო	გამძლეობის გენები
1	Yr 1 / 6* Avocet S 81033, Source Chinese 166	Yr 1
2	Yr 5/ 6* Avocet S	

	81034, T. Spelta	Yr 5
3	Yr 6 / 6* Avocet S 81035, Oxley	Yr 6
4	Yr 7 / 6* Avocet S 81036, Lee	Yr 7
5	Yr 8 / 6* Avocet S 81037, Compare	Yr 8
6	Yr 9 / 6* Avocet S 81038, Clement	Yr 9
7	Yr 10 / 6* Avocet S 81039, Moro	Yr 10
8	Yr 11 / 3* Avocet S 81040, Joss Cambeir	Yr 11
9	Yr 12 / 3* Avocet S 81041, Mega	Yr 12
10	Yr 15 / 6* Avocet S 81042, T.dicoccoides deriv. V 763 -251-N5	Yr 15
11	Heines VII	Yr 2
12	Vilmorin 23	Yr 3a
13	Nord Despress	Yr 3
14	Yr 17/ 6* Avocet S 81043, Shortim/VPM deriv	Yr 17
15	Yr 18 / 3* Avocet S 81044, Jupateco R	Yr 18
16	Yr 24 /3* Avocet S 81045, Meering2*LK 7331	

	T.taushii (CPI 18911)	Yr 24
17	Yr 26 / 3* Avocet S 811046, Aaaynaldia vilosa (C.94.153)	Yr 26
18	Yr SP /6* Avocet S 81047, Spalding Prolific	Yr SP
19	YR SK / 3* Avocet S 81048, Opata	Yr SK (27)
20	Jupateco R 81049	(Yr 18)
21	Jupateco S 81050	JS
22	Avocet R 81051	Yr A
23	Avocet S 81052	AS

იდენტიფიცირებული პათოტიპების და ფენოტიპების ჩაწერა ხდებოდა გრინის ფორმულით [Green, 1981:33], რომელიც საკმაოდ მარტივია და მკაფიოდ ახასიათებს პატრონ-მცენარისა და პათოგენის ურთიერთკავშირის ეფექტურობას. ფორმულის მიხედვით წილადის მარცხენა მხარეს ავირულენტური გენებია მოცემული, ხოლო მარჯვენა მხარეს - ვირულენტური გენები.

მარცვლოვანთა ჟანგების გამომწვევთა პათოტიპური შემადგენლობის იდენტიფიცირებას ახდენენ მართვადი ტემპერატურისა და სინათლის რეჟიმის პირობებში, ან წლის ხელსაყრელ დროს (გაზაფხული, შემოდგომა) სათბურში და სავეგეტაციო სახლებში. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ხორბლის ყვითელი ჟანგას განვითარებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 10-13°C. დღის ხანგრძლივობა საშუალოდ 16 სთ-ს უნდა შეადგენდეს. თუკი სათბურში განათება 7 ათ. ლუქსზე

ნაკლებია, ხოლო დღის ხანგრძლივობა 12 საათზე ნაკლები, შეიძლება გამოვიყენოთ დამატებითი განათება. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა მუშაობისას 60-70% იყო. მისი მატება ჟანგების პუსტულების ღპობას იწვევს და ნაცრის განვითარებას უწყობს ხელს.

2.2.11. ყვითელი ჟანგას პოპულაციის მრავალფეროვნების სტატისტიკური ანალიზი

პათოგენის პოპულაციის ვირულენტობის სტრუქტურის და პოპულაციაში მიმდინარე ცვლილებების შესახებ შეიძლება ვიმსჯელოთ ვირულენტობის გენების სიხშირის მიხედვით, შიდაპოპულაციური და პოპულაციებს შორის ცვალებადობის შესახებ კი - პოლიმორფობისა (P) და პოპულაციის მრავალფეროვნების მაჩვენებლების (პათოტიპთა საშუალო სიხშირის) მიხედვით [Айала, 1984:40].

პოპულაციის ვირულენტობის ფაქტორი (fv) ანუ საშუალო ვირულენტობა განსაზღვრული იქნა პოპულაციაში იდენტიფიცირებული ვირულენტური გენების ჯამის შეფარდებით გაანალიზებული კლონების რიცხვთან [Кашемирова...1985:61].

ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციის მრავალფეროვნების ხარისხის დასახასიათებლად გამოთვლილი იქნა პათოგენის პოპულაციის ცვალებადობის მაჩვენებლები - შენონის და გლისონის ინდექსები [Silva et al., 2007:5]. კერძოდ, შიდაპოპულაციური მრავალფეროვნების მაჩვენებელი შენონის ინდექსი გვიჩვენებს პოპულაციის შიგნით პათოტიპებს შორის მსგავსების ხარისხს და გამოვიანგარიშეთ ფორმულით: $H_{SH} = -\sum (P_j \ln P_j)$, სადაც $j = 1 \dots n$, და $\dots P_j \cdot P_i$ - პათოტიპების სიხშირეა. რაც უფრო ახლოსაა შენონის ინდექსი 1-თან, მით უფრო დიდი მსგავსება პათოტიპებს თუ შესადარებელ პოპულაციებს შორის.

გლისონის ინდექსი [Groth...1987:1503] აგრეთვე გვიჩვენებს პოპულაციაში იდენტიფიცირებული რასების რიცხვს და მიგვითითებს პოპულაციის მრავალფეროვნების შესაბამის დონეზე. გლისონის ინდექსი გამოითვლება ფორმულით: $H_G = (n-1)/\ln(N)$. ინდექსის მაქსიმალური მაჩვენებელი 1-ის ტოლია.

მრავალფეროვნების მაჩვენებლის სტატისტიკური ცდომილება გამოვთვალეთ ფორმულით : $S_H = \frac{h(m-h)}{N}$, სადაც m - მორფების რიცხვია, N - პოპულაციის ამონარჩევი.

იმვითი მორფების რიცხვი (r) პოპულაციაში განვსაზღვრეთ ფორმულით: $r = 1 - \frac{H}{m}$, ხოლო მისი ცდომილება - შემდეგი ფორმულით: $S_h = \frac{h(1-h)}{N}$. h იძლევა ახალ ინფორმაციას შიდაპოპულაციური მრავალფეროვნების ხასიათის შესახებ. მაშინ, როცა H_G ინდექსებით შეგვიძლია შევაფასოთ პოპულაციის მრავალფეროვნების ხარისხი, h მაჩვენებელი იძლევა ამ მრავალფეროვნების სტრუქტურის შეფასების საშუალებას. იმისათვის, რომ შეგვედარებინა საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში გავრცელებული პოპულაციები ერთმანეთთან, სტატისტიკური ანალიზისთვის გამოყენებული იყო Genescan კომპიუტერული პროგრამა (Local Southern Method) (Applied Biosystems), რომელსაც საფუძვლად უდევს პოპულაციებს შორის მსგავსების მაჩვენებელი - ჟაკარდის კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით: $J = \frac{C}{m_1 + m_2}$, სადაც C არის ორივე პოპულაციისთვის საერთო რასების რიცხვი, ხოლო m_1 და m_2 არის პირველ და მეორე პოპულაციაში იდენტიფიცირებული რასების რიცხვი. პოპულაციის მსგავსების მაჩვენებელი გამოხატავს შესადარებელ პოპულაციებში საერთო მორფების სიხშირეს. J -ს მნიშვნელობა არ აღემატება 1-ს. იგი ტოლია 1-ის, როცა შესადარებელი პოპულაციები იდენტურია. $R=0$, როცა პოპულაციები არ შეიცავენ არც ერთ საერთო მორფს.

პათოგენის იზოლატების ვირულენტობა/ავირულენტობის არსებობა- არარსებობის აღრიცხვის საფუძველზე შეიქმნა 1/0 ბინარული მატრიცა. მსგავსება იზოლატებს შორის განისაზღვრა MVSP კომპიუტერული პროგრამის მეშვეობით. ჟაკარდის კოეფიციენტის გამოყენებით დავადგინეთ მსგავსების მატრიცა. კლასტერული ანალიზის UPGMA მეთოდის (unweighted pair group method with arithmetic average) საშუალებით ავაგეთ დენდროგრამა, რომელიც გამოხატავს გენეტიკური მსგავსების ხარისხს სხვადასხვა იზოლატების ფენოტიპებს შორის. ამ გზით პოპულაციებს შორის გამოვლენილი იქნა განხვავებული გენოტიპები, რაც გენოტიპური პოლიმორფიზმის გარკვეულ დონეზე მიუთითებს. მსგავსი ფენოტიპების მქონე იზოლატები ერთიანდება კლასტერებად. ძალიან მაღალი მსგავსებისაა ის იზოლატები, რომელთა მსგავსების კოეფიციენტი $r_j \geq 0,82$.

2.2.12. ყვითელი ჟანგას მრავალფეროვნების შესწავლა მოლეკულური მარკერებით

ყვითელი ჟანგას ქართული პოპულაციის მრავალფეროვნების შესასწავლად გამოყენებული იყო SSR - მეთოდი (მარტივი სექვენირების განმეორება) და მიკროსატელიტები, ანუ მოკლე თანმიმდევრობების განმეორებადობები, ე.წ. SSR მარკერები.

დნმ-ის ექსტრაქცია. ურედოსპორებიდან დნმ-ს ექსტრაქცია ხდებოდა ალჯანაბისა და მარტინეზის [Aljanabi...1997] მიერ აღწერილი მეთოდის მიხედვით: ურედოსპორები თავსდებოდა ცენტრიფუგის 1,5 მკლ მიკროსინჯარებში სპორების ეკვივალენტური რაოდენობის სილიკა-ქვიშასთან ერთად და ემატებოდა 200 მკლ საექსტრაქციო ბუფერი (0,4მოლი NaCl, 10მმოლი Tris-HCl [pH=8] და 2მმოლ EDTA [pH=8]. ნარევის სრესენ პლასტიკური სანაყით 10-15 წთ განმავლობაში. უმატებენ 300 მკლ საექსტრაქციო ბუფერს და 5მკლ პროტეინაზა-K-ს, ფრთხილად ურევენ და ათავსებენ საინკუბაციოდ 65°C-ზე 2სთ-ით. 750მკლ ფენოლ-ქლოროფორმ-იზოამილალკოჰოლის (25:25:1, pH=>7,8)დამატებისა და ვორტექსირების შემდგომ ხდებოდა ნარევის ცენტრიფუგირება 3წთ 13 000 ბრუნი/წმ სიჩქარით 4°C-ზე. ზედა სითხისებური ფაზა გადააქვთ სუფთა სინჯარაში და უმატებენ 750მკლ იზოპროპანოლს, რის შემდეგაც დნმ-ს გამოსალექად ათავსებენ -20°C-ზე მთელი ღამის განმავლობაში. ნარევის 13 000 ბრუნი/წმ სიჩქარით 30 წთ-ით ცენტრიფუგირების შემდეგ ზედაპირიდან სითხეს ღვრიან, დარჩენილ დნმ-ის კრისტალებს რეცხავენ 75 და 96% ეთანოლით და 2 სთ განმავლობაში აშრობენ გამწოვის ქვეშ. დნმ-ს ხსნიან 50 მკლ 1xTE-ბუფერში, უმატებენ RNA-A (20 მკგ/მლ) - 1.0 მლ და ათავსებენ საინკუბაციოდ 37°C-ზე 30 წუთით რნაზას ასაორთქლებლად. შემდეგ გაწმენდილ დნმ-ს ხსნიან 1xTE-ბუფერში და იმეორებენ გამოლექვის პროცესს, ცენტრიფუგირებას, და ა.შ. როგორც ზემოთ იყო აღწერილი. დნმ-ს კონცენტრაციას ითვლიან სპექტროფოტომეტრის ND-1000 (Bio-Rad, CA) საშუალებით, რის შემდეგაც დნმ-ის ხსნარის კონცენტრაცია დაყავთ 50ნგ/მლ-დე SSR - მარკერებით პჯრ-ტესტის ჩასატარებლად.

SSR - პრაიმერები, პჯრ ამპლიფიკაცია, ელექტროფორეზი და მონაცემთა ანალიზი. გამოიცადა *P.striiformis* f.sp. tritici-ს 12 წყვილი SSR პრაიმერი: RJ3, RJ4, RJ5, RJ15, RJ18, RJ20, RJ21, RJ22, SUNIPst 05-47, Scaffold 45-273492, SUNIPst 15-30, Scaffold176-11303. პჯრ

რეაქციები ტარდებოდა S1000 Thermal Cycler-ში (Bio-Rad). სარეაქციო ხსნარის მთლიანი მოცულობა შეადგენდა 25 მკლ-ს და შედგებოდა: 1მკლ დნმ (50 ნგ/მოლი), 2,5მკლ 10-ჯერადი სარეაქციო ბუფერი (Mg^{2+} -სგარეშე), 2.0 მკლ Mg^{2+} (25 მმოლი), 0,5მკლ dNTPs (10 მმოლი), ყოველი პრაიმერის 0,5მკლ (10 მმოლი), 0,2მკლ Taq DNA polymerase (5 ერთ./მკლ, TaKaRa, იაპონია) და 17,8მკლ ddH₂O. პჯრ მიმდინარეობდა შემდეგ პირობებში: თავდაპირველი დენატურაცია 95°C-ზე 3 წთ; 10 ციკლი: 95 °C, 30 წმ დენატურაცია; 63 °C, 30 წმ გაცხელება ყოველ ციკლზე ტემპერატურის 1°C-ით შემცირებით და 72 °C 30 წმ-ით გახანგრძლივება; 20 ციკლი: 95 °C, 30 წმ დენატურაცია; 58 °C, 30 წმ გაცხელება და 72 °C 30 წმ-ით გახანგრძლივება; საფინალო გახანგრძლივება 72 °C 30 წმ-ით.

პჯრ-პროდუქტი მიღებული იქნა SDS-PAGE (sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis) - პოლიაკრილამიდის გელში ვერტიკალური ელექტროფორეზით. გამოყენებული იყო შემდეგი რეაგენტები: 30% აკრილამიდის/ბისაკრილამიდის (37.5:1) წყალხსნარი (ინახება სიბნელეში); 1.5MTris-HCl buffer(pH8.8); 0.5MTris-HCl buffer (pH6.8); 10% ამონიუმის პერსულფატის (APS) ხსნარი (ყოველ ჯერზე ახალმომზადებული); TEMED:1XTris-glycine-SDSBuffer (10-ჯერად ბუფერს განაზავებენ 1-ჯერადამდე უშუალოდ გამოყენების წინ);

გელის მომზადება: 1. ერთმანეთს „სენდვიჩისებურად“ ვადებთ მინის ფირფიტებს. მოვამზადეთ „ქვემო“-გელისხსნარი;

2. დავამატეთ APS და TEMED, ფრთხილად ავურიეთ, რომ არ წარმოიქმნას ჰაერის ბუშტულები. მნიშვნელოვანია, რომ პოლიმერიზაცია იწყება მიქსტურაში APS-ს დამატებისთანავე, ამიტომ ყველა შემდეგი ქმედება უნდა ჩატარდეს დაუყოვნებლივ.

3. გამყოფი გელის ხსნარი პიპეტით ჩავასხით მინის ფირფიტებს შორის და სივრცის დაახლოებით ¼ დავტოვეთ მეორე გელის ჩასასხმელად. ზემოდან ფრთხილად დავასხით 50% იზოპროპანოლი, 0.1% SDS ხსნარი ან წყალი და ~30 წთ დაველოდეთ გამყოფი გელის პოლიმერიზაციას. პოლიმერიზაციის დასრულების ნიშანია გელის ზედაპირსა და ზემო ხსნარს შორის ნათელი ზოლის წარმოქმნა.

4. გადავასხით წყალი და იზოპროპანოლიან SDS ხსნარი ფრთხილად გავრეცხეთ ორმაგად დისტილირებულ წყალში.

5. მაკონცენტრირებული გელის ხსნარი (რომელიც ზემოთ აღწერილი მეთოდით არის მომზადებული და ახალდამატებული აქვს APS და TEMED) პიპეტით ჩავასხით ფრთხილად, რათა თავიდან აგვეცილებინა ჰაერის ბუშტუკების წარმოქმნა.
6. ჩავსვით სავარცხელი და ვაცალეთ გელს პოლიმერიზაცია დაახლოებით 60წთ.
7. ფრთხილად მოვხსენით სავარცხელი, გელი მოვათავსეთ ელექტროფორეზის აბაზანაში და შევავსეთ იგი ახალდამზადებული 1X Tris-გლიცერინ-SDS ბუფერით, ისე, რომ გელი კარგად დაიფაროს.
8. ჩავასხით ცილების ჩამტვირთავი მარკერი და ნიმუშები.
9. ელექტროფორეზის დასრულების შემდეგ გავხსენით გელიანი „სენდვიჩი“ და გავაგრძელებთ გელის შეღებვა ელექტროფორეზის სედებების ვიზუალიზაციის მიზნით.

პჯრ პროდუქტის გაანალიზება ხდებოდა სპეციალურ სისტემაზე (Applied Biosystems 3730xl DNA Analyzer). SSR- ამპლიკონების სიგრძეს გამოთვლი იქნა GeneMarker-ის გამოყენებით [Holland and Parson, 2011]. SSR-ლოკუსების ჰეტეროზიგოტობას გაანალიზდა Arlequin - პროგრამული უზრუნველყოფის 3.11 ვერსიით [Schneider...2000].

2.13. ხორბლის სასელექციო მასალის იმუნოლოგიური შეფასება

მცენარეთა იმუნოლოგიური ტესტირება მათი დაავადების მიმართ გამძლეობის დონის დადგენას გულისხმობს. წარმოდგენილი კვლევის ფარგლებში განხორციელდა საცდელი სასელექციო მასალის გამძლეობის დონის შესწავლა აღმონაცენის და ზრდასრული მცენარეების ფაზაში. ზრდასრული მცენარეების გამძლეობა სავსე პირობებში, ბუნებრივ და ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე ისწავლებოდა, ხოლო ხორბლის აღმონაცენის შეფასება ხდებოდა ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე სათბურის პირობებში. ხორბლის ნიმუშების გამძლეობის დონის შესწავლის მიზნით ხელოვნური ინფექციური ფონის გამოყენება უმეტესწილად იმიტია განპირობებული, რომ მკაცრი ბუნებრივი ინფექციური ფონის მისაღებად საჭირო რაოდენობის საწყისი ინოკულუმი ბუნებაში ხშირად არ არის მრავალი გარემო ფაქტორზე დამოკიდებულების გამო.

აქედან გამომდინარე, კონკრეტული დაავადების ბუნებრივი ფონი ბუნებაში შესაძლებელია რამდენიმე წლის განმავლობაში არ არსებობდეს. ეს უკანასკნელი კი ქმნის ხელოვნური ინფექციური ფონის გამოყენების აუცილებლობას, რაც აჩქარებს სელექციის პროცესს [Анпилогова...2000]. ხელოვნური ფონი უნდა ასახავდეს პათოგენის ბუნებრივი პოპულაციის ვირულენტურ სტრუქტურას [Гешеле, 1979:196]. საცდელი ნაკვეთი საწარმოო ნაკვეთებიდან 100-150 კმ-თი უნდა იყოს დაშორებული და რელიეფით ან ტყის ზოლით შემოსაზღვრული. საცდელი მასალის იმუნოლოგიური შეფასების წარმატებისათვის საჭიროა წინასწარ დაგროვებული ინოკულუმის ოპტიმალური რაოდენობა, მიმღები მასპინძელი-მცენარე, ჰაერის ოპტიმალური ტემპერატურა და ტენიანობა.

2.13.1 ნიმუშების გამძლეობის დონის დადგენა მინდვრის პირობებში

საცდელი ნიმუშები (ხორბლის სახეობები, ადგილობრივი და შემოტანილი ჯიშები, საერთაშორისო სანერგეები) სამჯერადი განმეორებით იყო დათესილი თითო მეტრიან რიგებად, ყოველი 20 ნომრის შემდეგ დათესილი იყო ჯიში- სტანდარტი და სასიგნალო მიმღები ჯიში. თესვის ნორმა იყო 100-130 თესლი რიგში.

კონკრეტული ცდისთვის საჭირო ინოკულუმის დაგროვება მიმდინარეობდა სათბურში, ინსტიტუტში არსებულ ჟანგების კოლექციაში შენახული პათოტიპების ზემოთაღნიშნული წესით საჭირო რაოდენობამდე გადამრავლებით. ინოკულაცია ჩატარდა ხორბლის განვითარების ე.წ. „ფლაგის“ ფაზაში, გვიან სადამოს, უქარო ამინდში, ნამის ფორმირების შემდეგ, ინფიცირებისათვის აუცილებელი ტენის შენარჩუნებისათვის. სხვა შემთხვევაში, საცდელი მცენარეები ხელოვნურად ტენიანდებოდა [Rowell, 1984:3178] და მინიმუმ 10 საათის განმავლობაში ნამის შესანარჩუნებლად პოლიეთილენით გადაიხურებოდა. ცდები ტარდებოდა ყვითელი ჟანგას განვითარებისთვის ხელსაყრელი პირობებში (ტემპერატურა 10-15°C, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა - 80%). ინოკულაცია მშრალი სპორების ტალკთან ნარევის (1:40 ან 1:100) შეფრქვევით [Roelfs...1992:36] ან სპორებისა და დისტილირებული წყლის სუსპენზიის შესხურებით ტარდებოდა; ინოკულუმის დატვირთვა - 10-20მგ სპორა/მ². ინოკულაციიდან 15-20 დღის შემდეგ აღირიცხება დაავადებების პირველი სიმპტომები, შემდგომ ყოველი 10 დღის შემდეგ აღირიცხებოდა გამოვლენილი

ინფექციის ტიპი, მცენარის საპასუხო რეაქციის ტიპი, და ინდექსი (ცხრილი 4) საერთაშორისო სკალების გამოყენებით [Knott,1989:201; Roelfs...1992:69; Loegering, 1959; Койшибаев...2014:]. დაავადების განვითარების ინტენსივობა აღირიცხა პეტერსონის მიერ მოდიფიცირებული ქობის სკალის მიხედვით [Peterson...1948:496].

ცხრილი 4. ჟანგასადმი მოზრდილი მცენარეების საპასუხო რეაქციის ტიპები, ინდექსები და ინფექციის ტიპი

საპასუხო რეაქცია	ინფექციის ტიპი	ინფექციის ტიპის განმარტება	საპასუხო რეაქციის ინდექსი
დაავადება არ არის	0	ინფექცია თვალთ უჩინარია	0
გამძლე	R	ოდნავ შეიჩნევა ნეკროზული არე	0.2
საშუალოდ გამძლე	MR	ნეკროზულ ზონას შემოფარგლავს მცირე ურედინია	0.4
საშუალოდ გამძლე - საშუალოდ მიმღები	MR-MS	ნეკროზული ზონის ირგვლივ მცირე ურედინიაა ან საშუალო ურედია ნეკროზის გარეშე რამდენიმე ქლოროზით	0.6
საშუალოდ მიმღები	MS	საშუალო ურედია ნეკროზის გარეშე განსხვავებული ქლოროზებით	0.8

საშუალოდ მიმღები- მიმღები-	MS-S	საშუალო ურედია ნეკროზის გარეშე განსხვავებული ქლოროზებით იმავდროულად დიდი ურედიები პატარა ქლოროზებით	0.9
მიმღები	S	დიდი ურედიები ქლოროზის გარეშე ან ძალიან მცირე ქლოროზით	1.0

ჯიშის გამძლეობის ხარისხის დასახასიათებლად გამოყენებული იყო ინფექციურობის კოეფიციენტი (C.I.), რომელშიც კომბინირებულია ხორბლის გენოტიპის რეაქციის ტიპის და დაავადების განვითარების ინტენსივობა. იგი გამოითვლება დაავადების განვითარების ინტენსივობის(%) და ცალკეული რეაქციის ტიპის მუდმივი მნიშვნელობის ნამრავლით. ეს მუდმივი მაჩვენებელი ცალკეული რეაქციის ტიპის შემთხვევაში შემდეგნაირია: იმუნური გენოტიპებისთვის იგი „0“-ის ტოლია, R=0.2, MR=0.4, MS=0.8, MR-MS=0.6 and S=1.0 [Stubbs...1986]. ინფექციურობის კოეფიციენტი გამოიყენება გენოტიპის გამძლეობის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებლის AUDPC-ის (დაავადების განვითარების მრუდქვეშა ფართობი) გამოსათვლელად. AUDPC გვიჩვენებს დაავადების პროგრესირების დონეს ცალკეული გენოტიპისათვის დაავადების გამოჩენიდან მისი განვითარების პერიოდში და გამოითვლება ფორმულით [Wilcoxon...1975]:

$$AUDPC = \sum 0.5(x_{i+1} + x_i) (t_{i+1} - t_i),$$

სადაც x არის დაავადების განვითარების ინტენსივობა თითოეული აღრიცხვის დროს, t - დღეების რაოდენობა ცალკეულ აღრიცხვებს შორის. თუ AUDPC მაჩვენებელი 1-დან 199-ის ფარგლებშია, საცდელი ნიმუში გამძლეა, თუ AUDPC მინიმუმი და მაქსიმუმი შესაბამისად 200- 399 -ის ტოლია, ნიმუში საშუალოდ გამძლეა, ხოლო როცა AUDPC 400- 599 ფარგლებშია და 600-ის ზევით, შესაბამისად საცდელი ნიმუში საშუალოდ

მიმღები და მიმღებია. მაჩვენებელი rAUDPC გამოთვლილი იქნა შემდეგი ფორმულით:
 $rAUDPC = \text{ნიმუშის AUDPC} \times 100 / \text{მიმღ. კონტროლის AUDPC}$ [Shaner...1980:1183].

2.13.2. სასელექციო მასალის ეკოლოგიური გამოცდა სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში.

კვლევის მიზანი იყო ინტროდუცირებული ჯიშების და საერთაშორისო სანერგეებიდან გამორჩეული ნიმუშების რიგი მახასიათებლების შესწავლა, კერძოდ, მოსავლიანობის, ახალ პირობებში ადაპტაციის უნარის და საქართველოს აგროსამრეწველო სისტემაში ახალი ჯიშების მოყვანის მიზანშეწონილობის განსაზღვრა. ცდაში ჩართული იყო რბილი ხორბლის 9 ჯიში (Attila*2/P8-20HRWYT-5, Tacupeto-F2001/6/CNDO-20HRWYT-225, Kinaci-97-17IWWYT-IR-9803, Amsel/TUI//... LG-44, 17FAWWON – SA – CUPRA -1/3/ CROC1 /AE.SQUARROSA (224) //2*OPATA /4/ PANTHEON, KR-11-9043, KR11-003, KR11-014) მათგან რუსული ჯიში ბეზოსტაია 1 – სტანდარტი იყო. გამოსაცდელი ხორბლის ნიმუშების ეკოლოგიური შეფასება ჩატარდა სამ სხვადასხვა ზონაში: შიდა ქართლი (მცხეთა, წილკანი), მესხეთი (ახალციხე, კლდე) და ჯავახეთი (ახალქალაქი, ვაჩიანი). ეს ზონები განსხვავდება ერთმანეთისგან კლიმატის მიხედვით:

მესხეთი (ახალციხის რაიონი). კლიმატი – ზომიერი, ჰავა – მშრალი კონტინენტური. ზამთარი აქ საკმაოდ ცივი და მცირეთოვლიანია, ზაფხული - ხანგრძლივი და თბილი. წლის ყველაზე ცივი თვის, იანვრის, საშუალო ტემპერატურაა 3.8°C, ხოლო ყველაზე თბილი თვის, აგვისტოს ტემპერატურა 20.5°C. ნალექების საშუალო წლიური მოცულობა 520-600 მმ-ია, მაქსიმუმი მოდის მაისსა და ივნისში (64-86მმ), ხოლო მინიმუმი ზამთარში (20-25 მმ).

ჯავახეთში გაბატონებულია კონტინენტური ჰავა, ზამთარი მეტად ცივია. ჰავა გარდამავალია ზომიერად ნოტიოდან მთიანეთის მშრალ კლიმატისაკენ. საშუალო წლიური ტემპერატურა 4-6°C, იანვარში -5, -10°C, ივლისი 15—16°C; აბსოლუტური მინიმალური - 34°C, -41°C, აბსოლუტური მაქსიმალური 30—35°C. ნალექები 600—750 მმ წელიწადში.

შიდა ქართლის ბარი - გაბატონებულია მშრალი სუბტროპიკული ჰავა, რომელზეც გავლენას ახდენს მის გარშემო მდებარე მაღალი ქედები. წლის ცივ პერიოდში ხშირად ვითარდება ინვერსიები, ამიტომ ზამთარი უფრო ცივია, ვიდრე საქართველოს სხვა,

იმავე სიმაღლეზე მდებარე ადგილებში. საშუალო წლიური ტემპერატურა იცვლება 9-11°C შორის. აბსოლუტურ მინიმალური ტემპერატურა -26-31°C. მაქსიმალური 35-40°C. წელიწადში 500-800 მმ ნალექი მოდის, ხშირია გვალვები (<http://nea.gov.ge/ge/news/detailed/643/haeris-maqsimaluri-temperatura/>).

ცდა დაითესა შემოდგომაზე (ოქტომბერი-ნოემბერი) 16მ²-იან ბლოკებად ოთხ განმეორებაში ერთსა და იგივე ნაკვეთზე. ცალკეულ განმეორებაში იყო 9 ვარიანტი, 1მ²-იან დანაყოფებად დათესილი; ცალკეულ დანაყოფში ნიმუშები დაითესა 1 მეტრიან 5 რიგად, რიგთაშორისი მანძილი 20სმ იყო, ხოლო დანაყოფებს შორის მანძილი - 50 სმ, განმეორებებს შორის - 5 მეტრი. გამოყენებული იყო სისტემური თანმიმდევრობით ორსართულად განლაგების ცდის სქემა. მცენარეთა მოვლის შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებები ერთდროულად ტარდებოდა ყველა განმეორებაში. სარეველებისგან საცდელი ნაკვეთის გასუფთავება ხელით ხორციელდებოდა. მოსავლის და მოსავლის კომპონენტების შესასწავლად გამოყენებული იყო კვადრატული მეტრობით მოსავლის აღების მეთოდი [ჭანიშვილი ... 2017:171].

2.13.3 მინდვრის ექსპერიმენტების შედეგების სტატისტიკური ანალიზი

მინდვრის ექსპერიმენტების შედეგები დამუშავებულია სტატისტიკურად ვარიაციული (ერთ- და ორფაქტორიანი ANOVA var.) და დისპერსიული ანალიზების საშუალებით [Доспехов, 1985:248]. გამოყენებული იქნა ონლაინ გამომთვლელი პროგრამები(www.vassarstats.net/anova1u.html; <https://www.easycalculation.com/statistics/two-way-anova.php>).

2.13.4. ხორბლის ნიმუშების გამძლეობის შესწავლა აღმონაცენის ფაზაში

აღმონაცენის ფაზაში მცენარეთა გამძლეობის შეფასება ხდებოდა სათბურის პირობებში ყვითელი ჟანგას განვითარებისათვის ხელსაყრელ პირობებში. ხორბლის ერთკვირიანი აღმონაცენის ინოკულაცია ჩატარდა პათოგენის სპორებისა და დისტილირებული წყლის სუსპენზიის შესხურებით. სუსპენზიის კონცენტრაცია იყო 6×10⁵ სპორა/მლ, ხოლო ხარჯი - 0.6 მლ სუსპენზია ერთ მცენარეზე. სუსპენზიას ემატებოდა დეტერგენტი ტვინ-20. ინოკულირებული მცენარეები (ყოველი ნიმუშის 10

მცენარე) თავსებოდა ნოტიო კამერაში 24 საათის განმავლობაში და შემდეგ გადაიტანებოდა სათბურის ცალკეულ ბოქსებში სტელაჟებზე, სპეციალურ იზოლაციურებში [Knott,1989:201], სადაც დაავადებისთვის ხელსაყრელი პირობები (15-20°C ჰაერის ტემპერატურა და 80% ფარდობითი ტენიანობა) იყო შექმნილი ინოკულაციიდან მე-14-16 დღეს ინოკულირებულ მცენარეებზე დაავადების საპასუხო რეაქციის აღრიცხვა ხდებოდა ზემოთ აღწერილი გასნერის [Gassner...1932 :141] სკალის მიხედვით.

2.14. ბიოლოგიური საშუალებების გამოცდა ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით.

კვლევის განმავლობაში ხორბლის ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით ხელოვნური ინფექციური ფონის გამოყენებით გამოცდილი იქნა საქართველოში დარეგისტრირებული ბიოლოგიური პრეპარატები და ჩატარდა ყვითელი ჟანგასადმი აქამდე უცნობი მგრძობელობის მცენარეული ექსტრაქტების სკრინინგი.

ექსპერიმენტები ტარდებოდა ლაბორატორიის, სათბურის და მინდვრის პირობებში.

ყვითელი ჟანგას გამომწვევი სოკოს ინოკულუმის დაგროვება ხდებოდა 2.7 თავში აღწერილი მეთოდოლოგიის შესაბამისად. *P. striiformis f.sp.tritici* კულტურა გადამრავლდა ხორბლის უნივერსალურად მიმღებ ჯიშზე ექსპერიმენტების ჩატარებისთვის საჭირო რაოდენობის მიღებამდე. ხორბლის ჯანსაღი აღმონაცენის მიღება ხდებოდა სათბურში 2.5 თავში აღწერილი მეთოდოლოგიის მიხედვით.

ბიოლოგიური პრეპარატებისა და მცენარეული ექსტრაქტების ფუნგიციდური აქტიურობის შესწავლის მიზნით გამოვიყენეთ იყო *in vivo* და *in vitro* პირობებში ჩატარებული ხელოვნური ინფიცირების ტესტები. ფუნგიციდური აქტივობის შეფასება ხორციელდებოდა ისეთი მაჩვენებლების მიხედვით, როგორცაა პრეპარატების ზეგავლენა პათოგენის სპორების გაღივებისუნარიანობაზე, პათოგენის ინკუბაციურ პერიოდზე, ინფექციის ტიპსა და ხორბლის ფოთლის ზედაპირზე დაავადების განვითარების ინტენსივობაზე [Chaudhary, 2013:59]. ექსპერიმენტებში გამოყენებული იყო ხორბლის მიმღები ჯიში მოროკო და ბეზოსტაია 1.

2. 14. 1. ბიოლოგიური პრეპარატების გამოცდა.

კვლევის მანძილზე გამოიცადა შპს "ბიოაგრო - მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვის ცენტრი"-ის მიერ მოწოდებული სამი ბიოპრეპარატი: ფიტოკატენა, ბიოკატენა, აგროკატენა და შპს "ბიოაგროჯგუფი-საქართველოს" მიერ მოწოდებული პრეპარატი ფიტოსპორინ M, რომელიც დამზადებულია რუსეთში შპს „ნვპ ბაშინკომი“-ის მიერ.

პრეპარატები ფიტოკატენა (*Pseudomonas Fluorescens* BA), ბიოკატენა (*Trichoderma lignorum* BA), აგროკატენა (*Bacillus subtilis* BA) ფუნგიციდური მოქმედებით ხასიათდებიან და მათი საპასპორტო მონაცემების თანახმად გამიზნულია მრავალი სასოფლო სამეურნეო კულტურის დაავადებების ფართო სპექტრის წინააღმდეგ გამოსაყენებლად.

პრეპარატი „ფიტოსპორინ M“ არის ახალი თაობის სამრეწველო ბაქტერიული (*Bacillus subtilis*) პრეპარატი, რომელსაც ახასიათებს ხანგრძლივი და ფართო სპექტრის ფუნგიციდური მოქმედება. მოქმედების მექანიზმი – ფიტოსპორინ M არის *Bacillus subtilis* შტამი „26 დ“ ბაქტერიის ცოცხალი სპოროვანი კულტურა (ტიტრი~2 მლრდ. სპორა/გ.), რომელიც თავისი ცხოველქმედების პროდუქტებით თრგუნავს მრავალი სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადების განვითარებას, მათ შორის ჟანგებზეც. მას ახასიათებს მცენარის იმუნიტეტის და ზრდის სტიმულირების უნარი, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია მცენარის პროდუქტიულობის ამაღლებისა და განმეორებით დაავადების შემცირებისათვის.

იგი გამიზნულია საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბლის, ქერის, პარკოსნების, კარტოფილის, მზესუმზირას, ბოსტნეული, ხეხილოვანი კენკროვანი და სხვა კულტურების დაავადებათა კომპლექსისგან დასაცავად. პრეპარატის ხარჯვის ნორმა: 0,5 – 0,7 კგ/ჰა. სამუშაო ხსნარი: 5 გრ/10ლ წყალი. სამუშაო ხსნარის ხარჯი: 300-600ლ/ჰა. რეკომენდებულია ბიოფუნგიციდით მცენარეების დამუშავება (შესხურება) სალამოს საათებში, უქარო ამინდში.

2.14.1.1 პრეპარატების in vitro შეფასება.

ყვითელი ჟანგას სპორებზე ბიოპრეპარატებისა და მცენარეული ექსტრაქტების მაინჰიბირებელი მოქმედების შესწავლის მიზნით გამოყენებული იყო in vitro ტესტი [Dey...2013:4960]. კერძოდ, ე.წ. „საათის შუშა“ მოთავსებული იყო სველი ფილტრის

ქალაქით ამოფენილ პეტრის ჯამზე, პრეპარატის 0.5მლ ხსნარი დავაწვეთეთ ე.წ. „სათის შუშაზე“ და ხსნარში ლანცეტის წვერით შეტანილი იქნა ყვითელი ჟანგას სპორები. საკონტროლო ვარიანტში სპორები მოთავსებული იყო სტერილურ წყალში. პეტრის ჯამები მოთავსდა დაავადებისთვის ხელსაყრელ პირობებში. ცდები ჩატარდა 4-ჯერადი განმეორებით.

12 საათის შემდეგ მიკროსკოპის ქვეშ დათვალიერდა 10 უბანი და დათვლილი იქნა გაღვივებული სპორების რიცხვი. სპორების გაღვივების უნარი გამოისახება %-ში და გამოითვლება ფორმულით: $AP = A/B \cdot 100$, სადაც A არის გაღვივებული სპორების რიცხვი, B - დათვალიერებული სპორების საერთო რიცხვი.

საკვლევი პრეპარატის მაინჰიბირებელი მოქმედება ანუ ბიოლოგიური ეფექტურობა (%) გამოითვლება ებოტის ფორმულით: $E = C - T/C \cdot 100$, სადაც C არის გაღვივებული სპორების რიცხვი ნეგატიურ კონტროლში, ხოლო T არის გაღვივებული სპორების რაოდენობა ცდის ვარიანტში [Abbott, 1925:265]. ცდები ჩატარდა სამჯერადი განმეორებით.

2.14.1.2 პრეპარატების გამოცდა სათბურის პირობებში

ხორბლის მიმღები ჯიშის „მოროკო“ აღმონაცენი (10 მცენარე) 2-3 ფოთლის ფაზაში დავამუშავეთ საკვლევი პრეპარატების წყალხსნარების შესხურებით. 1-2 დღის შემდგომ ხდებოდა პრეპარატებით დამუშავებული მცენარეების ხელოვნურად დასენიანება ყვითელი ჟანგას სპორების და წყლის სუსპენზიით. ხსნარს ემატებოდა დეტერგენტი Tween 20. საკონტროლო ვარიანტს წარმოადგენდა სტერილური წყლისა და სპორების სუსპენზიით დაავადებული მცენარეები (ტიტრი - 10^5 სპორა/მლ; დოზა - 0,5მლ/მცენარე). ინოკულირებული მცენარეები თავსდებოდა ნოტიო კამერაში ერთი დღე-ღამის განმავლობაში. ამის შემდეგ მცენარეები გადაიტანებოდა სათბურში სტელაჟებზე 15-20^o ტემპერატურაზე და 80% ფარდობითი ტენიანობის პირობებში. მცენარეების ინოკულაციიდან მე-12-16 დღეს, დაავადების ნიშნების გამოჩენისთანავე, როგორც საკონტროლო, ისე ექსპერიმენტულ ვარიანტებში განისაზღვრებოდა დაავადების განვითარების ინკუბაციური პერიოდი, მცენარეების საპასუხო რეაქციის ტიპი - გასწერის 0-4 ბალიანი საერთაშორისო სკალის საფუძველზე და დაავადების განვითარების ინტენსივობა - Cobb-ის [Peterson...1948:496] მიხედვით.

2. 14. 1. 3 პრეპარატების გამოცდა მინდორში

პრეპარატი ფიტოსპორინ M გამოიცადა ყვითელი ჟანგას მაკონტროლებელი ეფექტის დადგენის მიზნით ხორბლის ზრდასრულ ფაზაში. ყვითელი ჟანგას საშუალოდ მიმღები ხორბლის ჯიში „ბეზოსტაია 1“ დაითესა მინდორში შემოდგომაზე, 1კვ.მ ფართობზე ორ ვარიანტად ოთხჯერადი განმეორებით. პრეპარატის გამოყენების რეგლამენტის თანახმად 10-5გრ მზა პრეპარატი გახსნილი იქნა 5-10ლ წყალში და მცენარეთა ფოთლები „ფლაგის“ ფაზაში დამუშავდა 0.2% და 0.05% კონცენტრაციის 500მლ სამუშაო ხსნარით. დამუშავებული მცენარეები მეორე დღეს ხელოვნურად დასენიანდა ყვითელი ჟანგას სპორების წყალხსნარის შესხურებით. ცდაში იყო 2 საკონტროლო ვარიანტი: ნეგატიური და პოზიტიური კონტროლი. ნეგატიურ კონტროლში მცენარეები დამუშავებული იყო სპორების წყალხსნარით, ხოლო პოზიტიურ კონტროლში - მცენარეები დამუშავდა სისტემური ფუნგიციდ ალტოსუპერის ხსნარით (ხარჯვის ნორმა-0.5ლ/ჰა). დაავადების გამოჩენისთანავე ყველა ვარიანტზე აღირიცხა დაავადების რეაქციის ტიპი და დაავადების განვითარების ინტენსივობა, განისაზღვრა საშუალო მოსავლიანობა და პრეპარატის ბიოლოგიური და სამეურნეო ეფექტურობა.

პრეპარატის ბიოლოგიური ეფექტურობა გამოვთვალეთ ფორმულით: $T = \frac{Pk - Po}{Pk} * 100$

სადაც T-არის ბიოლოგიური ეფექტურობა %-ში, Pk-დაავადების განვითარების ინტენსივობა (%) საკონტროლო ვარიანტზე, Po-დაავადების განვითარების ინტენსივობა (%) დამუშავებულ ნაკვეთზე [Reuveni...1996:49; Чумаков, 1964].

პრეპარატის სამეურნეო ეფექტურობა გამოვთვალეთ ფორმულით:

$X = \frac{(a-b)*100}{a}$, სადაც X - არის სამეურნეო ეფექტურობა %-ში, a- საშ. მოსავალი დამუშავებულ ვარიანტზე, b - საშ. მოსავალი საკონტროლო ვარიანტზე.

2.14.2. მცენარეული ექსტრაქტების სკრინინგი ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით.

ფუნგიციდური აქტივობის დადგენის მიზნით შერჩეული იქნა დასავლეთ საქართველოს აჭარის ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის პირობებში მოზარდი ადგილობრივი (კავკასიური სოჭი, კოლხური ბზა) და ეგზოტური მერქნიანი

მცენარეების სახეობები: კორილოპსისი წვრილფოთოლა (*Corylopsis pauciflora*), ჩინური კორილოპსისი (*Corylopsis sinensis*), თავთავიანი კორილოპსისი (*Corylopsis spicata*), ჰამამელისი რბილი (*Hamamelis mollis*), ევკალიპტი (*Eucalyptus cinerea*), სტევია (*Stevia rebaudiana*) და ხახვი (*Allium cepa*), რომლებიც წარმოადგენენ ბათუმის ბოტანიკური ბაღის მდიდარ მერქიან მცენარეთა კოლექციის ნაწილს. ცხრილში მოყვანილი მცენარეთა ექსტრაქტები გამოცდილი იქნა ყვითელი ჟანგას სპორების გაღვივებისუნარიანობაზე ინჰიბიტორული მოქმედების და ხორბლის აღმონაცენის ფაზაში ფუნგიციდურ აქტივობის გამოვლენის მიზნით.

მცენარეული ექსტრაქტების მისაღებად გამოყენებული იქნა სხვადასხვა მეთოდი (Balouiri ...2016) კერძოდ, მცენარის მშრალი ფოთლებიდან ცივი წყლით, ცხელი წყლით, დიეთილის ეთერთა და მეთილის სპირტით ექსტრაქციის მეთოდები. ექსტრაქტების მიღება ხდებოდა ფოთლის კარგად დასრესილი მასალიდან გამოწურვით. ახლად დაკრეფილი გამოსაკვლევ მცენარეთა ფოთლების 100 გრ სუფთავდებოდა დისტილირებული და სტერილური წყლით, კარგად ქუცმაცდებოდა და ისრისებოდა მექანიკურ როდინში, შემდეგ ემატებოდა 100 მლ სტერილური წყალი, დიეთილ ეთერი და ეთანოლი. შემდგომ ხდებოდა ცენტრიფუგირება (5000 ბრუნი/წთ) 10 წთ-ის განმავლობაში და მიღებული სუპერნატანტი გამოყენებული იყო კვლევაში.

მცენარის მშრალი ფოთლების ფხვნილიდან 4 მეთოდით (დიეთილის ეთერი, ეთანოლი, მდუღარე წყალი, ცივი წყალი) დამზადებული ექსტრაქტებით თავდაპირველად დამუშავდა ხორბლის აღმონაცენი 2-3 ფოთლის ფაზაში. კვლევაში გამოყენებული იქნა ექსტრაქტისა და წყლის ხსნარები სამნაირი 1:1 (1გრ ექსტრ: 1მლ წყალი); 1:5 (1გრ ექსტრ: 5მლ წყალი); 1:10 (1გრ ექსტრ: 10მლ წყალი); 24 სთ-ის შემდეგ მცენარეები ინოკულირებული იქნა ხორბლის ყვითელი ჟანგას ახალი სპორებისა და დისტილირებული წყლის სუსპენზიის შესხურებით. ექსპერიმენტში გამოყენებული იყო ყვითელი ჟანგასადმი უნივერსალურად მიმღები ჯიში „მოროკო“. საკონტროლო ვარიანტში ხორბლის აღმონაცენი დამუშავდა ყვითელი ჟანგას სპორების წლიანი სუსპენზიით. პირველი სიმპტომების გამოჩენისთანავე აღვრიცხეთ დაავადების განვითარების ინტენსივობა 3-ჯერ 22 დღის განმავლობაში ზემოთ აღწერილი მეთოდოლოგიის მიხედვით.

2.14.3. სათბურის და მინდვრის ექსპერიმენტების შედეგების სტატისტიკური ანალიზი

In vitro (სათბურის) და in vivo(მინდვრის) ექსპერიმენტების შედეგები დამუშავდა სტატისტიკურად ვარიაციული ანალიზის (ერთ- და ორფაქტორიანი ANOVA var.) საშუალებით (<https://www.easycalculation.com/statistics/two-way-anova.php>).

თავი 3. შედეგები და განხილვა

3.1 ხორბლის ყვითელი ჟანგას გავრცელება 2013-2016 წლებში

ყვითელი ჟანგას გავრცელების არეალის, გავრცელებისა და განვითარების ინტენსივობის განსაზღვრის მიზნით 2013-2016 წლებში ხორბლის სავეგეტაციო პერიოდში (მაისი -ივლისი) საველე ექსპედიციების საშუალებით გამოკვლეული იქნა საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში არსებული ხორბლის ნათესები, რომლებიც მდებარეობდა ზღვის დონიდან 429-1742 მ ფარგლებში და შესაბამისად განსხვავებული იყო განედის და გრძედის მაჩვენებლებიც (ცხრილი 5). ცხრილში მოცემულია, აგრეთვე, იმ გეოგრაფიული ზონებისათვის დამახასიათებელი საშუალო წლიური ტემპერატურა და ნალექები, სადაც გამოკვლეული იყო ხორბლის ნათესები. როგორც ცხრილიდან ჩანს, საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში არსებული კლიმატი მეტ-ნაკლებად ხელსაყრელია ხორბლის ყვითელი ჟანგას განვითარებისათვის.

ცხრილი 5. გამოკვლეული ხორბლის მინდვრების GPS კოორდინატები და გეოგრაფიული ზონების ძირითადი კლიმატური მახასიათებლები

ზონა	რაიონი	განედი	გრძედი	სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ)	ტემპერატურა (°C)	ნალექი (მმ)
მესხეთი	ახალციხე ასპინძა	41.59267-041.66859	042.87752-043.22617	952-1116	2,6-6.8	520-600
ჯავახეთი	ახალქალაქი	41.41054-043.40674	043.41020-043.42841	1672-1742	4-6	600 - 750

შიდა ქართლი	ხაშური მცხეთა გორი დუშეთი ბორჯომი კასპი	41.56148-044.40044	043.56215-044.70430	549-1093	9-11	500-800
ქვემო ქართლი	მარნეული	41.51702-41.47780	044.78442-044.86761	429-503	12-12	400-600
კახეთი	სიღნაღი საგარეჯო, თელავი, დედოფლი სწყარო	41.57307/042.06422	045.63704-046.05264	434-761	11-13	800-1300
კოლხეთის დაბლობი	სამტრედია				13-15	1400-3000

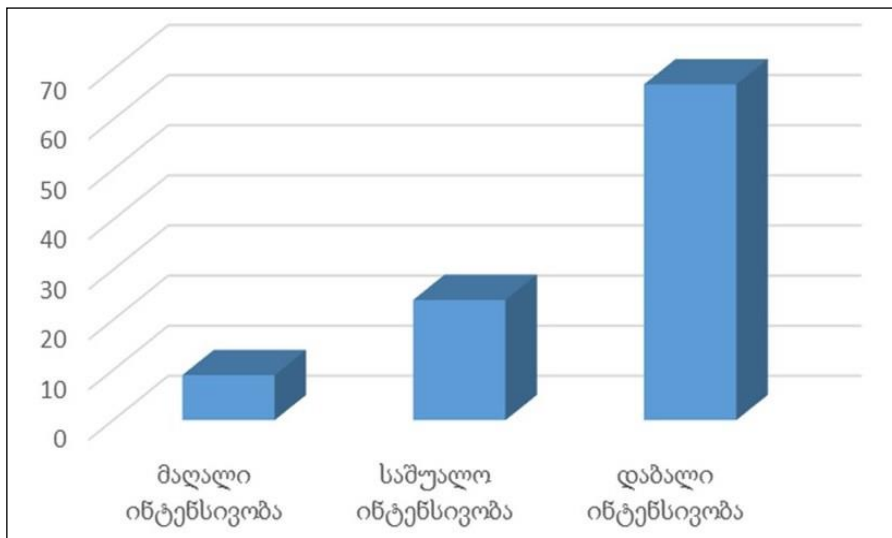
ფერმერული მეურნეობებსა და გზის პირებზე არსებული კომერციული ნათესების და სასელექციო სადგურებში - ექსპერიმენტული ნაკვეთების ვიზუალური დათვალიერება განხორციელდა ექსპედიციების საშუალებით ICARDA-ს ფინანსური მხარდაჭერით. მარცვლოვანთა ნაკვეთების დათვალიერების დროს დადგენილი იქნა ჟანგების გავრცელებისა და განვითარების ინტენსიობა და შეგროვებული იქნა დაავადების ნიმუშები.

სულ გამოკვლეული იქნა 202 მინდორი, მათ შორის, 2013, 2014, 2015 და 2016 წელს - შესაბამისად, ხორბლის 65, 42, 52 და 43 მინდორი. 2013, 2014 და 2016 წლებში ყვითელი ჟანგას გავრცელება აღირიცხა ხუთ გეოგრაფიულ ზონაში (მესხეთი, ჯავახეთი, შიდა ქართლი, ქვემო ქართლი, კახეთი), ხოლო 2015 წელს, გარდა აღნიშნული ზონებისა, კოლხეთის დაბლობზეც, სამტრედიის რაიონის სოფელ ჯიხაიშში დათესილ სელექციური სანერგესა და რუსული ჯიში „ტანია“ (2 ჰა). მე-6 ცხრილიდან ჩანს, ყვითელი ჟანგათი ინფიცირებული მინდვრების რაოდენობა წლების მიხედვით მერყეობდა 13-19-ის, ხოლო გეოგრაფიული ზონების მიხედვით 1-32- ის ფარგლებში. სულ გამოკვლეული 202 მინდვრიდან მხოლოდ 63 მინდორი იყო დაავადებული ყვითელი ჟანგათი.

ცხრილი 6. ხორბლის ყვითელი ჟანგას გავრცელება საქართველოს სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში 2013-2016 წლებში

გამოკვლევული მინდვრების რაოდენობა/ყვითელი ჟანგათი ინფიცირებული მინდვრების რაოდენობა							სულ
წლები	გეოგრაფიული ზონა						
	მესხეთი	ჯავახეთი	შიდა ქართლი	ქვემო ქართლი	კახეთი	კოლხეთის დაბლობი	
2013	12/3	8/2	32/10	5/1	10/1	-	65/17
2014	6/2	6/1	18/7	4/1	8/2	-	42/13
2015	8/4	8/3	23/8	5/1	8/3	1	52/19
2016	6/2	6/2	21/7	3/1	7/2	-	43/14
სულ	32/11	28/8	92/32	17/4	33/8	1/1	202/63

გამოკვლევული მინდვრების 31.2% სხვადასხვა ინტენსივობით იყო დაავადებული. კერძოდ, მაღალი, ანუ 40%-ზე მეტი ინტენსივობით დაავადებული იყო 9.4%, საშუალო ინტენსივობით (20-40%) ინფიცირებული იყო 23.8% და მინდვრების დიდი უმრავლესობა - დაბალი (<20%-ზე) ინტენსივობით (დიაგრამა 1).



დიაგრამა 1. სხვადასხვა ინტენსივობით ინფიცირებული მინდვრების წილი

სხვადასხვა ინტენსივობით იყო ინფიცირებული ხორბლის მინდვრები ცალკეულ გეოგრაფიულ ზონაში (ცხრილი 7). კერძოდ, დაბალი ინტენსივობით (40.8 - 82.1%) იყო დაავადებული გამოკვლევული მინდვრების დიდი ნაწილი ყველა ზონაში. საშუალო ხარისხით ინფიცირებული მინდვრების პროცენტული შემცველობა 10.7-28.3%

ფარგლებში მერყეობდა. შედარებით მაღალი ინტენსივობა დაფიქსირდა ქვემო ქართლსა და შიდა ქართლში (10.8% და 11.7%).

ცხრილი 7. სხვადასხვა ინტენსივობით ინფიცირებული მინდვრების საერთო რაოდენობა (%) გეოგრაფიულ ზონებში

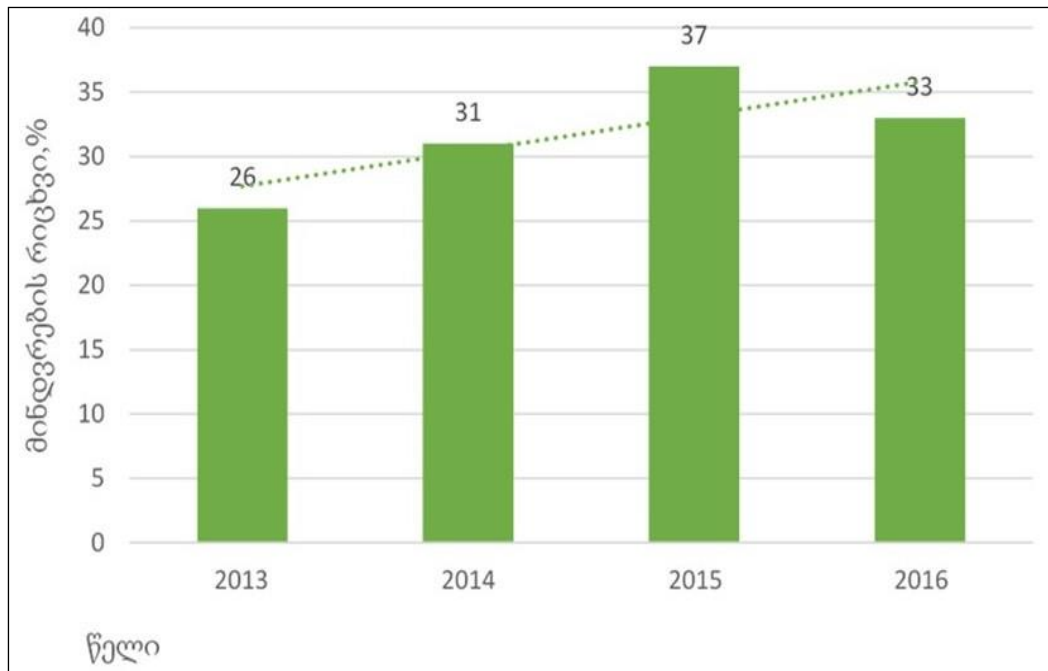
გეოგრაფიული ზონა	მაღალი (გავრცელება>40)	საშუალო (გავრცელება20>40)	დაბალი (გავრცელება<20)
მესხეთი	9.4	28.1	62.5
ჯავახეთი	7.1	10.7	82.1
შიდა ქართლი	10.8	28.3	60.8
ქვემო ქართლი	11.7	17.7	76.5
კახეთი	6.1	18.2	69.7

სხვადასხვა ინტენსივობით ინფიცირებული მინდვრების წილი გამოკვლევის წლების მიხედვით მოცემულია მე-8 ცხრილში. ხორბალი თითქმის ყოველ წელს დაბალი ინტენსივობით იყო დაავადებული. გამონაკლისს წარმოადგენს 2015 წელი, როცა საშუალო ხარისხით ინფიცირებული მინდვრების პროცენტული შემცველობა უფრო მეტი იყო, ვიდრე დაბალი ინტენსივობით ინფიცირებული მინდვრების რიცხვი.

ცხრილი 8. სხვადასხვა ინტენსივობით ინფიცირებული მინდვრების საერთო რაოდენობა (%) გამოკვლევის წლების მიხედვით

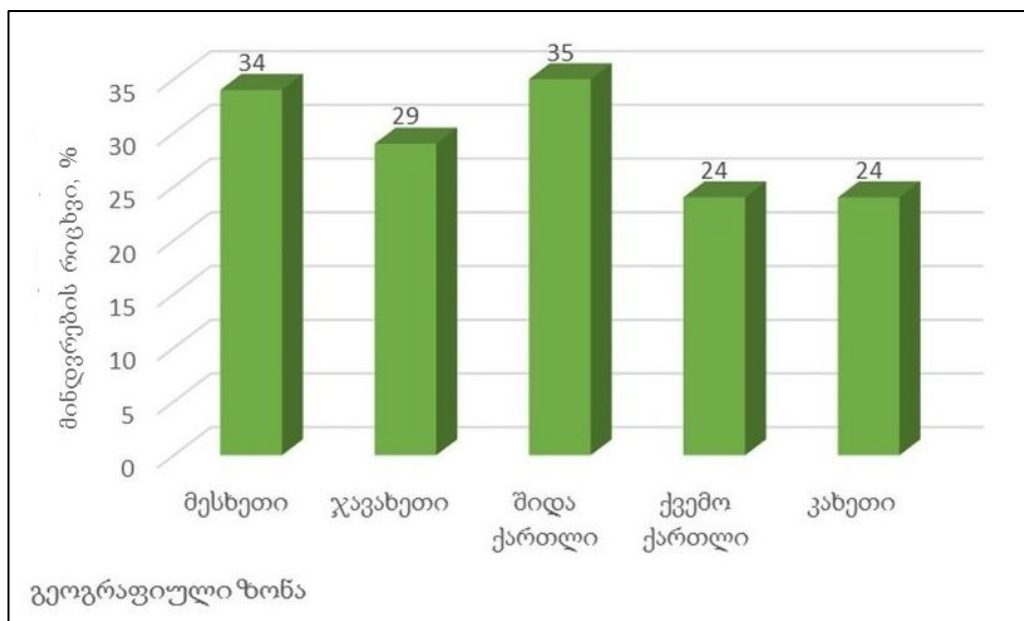
წლები	მაღალი (გავრცელება>40)	საშუალო (გავრცელება20>40)	დაბალი (გავრცელება<20)
2013	4.6	23.1	72.3
2014	4.8	23.8	71.4
2015	11.5	50.0	38.3
2016	6.9	41.8	51.2

როგორც მე-2 დიაგრამა გვიჩვენებს, ყვითელი ჟანგათი ინფიცირებული მინდვრების ყველაზე მეტი რაოდენობა აღინიშნა 2015 წელს (36.5%), ხოლო ყველაზე ნაკლები - 2013 წელს (26.2%), რაც, ჩვენი აზრით, იმით იყო განპირობებული, რომ 2012 წელს მეტად არახელსაყრელი კლიმატური პირობები იყო ყვითელი ჟანგას განვითარებისათვის, განსაკუთრებით კი კახეთში და 2013 წელს დაავადების განვითარებისთვის არ იყო საკმარისი საწყისი ინფექცია.



დიაგრამა 2. ინფიცირებული მინდვრების რაოდენობა 2013-2016 წლებში

მე-3 დიაგრამიდან ჩანს, რომ ერთნაირად დაბალი იყო ყვითელი ჟანგათი ინფიცირებული მინდვრების რიცხვი ქვემო ქართლსა (23.5%) და კახეთში (24.2%), ყველაზე მაღალი - მესხეთსა (34%) და შიდა ქართლში (35%).



დიაგრამა 3. ინფიცირებული მინდვრების საერთო რაოდენობა (%) გეოგრაფიულ ზონებში

გამოკვლევული იქნა როგორც ფერმერული მეურნეობებსა და გზის პირებზე არსებული კომერციული ნათესები, ასევე, ჯიშთა გამოცდის სასელექციო ნაკვეთები. ხორბლის

ნათესები ძირითადად დაკავებული იყო საწარმოო ჯიშებით - ბეზოსტაია 1, კრასნოდარის 99, ტანია, სილა (რუსული ჯიშები), ჯაგერი (აშშ) და ლომთაგორა 123 (საერთაშორისო სანერგედან გამორჩეული, დარაიონებული ჯიში).

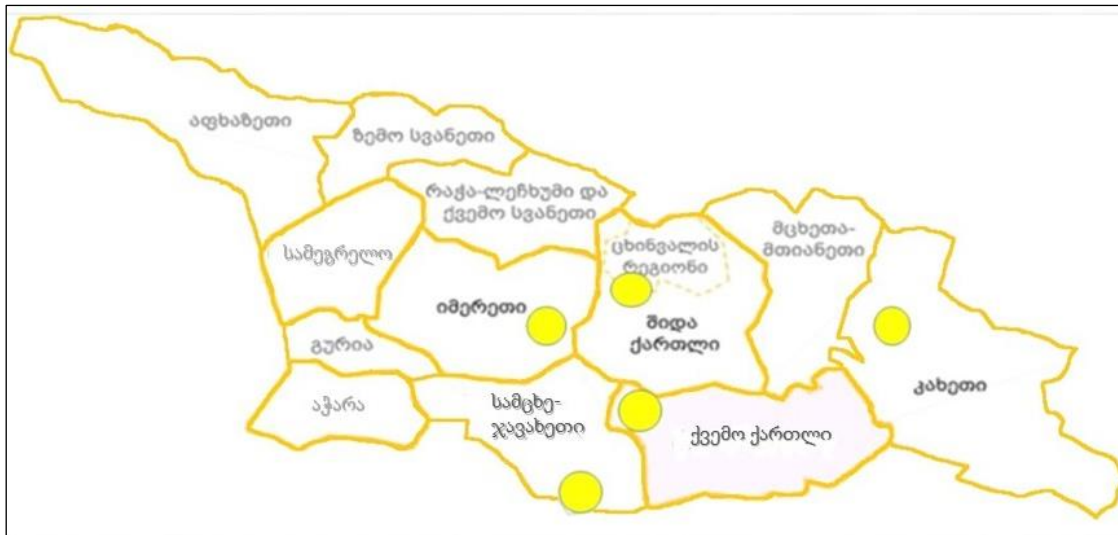
ცხრილი 9. ყვითელი ჟანგას გავრცელების და განვითარების ინტენსივობა (%) სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში დათესილ ჯიშებზე

ზონა	ჯიში	გავრცელება, %		განვითარება, %		
		კომერც. ნათესი	ამპლიტუდა	საშუალო	ამპლიტუდა	საშუალო
მესხეთი	ბეზოსტაია1		0-80	30	0-50	30
	ჯაგერი		0- 40	10	0- 20	10
ჯავახეთი	ბეზოსტაია1		0-80	40	0-50	40
	ლომთაგორა 123		0-70	30	0-30	25
შიდა ქართლი	ბეზოსტაია1		0-60	30	0-30	10
	ლომთაგორა 123		0-60	40	0-20	5
	ჯაგერი		0-30	10	0-10	5
	კრასნოდარის 99		0-70	50	0-40	25
ქვემო ქართლი	ბეზოსტაია 1		0-60	30	0-40	20
	ლომთაგორა 123		0-50	20	0-20	5
	ლომთაგორა 126		0-20	5	0-10	1
კახეთი	ბეზოსტაია1		0-20	10	0-30	10
	ლომთაგორა 123		0-10	5	0-10	5
	კრასნოდარის 99		0-40	15	0-40	20
	ტანია		0-80	30	0-50	20
	სილა		0-70	30	0-50	25
	ჯაგერი		0-50	10	0-30	5

როგორც მე-9 ცხრილიდან ჩანს, დაავადების გავრცელების და განვითარების ინტენსივობა ჯიშის მიხედვით ცვალებადობს, შესაბამისად, 0-80% და 0-50% ფარგლებში. შედარებით მაღალია ყვითელი ჟანგას გავრცელებისა და განვითარების ინტენსივობა რუსული სელექციის ჯიშებზე: ბეზოსტაია-1, კრასნოდარის 99, ტანია, სილა და ნაკლებია ქართველი სელექციონერების მიერ ბოლო წლებში საერთაშორისო სანერგეებიდან გამორჩეულ ჯიშებზე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ სასელექციო სანერგეებსა და ჯიშთა გამოცდის პატარა ნაკვეთებზე უფრო მაღალი იყო დაავადების გავრცელების და განვითარების დონე დიდ, კომერციულ ფართობებთან შედარებით. სასელექციო სანერგეები და ჯიშთა გამოცდის ნიმუშები დათესილი იყო ახალციხეში (ვალე, სოფელი კლდე), ახალქალაქში (სოფ.ვაჩიანი), მარნეული (სოფ. ლომთაგორა), მცხეთა (სოფ.წილკანი, სოფ. წეროვანი), ბორჯომი (დაბა წაღვერი), თელავი (სოფ. გულგულა), დედოფლისწყარო (სოფ. შავჭრელები), გარდაბანი (სოფ.სართიჭალა) და სამტრედია (სოფ. დიდი ჯიხაიში). 2016 წელს დედოფლისწყაროში ჯიშთა გამოცდის სასელექციო ნაკვეთზე ყვითელი ჟანგას ზომიერი გავრცელება (20-30%) დაფიქსირდა ჯიშებზე: ლუპუს, ასანო, გერეკ, ბეზოსტაია-1, საული 9, ურბანუს და თბილისური 15. საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის საცდელ ნაკვეთზე (წილკანი, მცხეთის რაიონი) დათესილ სხვადასხვა სასელექციო სანერგის ზოგიერთ ნიმუშზე ყვითელი ჟანგას გავრცელება 70-90% ფარგლებში მერყეობდა. მაგ., ე.წ. “ზაფანგ“ სანერგეებში 8th IYRTN და 9th IYRTN, ჯიშებზე: მოროკო, ფილდერ, ფედერეიშენ, ინია 66, პასტორ და სხვა დაავადების გავრცელების ინტენსივობა 100%-მდე აღწევდა. ყვითელი ჟანგას მაღალი ფონი იქნა აღრიცხული შემოტანილ ყაზახურ ჯიშებზეც (ალმალი, ალათაუ, ალკიბადაი, კირიგაშ). წაღვერში სასელექციო სანერგეების ზოგიერთ ნიმუშზე (მოროკო, ფილდერ) ყვითელი ჟანგას ზომიერი გავრცელება (20-40%) დაფიქსირდა. ასევე, ყვითელი ჟანგას მაღალი გავრცელება აღინიშნა სართიჭალასა და მარნეულში (სოფ. ლომთაგორა) არსებულ სასელექციო სანერგეებში და ჯიშთა გამოცდის ნაკვეთებზე ზოგიერთ ნიმუშზე.

როგორც კვლევის შედეგებიდან ჩანს, 2013-2016 წლებში ხორბლის ყვითელი ჟანგა საქართველოს ყველა გეოგრაფიულ ზონაში იყო გავრცელებული (სურათი 6). საშუალო მაჩვენებლების მიხედვით ყვითელი ჟანგას გავრცელებისა და განვითარების

ინტენსივობა დაბალი იყო. ოდნავ უფრო მაღალი იყო დაავადების გავრცელების დონე 2015 წელს, მსგავსად სხვადასხვა ქვეყნისა (ინდოეთი, ჩრ. აფრიკის ქვეყნები, მოროკო), სადაც დაავადების განვითარების მაღალი დონე აღინიშნა (http://rusttracker.cimmyt.org/?page_id=9).



სურათი 6. ყვითელი ჟანგას გავცელების არეალი

2004-2006 წლებში ხორბლის ყვითელი ჟანგას განვითარება საქართველოში ასევე შეზღუდული იყო და შესაბამისად, დაბალი იყო გავრცელების ინტენსივობა [Gorgiladze...2007:28], ხოლო სხვათა აზრით [Naskidashvili...2001] აზრით, ხორბლის ყვითელ ჟანგა უფრო სერიოზულ დაავადებას წარმოადგენდა 1987-1990 წლებში.

მიუხედავად იმისა, რომ ყვითელი ჟანგა კავკასიაში და მათ შორის, საქართველოში დიდი ხანია არსებობს [Жуковский, 1965: 137; Stubbs, 1985:61], მან სერიოზული საფრთხე ხორბლის წარმოებას ცენტრალურ აზიასა და სამხრეთ კავკასიაში ბოლო 15 წლის განმავლობაში (1998, 2000, 2005, 2009 და 2010) შეუქმნა გახშირებული ეპიდემიების სახით [Ziyaev...2011:197], რომელთა უარყოფითი გავლენა საქართველოშიც აღინიშნა [Sikharulidze...2009:58]. 2009-2010 სავეგეტაციო პერიოდი განსაკუთრებით ხელსაყრელი აღმოჩნდა ხორბლის ყვითელი ჟანგას განვითარებისთვის ყველა გამოკვლეულ გეოგრაფიულ ზონაში. გამოკვლეული მინდვრების 79% ინფიცირებული იყო ყვითელი ჟანგათი. განსაკუთრებით მაღალი ინტენსივობა აღირიცხა 2010 წლის მაისსა და ივნისის პირველ ნახევარში [Sikharulidze...2014:74].

2011 წელს სირიაში ჩატარებულ ყვითელი ჟანგას საერთაშორისო სიმპოზიუმზე ძირითად მოხსენებაში აღინიშნა, რომ პათოგენის ახალი რასის გამოჩენის გამო 2010 წელს სერიოზულ ეპიდემიას ჰქონდა ადგილი მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში: ავსტრია, ჩინეთი, თურქეთი, აშშ, ავღანეთი, მოროკო, ეთიოპია, კენია, სირია, ირანი, ერაყი, ინდოეთი, პაკისტანი, ტაჯიკეთი, ყირგიზეთი, ყაზახეთი, უზბეკეთი, თუქმენეთი, საქართველო, აზერბაიჯანი და ევროპის რამდენიმე ქვეყანა, რამაც დიდი ზარალი გამოიწვია. ხორბლის მოსავლის დანაკარგები 20-70% ფარგლებში იყო [Sanders...2011:17].

ყვითელი ჟანგას განვითარების მაღალი დონე აღინიშნა 2000 წელს აშშ-ის ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილში, სადაც ტრადიციულად ყვითელი ჟანგა არ აღრიცხულა ამ ადგილებისათვის დამახასიათებელი ჰაერის მაღალი ტემპერატურის გამო [Chen... 2002:14; Chen, 2005:314]. მოგვიანებით, მოლეკულური ტექნოლოგიის (AFLP) გამოყენებით დაადგინეს, რომ ეს გამოწვეული იყო პათოგენის პოპულაციაში ახალი აგრესიული პათოტიპების გამოჩენით, რომელთა სპორები ძალიან სწრაფად მრავლდება და იზრდება და ძველ პათოტიპებთან შედარებით უფრო მაღალი ოპტიმალური ტემპერატურა სჭირდება განვითარებისთვის [Markell...2008:632]. მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ ბოლო წლებში შეიმჩნევა ჰაერის მაღალ ტემპერატურასთან *P. Striiformis*-ის შეგუება [Milus...2009:89; Sørensen, 2012:11]. შესაძლებელია, იგივე მოსაზრება გამოითქვას საქართველოში გავრცელებულ პოპულაციასთან დაკავშირებითაც, რადგან 2010 წელს, როცა ყვითელი ჟანგას ეპიდემიას ჰქონდა ადგილი, ჰაერის უჩვეულოდ მაღალი ტემპერატურა დაფიქსირდა. კერძოდ, ივნის-ივლისის საშუალო ტემპერატურა 26°C-ის ტოლი იყო (<http://nea.gov.ge/ge/news/detailed/643/haeris-maqsimaluri-temperatura>). თუმცა „ქართული“ იზოლატების აგრესიულობის გენეტიკური კვლევა არ ჩატარებულა, რაც მომავალშია გასაკეთებელი.

ამრიგად, 2014-2016 წლებში ხორბლის ყვითელი ჟანგას გავრცელების და განვითარების დონე საშუალო მაჩვენებლების მიხედვით დაბალი იყო. შედარებით მაღალი ინტენსივობა აღირიცხა 2016 წელს, შიდა ქართლში დათესილ სასელექციო სანერგეებზე. ჟანგასთვის დამახასიათებელი გავრცელების ვერტიკალური ზონალობა

ხელს უწყობს საწყისი ინფექციის, ანუ ურედინიოსტადიის შენარჩუნებას და ხელსაყრელ პირობებში მის დაგროვებას.

3.2.1 საქართველოში გავრცელებული ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციის პათოტიპური და ვირულენტური სტრუქტურა

მარცვლოვანთა ჟანგების ვირულენტობის სისტემატური მონიტორინგი სათბურისა და მინდვრის პირობებში პათოგენის პოპულაციის პათოტიპების ანუ რასების და „ხაფანგი“ სანერგეების შეფასების გზით ყოველი ქვეყნისა და საერთაშორისო ორგანიზაციების სასელექციო პროგრამებს უზრუნველყოფს იმ აუცილებელი ინფორმაციით, რომელიც საფუძვლად უდევს ეროვნულ და საერთაშორისო სასელექციო პროგრამებს, ცალკეულ ქვეყანაში მცენარეთა დაცვის პოლიტიკის ჩამოყალიბებას და სტრატეგიის შემუშავებას. ჟანგების წარმატებით კვლევა წარმოდგენელია საერთაშორისო თანამშრომლობის გარეშე. საქართველოც ჩართულია ჟანგების კვლევის საერთაშორისო სიტემაში [Park...2010:22]. წარმოდგენილი კვლევა სწორედ საერთაშორისო ორგანიზაციების მხარდაჭერით შესრულდა.

2013-2016 წლებში ხუთ გეოგრაფიულ ზონაში (მესხეთი, ჯავახეთი, კახეთი, შიდა ქართლი და ქვემო ქართლი) არსებული ხორბლის ნათესებიდან შეგროვებული ნიმუშებიდან სულ გამოყოფილი იქნა ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის *Puccinia striiformis* f.sp.tritici-ის 226 მონოსპოროვანი იზოლატი, მათ შორის, მესხეთის, ჯავახეთის, შიდა ქართლის, ქვემო ქართლის და კახეთის ზონაში გავრცელებული პოპულაციიდან, შესაბამისად, გამოვყავით 64, 41, 61, 34 და 26 მონოსპოროვანი იზოლატი. ყველა მონოიზოლატის ვირულენტობის შესწავლის მიზნით იზოლატები გაანალიზდა ხორბლის ყვითელი ჟანგასადმი ცალკეული გამძლეობის გენის (სულ 23 Yr-გენი) შემცველი იზოგენური ხაზების და ჯიშ-დიფერენციატორთა საერთაშორისო ნაკრების საშუალებით. ეს გენები არის რასასპეციფიკური და სხვადასხვა საპასუხო რეაქციას იძლევიან *Puccinia striiformis*-ის მონოსპოროვანი იზოლატებით ინოკულაციისას.

ხორბლის ყვითელი ჟანგას 226 იზოლატის ვირულენტობის გაანალიზების შედეგად პოპულაციაში იდენტიფიცირებული იქნა 37 პათოტიპი. ყველაზე მაღალი სიხშირით (30.1%) წარმოდგენილი იყო პათოტიპი PstG1, ვირულენტობის ფორმულით *Yr 1, Yr 5, Yr 10, Yr 12, Yr 15, Yr 24, Yr 26, Yr SP, Yr AR, / Yr 2, Yr 3, Yr 3a, Yr 6, Yr 7, Yr 8, Yr 9, Yr 11, Yr 17, Yr 18, Yr SK, Yr JR, Yr JS, Yr AS* და პათოტიპი PstG 2 (20.6%), რომელშიც *Yr10* იყო ვირულენტური. 1.3%-დან 11.1%-მდე მერყეობდა PstG 1, PstG 2, PstG 3, PstG 4, PstG 5, PstG 6, PstG 7, PstG 8, PstG 9, PstG 11, PstG 14 და PstG 15 პათოტიპების სიხშირე. ძალიან დაბალი იყო PstG 10, PstG12, PstG13 და PstG16 პათოტიპების შეხვედრის სიხშირე (0.9%). თითო იზოლატით იყო წარმოდგენილი დანარჩენი 21 პათოტიპი (ცხრილი 10).

ცხრილი 10. ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის პოპულაციის პათოტიპური სტრუქტურა 2013-2016 წლებში

#	პათოტიპი	პათოტიპთა ვირულენტობის ფორმულა	სიხშირე	
			რაოდ-ბა	%
1	pstG1	<i>1, 5,10,12,15,24,26,SP,AR, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9, 11, 17, 18, SK JR, JS, AS</i>	68	30.1
2	pstG2	<i>1, 5, 12,15,24,26,SP,AR, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18,SK, JR,JS, AS</i>	46	20.4
3	pstG3	<i>1, 5,10,12,15,24, 26,AR /2,3, 3a 6,7,8,9,11,17,18, SP, SK, IR, IS,AS,</i>	25	11.1
4	pstG4	<i>1,3a,5,10,12,15,24,26,17, SP AR,, /2,3,6, 7,8,9,11, 17, 18,SK, JR,JS,AS</i>	16	7.1
5	pstG5	<i>1,5,10,12,15,24,26 /2,3a,3, 6,7,8,9,11,17,18,SK, JR,JS, AS, SP, AR</i>	10	4.4
6	pstG6	<i>1,3a,5,10,12,24,26,SP, AR, /2,3,6,7,8,9,11,15,17,18, SK, JR,JS, AS</i>	7	3.1
8	pstG8	<i>1,3a,5, 9,10,12,15,24, 26, AR, SP/2,3,6,7,8, 11,17,18, SK, JR,JS, AS,</i>	6	2.7
7	pstG7	<i>1,3a,5,10, 11,12,15,24,26,SP,AR, / 2,3,6,7,8,9, 17, 18, SK, JR, JS,AS</i>	5	2.2
9	pstG9	<i>1, 3a, 5, 10,12,15,24,26,SP, SK AR,/2, 3,6,7,8,9, 11, 17, 18, JR,JS, AS</i>	5	2.2
10	pstG11	<i>1,3a,5,10,12,15, 18,24,26,AR, SK,/2,3,6,7,8, 9,11,17, SP, JR,JS, AS</i>	3	1.3

11	pstG14	1,3a,5,10,11,12,15, , SP,AR/2,3,6,7,8,9, 17,18, 24,26 , SK, JR,JS, AS	3	1.3
12	pstG15	1,3a,5,10,12,15,24, SP,AR, / 2,3,6,7,8,9,11,17,18, 26 , SK, JR,JS,AS	3	1.3
13	pstG10	1, 5,10,12,15,24,26,SP,AR, SK / 2,3, , 3a, 6, 7, 8, 9, 11, 17,18, ,JR,JS,AS	2	0.9
14	pstG12	1,3a,5,10,12,15,24,26, 17,18 , SK,SP, AR /2,3,6,7,8,9,11,JR, JS, AS	2	0.9
15	pstG13	1,3a,5,10,12,15, 17 , 24,SP, AR /2,3,6,7,8,9,11, 18, 26, SK, JR,JS, AS,	2	0.9
16	pstG16	1,3a,5,10, 12 ,15,26, SP,AR/2,3,6,7,8,9,11,17,18, 24 , SK, JR, JS, AS	2	0.9
17	pstG17	1,5,10,12,15,24,26,SP/2,3, 3a,6,7,8,9,11, 17,18, SK, IR,IS,AS, AR	1	0.4
18	pst18	1,3a,5,10,12,24,26,SP,SK,AR /2,3,6,7,8,9,11, 15 ,17, 18, JR,JS,AS	1	0.4
19	pstG20	1, 5,12,15,24,26,SP / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9, 10,11,17,18, SK , AR,JR, JS, AS	1	0.4
20	pstG21	1, 5,10, 15,26,SP,AR / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9,11, 12,17,18, 24, SK JR, JS, AS	1	0.4
21	pstG22	1, 5, 9,11,10,12,15,24,26,SP,AR, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 17, 18,SK JR, JS, AS	1	0.4
22	pstG23	1, 5,15,24,26,SP,AR/2,3,3a,6, 7, 8,9,10,12,11,17,18,SK JR, JS, AS	1	0.4
23	pstG24	1, 5, 24,26,SP,AR, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9, 10,12,15,11, 17, 18,SK JR, JS, AS	1	0.4
24	pstG25	1, 5,10,12, 24,26,SP, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9,11, 15,17,18, SK, JR, JS, AR,AS	1	0.4
25	pstG26	1, 5,10,12,15, 26,AR / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9,11,17,18, 24, SP,SK JR, JS, AS	1	0.4
26	pstG27	1, 5,10,12,15,SP, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9,11,17,18, 24,26, AR,SK, JR, JS, AS	1	0.4
27	pstG28	1, 5, 12,15,24,26,SP, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9, 10,11,17,18, AR,SK JR, JS, AS	1	0.4
28	pstG29	1, 5, 12,15,24,26,AR/2,3, 3a, 6, 7, 8, 9, 10,11,17,18, SP,SK JR, JS, AS	1	0.4
29	pstG30	1, 5, 9, 12,15,24,26,SP,AR, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 10,11,17, 18,SK JR, JS, AS	1	0.4
30	pstG31	1, 5,10, 11,17,12,15,24,26,SP,AR, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9, 18,SK JR, JS, AS	1	0.4

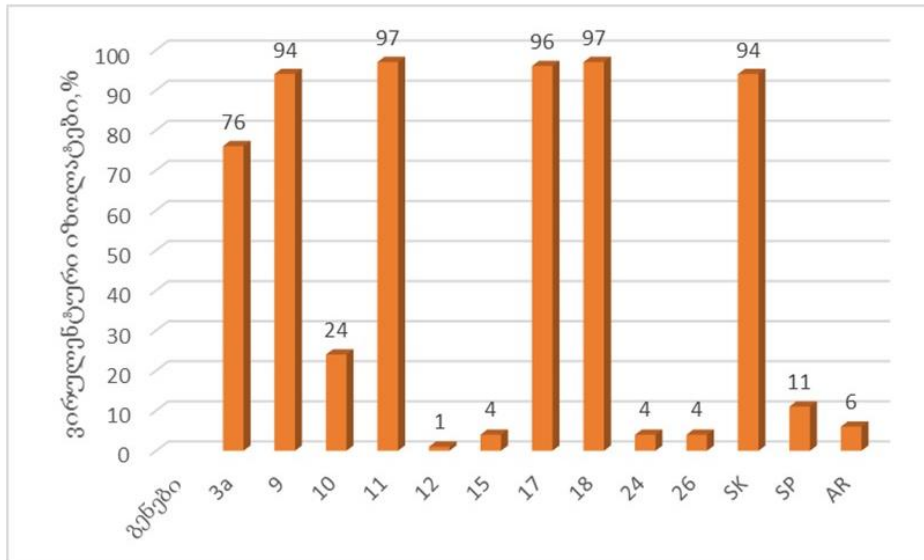
31	pstG32	1, 5, 9,11,17,10,12,15,24,26,SP,AR, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 18,SK JR, JS, AS	1	0.4
32	pstG33	1, 5,10, 11, 18,12,15,24,26,SP,AR, / 2,3, 3a, 6,7, 8, 9, 17, SK JR, JS, AS	1	0.4
33	pstG34	1,5,10,12,15,17,18, 24,26,SP, AR/ 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9,11, SK JR, JS, AS,	1	0.4
34	pstG35	1, 5, 9,10,12,15,24,26,SP,AR, SK / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 11,17, 18, JR, JS, AS	1	0.4
35	pstG36	1, 5,10, 15,24,26, SP,AR, / 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9,11, 12,17, 18,SK JR, JS, AS	1	0.4
36	pstG37	1, 5, 12,15,24,26/ 2,3, 3a, 6, 7, 8, 9, 10,11,17,18,SK JR, JS, AS, SP,AR	1	0.4
37	pstG38	1,3a, 5, 12,15,24,26,SP,AR, / 2,3,6, 7, 8, 9, 10,11,17, 18, SK JR, JS, AS	1	0.4
			226	

ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციაში გაანალიზებული 23 გამძლეობის გენიდან 21-ის მიმართ იდენტიფიცირებული იქნა ვირულენტობა, მაგრამ ვირულენტური გენების საშუალო მაჩვენებელი იყო $F_v=13.1$, რადგან 7 გენის მიმართ ვირულენტური იზოლატების მხოლოდ ერთეული შემთხვევები იყო გამოვლენილი. საქართველოში გავრცელებული პოპულაციის გენეტიკური მრავალფეროვნების დონის დასადგენად გამოთვლილი იქნა გლისონის (H_G) და შენონის (H_{sh}) ინდექსები. გლისონის ინდექსის მიხედვით პოპულაციაში იდენტიფიცირებული პათოტიპების საშუალო რიცხვი 15.3-ის ტოლი იყო, მაშინ, როცა იდენტიფიცირებული პათოტიპების მაქსიმალური რაოდენობა 37-ია. შენონის ინდექსი ($H_{sh}=1.04$) გვიჩვენებს, რომ პოპულაციის პათოტიპური სტრუქტურა მსგავსია და პოპულაციის მრავალფეროვნება დაბალია, თუმცა მაღალია იშვიათი პათოტიპების რიცხვი $h=0.93\pm 0.01$.

სულ პოპულაციაში იდენტიფიცირებული იქნა გამძლეობის 21 გენის მიმართ ვირულენტური იზოლატები სხვადასხვა სიხშირით. პოპულაციაში ძალიან მაღალი სიხშირით (76.4-100%) იყო გავრცელებული გამძლეობის გენების: *Yr 2*, *Yr 3*, *Yr3a*, *Yr 6*, *Yr 7*, *Yr 8*, *Yr 9*, *Yr 11*, *Yr17*, *Yr18*, *YrSK*, *YrJS*, *YrAS*, *YrJR* შემცველი დიფერენციატორებისადმი ვირულენტური იზოლატები. იზოლატების 24.3% და 10.6% ვირულენტური იყო *Yr 10* და *YrSP* გენების შემცველი ხაზების მიმართ. ძალიან დაბალი იყო *Yr12* (1.4%), *Yr15* (4.4%), *Yr24* (4.4%), *Yr26* (4.4%) და *YrAr* (5.6%)

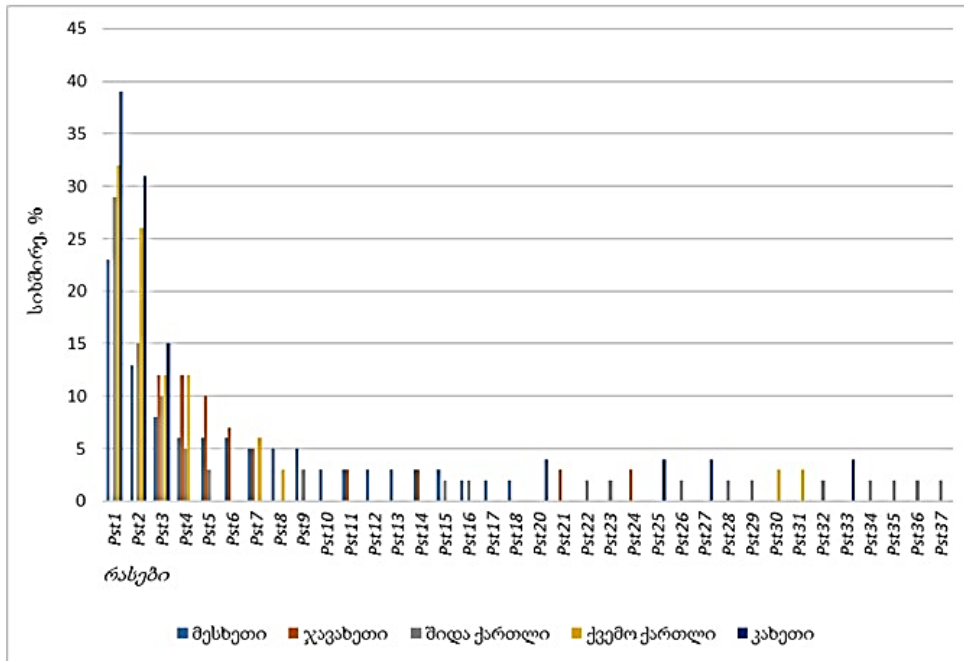
გენებისადმი ვირულენტური იზოლატების შეხვედრის სიხშირე ყვითელი ჟანგას პოპულაციაში. *Yr1* და *Yr5* გამძლეობის გენების მიმართ ვირულენტური იზოლატი არ იყო დაფიქსირებული პოპულაციაში (დიაგრამა 4).

სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში გავრცელებული პოპულაციების ვირულენტური და რასობრივი სტრუქტურის შედარებისას აღმოჩნდა, რომ მესხეთში გავრცელებულ



დიაგრამა 4. გამძლეობის გენებისადმი ვირულენტური იზოლატების შეხვედრის სიხშირე (%) ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციაში 2013-2016 წლებში

პოპულაციაში სულ აღიწერა 18 პათოტიპი. მათ შორის ორი - **PstG1** (*Yr1,5, 10,12,15,24,26,SP,AR/2,3,3a,6,7,8,9,11,17,18,SK JR, JS, AS*) და **PstG2** (*Yr1,5,12,15,24,26, SP, AR / 2, 3, 3a, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18, SK, JR, JS, AS*) დომინირებდა ხუთივე ზონაში გავრცელებულ პოპულაციაში და მათი შეხვედრის სიხშირე, შესაბამისად, ცვალებადობდა 23.4 - 38.5 % და 12.5 - 30.8 % ფარგლებში. **PstG1** და **PstG2** პათოტიპი



დიაგრამა 5. სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში იდენტიფიცირებული რასების სიხშირე

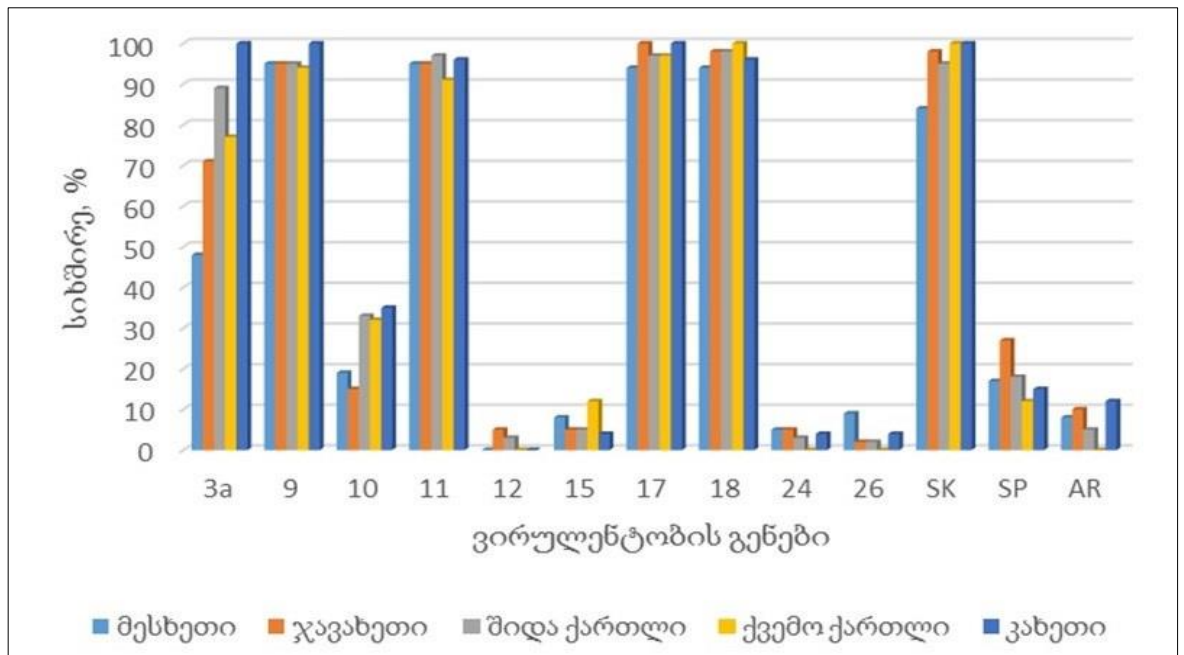
ყველაზე მაღალი სიხშირით წარმოდგენილი იყო კახეთის პოპულაციაში (38.5% და 30.8%) და თითქმის ერთნაირი სიხშირით იყო გავრცელებული შიდა ქართლსა (32.8% და 26.2%) და ქვემო ქართლში (32.4% და 26.5%). **PstG 3** პათოტიპიც ყველა ზონაში იყო გავრცელებული 7.8%-დან 15.4%-მდე ფარგლებში. პათოტიპი **PstG 4** კახეთის ზონის გარდა, ყველა ზონაში იქნა გამოვლენილი და მისი შეხვედრის სიხშირე 4.9 – 12.2% ფარგლებში მერყეობდა. პათოტიპი **PstG 5** მხოლოდ მესხეთში, ჯავახეთსა და შიდა ქართლში იყო წარმოდგენილი დაბალი სიხშირით (3.3-9.8%). პათოტიპი **PstG 7** ასევე სამ ზონაში (მესხეთი, ჯავახეთი, ქვემო ქართლი) იყო გავრცელებული 4.7-5.9%-ის ფარგლებში. პათოტიპები **PstG 6, PstG 8, PstG 9, PstG 11, PstG 14, PstG 15, PstG 16** და **PstG 24** ორ სხვადასხვა ზონაში აღირიცხა დაბალი ინტენსივობით. მათი შეხვედრის სიხშირე 3.1%-ის ტოლი იყო. პათოტიპები **PstG 10, PstG 12, PstG 13, PstG 17, PstG 18, PstG 20, PstG 25, PstG 27, PstG 30, PstG 31, PstG 33, PstG 37** და **PstG 38** მხოლოდ ცალკეულ ზონაში იქნა იდენტიფიცირებული და ყველა შემთხვევაში თითო იზოლატით იყო წარმოდგენილი (დიაგრამა 5). დომინირებული პათოტიპები შეიცავდა ვირულენტობის 14-15 გენს. შიდა ქართლის ზონაში გავრცელებული პათოგენის პოპულაციაში დადგინდა თექვსმეტი ვირულენტური/ავირულენტური კომბინაცია. დომინირებდა ორი

პათოტიპი **PstG 1** და **PstG 2**, რომლებიც შეიცავდა ვირულენტობის შემდეგ გენებს: *Yr 2,3, 3a,6, 7, 8,9 11,17,18, SK JR, JS, AS* და *Yr 2,3,3,6, 7, 8,9,10, 11,17,18, SK JR, JS, AS* და მათი შეხვედრის საშუალო სიხშირე ამ წლებში შესაბამისად 32.8% და 26.2%-ს შეადგენდა. დანარჩენი პათოტიპების გავრცელების სიხშირე დაბალი (4.9-9.8%) და ძალიან დაბალი (1.6-3.3%) იყო.

ქვემო ქართლში აღებული *Puccinia striiformis* f.sp.tritici ნიმუშებიდან გამოყოფილი 34 იზოლატის ვირულენტობის გაანალიზების შედეგად იდენტიფიცირებული იქნა ცხრა პათოტიპი. მათ შორის კვლავ დომინირებდა პათოტიპი **PstG1** (32.4%). გავრცელების მიხედვით მეორე იყო პათოტიპი **PstG2** (26.5%). ორი პათოტიპი **PstG3** და **PstG4** ერთნაირი სიხშირით (11.8%) იყო გავრცელებული პოპულაციაში, ხოლო იდენტიფიცირებული პათოტიპების მეტი წილი (ხუთი პათოტიპი: **PstG,7 PstG8, PstG30, PstG31, PstG37**) თითო იზოლატის შემთხვევაში იქნა იდენტიფიცირებული.

კახეთის ზონაში გამოვლინდა შვიდი პათოტიპი: **PstG 1, PstG 2, PstG 3, PstG 20, PstG 25, PstG 27** და **PstG33**. პოპულაციაში კვლავ **PstG1**(38.5%) და **PstG2** (30.8%) პათოტიპები პრევალირებდა. ვირულენტური იზოლატების 15.4%-ით იყო წარმოდგენილი პათოტიპი **PstG 3**, ხოლო დანარჩენი ოთხი პათოტიპი (**PstG 20, PstG 25, PstG 27** და **PstG 33**) იშვიათად (3.8%) გვხვდებოდა.

როგორც მე-6 დიაგრამიდან ჩანს, *Yr3a, Yr9, Yr11, Yr17, Yr18* და *YrSK* გენების მატარებელ დიფერენციატორებზე იდენტიფიცირებული ვირულენტობა ხუთივე ზონაში ძალიან მაღალი იყო (57-100%), საშუალო ვირულენტობით გამოირჩეოდა *Yr10* და *Yr SP* გენების შემცველი იზოგენური ხაზები და დაბალი იყო *Yr12, Yr15, Yr24, Yr26* და *YrAR* გენების მიმართ იდენტიფიცირებული ვირულენტური იზოლატების სიხშირე ყველა ზონაში.



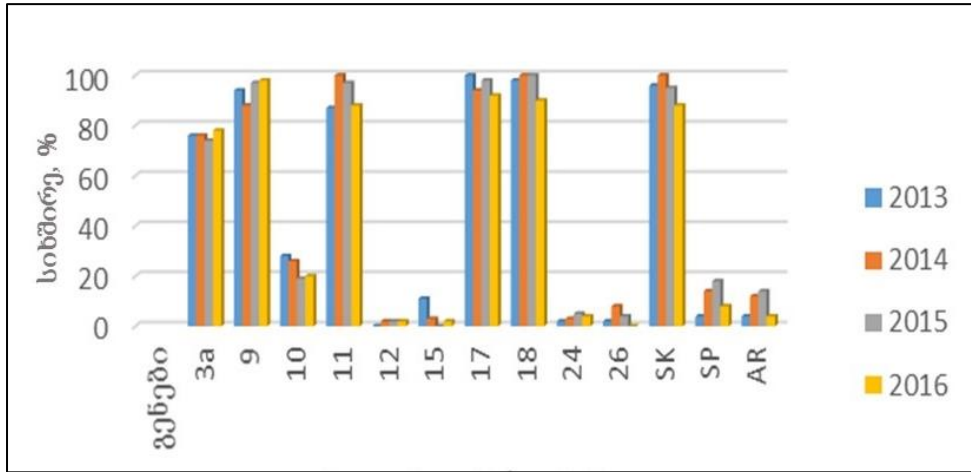
დიაგრამა 6. ვირულენტობის გენების დინამიკა ზონების მიხედვით

გამოთვლილი იქნა პათოგენის ცვალებადობის მახასიათებლები ცალკეულ ზონაში გავრცელებული პოპულაციისთვის და აღმოჩნდა, რომ ყველაზე მაღალი ვირულენტობით გამოირჩეოდა კახეთში გავრცელებული პოპულაცია - $F_v=14.7$, ხოლო ყველაზე დაბალი ვირულენტობით - მესხეთის პოპულაცია ($F_v=13.6$). ჯავახეთში, შიდა ქართლსა და ქვემო ქართლში გავრცელებულ პოპულაციებში ვირულენტური გენების საშუალო რაოდენობა - F_v თითქმის ერთნაირი (14.2-14.4) იყო. პოპულაციის მრავალფეროვნების მაჩვენებელი, გლისონის ინდექსი - H_G , ცვალებადობდა 4.3-9.5 ფარგლებში, რომლის თანახმად პოპულაციაში იდენტიფიცირებული პათოტიპების საშუალო რიცხვი ყველაზე მაღალი იყო შიდა ქართლსა ($H_G=9.5$) და მესხეთში ($H_G=9.4$), ყველაზე ნაკლები ($H_G=4.3$) - კახეთში, ჯავახეთსა და ქვემო ქართლში შესაბამისად იყო 6.2 და 5.2. პოპულაციის მრავალფეროვნების მაჩვენებლის, შენონის ინდექსის მიხედვით, ცალკეულ ზონაში პათოგენის პოპულაციის მრავალფეროვნების დონე დაბალია და მერყეობს 0.68 -0.98 ფარგლებში, ხოლო მაღალია იშვიათი პათოტიპების რიცხვი(0.41-0.54) (ცხრილი 11).

ცხრილი 11. ყვითელი ჟანგას ურედინიაპოპულაციის ცვალებადობის მაჩვენებლები გეოგრაფიული ზონების მიხედვით

გეოგრაფიული ზონა	პოპულაციის ცვალებადობის მაჩვენებლები				
	Fv	P	H _G	H _{sh}	H
მესხეთი	13.6	0.56	9.4±1,1	0.96 ±0.52	0.52±0.05
ჯავახეთი	14.3	0.52	6.2±0.8	0.87±0.46	0.41±0.14
შიდა ქართლი	14.4	0.57	9.5±1.2	0.98±0.53	0.54±1.4
ქვემო ქართლი	14.2	0.39	5.2±0.7	0.78±0.42	0.42±0.04
კახეთი	14.7	0.52	4.3±0.7	0.68±0,1	0.41±0.04

გავანალიზეთ ვირულენტური გენების წარმომადგენლობა ცალკეულ წლებში გავრცელებულ პოპულაციაში. როგორც მე-7 დიაგრამიდან ჩანს, მხოლოდ 2014 წელს იქნა იდენტიფიცირებული 21 გენისადმი ვირულენტობა, ხოლო 2013, 2015 და 2016 წლებში 20 გამძლეობის გენისადმი ვირულენტობა იქნა დადგენილი. 2013 წელს არ იქნა გამოვლენილი *Yr 1*, *Yr 5* და *Yr 12* გამძლეობის გენის მატარებელი ხაზებისადმი ვირულენტობა, 2014 წელს - *Yr 1*, *Yr 5* და *Yr 15* გენებისადმი, ხოლო 2016 წელს კი - *Yr 1*, *Yr 5* და *Yr 26* გენებისადმი ვირულენტობა. *Yr2*, *Yr3*, *Yr3a*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr11*, *Yr17*, *Yr18*, *Yr SK*, *YrJR*, *YrJS* და *YrAS* იზოგენური ხაზებისადმი ვირულენტობა 86.8-100% ფარგლებში ცვალებადობდა ყოველ წელს. ვირულენტური გენების წარმომადგენლობაში მნიშვნელოვან ცვლილებებს ადგილი არ ჰქონია წლების მიხედვით. უმნიშვნელოდ შემცირდა *Yr15*, *Yr10* და *Yr26* ხაზებისადმი ვირულენტური იზოლატების სიხშირე და უმნიშვნელოდ გაიზარდა *YrSP* და *Yr24* გენების შემცველი ხაზების მიმართ ვირულენტობა.



დიაგრამა 7. ვირულენტური გენების დინამიკა წლების მიხედვით

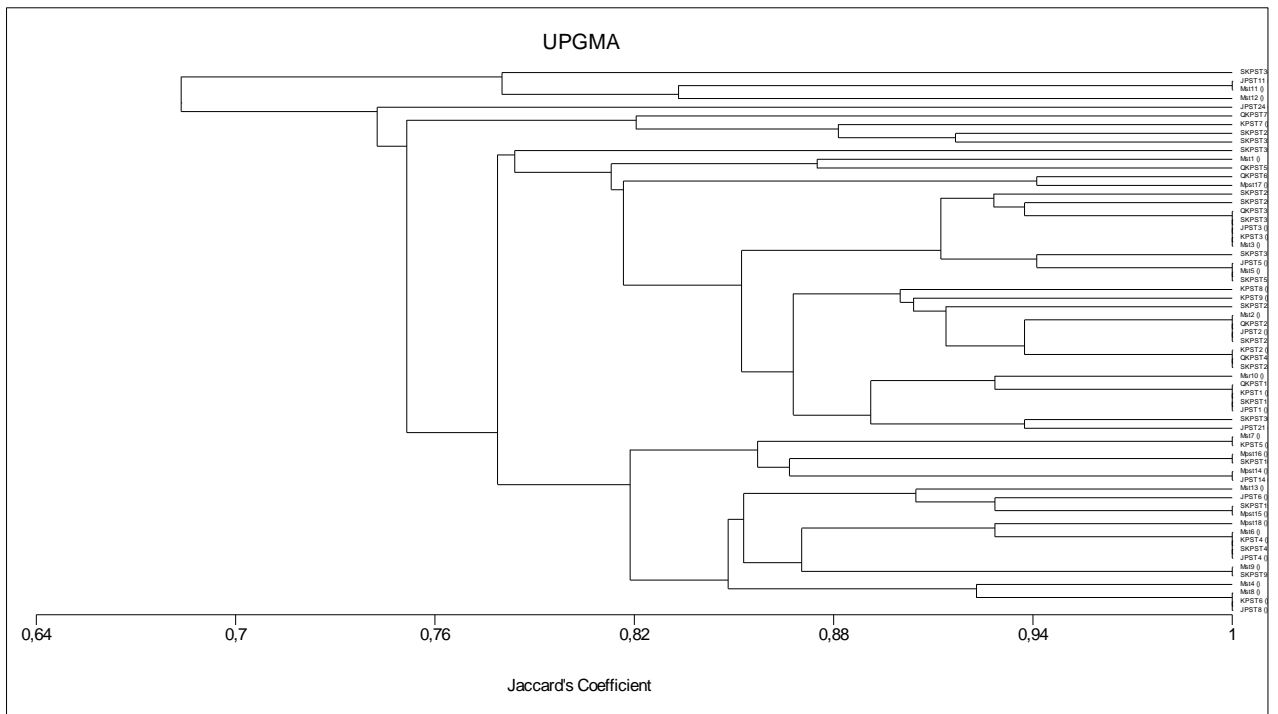
მე-12 ცხრილიდან ჩანს, რომ ვირულენტობის ფაქტორი ყველაზე მაღალი იყო 2014 წელს ($F_v=14.6$) და ყველაზე დაბალი - 2013 წელს ($F_v=10.7$). პოპულაციის მრავალფეროვნების მაჩვენებლების: შენონის ინდექსის და გლისონის ინდექსის თანახმად ყოველ წელს თითქმის ერთნაირად დაბალი იყო ყვითელი ჟანგას პოპულაციის მრავალფეროვნება. შედარებით მაღალი იყო იდენტიფიცირებული პათოტიპების საშუალო რიცხვი 2014 წელს ($H_G=11.1$), ხოლო ყველაზე დაბალი - 2015 წელს ($H_G=7.4$), თითქმის ერთნაირი იყო იშვიათი პათოტიპების მაჩვენებელი ოთხივე წელს და მერყეობდა 0.45-0.48 ფარგლებში. ამგვარად, გამოკვლევის წლების მიხედვით პოპულაციები ერთმანეთისგან თითქმის არ განსხვავდებოდნენ ვირულენტური და პათოტიპური სტრუქტურის მხრივ.

ცხრილი 12. ხორბლის ყვითელი ჟანგას ურედინიოპოპულაციის ცვალებადობის მაჩვენებლები

გამოკვლევის წლები	პოპულაციის ცვალებადობის მაჩვენებლები				
	F_v	P	H_G	H_{sh}	h
2013	10.7	0.6	8.1 ± 1.0	0.62 ± 0.4	0.46 ± 0.03
2014	14.6	0.75	11.1 ± 0.9	0.95 ± 0.5	0.48 ± 0.05
2015	12.9	0.5	7.4 ± 0.9	0.68 ± 0.4	0.47 ± 0.03
2016	11.4	0.6	8.8 ± 1.1	0.62 ± 0.4	0.45 ± 0.03

ერთმანეთს შევადარეთ ხუთი გეოგრაფიული ზონიდან გამოყოფილი 63 იზოლატი, რომლებიც წარმოადგენდნენ 37 პათოტიპს. საანალიზო იზოლატებს შორის იყო მესხეთის ზონიდან გამოყოფილი 18 იზოლატი (თითოეული იზოლატი ცალკეულ პათოტიპს წარმოადგენდა), ჯავახეთის ზონიდან გამოყოფილი 11 იზოლატი 11 პათოტიპით, შიდა ქართლის ზონიდან - 18 იზოლატი, ქვემო ქართლის ზონიდან - 7 იზოლატი და კახეთის ზონიდან - 9 იზოლატი.

მსგავსი პათოტიპების მქონე იზოლატები გაერთიანდა კლასტერებად. როგორც დენდროგრამიდან (სურათი 7) ჩანს, საანალიზო იზოლატებს შორის მსგავსების ჯაკარდის კოეფიციენტი 0.78-1.0 ფარგლებში მერყეობს, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ სხვადასხვა გეოგრაფიული წარმოშობის იზოლატებს შორის ძალიან მაღალი იყო მსგავსება. მიუხედავად იზოლატებს შორის მაღალი მსგავსებისა, მსგავსების კოეფიციენტისა და პათოტიპთა ვირულენტური სპექტრის საფუძველზე გამოიყო ორი ჯგუფი: I ჯგუფში გაერთიანდა 25 იზოლატი იდენტური პათოტიპური სტრუქტურით (მსგავსების კოეფიციენტი იყო 1-ის ტოლი იყო) და თითქმის იდენტური 21 იზოლატი, რომელთა მსგავსების კოეფიციენტი > 0.82 . II ჯგუფში გაერთიანდა 17 იზოლატი, განსხვავებული პათოტიპური შემადგენლობით, რომელთა მსგავსების კოეფიციენტი 0.70- 0.80 ფარგლებში იყო.



სურათი 7. ხორბლის ყვითელი ჟანგას სხვადასხვა გეოგრაფიული წარმოშობის პოპულაციებს შორის მსგავსების დენდროგრამა

ამგვარად, საქართველოში გავრცელებული ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაცია ზომიერად ვირულენტურია, საშუალოდ 13 ვირულენტობის გენს შეიცავს. ხოლო ყვითელი ჟანგას პოპულაციის მრავალფეროვნების დონე ვირულენტობის ნიშნის მიხედვით დაბალია, მიუხედავად სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში მათი გავრცელებისა. დღეისათვის იდენტიფიცირებულია ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის 49 გენი [Powel, 2010], მათგან, ჩვენს პირობებში შესწავლილია 26 გამძლეობის გენი. ბოლო 25 წლის მანძილზე საქართველოში გავრცელებული პოპულაციის ვირულენტობის დონე გაიზარდა. თუ 90-იან წლებში დომინირებული პათოტიპები სამი გენისგან შედგებოდა [Naskidashvili...2001:364], 2009 წლამდე 10-13 გამძლეობის გენისადმი ვირულენტობა იყო დაფიქსირებული [Sikharulidze...2009:58], ხოლო 2013-2016 წლებში პათოგენის პოპულაციაში 20 გამძლეობის გენისადმი ვირულენტობა აღირიცხა. ეს ფაქტი შეიძლება იმით აიხსნას, რომ 90-იან წლებამდე პერიოდში გაცილებით მეტ ფართობზე (300 ათ.ჰა) იყო დათესილი ხორბალი და ძირითადად, მხოლოდ რუსული ჯიში ბეზოსტაია 1 ითესებოდა. მოგვიანებით, შედარებით გაფართოვდა კომერციულ მინდვრებზე დათესილი ჯიშების სპექტრი

(ძირითადად, კვლავ რუსული ჯიშები იქნა შემოტანილი), თუმცა მათი გენოტიპი არ განსხვავდებოდა ბეზოსტაია 1-გან.

გამძლეობის გენების ეფექტურობა დამოკიდებულია პათოგენის პოპულაციის შედგენილობასა და ვირულენტობაზე [McIntosh...1995]. აქედან გამომდინარე, სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვაგვარია ყვითელი ჟანგას ვირულენტური სტრუქტურა, დომინირებული პათოტიპები და ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის გენების ეფექტურობაც განსხვავებულია. მაგალითად, 2011-2015 წლებში ყაზახეთში [Рсалиев...2015:71; Ziyaev...2011:197; Kokhmetova... 2010:64; Yahaoui, 2003:83], გერმანიაში [Flath...2015] და კანადაში [Brar...2016:1744], საქართველოს მსგავსად [სიხარულიძე...2012:57; Natsarishvili... 2015] ეფექტური იყო Yr5, Yr 10, 15, 24, SP, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება სელექციაში. პაკისტანში მოზრდილ ფაზაში ყვითელი ჟანგასადმი ეფექტური გენები იყო Yr3, Yr5, Yr10, Yr15, Yr24, Yr26, YrCV, YrSP და არაეფექტური იყო გენები Yr1, Yr2, Yr6; Yr7, Yr8, Yr9 Yr17, Yr18, Yr 27 [Bux, 2011]. მთელი რიგი ქვეყნებისგან (ესპანეთი, შვედეთი, ლიტვა, ლატვია, ნორვეგია, დანია, თურქეთი, უზბეკეთი, ეთიოპია) ჩვენი პოპულაცია განსხვავდება Yr1 გენით, რომელიც ამ ქვეყნებში არაეფექტურია (www.wheatrust.org). თურქეთში, ძირითადად, გავრცელებულია პათოტიპი, რომელიც ვირულენტურია გამძლეობის გენებისადმი Yr 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 17, 18, 25, 32, Sp YrA და ავირულენტურია Yr 8, 27 მიმართ. 2014 წელს თურქეთში გაჩნდა ახალი ე.წ. „warrior” რასა : Yr 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 17, 25, 32, SP, YrV5 [Mert ...2016: 528]. საქართველოში გავრცელებულ ყვითელი ჟანგას პოპულაციაში არ იყო აღრიცხული ახალი რასები PstS2 და „warrior”.

დაბალი მრავალფეროვნება შესაძლოა იმითაც არის განპირობებული, რომ ძალიან მცირეა ხორბლის კომერციული ნათესები საქართველოში (50-60 ათ.ჰა და ცალკეული კომერციული ნაკვეთი 2-30 ჰა ფარგლებში მერყეობს), თითქმის ერთნაირი გენოტიპის ჯიშები ითესება და არ არის პათოგენის შუამავლი მასპინძელი-მცენარე. როგორც ცნობილია, ასეთ შემთხვევაში მინიმუმამდეა დაყვანილი ფორმათწარმომქმნელი პროცესები პათოგენის პოპულაციაში. არსებული მრავალფეროვნება, რომელიც ძირითადად სელექციური სანერგეებიდან გამოყოფილ იზოლატებზეა გამოვლენილი, შეიძლება ავხსნათ სელექციური ნიმუშების განსხვავებული გენოტიპითა და გენტა

დრეფით. საქართველოში გავრცელებული პოპულაციის შიგნით არსებული მრავალფეროვნება (რომელშიც იშვიათი პათოტიპების წილი მაღალია) და წინა წლებთან შედარებით არსებული ცვლილებები ვირულენტურ და პათოტიპურ სტრუქტურაში შეიძლება აიხსნას იმით, რომ პათოგენისთვის დამახასიათებელია მხოლოდ სომატური რეკომბინაციის გზით მუტაციები [Hovmoller...2002:24] და სხვა რეგიონებიდან რასების საქართველოში შემოჭრით, რადგან ყვითელი ჟანგას გამომწვევი ქარის ნაკადებით ვრცელდება ერთი ქვეყნიდან მეორე ქვეყანაში [Kolmer, 2005:441]. თუმცა, ამის დასადასტურებლად საჭიროა ახალი კვლევის ჩატარება მომავალში, კერძოდ, „ქართული“ და სხვა ქვეყნებში გავრცელებული პოპულაციების მოლეკულური მარკერებით ერთდროული კვლევა და მათი შედარება.

3.2.2 ხორბლის ყვითელი ჟანგას ვირულენტობის მონიტორინგი მინდვრის პირობებში საერთაშორისო „ხაფანგი“ სანერგეების საშუალებით

ხორბლის გაუმჯობესების საერთაშორისო პროგრამის ფარგლებში სასოფლო სამეურნეო კვლევების საერთაშორისო ცენტრებთან (CIMMYT, ICARDA) თანამშრომლობის შედეგად, საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის (მცხეთა, წილკანი) და ფბ ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთებზე (ქობულეთსა და წალვერის საყრდენი პუნქტები) 2013-2015 წლებში დაითესა მათ მიერ მოწოდებული ხორბლის ყვითელი ჟანგას საერთაშორისო „ხაფანგი“ სანერგეები: 7th IYRTN-13, 8th IYRTN-14, 9th IYRTN-15 (80-80 ნიმუში). სანერგეები შედგებოდა 28 იზოგენური ხაზისა და 52 კომერციული ჯიშისაგან, რომლებიც, თავის მხრივ, შეიცავდა ყვითელი ჟანგასადმი ცნობილ გამძლეობის გენებს და მცირე რაოდენობით - უცნობ გამძლეობის წყაროებს. ნიმუშები გამოცდილი იქნა 2012-2013, 2013-2014 და 2014-2015 სავეგეტაციო პერიოდში, დაავადების ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე. დაავადების განვითარების პერიოდში ჩატარებული აღრიცხვების საფუძველზე შეჯერებული შედეგების მიხედვით გამოვლენილი იქნა დაავადებებისადმი გამძლე (R) 42 და ზომიერად გამძლე (MR) 13 ნიმუში (ცხრილი 13). შერეული რეაქცია (MR-MS) აჩვენა სამმა ნიმუშმა, ხოლო 14 ნიმუში მიძლევი (S) და ზომიერად მიძლევი (MS)

იყო ყვითელი ჟანგასადმი, მაშინ, როცა მიმღებ სასიგნალო ჯიმ მოროკოზე ყვითელი ჟანგას გავრცელება 40-100% ფარგლებში ცვალებადობდა.

ცხრილი 13. ყვითელი ჟანგას „ხაფანგი“ სანერგეების ნიმუშების შეფასება ბუნებრივ ინფექციურ ფონზე 2013-2015 წწ.

N	იზოგენური ხაზი/ ჯიმი	Yr გამძლეობის გენი	რეაქციის ტიპი		
			წილკანი, მცხეთის რ.-ნი	ქობულეთი	წაღვერი, ბორჯომის რ.-ნი
1	Triticale		R	R	R
2	Morocco		S50	100MS	40S
3	Yr1/6*Avocet S	Yr1	R	R	R
4	Yr1/6*AvS		R	R	R
5	Chinese166 (W; Yr1)	W;Yr1	R	R	R
6	Chinese166		R	R	R
7	Kalyansona (S)	Yr2	R	R	R
8	Heines VII (W; Yr2+?)	(W; Yr2+?)	5MR	R	R
9	Vilmorin 23 (W; Yr3a,4a+other)	(W; Yr3a,4a+ other)	R	R	R
10	Morocco		S40	60MS	30S
11	Hybrid 46	(W;Yr4)	MR	10MR	R
12	Yr 5/6* Avocet S	Yr 5	MR	R	R
13	Triticum Spelta (Inter, Yr5)	Yr 5	R	R	R
14	Yr 6/6* Avocet S	Yr 6	10MS	30MS	5MS
15	Heine's Kolben	(S; Yr6+1)	20MS	R	R
16	Heine's Peko	(S; Yr6+?)	R	R	R
17	Fielder Gun 91	Yr6,Yr20	10MS	30MS	10MS
18	Yr 7/6* Avocet S	Yr 7	40MS	40MS	20/5MS
19	Lee(S;Yr7)	S; Yr 7	1MS	30MS	10MS
20	Morocco		10MS	100S	30S
21	Reichersberg 42	(W; Yr7+?)	R	R	R
22	Teatcher	Yr7	5MR	R	R
23	Yr 8/6* Avocet S	Yr 8	70MR	30MR	R
24	Compair (S; Yr8)	(S; Yr8)	70MR	20MR-5MS	R
25	Yr 9/6* Avocet S	Yr9	5MR-1MS	5MR	5MR
26	Fed.4/Kavkaz (Yr9)	Yr9	5MR	5MR-5MS	20MR
27	Clement (W; Yr9+Yr2+?)	Yr9	R	R	R
28	Federation	W; Yr9+Yr2+?	60MS	60MS	20MS
29	Yr 10/6* Avocet S	Yr10	5MR-MS	5MR	5MR

30	Morocco		20MS	80S	50S
31	Moro (W; Yr10)	(W; Yr10)	5MR	10MR	5MR
32	Yr 15/6* Avocet S	Yr 15	R	R	R
33	Yr 17/6* AOC	Yr 17	R	R	R
34	Strubes Dickkopf (W;2-more)	W;2-more?	R	R	R
35	Suwon92 x Omar(W)	W;	R	5MR	R
36	Nord Desprez(W; YrND)	W; YrND	R	R	R
37	YRCV/6*AOC	YrCV	R	R	R
38	Carstens V (W;Yr32)	W; Yr32	R	30MR	R
39	YrSP/6*Avocet S	YrSP	R	5MR	R
40	Morocco		30S	80S	50S
41	Spalding Prolific(W; YrSP)	W; YrSP	R	R	1MR
42	Avocet 'R'	YrA	60MS	70MS	1MS
43	Inia 66	YrA	10MS	80MS	20MS/MR
44	Avocet 'S'	-	20MS	80MS	20MS
45	Tres/6*AVS	-	20MS	5MS	MR
46	Yr 18/3* Avocet S	Yr18	5MS	80MS	10MS
47	Jupateco'R' (S)	Yr18+	10 MS	10MS-MR	5MR
48	Jupateco' S'	-	20MS	30MS	20MS
49	Anza	YrA, Yr18	5MR-1MS	10MR	MR
50	Morocco		60S	50S	50S
51	Cook (S)	APR	R	R	R
52	Lemhi	Yr21	70MS	60S	5MS
53	TP981	-	10MS	30MS	5MS-MR
54	TP1295	Yr25	R	R-10MR	MR
55	Yr 27/6* Avocet S	Yr27	10MS	MS-MR	5MS
56	Ciano 79	Yr27	MS1	R	R
57	ATTILA CM8536-50Y -OM-OY-3M-0Y	Yr27+?	MR	R	1MR
58	Opata 85	Yr27+Yr18	10MS-MR	20MR-1MS	MR
59	AVOCET-YRA*3/3ALTAR84/AE.S Q//OPATA CGSS00Y00204T-099M-20Y	Yr28	5MS	60MS	5MR-MS
60	Morocco		20S	60S	30S
61	Lal Bahadur/Pavon 1BL	Yr29	10MS	50MS	5MS
62	AVOCET-YRA*3/PASTOR CGSS00Y00207T-099M-1Y	Yr31	10MS	50MS	1MS

63	PASTOR	Yr31+APR	5MR	30MR	MR
64	Polmer 2.1	-	R	R	R
65	Cham 1	DW	R	10MR	10MR
66	Cham 4		R	R	5MR
67	Cham 6		R	1MS	1MS
68	Cham 8		R	1MS	5MS
69	Gobustan		10MS	1MS	20MR
70	Morocco		40S	100S	40S
71	Sardari		5MS	20MR-MS	1 MR –MS
72	Alamout		MR-MS	R	R
73	Bohouth 6		5MS	MR	R
74	Gereck 79		MS1	R	R
75	Hugenoot		R	R	R
76	Gun 91		10MR	10MR	1MR
77	Dustlik		10MR-1MS	MR	MR
78	Tatara CM85836-50Y-OM-2M-OY-OPAK		R	R	R
79	Moroco		R	R	R
80	Triticale		R	R	R

როგორც მე-13 ცხრილიდან ჩანს, მოზრდილ ფაზაში ყვითელი ჟანგას ბუნებრივი პოპულაციისადმი გამძლე აღმოჩნდა გენები: *Yr1* (იზოგენური ხაზი Yr1/6*Avocet S და ჯიში Chinese166), *Yr2* (Kalyansona (S) და Heines VII), *Yr3a* (Vilmorin 23), *Yr4* (Hybrid 46), *Yr5* (Yr 5/6* Avocet S, *Triticum Spelta*), *Yr10* (Yr 10/6* Avocet S, Moro) *Yr15* (Yr 15/6* Avocet S), *Yr17* (Yr 17/6* AOC), *Yr25*(TP1295), *Yr32* (Carstens V), *YrSP* (Spalding Prolific, YrSP/6*Avocet S), *YrAR* (Avocet 'R', Inia 66) და აგრეთვე, უცხოური სელექციის ჯიშები: Cham 1, Cham 4, Cham 6, Cham 8, Gobustan, Alamout, Bohouth 6, Gereck 79, Hogenoot, Gun 91, Dustlik, Tatara CM85836-50Y, Suwon92/Omar, რომლებიც წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული სელექციაში ახალი გამძლე ჯიშების მიღების მიზნით. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ აღმონაცენის ფაზაში გენები *Yr2*, *Yr3a*, *Yr10*, *Yr8*, *Yr9* და *Yr17* არაეფექტური იყო.

აღსანიშნავია, რომ მთავარი (major) გამძლეობის გენი *Yr18*, რომელსაც შეიცავს საქართველოს ენდემური სახეობა *Triticum timopheevi*, გასული საუკუნიდან დღემდე წარმატებით გამოიყენება სხვადასხვა ქვეყნის სასელექციო პროგრამებში სავსე ანუ ხანგრძლივი გამძლეობის მქონე გენოტიპების მისაღებად [McIntosh, 1971:240]. ჩვენი

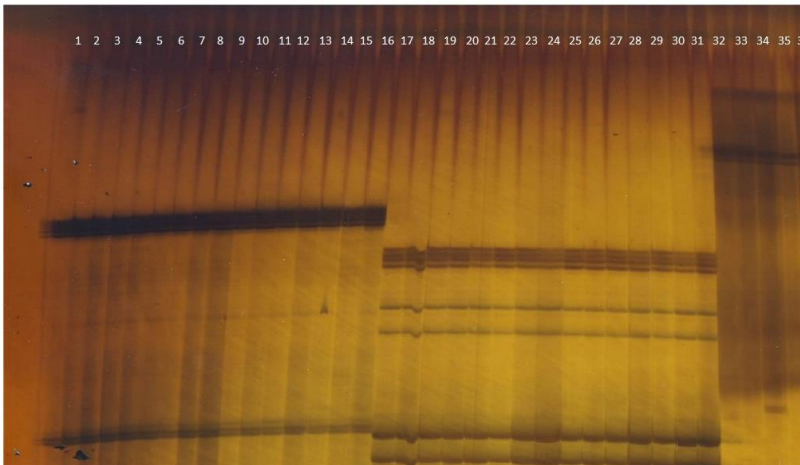
კვლევის მსგავსად სხვა ქვეყნის პოპულაციაში *Yr18* გენი არ არის ეფექტური აღმონაცენისა და მოზრდილ ფაზაში, მაგრამ იგი დღესაც გამოიყენება „minor“ გენებთან კომბინაციაში [Singh... 2004:590].

ამგვარად, აღმონაცენის ფაზაში უფრო მაღალი იყო გამძლეობის გენებისადმი ვირულენტობა, ხოლო მოზრდილ ფაზაში შედარებით ნაკლები გამძლეობის გენისადმი ვირულენტობა იქნა აღრიცხული, მრავალ მნიშვნელოვან გენთა კომბინაციების გამოყენების საშუალებას იძლევა როგორც საერთაშორისო, ისე ეროვნული სასელექციო პროგრამებში.

3. 3. ყვითელი ჟანგას მრავალფეროვნების შესწავლა მოლეკულური მარკერებით

ხორბლის ყვითელი ჟანგას გამომწვევის გენეტიკური მრავალფეროვნების შესწავლის მიზნით ხუთი გეოგრაფიული ზონიდან გამოყოფილი 35 იზოლატი (Mst1, Mst1a, Mst2, Mst3, Mst4, Mst5, Mst5a, Mst6, Mst7, Mst8, JPST1 JPST2 JPST3, JPST4, JPST4a, JPST5, JPST8, SKPST1, SKPST1b, SKPST2, SKPST3, SKPST3a, SKPST4, SKPST5, SKPST9, QKPST1, QKPST2, QKPST3, QKPST4, QKPST7, QKPST8, KPST1, KPST2, KPST3, KPST33) გაანალიზდა 12 SSR მარკერის (RJ3, RJ4, RJ5, RJ15, RJ18, RJ20, RJ21, RJ22, SUNIPst 05-47, Scaffold 45-273492, SUNIPst 15-30, Scaffold176-11303) საშუალებით (კვლევა ჩატარდა ეროვნული სამეცნიერო ფონდის სადოქტორო გრანტის ფარგლებში დაგეგმილი სტაჟირებისას ჩინეთის ჩრდილო-დასავლეთის აგრარული უნივერსიტეტში). გამოყენებული მარკერებიდან მხოლოდ ექვსმა მარკერმა (RJ3, RJ4, RJ18, RJ20, RJ21, RJ22) წარმოქმნა ამპლიფიკაციის პროდუქტები, რომელთა ზომები ცვალებადობდა 70-დან 1000bp-მდე. გაანალიზებული იზოლატების მიერ ამპლიფიცირებული ფრაგმენტების რიცხვი და ზომა ცვალებადობდა გამოყენებული პრაიმერების მიხედვით (სურათი 8). სულ ექვსი სხვადასხვა ზომის ამპლიფიცირებული ფრაგმენტი წარმოქმნა იზოლატებმა, კერძოდ, მესხეთის პოპულაციიდან გამოყოფილ 10 იზოლატში იდენტიფიცირდა ექვსივე ზომის ამპლიკონი: 900bp და 470bp ზომის თითო-თითო SSR გენოტიპი; 320bp და 70bp ზომის ხუთ-ხუთი SSR გენოტიპი; 200bp და 250bp ზომის ოთხ-ოთხ SSR გენოტიპი; ჯავახეთში გავრცელებული პოპულაციიდან გამოყოფილმა 7 იზოლატმა წარმოქმნა ოთხი ამპლიკონი: 320bp და 70bp ზომის ოთხ-ოთხ SSR გენოტიპი და 200bp და 250bp

ზომის სამ-სამი SSR გენოტიპი; შიდა ქართლის პოპულაციიდან გამოყოფილ რვა იზოლატიდან ხუთ იზოლატში აღმოჩენილი იქნა 320bp და 70bp ზომის ხუთ-ხუთი SSR გენოტიპი, ხოლო სამ იზოლატში - 200bp და 250bp ზომის SSR გენოტიპები; ქვემო ქართლის პოპულაციიდან გამოყოფილი 6 იზოლატიდან, ერთმა იზოლატმა წარმოქმნა 900bp და 470bp ზომის ამპლიკონი, სამმა იზოლატმა - 70bp და 320bp ზომის სამ-სამი ამპლიკონი და ორმა იზოლატმა - 200bp და 250bp ზომის ამპლიკონი;

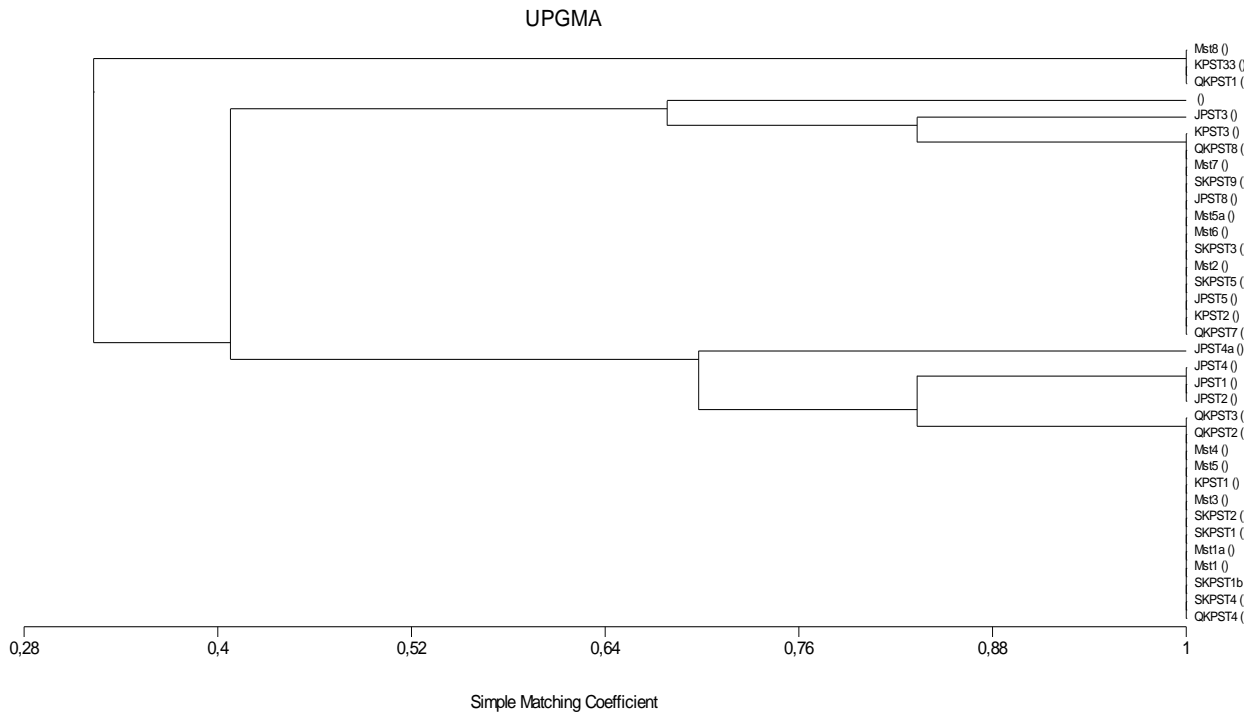


სურათი 8. *Puccinia striiformis f. sp. tritici* 35 იზოლატის ამპლიფიკაციის პროდუქტები

კახეთში გავრცელებული პათოგენის პოპულაციიდან გაანალიზებული ოთხ იზოლატში, აგრეთვე, ამპლიფიცირებული იქნა ექვსი სხვადასხვა ზომის ფრაგმენტი: 900bp, 470bp, 320bp და 70bp ზომის თითო-თითო ფრაგმენტი და 200bp და 250bp ზომის ორ-ორი ფრაგმენტი;

Puccinia striiformis -ის იზოლატების მიერ ამპლიფიცირებული პროდუქტების კლასტერული ანალიზის შედეგების თანახმად იზოლატების დიდი უმრავლესობა ერთმანეთის მსგავსია. მათ შორის მსგავსების კოეფიციენტი 0.46-1.0 ფარგლებში იყო. პოპულაციაში ორი ძირითადი კლასტერი გამოიკვეთა. პირველი კლასტერი, რომელშიც მაღალი მსგავსების იზოლატები გაერთიანდა, თავის მხრივ, ორ ქვეჯგუფად იყოფოდა. ერთ ქვეჯგუფში გაერთიანდა იდენტური (მსგავსების კოეფიციენტი-1.0) პროფილების მქონე იზოლატები (Mst1, Mst1a, Mst3, Mst4, Mst5, JPST4a, JPST5, JPST8, SKPST1, SKPST1b, SKPST2, SKPST3a, SKPST4, QKPST2, QKPST3, QKPST4, KPST1) და მეორე ჯგუფში აღმოჩნდა იზოლატები (Mst2, Mst5a, Mst6, Mst7,

JPST3, JPST4, JPST5, JPST8, SKPST3, SKPST5, SKPST9, QKPST7, QKPST8, KPST2, KPST3), რომელთა შორის მსგავსება 0.72-0.88 ფარგლებში იყო. მეორე კლასტერში აღმოჩნდა სამი იზოლატი (Mst8, QKPST1, KPST33), რომლებიც ყველაზე უფრო განსხვავებული იყო დანარჩენი იზოლატებისგან მარტივი შესაბამისობის კოეფიციენტის(0.46) მიხედვით (სურათი 9).



სურათი 9. *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* სხვადასხვა გეოგრაფიული წარმოშობის 35 იზოლატის მოლეკულური პროფილების მსგავსების დენდროგრამა

ამგვარად, მოლეკულური მარკერების გამოყენებისას დადასტურდა საქართველოში გავრცელებული ყვითელი ჟანგას პოპულაციის მრავალფეროვნების დაბალი დონე ანუ *Puccinia striiformis* ვირულენტობის ნიშნით დახასიათებული მრავალფეროვნების მაჩვენებლები და მოლეკულური მარკერების მიხედვით გაანალიზებული პოლიმორფიზმი ერთმანეთთან შესაბამისობაშია.

მსგავსი კვლევებია ჩატარებული სხვადასხვა ქვეყანაში SSR მარკერებით ყვითელი ჟანგას გამომწვევის პოპულაციის მრავალფეროვნების შესწავლის მიზნით. კანადაში დაბალი მრავალფეროვნება დაფიქსირდა [Holtz...2014:415]. ასევე დაბალი იყო *Puccinia*

striiformis პოპულაციის მრავალფეროვნება ავსტრალიასა და ევროპის მრავალ ქვეყანაში, განსხვავებით ჩინეთისგან, სადაც შედარებით უფრო მაღალია პათოგენის გენეტიკური და მოლეკულური მრავალფეროვნება [Duan...2010:44; Tian...2016:185]. პაკისტანში გავრცელებული პათოგენის პოპულაციის SSR მარკერებით კვლევის შედეგების თანახმად დაადგინა, რომ პაკისტანის და აშშ იზოლატებმა გამოავლინა დაბალი გენეტიკური მრავალფეროვნება მოლეკულური დონეზე და მოლეკულური მრავალფეროვნება არ იყო მჭიდრო კავშირში ვირულენტობის პოლიმორფიზმთან [Bux, 2011:5489].

3.4. ხორბლის სასელექციო მასალის იმუნოლოგიური შეფასება.

3.4.1 ხორბლის საერთაშორისო სანერგეების გამოცდა საქართველოში გავრცელებული ყვითელი ჟანგას პოპულაციისადმი

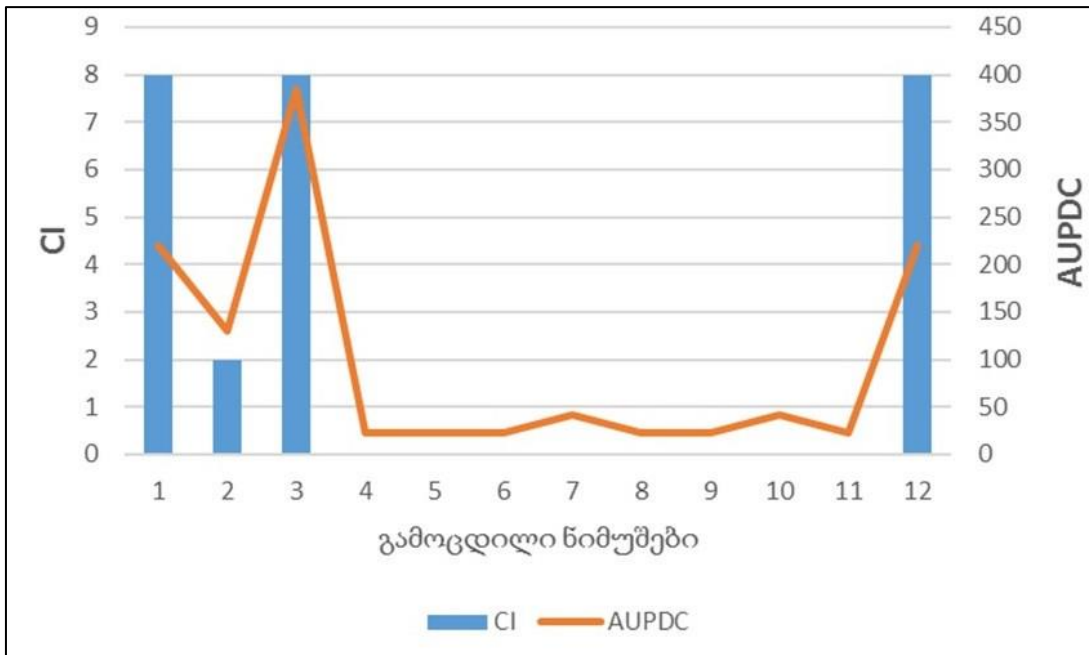
2011-2015 წლებში ფიტოპათოლოგიის და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის (ქობულეთი), კომპანია „ლომთაგორას“ (მარნეული) და მიწათმოქმედების ინსტიტუტის (მცხეთა) საცდელ ნაკვეთებზე, მიმდინარეობდა ხორბლის გაუმჯობესების საერთაშორისო ცენტრებიდან (CIMMYT, ICARDA) მიღებული ფაკულტატური და საშემოდგომო ხორბლის სანერგეების - 17FAWWON-SA, 19FAWWON-SA და მოსავლიანობის სანერგეების - 20HRWYT, 17IWWYT-IR, 1st-CACWWYT გენეტიკური პოტენციალის შესწავლა საქართველოს პირობებში, მათ შორის, სხვადასხვა დაავადებისადმი (ჟანგები, სეპტორიოზი, ნაცარი) გამძლეობის დონის შესწავლაც.

აღნიშნული სანერგეებიდან ჩვენს მიერ გამორჩეული იქნა ყვითელი ჟანგასადმი გამძლე თორმეტი ნიმუში: Attila*2/P8-20HRWYT-5, Tacupeto-F2001/6/CNDO-20HRWYT-225, 19FAWWON-SA-79, Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803, Amsel/TUI//... LG-44, 17IWWYT-IR-9803; HBK0935W-24, KR-11 -9043, KR11-003, KR11-014, KR11-015, Shafag 2 დაავადებისადმი რეაქციის ტიპის, დაავადების განვითარების ინტენსივობის და ინფექციურობის კოეფიციენტის მიხედვით (ცხრილი 14).

ცხრილი 14. საერთაშორისო სანერგეებიდან გამორჩეული ნიმუშების ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის მახასიათებლები

N	ნიმუში	წარმოშობა	დაავადები სადმი რეაქცია	ინფექციურობის კოეფიციენტი (CI)	AUPDC
1	19FAWWON-SA-79	ICARDA	10MS	8	420
2	Attila*2/P8 – 20HRWYT-5	ICARDA	5MR	2	130
3	Kinaci-97, 17IWWYT -IR-9803	ICARDA	20MR	8	385
4	Tacupeto-F2001/6/ CNDO,	ICARDA	R	0.2	22
5	Amsel/TUI//... LG-44	ICARDA	R	0.2	22
6	17IWWYT-IR-9803; HBK0935W-24	ICARDA	R	0.2	22
7	KR-11 -9043	ICARDA	5MR	2.0	42
8	KR11-003	ICARDA	R	0.2	22
9	KR11-9014	ICARDA	R	0.2	22
10	KR11-9015	ICARDA	5MR	2.0	42
11	Shafag 2	ICARDA	R	0.2	22
12	17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/ AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON		10 MR -MS	8	220

როგორც მე-14 ცხრილიდან ჩანს, ექვსმა ნიმუშმა (KR11-003, KR11-014, Tacupeto-F2001/6/CNDO-20HRWYT-225, Shafag 2, 17IWWYT-IR-9803-HBK0935W-24, Amsel/TUI//...LG-44) გამოავლინა გამძლე (R) რეაქცია, ძალიან დაბალი ინფექციურობის კოეფიციენტი (0.2) და AUPDC. საშუალოდ გამძლე (MR) რეაქცია აჩვენა ოთხმა ნიმუშმა: KR11-015, KR11-9043, Attila*2/P8 -20HRWYT-5, Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803.



დიაგრამა 8. საერთაშორისო სანერგებიდან გამორჩეული ნიმუშების ინფექციურობის კოეფიციენტი (CI) და დაავადების განვითარების მრუდექვეშა ფართობი (AUPDC)

მათი ინფექციურობის კოეფიციენტი ცვალებადობდა 2-8 ფარგლებში, ხოლო AUPDC 42-დან 385-მდე მერყეობდა (დიაგრამა 8). აღნიშნული მახასიათებლების მიხედვით გამორჩეული ათი ნიმუში ყვითელი ჟანგასადმი სავსე გამძლეობის მქონე გენოტიპებია. ორმა ნიმუშმა აჩვენა საშუალოდ მიმდები რეაქცია დაბალი ინტენსივობით (10MS), ასევე დაბალი იყო ინფექციურობის კოეფიციენტი (CI =2) და AUPDC =220).

2013-2014 სავეგეტაციო პერიოდში ქობულეთში, ფიტოპათოლოგიის და ბიომრავალფეროვნების ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთზე, შესწავლილი იქნა რამდენიმე სანერგიდან გამძლეობით გამორჩეული გენოტიპების სხვადასხვა სამეურნეო მახასიათებელი: მცენარის სიმაღლე, თავთავის სიგრძე, თავთავში მარცვლების რაოდენობა, 1000 მარცვლის მასა და მოსავლიანობა. აღნიშნული მაჩვენებლების მიხედვით ყველა გამოცდილი გენოტიპი აღემატებოდა ჯიმ-სტანდარტ ბეზოსტაია 1-ს (ცხრილი 15).

ცხრილი 15. საერთაშორისო სანერგეებიდან გამორჩეული ნიმუშების სამეურნეო მახასიათებლები

#	ნიმუში	მცენარის სიმაღლე, სმ	თავთავი ს სიგრძე, სმ	თავთავში მარცვლ. რ-ბა	1000 მარცვლის მასა, გრ	საშ. მოსავალი, ტ/ჰა
1	KR11-9014	90±0.24	8.8±0.24	44.5±0.18	42.5±0.5	5.0±0.14
2	KR-11 -9043	90±0.16	8.3±0.28	48.1±0.25	45.8±0.16	5.4±0.16
3	KR11-003	80±0.14	10.4±0.7	50.0±0.08	44.7±0.2	5.5±0.01
4	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	82±0.2	8.9±0.2	48.9±0.42	40.2±0.4	5.0±0.13
5	Kinaci-97, 17IWWYT- IR-9803	85±0.21	10.5±0.4	50.0±0.34	47.1±0.25	5.1±0.19
6	Tacupeto- F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	85±0.14	10.4±0.41	42.1±0.19	45.0±0.18	5.8±0.17
7	Amsel/TUI//... LG-44	80±0.2	8.8±0.23	48.4±0,62	42.8±0.5	5.3±0.1
8	17FAWWON-SA- CUPRA- 1/3/CROC1/AE.SQUAR ROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	95±0.12	10.4±1.2	61.5±0.8	48.5±0.09	6.2±0.14
9	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	84±0.9	7.5±0.14	39.8±0.02	40.5±0,61	4.1±0.12
		LSD ₀₅ -1.4	LSD ₀₅ - 1.4	LSD ₀₅ -0.6	LSD ₀₅ -1.5	LSD ₀₅ -0.4
			LSD ₀₁ - 2.2	LSD ₀₁ -1.2	LSD ₀₁ -1.8	LSD ₀₁ -0.6

მე-14 ცხრილში მოცემულ მონაცემთა ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის (ANOVA) მაჩვენებლები განმეორებების მიხედვით ერთმანეთისგან განსხვავდებოდა 95% და 99% ნდობის ალბათობაზე. სახელდობრ, სხვადასხვა გენოტიპის სიმაღლე განსხვავებული იყო 80-95სმ ფარგლებში, თავთავების სიგრძის საშუალო მაჩვენებელი ცვალებადობდა 8.3-10.5 სმ ფარგლებში და 95% ნდობის ალბათობისათვის უმცირესი არსებითი განსხვავება - LSD₀₅ იყო 1.4, ხოლო 99% ნდობის ალბათობისათვის LSD₀₁ კი - 2.2, ასევე მერყეობდა თავთავში მარცვლების საშუალო მაჩვენებლები გენოტიპების მიხედვით 39.8-დან 61.5-მდე და 95% და 99% ნდობის ალბათობისათვის უმცირესი

არსებითი განსხვავება იყო $LSD_{05}=0.6$ და $LSD_{01}=1.2$. განსხვავებული იყო საცდელი ნიმუშების 1000 მარცვლის მასის და მოსავლის საშუალო მაჩვენებლები, რომლებიც შესაბამისად მერყეობდა 40.2-48.5 გრ. და 4,1-6.2 ტ/ჰა ფარგლებში. შესაბამისად, 95% ნდობის ალბათობისათვის უმცირესი არსებითი განსხვავება - $LSD_{05}=1.5$ და $LSD_{05}=0.4$, ხოლო 99% ნდობის ალბათობისათვის - $LSD_{01}= 1.8$ და $LSD_{01}= 0.6$.

2014-2015 წლის სავეგეტაციო პერიოდში ჩატარდა ზემოთ მოცემული გენოტიპების ეკოლოგიური გამოცდა სამ ზონაში: მესხეთში (ახალციხე), ჯავახეთსა (ახალქალაქი) და შიდა ქართლში (მცხეთა, წილკანი). გენოტიპები დახასიათებული იქნა თავთავის სიგრძის, თავთავში მარცვლების რაოდენობის, 1000 მარცვლის მასის და მოსავლიანობის საშუალო მაჩვენებლების მიხედვით. ექსპერიმენტები ოთხ განმეორებაში იყო მოწყობილი.

თავთავების სიგრძის საშუალო მაჩვენებელი ცვალებადობდა ზონების და გენოტიპების მიხედვით 8.6-11.8 სმ ფარგლებში. ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი (11.8სმ და 11.5სმ) აღირიცხა გენოტიპზე Tacupeto-F2001/6/CNDO ყველა ზონაში, მეორე იყო გენოტიპი 17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON (10.8 სმ). თავთავის სიგრძის ასევე მაღალი მაჩვენებელი (11.5 სმ) დაფიქსირდა გენოტიპ KR11-003-ზე ჯავახეთში, საკმაოდ კარგი მაჩვენებლები აღირიცხა დანარჩენ ორ ზონაშიც(10.5 და 10.6სმ). ჯიმ-სტანდარტის ბეზოსტაია 1-ის თავთავის სიგრძე მერყეობდა 7.7-8.3 სმ ფარგლებში (ცხრილი 16).

ცხრილი 16. საცდელ გენოტიპთა თავთავის სიგრძე სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში

ზონები (A ფაქტორი)	გენოტიპი (B ფაქტორი)	თავთავის სიგრძე, სმ				ჯამი	საშ.
		განმეორებები					
		1	2	3	4		
შიდა ქართლი	KR11-9014	9,5	9,8	9,7	9,8	38,8	9,7
	KR-11 -9043	8,6	8,7	8,8	8,8	34,9	8,7
	KR11-003	11	10,9	10,5	9,5	41,9	10,5
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	10,9	9,5	9,5	9	38,9	9,7

	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	9,5	10,5	10,5	10,5	41	10,2
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	12	11,6	12	11,5	47,1	11,8
	Amsel/TUI//... LG-44	9,8	9,6	9,8	9,4	38,6	9,65
	17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	11,5	10,5	11	10,5	43,5	10,8
	ბეზოსტაია 1 (სტანდარტი)	7,5	8	8,5	7,5	31,5	7,8
მესხეთი	KR11-9014	9,8	9,8	9,7	9,6	38,9	9,7
	KR-11 -9043	8,5	8,5	8,6	8,8	34,4	8,6
	KR11-003	11,5	11	10	10	42,5	10,6
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	9,8	9,7	10,2	9,5	39,2	9,8
	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	11	10,5	10,5	11,6	43,6	10,9
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	11,8	11,5	11	12	46,3	11,5
	Amsel/TUI//... LG-44	9,5	9,4	9,8	8,5	37,2	9,3
	17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	10,8	11	10,5	11	43,3	10,8
ბეზოსტაია 1 (სტანდარტი)	8,8	8	8,5	8	33,3	8,3	
ჯავახეთი	KR11-9014	9,5	9	9,5	10	38	9,5
	KR-11 -9043	8,5	8,5	8,8	9	34,8	8,7
	KR11-003	12	11,5	11	11,5	46	11,5
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	9,7	9,5	9,5	9,8	38,5	9,6
	Kinaci-97 17IWWYT-IR-9803	10,5	11	10,5	11	43	10,7
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	11	12	12	11	46	11,5

Amsel/TUI//... LG-44	9,8	9,8	10	9,5	39,1	9,8
17FAWWON-SA- CUPRA- 1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	10,8	11	10,8	10,5	43,1	10,8
ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	7,5	8	7,8	7,5	30,8	7,7

ცხრავე ჯიშის ეკოლოგიური გამოცდის შედეგები დამუშავებული იყო ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის (ორფაქტორიანი ANOVA) გამოყენებით, რათა შეგვეფასებინა ორი ფაქტორის - გეოგრაფიული ზონისა (A ფაქტორი) და გენოტიპის (B ფაქტორი) გავლენა ხორბლის მოსავალსა და მოსავლის ძირითად კომპონენტებზე. დისპერსიული ანალიზის შედეგების თანახმად, თავთავის სიგრძის მიხედვით ხორბლის გენოტიპებს შორის განსხვავება მნიშვნელოვანი იყო. კერძოდ, ფიშერის კრიტერიუმი ($F=94.5$) თავთავის სიგრძის მიხედვით F ფაქტიური $> F$ თეორიულზე და გეოგრაფიული ზონის მიხედვით კი მოსავლის კომპონენტებში სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი განსხვავება არ დადასტურდა ($F_{ფ} < F_{თ}$). უმცირესი არსებითი განსხვავება - LSD_{05} განმეორებებს შორის 95% -იან დონეზე იყო- 0.8.

ცხრილი 17. ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის შედეგების თავთავის სიგრძის მიხედვით

დისპერსია	კვადრატების ჯამი	თავისუფლების ხარისხი	კვადრატების საშუალო,	F ფ	F ₀₅
საერთო	147,68	107	-	-	-
განმეორებების	0,653	3	-	-	-
ზონის A	0,16	2	0,08	0,47	3,18
ნიმუშების B	128,41	8	16,05	94,5	2,13
A და B ფაქტორთა ურთიერთქმედების	4,94	16	0,31	0,33	1,95
ნაშთი	13,52	78	0,17	-	-

თავთავებში მარცვლების რაოდენობის საშუალო მაჩვენებლის მიხედვით ყველაზე მაღალი სიდიდე (66.8) აჩვენა შიდა ქართლი ზონაში გენოტიპმა 17FAWWON-SA-CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA(224)//2*OPATA/4/PANTHEON. ასევე მაღალი იყო თავთავში მარცვლების რაოდენობის რიცხვი აღნიშნულ ნიმუშზე დანარჩენ ორ ზონაშიც. რიგით მეორე სიდიდე აჩვენა გენოტიპმა Kinaci-97 17IWWYT-IR-9803 (54.3) შიდა ქართლსა და მესხეთში, ხოლო ჯავახეთში - გენოტიპმა Attila*2/P8 -20HRWYT-5(54.0). თავთავებში მარცვლების რაოდენობის საშუალო სიდიდე ზონების და გენოტიპების მიხედვით ცვალებადობდა 42.5-66.8 ფარგლებში. ჯიმ-სტანდარტ ბეზოსტაია 1-ზე თავთავებში მარცვლების რაოდენობის საშუალო მაჩვენებელი მერყეობდა 38.5-39.3 ფარგლებში (ცხრილი 18).

ცხრილი 18. საცდელი გენოტიპების თავთავში მარცვლების რაოდენობა სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში

ზონები (A ფაქტორი)	გენოტიპი (B ფაქტორი)	თავთავში მარცვლების რ-ბა				ჯამი	საშ.
		განმეორებები					
		1	2	3	4		
შიდა ქართლი	KR11-9014	45	45	44	44	178	44,5
	KR-11 -9043	48	48	49	48	193	48,3
	KR11-003	50	52	51	50	203	50,7
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	49	50	51	46	196	49.0
	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	54	54	55	54	217	54,3
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	42	42	43	44	171	42,7
	Amsel/TUI//... LG-44	48	50	51	49	198	49,5
	17FAWWON-SA- CUPRA- 1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	68	66	68	65	267	66,8

	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	39	40	37	38	154	38,5
მესხეთი	KR11-9014	45	45	45	44	179	44,8
	KR-11 -9043	49	59	46	48	202	50,5
	KR11-003	52	50	50	50	202	50,5
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	49	50	51	48	198	49,5
	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	55	55	54	53	217	54,3
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	42	43	43	42	170	42,5
	Amsel/TUI//... LG-44	47	48	49	49	193	48,3
	17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	66	64	66	65	261	65,3
	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	36	38	40	40	154	38,5
ჯავახეთი	KR11-9014	44	45	44	44	177	44,3
	KR-11 -9043	48	48	48	49	193	48,2
	KR11-003	51	52	52	48	203	50,8
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	48	49	49	49	195	48,8
	Kinaci-97 17IWWYT-IR-9803	55	54	53	54	216	54,0
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	42	42	43	45	172	43,0
	Amsel/TUI//... LG-44	48	50	51	50	199	49,7
	17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	66	65	62	64	257	64,3
	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	38	39	40	40	157	39,3

დისპერსიული ანალიზის შედეგების თანახმად, ხორბლის გენოტიპებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება თავთავში მარცვლების რაოდენობის მიხედვით სტატისტიკურად დადასტურდა ($F_{ფ} > (F_{05})$, კერძოდ, ფიშერის კრიტერიუმი (F) თავთავში მარცვლების რაოდენობის მიხედვით იყო: 239.3 და უმცირესი არსებითი განსხვავება აბსოლუტურ მაჩვენებლებს შორის - $LSD_{05}=0.7$. გეოგრაფიული ზონის მიხედვით კი მოსავლის კომპონენტებში სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი განსხვავება არ დადასტურდა (ცხრილი 19).

ცხრილი 19. თავთავში მარცვლების რაოდენობის დისპერსიული ანალიზის შედეგები ორფაქტორიან ცდაში

დისპერსია	კვადრატების ჯამი	თავისუფლების ხარისხი	კვადრატების საშუალო,	F ფ	F ₀₅
საერთო	5794	107	-	-	-
განმეორებების	12,5	3	-	-	-
ზონის A	1,4	2	0,7	0,24	3,18
ნიმუშების B	5552,7	8	694,1	239,3	2,3
A და B ფაქტორთა ურთიერთქმედების	33,9	16	2,1	0,7	1,95
ნაშთი	227,4	78	2,9	-	-

ცდების შედეგებიდან გამომდინარე, 1000 მარცვლის მასის საშუალო მაჩვენებელი ყველაზე მაღალი იყო გენოტიპ 17FAWWON-SA-CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)//2*OPATA/4/PANTHEON შემთხვევაში. მისი 1000 მარცვლის მასის საშუალო სიდიდე მესხეთში, შიდა ქართლსა და ჯავახეთში შესაბამისად იყო 48.9 გრ., 49. 3 გრ. და 49.8 გრ. შემდეგი იყო გენოტიპი Tacupeto-F2001/6/CNDO-20HRWYT-225, რომელმაც მესხეთში, შიდა ქართლსა და ჯავახეთში შესაბამისად აჩვენა 48.1გრ., 47.4გრ. და 48.0გრ 1000 მარცვლი მასა. მესხეთის ზონაში ეს მაჩვენებელი ცვალებადობდა 40.5-48.9გრ. ფარგლებში, შიდა ქართლში - 40.1-49.3 გრ. ფარგლებში და ჯავახეთში - 40.9-49.8გრ. ფარგლებში. მიუხედავად ამისა, საშუალო მაჩვენებელი ყველა გენოტიპისათვის ზონების მიხედვით თითქმის ერთნაირი იყო (58გრ). ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი (41.1 გრ) დაფიქსირდა Attila*2/P8 -20HRWYT-5 შიდა ქართლის ზონაში, თუმცა

ყველაზე მაღალი იყო 1000 მარცვლის მასა (49.8გ) ჯავახეთში გენოტიპ 17FAWWON-SA- CUPRA-1/3 /CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON -ზე. ჯიშ-სტანდარტ ბეზოსტაია 1-ს 1000 მარცვლის მასის საშუალო მაჩვენებელი მერყეობდა 38.5-39.3 ფარგლებში (ცხრილი 20).

ცხრილი 20. საცდელი გენოტიპების 1000 მარცვლის მასა სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში

ზონები (A ფაქტორი)	გენოტიპი (B ფაქტორი)	1000 მარცვლის მასა (გრ)				ჯამი	საშ.
		განმეორებები					
		1	2	3	4		
შიდა ქართლი	KR11-9014	42,5	43,5	44,0	42	172	43,0
	KR-11 -9043	45,2	46,0	46,0	45	182,2	45,5
	KR11-003	46	45,5	46,4	46	183,9	45,9
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	39,6	40,0	39,8	41	160,4	40,1
	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	47,5	47,0	46,0	48	188,5	47,1
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	48,0	47,0	46,5	48	189,5	47,4
	Amsel/TUI//... LG-44	42	43	42,8	43	170,8	42,7
	17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	49	49,5	49,5	49	197	49,3
	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	40	38	41	39	158	39,5
მესხეთი	KR11-9014	43	43,5	42,5	43	172	43,0
	KR-11 -9043	46,5	46	45,5	46	184	46,0
	KR11-003	46,5	44	45,5	46	182	45,5
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	40,5	41	40,5	40	162	40,5

	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	45	46,2	47	46,5	184,7	46,2
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	49	47	48,4	48	192,4	48,1
	Amsel/TUI//... LG-44	43	43	42,4	42,5	170,9	42,7
	17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	48,8	49	49,2	48,5	195,5	48,9
	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	39,8	40	40,5	39	159,3	39,8
ჯავახეთი	KR11-9014	42	41,8	43	42,5	169,3	42,3
	KR-11 -9043	47	45	46	46	184	46,0
	KR11-003	46	45	45	46	182	45,5
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	40	44	39,5	40	163,5	40,9
	Kinaci-97 17IWWYT-IR-9803	48	46,5	47,5	47	189	47,2
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	48	47,8	48	48	191,8	48,0
	Amsel/TUI//... LG-44	42,5	42	40,5	43	132	41,9
	17FAWWON-SA- CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	50	49,5	50	50	199,5	49,8
	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	38	40	41	40	159	39,7

დისპერსიული ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე, სტატისტიკურად დადასტურდა ხორბლის გენოტიპებს შორის განსხვავება 1000 მარცვლის მასის მიხედვით. კერძოდ, ფიშერის კრიტერიუმი ($F=11,9$) იყო მეტი F -ის თეორიულ მაჩვენებელზე ($F_{05}=2,3$). უმცირესი არსებითი განსხვავება კი იყო $LSD_{05}=0.7$.

გეოგრაფიული ზონის მიხედვით კვლავ არ იყო მნიშვნელოვანი განსხვავება 1000 მარცვლის მასაში (ცხრილი 21).

ცხრილი 21. დისპერსიული ანალიზის შედეგები 1000 მარცვლის მასის მიხედვით ორფაქტორიან ცდაში

დისპერსია	კვადრატების ჯამი	თავისუფლების ხარისხი	კვადრატების საშუალო, s^2	F φ	F ₀₅
საერთო	2688,4	107	-	-	-
განმეორებების	33	3	-	-	-
ზონის A	19,5	2	9,75	0,7	3,18
ნიმუშების B	1316,1	8	164,5	11,9	2,13
AB უქმედების	241,8	16	15,1	1,09	1,95
ნაშთი	1078	78	13,8	-	-

ცდების შედეგების თანახმად, საშუალო მოსავლის მიხედვით ყველაზე მაღალი მაჩვენებლით გამოირჩა გენოტიპი 17FAWWON-SA-CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON, რომელმაც შიდა ქართლის, ჯავახეთის და მესხეთის ცდებში, შესაბამისად, მოგვცა 6.6, 6.5 და 6.3 ტ/ჰა საშუალო მოსავალი. მაღალი საშუალო მოსავალი აჩვენა გენოტიპებმა: Tacupeto-F2001/6/CNDO-20HRWYT-225 (5.9-6.0ტ/ჰა), Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803 (5.8-5.9ტ/ჰა), Amsel/TUI/LG-44(5.9-6.0ტ/ჰა), KR11-9014 (5.7-6.1ტ/ჰა) და KR-11 -9043 (5.9ტ/ჰა შიდა ქართლში). საშუალო მოსავალი ზონების და გენოტიპების მიხედვით 5.4- 6.6ტ/ჰა ფარგლებში ცვალებადობდა. ჯიმ-სტანდარტ ბეზოსტაია 1 საშუალო მოსავალი 4.9-5.3 ტ/ჰა ფარგლებში მერყეობდა (ცხრილი 22).

ცხრილი 22. საცდელი გენოტიპების საშუალო მოსავალი სხვადასხვა გეოგრაფიულ ზონაში ორფაქტორიან ცდაში

ზონები (A ფაქტორი)	გენოტიპი (B ფაქტორი)	მოსავალი (ტ/ჰა)				ჯამი	საშუალო
		განმეორებები					
		1	2	3	4		
შიდა ქართლი	KR11-9014	6	6,2	5,8	5,8	23,8	5,9
	KR-11 -9043	5,9	6,4	5,6	6,5	24,4	6,1
	KR11-003	5,8	5,6	5,8	6	23,2	5,8
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	5,2	5,5	5,4	5,5	21,6	5,4
	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	5,9	5,8	5,8	6	23,5	5,8
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	6	6,1	6	5,8	23,9	6,0
	Amsel/TUI//... LG-44	6	5,9	5,8	6,1	23,8	5,9
	17FAWWON-SA- CUPRA- 1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	6,6	6,8	6,4	6,5	26,3	6,6
	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	4	5,9	5,9	4,1	19,9	4,9
მესხეთი	KR11-9014	6	6,2	6	5,9	24,1	6,0
	KR-11 -9043	5,5	5,8	5,8	5,5	22,6	5,7
	KR11-003	5,5	5,4	5,6	5,5	22	5,5
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	5,5	5,4	5,8	5,5	22,2	5,6
	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	6	6	5,6	5,8	23,4	5,9
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	5,9	5,8	5,8	6	23,5	5,9
	Amsel/TUI//... LG-44	6,2	5,8	5,8	6	23,8	6,0
	17FAWWON-SA- CUPRA- 1/3/CROC1/AE.SQUARROSA	6,54	6,3	6,5	6	25,34	6,3

	(224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON						
	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	4	5,8	5,8	4,2	19,8	5,0
ჯავახეთი	KR11-9014	6,2	6,1	6	6	24,3	6,1
	KR-11 -9043	5,6	5,4	5,5	5,3	21,8	5,4
	KR11-003	5,5	5,4	5,3	5,5	21,7	5,4
	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	5,6	5,8	5,5	5,4	22,3	5,6
	Kinaci-97 17IWWYT-IR- 9803	5,8	5,8	6,1	6	23,7	5,9
	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	6	6	6,1	5,8	23,9	5,9
	Amsel/TUI//... LG-44	6	6	5,9	6,1	24	6,0
	17FAWWON-SA- CUPRA- 1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	6,5	6,6	6,2	6,5	25,8	6,5
	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	5,9	5,8	4	5,8	21,5	5,3

ისევე როგორც მოსავლის კომპონენტების შემთხვევაში, საშუალო მოსავლის მიხედვით ხორბლის გენოტიპებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავება სტატისტიკურად დადასტურდა. კერძოდ, ფიშერის კრიტერიუმი ($F=15.0$) იყო მეტი F -ის თეორიულ მაჩვენებელზე ($F_{05}=2,3$). ხოლო გეოგრაფიული ზონების მიხედვით ხორბლის გენოტიპებთა შორის საშუალო მოსავლის საფუძველზე განსხვავება სტატისტიკურად არ დადასტურდა (ცხრილი 23). განმეორებების მიხედვით მოსავლიანობის აბსოლუტურ მაჩვენებლებს შორის უმცირესი არსებითი განსხვავება კი იყო $LSD_{05}=0.7$.

ცხრილი 23. ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის შედეგების საშუალო მოსავლის მიხედვით

დისპერსია	კვადრატების ჯამი	თავისუფლების ხარისხი	კვადრატების საშუალო, $s \bar{x}^2$	F ფ	F ₀₅
საერთო	26,36	107	-	-	-
განმეორებების	0,98	3	-	-	-
ზონის A	0,69	2	0,345	2,875	3,18
ნიმუშების B	14,4	8	1,8	15,0	2,3
AB უ/ქმედების C _{AB}	1,21	16	0,075	0,625	1,95
ნაშთი	9,08	78	0,12	-	-

ცალკეული კომპონენტის მიხედვით შესწავლილი საცდელი გენოტიპების გასაშუალებული მახასიათებლები მოცემულია 24-ე ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ თავთავების სიგრძის საშუალო მაჩვენებელი ცვალებადობდა 8.6-11.8 სმ ფარგლებში და 95% ნდობის ალბათობისათვის უმცირესი არსებითი განსხვავება - LSD₀₅ იყო 1.6, ხოლო 99% ნდობის ალბათობისათვის LSD₀₁ კი - 2.2, ასევე მერყეობდა თავთავში მარცვლების საშუალო მაჩვენებლები გენოტიპების მიხედვით 42.12-დან 65.5-მდე და 95% ნდობის ალბათობისათვის უმცირესი არსებითი განსხვავება - LSD₀₅=0.9 და 99% ნდობის ალბათობისათვის LSD₀₁=1.3. განსხვავებული იყო საცდელი ნიმუშების 1000 მარცვლის მასის და მოსავლის საშუალო მაჩვენებლები, რომლებიც შესაბამისად მერყეობდა 40.0-49.4 გრ. და 5,3-6.5 ტ/ჰა ფარგლებში. შესაბამისად, 95% ნდობის ალბათობისათვის უმცირესი არსებითი განსხვავება - LSD₀₅=1.7 და LSD₀₅=0.4, ხოლო 99% ნდობის ალბათობისათვის - LSD₀₁= 1.9 და LSD₀₁= 0.6. აქედან გამომდინარე, მიღებული შედეგები 95% ნდობის ალბათობის შესაბამისი 5% მნიშვნელობის დონეზე არის სარწმუნო.

ცხრილი 24. ხორბლის გენოტიპების სამეურნეო მახასიათებლების ეკოლოგიური გამოცდის შედეგები

#	ნიმუში	მცენარის სიმაღლე, სმ	თავთავის სიგრძე, სმ	თავთავში მარცვლ. რ-ბა	1000 მარცვლის მასა, (გრ)	საშ. მოსავალი, ტ/ჰა
1	KR11-9014	95±0.12	9.7±0.16	44.8±0.1	42.8±0.63	5.4±0.14
2	KR-11 -9043	90±0.11	8.6±0.16	48.8±0.11	46.4±0.45	6.1±0.15
3	KR11-003	85±0.09	11.3±2.7	50.6±0.17	45.8±0.08	5.3±0.18
4	Attila*2/P8 - 20HRWYT-5	80±0.22	9.8±0.13	49.4±0.9	40.0±0.17	5.3±0.13
5	Kinaci-97, 17IWWYT- IR-9803	90±0.12	10.7±0.08	54.8±0.75	47.8±0.64	6.1±0.19
6	Tacupeto- F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	95±0.12	11.8±0.21	42.2±0.65	49.4±0,64	6.0±0.17
7	Amsel/TUI//... LG-44	85±0.13	9.7±1.2	48.8±0.8	43.1±0,25	6.1±0.10
8	17FAWWON-SA- CUPRA- 1/3/CROC1/AE.SQUA RROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON	100±0.18	10.5±2.24	65.5±0.75	45.0±0,18	6.5±0.14
9	ბეზოსტაია 1(სტანდარტი)	90±0.005	7.8±0.11	37.8±0.05	40.8±0,62	4.1±0.12
		LSD ₀₅ -1.6	LSD ₀₅ -1.6	LSD ₀₅ -0.9	LSD ₀₅ -1.7	LSD ₀₅ -0.4
			LSD ₀₁ -2.2	LSD ₀₁ -1.3	LSD ₀₁ -1.9	LSD ₀₁ -0.6

ამგვარად, საშუალო მოსავლიანობისა და სხვა სამეურნეო მაჩვენებლების მიხედვით ინდივიდუალური გამორჩევის მეთოდის გამოყენებით გამოირჩა გენოტიპი - CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON, რომელიც 2016 წელს საქპატენტის მიერ დარეგისტრირდა, როგორც ახალი ხორბლის ჯიში „ლომთაგორა 143“.

ჯიში „ლომთაგორა 143“ მიეკუთვნება რბილი ხორბლის სახეობას (*Triticum aestivum* L) და წითელმარცვლიან უფხო ფორმის სახესხვაობას - var. *lutescens* (Alef.). ჰიბრიდული ჯიში „ლომთაგორა 143“ გამოყვანილია ხორბლის ჯიშების მრავალჯერადი შეჯვარებით (CUPRA-1/3/CROC1/AE SQUARROSA), შემდეგ გამორჩეული იქნა ფაკულტატური ხორბლების საერთაშორისო მოსავლის სანერგედან (17FAWWON-SA). ჯიში „ლომთაგორა 143“ ხასიათდება აღმოცენების დიდი უნარით, ძლიერი ფესვთა სისტემითა და საკმაოდ მაღალი ბარტყობით. კარგად განვითარებული პროდუქტიული თავთავების რაოდენობა 1მ²-ზე 570-580-ის ფარგლებში ცვალებადობს, რომლებიც მცენარის ერთ სიმალეზეა განლაგებული. მცენარის მაქსიმალური სიმალეა 100 სმ, გამძლეა ჩაწოლისადმი, ადვილად ილეწება და ვარგისია მექანიზირებული აღებისათვის. თავთავი ჩალისფერი, 10.5 სმ სიგრძის, კარგად განვითარებული 20 თავთუნით, თავთავში 65-70 მარცვლია, წითელი, რქისებრი კონსისტენციის. 1000 მარცვლის მასა შეადგენს 45 გრამს. ჯიში „ლომთაგორა 143“-ის მოსავლიანობა საშუალო აგროფონის პირობებში შეადგენს 6,5 ტ/ჰა-ზე. მისი მოყვანა რეკომენდებულია ქართლისა და სამცხე-ჯავახეთის რეგიონებისთვის.

3.4.2. ინტროდუცირებული ჯიშების ყვითელი ჟანგასადმი გამძლეობის შეფასება და გამძლე გენოტიპების გამორჩევა

როგორც მოზრდილ, ისე აღმონაცენის ფაზაში გამოცდილი იქნა ავსტრიიდან, რუსეთიდან, გერმანიიდან და ყაზახეთიდან საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მიერ შემოტანილი 67 ჯიში, რომელიც საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო კვლევითი ცენტრის სელექციონერებმა მოგვაწოდეს ჟანგების ხელოვნურ ფონზე გამოცდის მიზნით.

ინსტიტუტის საცდელ ნაკვეთზე (ქობულეთში), ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე ჯიშების გამოცდის შედეგად გამოვლინდა ზრდასრულ ფაზაში ჟანგებისადმი გამძლე და ზომიერად გამძლე ნიმუშების მნიშვნელოვანი რაოდენობა. კერძოდ, ყვითელი ჟანგასადმი გამძლე იყო 10 ავსტრიული ჯიში: ამიკუს, ბალიტუს, გალუს, ფიდელიუს, ლუკულუს, ლუპუს, ურბანუს, ასანო, პრემიო, ამებელო, ერთი ფრანგული ჯიში ამანდუს და გერმანული - დიეგო. მაღალი იყო ყვითელი ჟანგას განვითარების

ინტენსივობა რუსული სელექციის მიმღებ ჯიშებზე: ტანია, სილა, კრასნოდარსკაია 99, სტეკლოვიდნაია 24, იუბილეინაია 60 და ბეზოსტაია 1(სტანდარტი). ჩატარებული აღრიცხვების საფუძველზე გამოთვლილი იქნა სხვადასხვა მახასიათებლები, რომელთა მიხედვით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ ჯიშების გამძლეობის ტიპზე და დონეზე (ცხრილი 25).

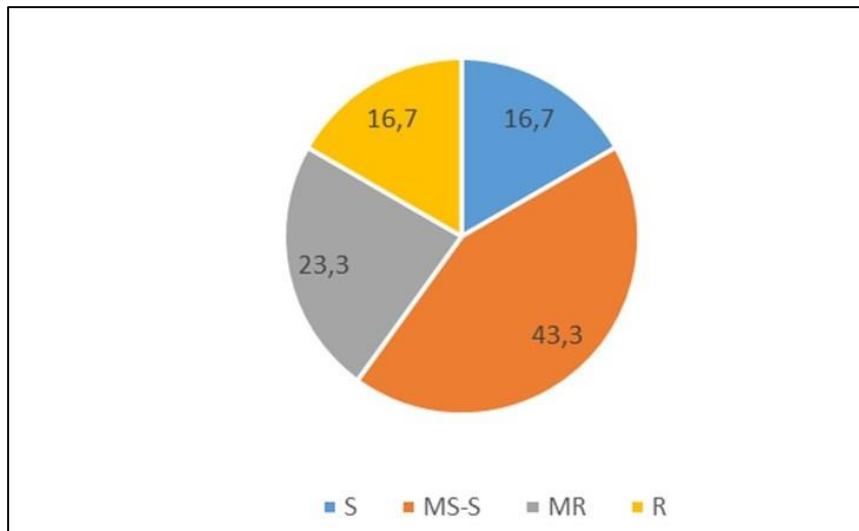
ცხრილი 25. ინტროდუცირებული ჯიშების გამძლეობის შეფასება ჟანგას ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე

N	ნიმუში	წარმოშობა	რეაქციის ტიპი	ინფექციურობის კოეფიციენტი (CI)	AUPDC	rAUDPC
1	ბეზოსტაია 1 (სტანდარტი)	რუსეთი	90S	90	1335	65.4
2	კრასნოდარსკაია 99 (სტანდარტი)	რუსეთი	80S	80	1225	60.0
3	ტანია	რუსეთი	80S	80	1230	60.3
4	სილა	რუსეთი	80S	80	1050	51.5
5	დიეგო	გერმანია	60MS	48	750	36.8
6	ამანდუს	ავსტრია	R	0.2	22	1.1
7	ამიკუს	ავსტრია	R	0.2	22	1.1
9	ბალიტუს	ავსტრია	R	0.2	22	1.1
10-15	გალუს, ფიდელიუს ლუკულუს, ასანო ურბანუს, ამებელო	ავსტრია	R	R	R	R
16	ლუპუს	ავსტრია	R	0.2	22	1.1
17	პრემიო	ავსტრია	R	0.2	22	1.1
18	სტეკლოვიდნაია 24	რუსეთი	60 MS	60	860	42.2
19	იუბილეინაია 60	რუსეთი	60 MS	60	860	42.2

როგორც 25-ე ცხრილიდან ჩანს, 12 ჯიშმა მაღალი გამძლეობა გამოავლინა. მიუხედავად იმისა, რომ ავსტრიული ჯიშების დიდი ნაწილი ყვითელი ჟანგასადმი გამძლე აღმოჩნდა, სამეცნიერო ცენტრის სელექციონერების მიერ სხვა მნიშვნელოვანი სამეურნეო მახასიათებლების მიხედვით წარმოებაში დანერგვის მიზნით საქართველოს აგროეკოლოგიურ პირობებს შედარებით უკეთესად მორგებული მხოლოდ სამი ჯიში: ამანდუს, ფიდელიუს და ლუკულუს გამოირჩა.

ყვითელი ჟანგას ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე ყაზახური სელექციის ოცდაათი ჯიშის გამოცდის შედეგად აღმოჩნდა, რომ 12 ჯიში: ალმალი, ალათაუ, აკბიდაი, ბატაგოზ, ჟალინ, კარასაი, კოკსუ, მაირა, მანშუკ, მერეკე 70, ნაზ, მერეკე 75 მიმღები აღმოჩნდა ყვითელი ჟანგას „ქართული“ პოპულაციისადმი. კერძოდ, მიმღები ჯიშების უმრავლესობაზე ყვითელი ჟანგას განვითარების ინტენსივობა მაღალი იყო და მერყობდა 50-80% ფარგლებში; შვიდ ჯიშზე: რაუსინ, ფარაბი, რამინალ, რამინ, პროგრეს, ჟეტისუ, ეგემენ - აღნიშნული იქნა ზომიერად გამძლე (MR) რეაქციის ტიპი 1-5% ინტენსივობით, მხოლოდ 5 ჯიში (ალიხან, ალია, ანარა, ჟადირა, ტუნგიშ) აღმოჩნდა მაღალი გამძლეობით (R) გამორჩეული, რომლებზეც საერთოდ არ აღრიცხულა დაავადების სიმპტომი. მე-9 დიაგრამიდან ჩანს, რომ ყაზახური ჯიშების 60% (16,7% და 43,3%) საქართველოში გავრცელებული ყვითელი ჟანგას პოპულაციისადმი მიმღები აღმოჩნდა, ხოლო 40% - გამძლე და ზომიერად გამძლე.

ყაზახეთში ჩატარებული კვლევის შედეგად ყაზახეთში გავრცელებული ყვითელი ჟანგას პოპულაციისადმი გამძლე ჯიშებში დადგენილი იქნა გამძლეობის Yr გენები. კვლევის შედეგების თანახმად ჯიში მერეკე 70 შეიცავს Yr10 და Yr 18 გენებს, ჯიში დასტანი - Yr 10 და Yr 15-ს, ჯიში ნაზ ატარებს Yr 10 გამძლეობის გენს, ჯიშები რამინ, ნურეკე, მაირა და ალმალი შეიცავს Yr18. ყაზახეთში ჯიშები მერეკე 70 და დასტანი გამოიყენება ეროვნულ სასელექციო პროგრამაში ყვითელი ჟანგასადმი გამძლე ჯიშების მისაღებად [Kohmetova... 2014]. აღსანიშნავია, რომ ყაზახეთში გამძლე ჯიშები მერეკე 70, ნაზ, ნურეკე, მაირა და ალმალი ყვითელი ჟანგას „ქართული“ პოპულაციის მიმართ მიმღები აღმოჩნდა.



დიაგრამა 9. ყვითელი ჟანგას „ქართული“ პოპულაციისადმი გამძლე და მიმღები ყაზახური ჯიშების წილი (%)

მაღალი გამძლეობით გამორჩეული ჯიშების საქართველოს აგროტექნოლოგიური სისტემის პირობებში ზონალური გამოცდის და მათი სამეურნეო მახასიათებლების შესწავლის შემდეგ გახდება შესაძლებელი მათი ამა თუ იმ ზონაში წარმოების მიზნით რეკომენდაციის გაცემა, რაც მომავალი კვლევების ობიექტი იქნება.

3.4.3 ადგილობრივი სასელექციო მასალის გამძლეობის შეფასება

როგორც ცნობილია, საქართველო ხორბლის წარმოშობის ერთ-ერთი სამშობლოა, სადაც 14 სახეობა, 22 სახესხვაობა, 150 ჯიშ-პოპულაცია იყო გავრცელებული. ამჟამად, ძირითადად, გენეტიკური რესურსების ბანკებშია დაცული ეს უნიკალური მემკვიდრეობა. საწარმოო მნიშვნელობა ქართული ხალხური და კლასიკური სელექციის ჯიშებს თითქმის დაკარგული აქვთ, მაგრამ ძალიან დიდია მათი სელექციური მნიშვნელობა გამომდინარე იქიდან, რომ საქართველოში წარმოშობილი და გავრცელებული ენდემები და ძველი ჯიშები, როგორც საუკეთესო დონორები, დღემდე გამოიყენება სელექციურ საქმიანობაში სხვადასხვა მაჩვენებლების მიხედვით გაუმჯობესებული ჯიშების მიღების მიზნით.

წარმოდგენილი კვლევის ფარგლებში ჩვენს მიერ ხორბლის ყვითელი ჟანგას „ქართულ“ პოპულაციაში იდენტიფიცირებული ძირითადი რასების ნარევის მიმართ

ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე შეფასებული იქნა ადგილობრივი ხორბლის ჩანასახოვანი პლაზმის კოლექცია, რომელიც მოგვაწოდა საქართველოს სოფლის მეურნეობის კვლევითი ცენტრის სელექციონერებმა. ყვითელი ჟანგას ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე შეფასებული ნიმუშების მცირე ნაწილი: ხორბლის სახეობები (გვაწა ზანდური, ჩელტა ზანდური, მახა, კოლხური ასლი, დიკა) და ძველი ჯიშები (შავფხა, ჯავახეთის დიკა, თეთრი დიკა, შავი დიკა, თეთრი იფელი, ლაგოდების გრძელთავთავა) მაღალი გამძლეობით გამოირჩეოდა როგორც ცალკეული რასის, ისე პოპულაციაში დომინირებული რასების ნარევის მიმართ (ცხრილი 26).

დიდი ნაწილი ნიმუშებისა (კახური დატოტვილი, ახალციხის წითელი დოლი, წითელი დოლი, დოლურა, დოლის პური 18/46, დოლის პური 35/4, კორბოულის დოლის პური, მოკლედეროიანი წითელი დოლი, ლაგოდების გრძელთავთავა, ბაგრატიონი, მუხრანი, თბილისური 5, მოწინავე, არმაზი 2, არმაზი 3, ხულუგო, დუკატი, ჯუჯა, ადგილობრივი წითელი დოლი, ბაგრატიონი მსხვილთავთავა, ვარძია X ბეზოსტაია 1, ვარძია, საული 9, თბილისური 15, ალმასი) მიმღები იყო ყვითელი ჟანგასადმი. ზოგიერთ ადგილობრივი სელექციის ჯიშმა (დოლურა, დოლის პური 18/46, ადგილობრივი დოლის პური, მოკლედეროიანი წითელი დოლი, დედა) საშუალოდ მიმღები რეაქცია აჩვენა, თუმცა, ყვითელი ჟანგას განვითარების ინტენსივობა ძალიან დაბალი იყო ჯიშ-სტანდარტ - ბეზოსტაია 1-თან შედარებით. ცდის შედეგებიდან გამომდინარე, რეკომენდებულია გამძლე და დაავადების დაბალი ინტენსივობით მიმღები ნიმუშების ჩართვა მიზნობრივ სასელექციო პროგრამებში.

ცხრილი 26. ხორბლის სახეობების და ადგილობრივი გენეტიკური რესურსების გამძლეობა ყვითელი ჟანგას ხელოვნურ ინფექციურ ფონზე

გენოტიპების დასახელება	გენოტიპის ლათინური სახელი	ყვითელი ჟანგასადმი რეაქციის ტიპი	ყვითელი ჟანგას გავრც. ინტენს.,%	ყვითელი ჟანგას განვით. ინტენს., %
გვაწა ზანდური	<i>Tr. monoccoccum</i>	R	0	0
ჩელტა ზანდური	<i>Tr. timopheevi</i>	R	0	0
მახა	<i>Triticum macha</i> <i>Dek et Men</i>	MR	1	1
კოლხური ასლი	<i>Tr.georgicum</i>	MR	1	1

დიკა	<i>Tr.ibericum Men</i> <i>Var.fuliginosum</i> <i>Shuk</i>	MR	1	1
შავფხა	<i>Triticum durum</i>	MR	1	4
თეთრი დიკა	<i>Tr.ibericum Men</i> <i>Var.stramineum</i> <i>zhuk</i>	MR	40	10
ადგილობრივი დოლის პური	<i>Tr.aestivum</i>	MR- MS	1	1
მოკლედეროიანი წითელი დოლი	<i>Tr.aestivum</i>	MS	5	5
დედა	<i>Tr.aestivum</i>	MR-1MS	10	5
თეთრი იფქლი	<i>Tr. aestivum</i>	R	0	0
ბაგრატიონი მსხვილთავთავა	<i>Tr. aestivum</i>	MS	5	5
ჯავახეთის დიკა	<i>Tr.ibericum Men</i> <i>Var.fuliginosum</i> <i>Shuk</i>	R	0	0
ბეზოსტაია 1 (სტანდარტი)	<i>Tr.aestivum</i>		100	60

ცნობილია, რომ ენდემური სახეობები და მათ შორის, საქართველოს ენდემები (5 სახეობა, ქვესახეობები და ჯიშ-პოპულაციები) ფართოდ გამოიყენებოდა და ამჟამადაც გამოიყენება ხორბლის სელექციაში საქართველოსა და მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში [Тыришкин...2011:38; Kerber and Dyck, 1990:530; Dekaprelevich, 1961:17]. მაგალითად, *Tr.timopheevi*, *Tr. macha* და *Tr.monococcum* ცნობილია, როგორც მრავალი სოკოვანი დაავადებისადმი საუკეთესო გამძლეობის წყაროები და მათ საფუძველზე შექმნილია ბევრი კარგი ჯიშ [Brown-Guerda...1996:923; McIntosh...1992:523; Tomerlin...1984:10; McIntosh...1971:240; Nyquist, 1962:1109]. *Tr. ibericum* წარმოადგენს ყვითელი და მურა ჟანგასადმი გამძლეობის წყაროს [დეკაპრელევიჩი...1976:689]. ქართული სელექციის მრავალი ჯიშ (ვარძია, ბაგრატიონი, მუხრანი, დედა, მოწინავე) მიღებული იქნა ადგილობრივი ჯიშ-პოპულაციების: დიკა, ხულუგო, დოლის პური მონაწილეობით [ნასყიდაშვილი, 1983].

ჟანგების გამომწვევ პათოგენტა ცვალებადობის გამო სელექციური პროცესი უწყვეტად გრძელდება, და დღესაც, პათოგენტა პოპულაციაში მიმდინარე ცვლილებების შესაბამისად, მიმდინარეობს ახალი გამძლეობის წყაროების ძიება და სხვადასხვა სელექციური პროგრამების შექმნა. ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები ძალიან მნიშვნელოვანი და სასარგებლოა როგორც ადგილობრივი, ისე საერთაშორისო სასელექციო პროგრამებისათვის რასა-სპეციფიკური და სავსე გამძლეობის წყაროების გამოვლენისა და მათი სელექციურ პროცესში ჩართვის მიზნით.

3.5. ბიოლოგიური საშუალებების გამოცდა ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით

3.5.1. ბიოლოგიური საშუალებების გამოცდა ყვითელი ჟანგას კონტროლის მიზნით

ხორბლის ყვითელი ჟანგას ბიოლოგიური კონტროლის მიზნით გამოვცადეთ მიკრობიოლოგიური პრეპარატები: ფიტოკატენა (*Pseudomonas Fluorescens* BA), ბიოკატენა (*Trichoderma lignorum* BA), აგროკატენა (*Bacillus subtilis*) და ფიტოსპორინი M (*Bacillus subtilis*), მწარმოებლის მიერ რეკომენდებული კონცენტრაციის (0,5%) გამოყენებით. ლაბორატორიაში, in vitro პირობებში შევისწავლეთ აღნიშნული პრეპარატების ფუნგისტატიკური უნარი ყვითელი ჟანგას სპორების გაღივებისუნარიანობის მიხედვით, ხოლო სათბურის პირობებში ხორბლის აღმონაცენის ფაზაში შევისწავლეთ ფიტოსპორინი M-ის ფუნგიციდური მოქმედების ხარისხი პათოგენის ინკუბაციური პერიოდის, ხორბლის აღმონაცენის რეაქციის ტიპის და დაავადების განვითარების ინტენსივობის მიხედვით.

ჩატარებული ცდების შედეგებიდან გამომდინარე, ხორბლის ყვითელი ჟანგას წინააღმდეგ ძალიან დაბალი ეფექტურობა აჩვენა პრეპარატებმა: ფიტოკატენა, ბიოკატენა, აგროკატენა. კერძოდ, თითქმის ერთნაირი იყო ხორბლის მიმღები ჯიშის - მოროკოს აღმონაცენზე განვითარებული ყვითელი ჟანგას ინკუბაციური პერიოდი (15 დღე) საცდელ და საკონტროლო ვარიანტებში, და ბიოპრეპარატებით დამუშავებულ მცენარეებზე ძირითადად განვითარდა მიმღები რეაქციის ტიპი- MS და S, მხოლოდ ფიტოსპორინით დამუშავებულ მცენარეებზე შეინიშნებოდა MS -თან ერთად საშუალოდ გამძლე რეაქციის(MR) ტიპიც (ცხრილი 27).

ცხრილი 27. ბიოპრეპარატების მოქმედება პათოგენის სპორების გალივებაზე, დაავადების რეაქციის ტიპსა და ინკუბაციურ პერიოდზე განვითარების ინტენსივობაზე

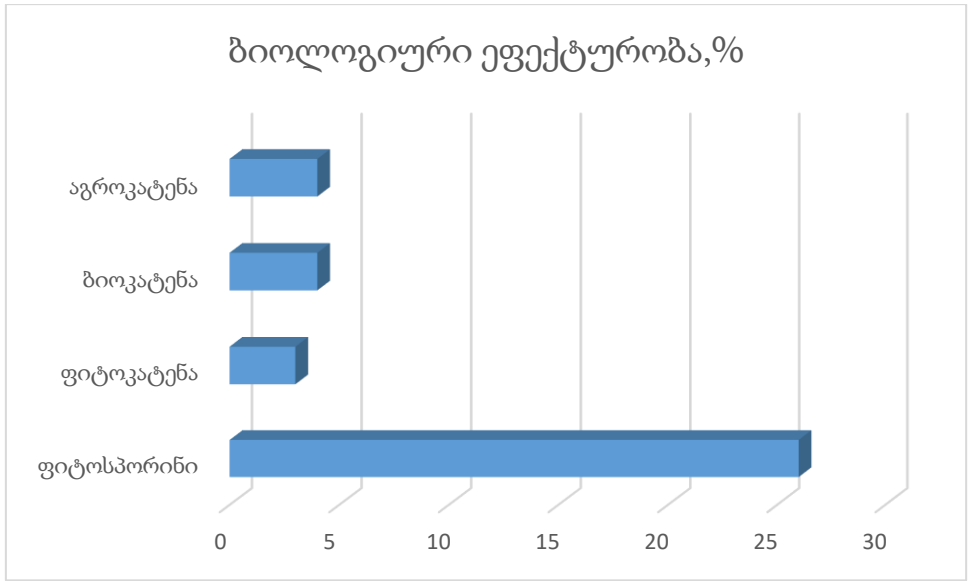
პრეპარატის დასახელება	მოქმედი ნივთიერება	დაავადების რეაქციის ტიპი	დაავადების რეაქციის ტიპი	ინკუბაციური პერიოდი
ფიტოსპორინი M	<i>Bacillus subtilis</i> BA	3-; 2+	MS-MR	16
ფიტოკატენა	<i>Pseudomonas fluorescens</i> BA	3-4	MS	15
ბიოკატენა	<i>Trichoderma lignorum</i> BA	3-4	MS-S	15
აგროკატენა	<i>Bacillus subtilis</i>	4	MS-S	15
კონტროლი	დისტილირებ. წყალი	4	S	15

ზემოთ აღნიშნული კონცენტრაციის ხსნარში ყვითელი ჟანგას სპორების 12 საათის განმავლობაში მოთავსების შემდეგ სპორები თითქმის ერთნაირად გალივდა როგორც დისტილირებულ წყალში, ისე ფიტოკატენას, ბიოკატენას, აგროკატენას წყალხსნარში. გალივებული სპორების საშუალო პროცენტული მაჩვენებელი 91.3-93.8% ფარგლებში ცვალებადობდა, ხოლო დაავადების განვითარების ინტენსივობა - 92.5 -93.8% ფარგლებში. შედარებით უკეთესი შედეგი მოგვცა პრეპარატმა ფიტოსპორინი M, რომლის წყალხსნარში სპორების გალივების მაჩვენებელი $69.0 \pm 0,7$, ხოლო ამ პრეპარატით დამუშავებულ ხორბლის აღმონაცენზე ყვითელი ჟანგას განვითარების ინტენსივობა პროცენტებში შესაბამისად, 71.3 ± 3.1 ტოლი იყო, საკონტროლო ვარიანტშიც ანუ დისტილირებული წყლით დამუშავებულ მცენარეებზე ყვითელი ჟანგას გალივებული სპორების მაჩვენებელი და განვითარების ინტენსივობა დაახლოებით 96% იყო (ცხრილი 28).

ცხრილი 28. ბიოპრეპარატების მოქმედება პათოგენის სპორების გაღივებაზე

პრეპარატის დასახელება	მოქმედი ნივთიერება	სპორების გაღივებაზე, %	ბიოლ. ეფექტ-ბა, %	დაავად. განვით. %	ბიოლ. ეფექტ-ბა, %
ფიტოსპორინი M	<i>Bacillus subtilis</i> BA	69.0±0,7*	28.7	71.3±3.1*	25.9
ფიტოკატენა	<i>Pseudomonas Fluorescens</i> BA	94.2±1,9*	2.7	93.8±2.9*	2.6
ბიოკატენა	<i>Trichoderma lignorum</i> BA	93.8±1,3*	3.0	92.5±1.3*	3.9
აგროკატენა	<i>Bacillus subtilis</i>	91.3±1,3*	5.6	92.5±1.3*	3.9
კონტროლი (წყალი)	დისტილირებული წყალი	96.8±0.8	-	96.3±1.3	
		LSD ₀₅ =5.04 LSD ₀₁ =6.9		LSD ₀₅ =4.4 LSD ₀₁ =5.8	

მონაცემთა დისპერსიული ანალიზის (ANOVA) შედეგების თანახმად, F ფაქტიური > F თეორიულზე, ე.ი. მაჩვენებლები ვარიანტების მიხედვით არსებითად განსხვავდებოდა და 95% ნდობის ალბათობისათვის უმცირესი არსებითი განსხვავება სპორების გაღივების მიხედვით (LSD₀₅) იყო 5.04, ხოლო 99% ნდობის ალბათობისათვის (LSD₀₁) - 6.9; დაავადების განვითარების ინტენსივობის მიხედვით - 95% ნდობის ალბათობისათვის LSD₀₅=4.4 და 99% ნდობის ალბათობისათვის LSD₀₁=5.8. ბიოპრეპარატების ბიოლოგიური ეფექტურობა სპორების გაღივების ინჰიბირების და დაავადების განვითარების ინტენსივობის მიხედვით შესაბამისად ცვალებადობდა 3.0-28.7% და 4.0-25.9% ფარგლებში. როგორც მე-10 დიაგრამიდან ჩანს, შედარებით მაღალი ბიოლოგიური ეფექტურობა გამოავლინა პრეპარატმა: ფიტოსპორინი M (25.9-28.7%) .



დიაგრამა 10. ბიოპრეპარატების ბიოლოგიური ეფექტურობა ყვითელი ჟანგას ურედინიასპორების გალივების ინჰიბირებისა და დაავადების განვითარების ინტენსივობის მიხედვით

ამგვარად, აგროკატენას, ბიოკატენას და ფიტოკატენას ფუნგიციდური აქტივობა ხორბლის ყვითელი ჟანგას მიმართ აღმონაცენის ფაზაში ინფიცირებული მცენარეების პრეპარატებით დამუშავების შემთხვევაში უმნიშვნელო იყო. დანარჩენ პრეპარატებთან და კონტროლთან შედარებით უფრო მაღალი იყო ფიტოსპორინი M - ის ბიოლოგიური აქტივობა, როგორც in vitro, ისე სათბურის ცდებში.

ლაბორატორიული და სასათბურე ცდების შედეგებიდან გამომდინარე, ბიოლოგიური ეფექტურობის მიხედვით გამოვარჩიეთ პრეპარატი ფიტოსპორინი M, რათა შეგვესწავლა მისი ზემოქმედება მინდვრის პირობებში ხორბლის მოსავალსა და 1000 მარცვლის მასაზე.

ჩატარებული ცდების შედეგად მინდვრის პირობებში „ფიტოსპორინი M“ -ის 0.2% კონცენტრაციის ხსნარის შესხურებით ხორბლის ჯიშის ბეზოსტაია 1-ის ე.წ. კენწრულა ფოთლის დამუშავებისას 18 დღემდე გაიზარდა დაავადების ინკუბაციური პერიოდი კონტროლთან (15 დღე) შედარებით, თუმცა პოზიტიურ კონტროლს ჩამორჩებოდა. ყვითელი ჟანგას განვითარების საშუალო ინტენსივობა რძისებრი სიმწიფის ფაზაში 63.8%-ის ტოლი იყო და მცენარეებზე დაავადებაზე საპასუხო რეაქციის ტიპი შერეული (MR-MS), მაშინ, როცა ალტოსუპერით დამუშავებულ ვარიანტებზე დაავადების განვითარების ინტენსივობის საშუალო მაჩვენებელი 45.0% და ნეგატიურ კონტროლზე

85% იყო. 1000 მარცვლის მასის, საშუალო მოსავლის და სამეურნეო ეფექტურობის მიხედვით ფიტოსპორინი კვლავ ჩამორჩებოდა პოზიტიურ კონტროლში გამოყენებულ ფუნგიციდ ალტოსუპერს. კერძოდ, ფიტოსპორინ M-ის და ალტოსუპერის გამოყენებისას 1000 მარცვლის მასა, საშუალო მოსავალი და სამეურნეო ეფექტურობა შესაბამისად ტოლი იყო 41.8გრ და 50.0გრ, 395გრ/მ² და 457გრ/მ² და 14.8% და 25.8%. დაუმუშავებელ საკონტროლო ვარიანტზე ჯიმ ბეზოსტაია 1-ზე ყვითელი ჟანგას განვითარება 85% აღწევდა, 1000 მარცვლის მასა 39.8 გრ. და საშუალო მოსავალი 336გრ/მ² იყო (ცხრილი 29).

ცხრილი 29. ფიტოსპორინის მოქმედება ხორბლის მოსავლის კომპონენტებზე

პრეპარატის დასახელება	რძისებრი სიმწიფის ფაზა		დაავადების განვით. ინტენსივობა, %	1000 მარცვლის მასა, გრ	მოსავალი, გრ/მ ²	სამეურნ. ეფექტ., %
	ინკუბ. პერიოდი	რეაქციის ტიპი				
ფიტოსპორინ M -0.2%	18	MR- MS	63.8±4.8*	41.8±0.7*	395±12.9	14.8
პოზიტიური კონტროლი (ალტოსუპერი)	21	MR	45.0±5.8*	50.0±0.4*	457.5±17.1*	25.8
ნეგატიური კონტროლი (დაუმუშავებელი)	15	S	85.0±5.8*	39.8±0.3*	336.3±25.6*	-
			LSD ₀₅ =12.4 LSD ₀₁ =17.9	LSD ₀₅ =1.13 LSD ₀₁ =1.6	LSD ₀₅ =43.6 LSD ₀₁ =62.7	

როგორც 29-ე ცხრილიდან ჩანს, ფიტოსპორინი-M 1000 მარცვლის მასისა და საშუალო მოსავლიანობის მაჩვენებლებით ჩამორჩება პოზიტიურ კონტროლად აღებულ ფუნგიციდ ალტოსუპერს, რომლის სამეურნეო ეფექტიანობაა 25.8%, მაგრამ ნეგატიური კონტროლთან შედარებით, მისი სამეურნეო ეფექტურობა 14.8%-ია. ამგვარად, მიუხედავად იმისა, რომ ფიტოსპორინი-M ფუნგიციდური აქტივობით ჩამორჩებოდა ალტოსუპერს, მისი 0.2% კონცენტრაციის ხსნარის გამოყენება მინდვრის

პირობებში პირველი სიმპტომების გამოჩენისთანავე მიზანშეწონილია დაავადების პროფილაქტიკის მიზნით.

ხორბლის ფოთლის ინფექციების კონტროლის მიზნით ფიტოსპორინის ეფექტურობა სხვა მკვლევარების მიერაც იქნა შესწავლილი. აღმოჩნდა, რომ სუფთა სახით და სხვა პრეპარატებთან ნარევაში გამოყენებისას მისი ეფექტურობა დაბალი იყო. თუმცა, დაავადების დაბალი ინტენსივობით განვითარებისას რეკომენდებული იყო ფიტოსპორინის და სხვა ბიოპრეპარატების გამოყენება [Цыпышева, 2014:50-53].

3.5.2. მცენარეული ექსტრაქტების ფუნგიციდური აქტივობის სკრინინგი

კვლევის ფარგლებში ჩავატარეთ აგრეთვე 30-ე ცხრილში მოყვანილი აჭარის ზღვისპირეთის ფლორის მერქნიანი მცენარეების ექსტრაქტების სკრინინგი ხორბლის ყვითელი ჟანგას მაკონტროლებელი საშუალებების გამოსავლენად.

ცხრილი 30. ყვითელი ჟანგასადმი ფუნგიციდურ აქტივობაზე გამოცდილი მცენარეები

#	მცენარის დასახელება	სამეცნიერო დასახელება	გამოყენებული ნაწილი
1	კავკასიური სოჭი	<i>Abies nordmanniana</i>	ფოთლები
2	კოლხური ბზა	<i>Buxus colchica</i>	ფოთლები
4	კორილოპსის წვრილფოთოლა	<i>Corylopsis pauciflora</i>	ფოთლები
5	კორილოპსისი ჩინური	<i>Corylopsis sinensis</i>	ფოთლები
6	კორილოპსისი თავთავიანი	<i>Corylopsis spicata</i>	ფოთლები
7	ევკალიპტი	<i>Eucalyptus cinerea</i>	ფოთლები
9	ჰამამელისი რბილი	<i>Hamamelis mollis</i>	ფოთლები
12	სტევია	<i>Stevia rebaudiana</i>	ფოთლები
13	ხახვი	<i>Allium cepa</i>	ბოლქვი

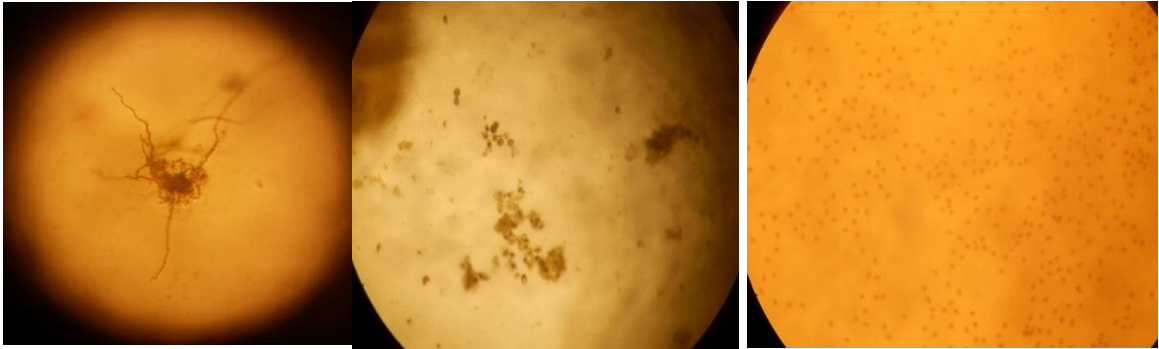
აღნიშნულ მცენარეთა (*Abies nordmanniana*, *Buxus colchica*, *Corylopsis pauciflora*, *Corylopsis sinensis*, *Corylopsis spicata*, *Eucalyptus cinerea*, *Hamamelis mollis*, *Stevia rebaudiana*, *Allium cepa*) ექსტრაქტები გამოვცადეთ ყვითელი ჟანგას სპორების

გალივებისუნარიანობაზე ინჰიბიტორული მოქმედების და ხორბლის აღმონაცენის ფაზაში ფუნგიციდური აქტივობის გამოვლენის მიზნით.

როგორც 31-ე ცხრილიდან ჩანს, კავკასიური სოჭის, კოლხური ბზის და კორილოპსის წვრილფოთოლას ფოთლებიდან მიღებული ექსტრაქტები ხასიათდებიან ფუნგიციდური აქტივობით, რადგან სამივე განზავების (1:1, 1:5, 1:10) პირობებში ძალიან შეიზღუდა *Puccinia striformis* სპორების გალივების უნარი და შესაბამისად, ბიოლოგიური ეფექტურობაც 85-93% ფარგლებში იყო. განსაკუთრებით მაღალი ბიოლოგიური ეფექტურობა (100%) გამოამჟღავნა თავიანი ხახვისა და სტევიის ექსტრაქტებმა. დანარჩენი ექსტრაქტების ფუნგიციდი აქტივობა დაბალი იყო (20-36.8%).

ცხრილი 31. ბიოპრეპარატების მოქმედება პათოგენის სპორების გალივებაზე, (%)

ექსტრაქტის დასახელება	გალივებული სპორები, %			ბიოლოგიური ეფექტურობა, %		
	კონცენტრაცია, %			კონცენტრაცია, %		
	1:1	1:5	1:10	1:1	1:5	1:10
კავკასიური სოჭი	5.3 ±1.03	1.7±1.5	9.4±0.8	89.7	93.3	85.6
კოლხური ბზა	5.1±0.2	6.4±0.8	10±1.2	89.9	88.6	85.0
კორილოპსისი წვრილფოთოლა	5.3 ±1.03	4.3±0.3	10±1.2	89.7	90.7	85.0
კორილოპსისი	73.3±1.6	66.6±3.3	70.0	21.7	28.4	25.0
კორილოპსისი	70.0	68.3±1.7	70.0	25.0	26.7	25.0
ევკალიპტი	64.2±0.8	58.3±	70.0	31.6	36.8	26.3
ჰამამელისი რბილი	60.0	66.6±3.3	75±2.9	35.0	28.4	20.0
სტევია	0	0	0	100	100	100
თავიანი ხახვი	0	0	0	100	100	100
კონტროლი	95%					



ა

ბ

სურათი 10. გაღივებული სპორები კონტროლში (ა) და სტევიას ექსტრაქტით დამუშავებულ ვარიანტში (ბ)

32-ე ცხრილში მოცემული შედეგების თანახმად, ასევე, ძალიან მაღალი იყო კავკასიური სოჭის, კოლხური ბზის და კორილოპსის წვრილფოთოლას ფუნგიციდური აქტივობა მათი ექსტრაქტებით ხორბლის აღმონაცენის დამუშავებისას (სურათი 11, 12, 13).



სურათი 11. ყვითელი ჟანგას განვითარება კავკასიური სოჭის ექსტრაქტით დამუშავებისას



სურათი 12. ყვითელი ჟანგას განვითარება კავკასიური სოჭის და კოლხური ზზის ექსტრაქტით დამუშავებისას



სურათი 13. ყვითელი ჟანგას განვითარება კორილოპის წვრილფოთოლას ექსტრაქტით დამუშავებისას

ცხრილი 32. მცენარეული ექსტრაქტების მოქმედება ყვითელი ჟანგას ინკუბაციურ პერიოდსა და რეაქციის ტიპზე

#	ექსტრაქტის დასახელება	ინკუბაციური პერიოდი (დღე)			რეაქციის ტიპი და განვითარების ინტენსივობა, %		
		კონცენტრაცია, %			კონცენტრაცია, %		
		1:1	1:5	1:10	1:1	1:5	1:10
1.	კავკასიური სოჭი	16	17	17	20 MR	5 MR	5 MR
2.	კოლხური ბზა	16	16	16	30 MR	10 MR	5 MR
3.	კორილოპსისი ჩინური	14	14	14	65 MS	65 MS	65 MS
4.	კორილოპსისი წვრილფოთოლა	16	16	16	30 MR	15 MR	5 MR
5.	კორილოპსისი თავთავიანი	14	14	14	70 MS	65 MS	65 MS
6.	ევკალიპტი	14	14	14	65 MS	70 MS	70 MS
7.	ჰამამელისი რბილი	14	14	14	65 MS	65 MS	60 MS
	კონტროლი	14			80 MS		

კერძოდ, მცენარეებზე დაავადებისადმი საშუალოდ გამძლე რეაქციის ტიპი აღირიცხა, დაავადების განვითარების ინტენსივობა კონტროლთან შედარებით შემცირდა 40-65%-ით და ინკუბაციური პერიოდი გაიზარდა 2 დღით. დანარჩენი ექსტრაქტები კი ნაკლებად ეფექტური იყო. კერძოდ, *Corylopsis sinensis*, *Corylopsis spicata*, *Eucalyptus cinerea* და *Hamamelis mollis* ექსტრაქტების გამოყენებისას რეაქციის ტიპი ჟანგას მიმართ მიმღები იყო (სურათი 14,15), თითქმის არ შეცვლილა ინკუბაციური პერიოდი

(14 დღე) კონტროლთან შედარებით და დაავადების განვითარების ინტენსივობა საშუალოდ 60% იყო თითქმის ყველა საცდელ ვარიანტზე, მაშინ, როცა კონტროლზე ამ მაჩვენებელმა 80% შეადგინა.



სურათი 14, 15. არაეფექტური ექტრაქტები

როგორც ცნობილია, მცენარეული ექსტრაქტები და სხვა ორგანული მასალები წარმოადგენენ მცენარის დაავადებათა კონტროლის ეკოლოგიურად უსაფრთხო საშუალებას, რომელთა გამოყენებას საფუძვლად უდევს სპეციფიკური ბიოაგენტების და კომპონენტების პირდაპირი ან არაპირდაპირი ტოქსიკური ან შემზღვევითი ზეგავლენა მოახდინონ მრავალ ბაქტერიული, სოკოვანი და ვირუსული პათოგენზე და შესაბამისად, გამოყენებული იქნან დაავადებების ფართო სპექტრის წინაღმდეგ. ასეთი საშუალების ძიების მიზნით დიდი სამუშაოებია შესრულებული სხვადასხვა მკვლევარის მიერ მთელ მსოფლიოში [Chakraborty, 2010:78; Singh...2001:425].

ბაქტერია *R. solanacearum* - ის მიმართ ანტიბაქტერიულ აქტივობაზე სკრინინგის მიზნით იგივე მცენარეებიდან მიღებული ექსტრაქტები გამოცდილი იქნა ქართველი მეცნიერების მიერ [Muradashvili...2016:24894]. მაღალი ანტიბაქტერიული და ფუნგიციდური აქტივობის აღმოჩნდა შემდეგი სახეობები: *Hamamelis japonica Sieb. et Zucc.*, *Hamamelis virginiana L.*, *Hamamelis mollis Oliv.*, *Myrtus communis*, *Liquidambar styraciflua L.*, *Corylopsis pauciflora Sieb. et Zucc.*, *Buxus colchica Pojark.*

ხორბლის მურა და ყვითელი ჟანგას მიმართ მაღალი ფუნგიციდური აქტივობა იქნა გამოვლენილი სხვადასხვა მცენარეების ექსტრაქტების გამოცდისას სათბურისა და მინდვრის პირობებში [Shabana...2017; Nuz, 2014; Sheroze...2002.; Hofferek, 1984:52].

ამრიგად, ტესტირებული პრეპარატებიდან ფიტოსპორინ-M-ს გააჩნია დაბალი ფუნგიციდური აქტივობა, თუმცა მას შეიძლება მიეცეს რეკომენდაცია ყვითელი ჟანგას განვითარების დასაწყისში გამოსაყენებლად, ხოლო მცენარეული ექსტრაქტების სკრინინგის შედეგად ფუნგისტატიკური და ფუნგიციდური ეფექტით გამორჩეული ექტრაქტების შემდგომი კვლევა უნდა გაგრძელდეს, როგორც ყვითელი ჟანგას გამომწვევ მიკროორგანიზმზე, ისე სხვა პათოგენებზე მათი მოქმედების მექანიზმის ღრმად შესწავლის მიზნით.

დასკვნები

1. 2013-2016 წლებში ხორბლის ყვითელი ჟანგა საქართველოს ყველა გეოგრაფიულ ზონაში იყო გავრცელებული დაბალი ინტენსივობით.
2. ხორბლის ყვითელი ჟანგას ურედინიაპოპულაციაში დომინირებდა ორი პათოტიპი-Pst1 (ვირულენტობით *Yr2, Yr3, Yr3a, Yr6, Yr7, Yr8, Yr9, Yr11, Yr17, Yr18, YrSK, YrJR, YrJS* და *YrAS*) და Pst2 (ვირულენტობით *Yr2, Yr3, Yr3a+, Yr6, Yr7, Yr8, Yr9, Yr10, Yr11, Yr17, Yr18, YrSK, YrJR, YrJS, YrAS*).
3. ხორბლის აღმონაცენისა და ზრდასრულ ფაზაში მაღალი ეფექტურობა გამოავლინეს გამძლეობის გენებმა: *Yr1, Y3a+4a, Yr5, Yr11, Yr15, Yr24, Yr27, Yr25, Yr26, Yr28, Yr31, YrCV, YrNP, YrJR* და *YrSP*
4. გამოკვლევის წლების მიხედვით პათოგენის ვირულენტური სტრუქტურა ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით მნიშვნელოვნად არ შეცვლილა.
5. ხორბლის ყვითელი ჟანგას პოპულაციის გენეტიკური და მოლეკულური ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა, რომ საქართველოში გავრცელებულია ვეგეტატიური გზით წარმოქმნილი ერთიანი პოპულაცია.
6. კვლევის შედეგად გამოვარჩიეთ ყვითელი ჟანგასადმი მაღალი გამძლეობის მქონე ხორბლის ადგილობრივი სახეობები: გვაწა ზანდური, ჩელტა ზანდური, მახა, კოლხური ასლი, დიკა და ძველი ჯიშები: (შავფხა, ჯავახეთის დიკა, თეთრი დიკა, შავი დიკა, თეთრი იფქლი, ადგილობრივი დოლის პური, ბაგრატიონი მსხვილთავთავა).
7. ფაკულტატური ხორბლების საერთაშორისო სანერგედან (17FAWWON-SA)-გამორჩეული იქნა გენოტიპი CUPRA-1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)// 2*OPATA/ 4 /PANTHEON, რომელიც 2016 წელს საქპატენტმა დაარეგისტრირა, როგორც ახალი საწარმოო ჯიში- ლომთაგორა 143.
8. კვლევის შედეგად გამოვლინდა საშუალო ბიოლოგიური ეფექტურობის მქონე ბიოპრეპარატი ფიტოსპორინ-M და კავკასიური სოჭის, კოლხური ბზისა და კორილოპსის წვრილფოთოლას ფოთლებიდან მიღებული ექტრაქტების მაღალი ფუნგისტატიკური მოქმედება.

რეკომენდაციები

1. საქართველოში გავრცელებული ხორბლის ყვითელი ჟანგას ვირულენტობის მონიტორინგი უნდა გაგრძელდეს შესაძლებელი ეპიდემიის პროგნოზირების მიზნით.
2. ხორბლის აღმონაცენის და ზრდასრულ ფაზაში კვლევის შედეგად იდენტიფიცირებული ეფექტური გამძლეობის გენები, გენტა კომბინაციები, შერჩეული ენდემური სახეობები და ადგილობრივი ჯიშ-პოპულაციები გამოყენებული უნდა იქნას ხორბლის გაუმჯობესების ადგილობრივ და საერთაშორისო სასელექციო პროგრამებში ხორბლის გამძლეობის გაუმჯობესების მიზნით, როგორც საუკეთესო დონორები.
3. საერთაშორისო სანერგედან გამორჩეული ახალი ჯიშში „ლომთაგორა 143„ რეკომენდებულია სამცხე-ჯავახეთის და ქართლის რეგიონებისათვის.
4. მაღალი ფუნგიციდური აქტივობის მქონე მცენარეული ექსტრაქტების კვლევა გაგრძელდეს დაავადების დამთრგუნავი მექანიზმის შესწავლის მიზნით პრეპარატული ფორმების მიღებამდე.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბედომვილი...2009:20 დ.ბედომვილი, ქ.მარტიუსი, უ.ახმადოვი, კ.კარლი, ზ.ხალიკულოვი და სხვ. CGIAR-ი საქართველოში. ცენტრალურ აზიასა და ამიერკავკასიაში სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების პროგრამა. 2009. ტაშკენტი, უზბეკეთი. გვ.20.
2. ბოკერია, 2005: ბოკერია ნ. ბიოპრეპარატ კეტომიუმის ეფექტურობა მზესუმზირას სოკოვანი დაავადებების მიმართ. აგრარული მეცნიერის პრობლემები სამეცნიერო შრომათა კრებული 2005, ტ. XIV, თბილისი გვ. 67.
3. გვრიტიშვილი, 1949: ს. გვრიტიშვილი. ჟანგა ავადმყოფობათა მიმართ ხორბლის სამეურნეო და პერსპექტიული ჯიშთა ფიტოპათოლოგიური შეფასებისათვის. საქ.სსრ მეცნიერებათა აკადემია-მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის შრომები, 1954. ტ.VI, გვ 77.
4. დეკაპრელევიჩი,1947: ლ. დეკაპრელევიჩი. საქართველოს მარცვლეული კულტურების ძირითადი ჯიშები.საქართველოს სახელმწიფო სელექციის სადგურის შრომები, ტომი II, 1947
5. დეკაპრელევიჩი...1976: *Triticum persicum* v. *stramineum*-ხორბლის ყვითელი და მურა ჟანგასადმი გამძლეობის წყარო. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 82:689-691
6. კეცხოველი, 1970: კეცხოველი ნ. საქართველოს კოწახურები. გამომცემლობა „მეცნიერება“ თბილისი. 1970. გვ.7
7. მეტრეველი, 2012: ი. მეტრეველი. შრომანისებრთა (Liliaceae) ოჯახის ბოლქვოვან მცენარეთა სოკოვანი დაავადებები, უმთავრესის ბიოეკოლოგიური თავისებურებები და მის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებები აღმოსავლეთ საქართველოში. სადოქტორო დისერტაცია. 2012. 131გვ.
8. ნასყიდაშვილი...1993: კ.ნასყიდაშვილი, გ.აგლაძე, ჯ.მაჭავარიანი, ვლ. ქევიციანი. საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა ნაციონალური გენოფონდი. საქართველოს რესპუბლიკის სოფლის მეურნეობის

- მეცნიერებათა აკადემია, სასოფლო-სამეურნეო მცენარეთა და ცხოველთა გენოფონდი, მისი დაცვა და გამოყენება. თბილისი, 1993
9. ნასყიდაშვილი...1983: პ.ნასყიდაშვილი, მ.სიხარულიძე, ე.ჩერნიში. ხორბლის სელექცია საქართველოში. თბილისი 1983
 10. პაპავა, 1948: პაპავა ვ. ოჯახი Berberidaceae. საქართველოს ფლორა. 1948. ტ.5.თბილისი
 11. სამადაშვილი...2009: ც.სამადაშვილი, ხ. დობორჯგინიძე. საქართველოში გავრცელებულ კულტურულ მცენარეთა კერძო სელექცია. გამომცემლობა „საზოგადოება ცოდნა“, თბილისი. 2009
 12. სამადაშვილი...2017: ც. სამადაშვილი, გ. ჩხუტიაშვილი, ნ. ბენდიანიშვილი. რბილი ხორბლის ტრადიციული ქართული ჯიშები – მოსავლიანობა და გავრცელების შესაძლებლობები. აგრონიუს.ჯი (ელექტრ. ჟურნალი), 2017.
<http://agronews.ge/rbili-khorblis-traditsiuli-qarthuli-jishebi-mosavlianoba-da-gavrtselebis-shesadzleblobebi/>
 13. სიხარულიძე...2012: ზ.სიხარულიძე, ქ. ნაცარიშვილი, ლ.მგელაძე. ხორბლის ჟანგების პოპულაციურ-გენეტიკური კვლევა საქართველოში. საერთაშორისო კონფერენცია: მცენარეთა ბიოლოგიური დაცვა, პრობლემები და თანამედროვე მიღწევები. თბილისი. 24-25 სექტემბერი, 2012, შრომების კრებული, გვ.57.
 14. ფრუიძე...2016: ლ. ფრუიძე, ი.მაისაია, შ.სიხარულიძე, მ.თავართქილაძე. პური ჩვენი არსობისა. წიგნი II. გამომცემლობა პალიტრა L, 2016, თბილისი. გვ. 8-46.
 15. შოშიაშვილი...1954: ი. შოშიაშვილი., შ.მაგნიძე. მასალები ხორბლის ჯიშების ჟანგათი დაავადების შესწავლისათვის საქართველოში. საქ.სსრ მეცნიერებათა აკადემია-მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის შრომები, ტ.X, გვ 53; 1954
 16. შოშიაშვილი...1970: ი. შოშიაშვილი, ა.მჟავანაძე, ნ.ენდელაძე, რ.გუნთაიშვილი. ხორბლის ყვითელი ჟანგას შესწავლისათვის საქართველოში.

- 1970.საქართველოს სსრ მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის შრ., ტ. XXII, გვ.236-239
17. ჭანიშვილი... 2017: შ. ჭანიშვილი, ზ. ტყეშელაშვილი, გ. ბუცხრიკიძე. საცდელი საქმის მეთოდოლოგია მემცენარეობაში. თბილისი, 2017. 171გვ.
18. Абиев, 1993 Абиев С.А. Желтая ржавчина злаков Казахстана. Алма-Аты.; Изд-во «Гылым». 1993. - 103 с.
19. Анпилогова...2000: Анпилогова Л.К., Волкова Г.В. Методы создания инфекционных фондов и оценки образцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням, Краснодар, 2000.
20. Айала, 1984: Айала Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику\\Москва.Мир. 1984с.40-51
21. Вавилов,1957: Вавилов Н.И. Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции. Опыт агроэкологического обзора важнейших полевых культур. 1957. М.; Л. Ст.12-15
22. Гешеле, 1979: Гешеле Э.Э. Основы Фитопатологической оценки в селекции растений. 1978. 196ст
23. Дьяков,1987: Дьяков Ю.Т. Индуцированный иммунитет. Защита растений, 1987, №8, С.28-29
24. Доспехов, 1985: Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. С основами статистической обработки результатов исследований. - 5-е изд., Москва. 1985. Стр.248-268
25. Жуковский, 1950: Культурные растения и их сородичи. Москва, 1950
26. Жуковский, 1965: Жуковский П.М. Генетические основы происхождения физиологических рас грибного паразита и поиски устойчивого генотипа растения-хозяина// Генетика, 1965. Т6. 137-148;
27. Кашемирова...1985: Кашемирова Л.А., Филипова Г.Г., Санин С.С., Стрижекозин Ю.А., Агаев А.А. Использование математических моделей в изучении устойчивости пшеницы к стебловой ржавчине\\Микология и

- фитопатология. 1985. Т.19 в.1. с.61-66
28. Коновалова...1977: Коновалова Н., Семёнова Л., Сорокина Г., Суздальская М., Жемчужина А. и др. Методические рекомендации по изучению расового состава возбудителей ржавчин хлебных злаков. Москва, 1977, 143 стр.
29. Койшибаев...2014: Койшибаев М., Шаманин В., Моргунов А. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням. Методические указания. Анкара, 2014. Стр.16-49
30. Кульнев...1997: Кульнев А.И., Соколова Е.А. Многоцелевые стимуляторы защитных растений, роста и развития растений. Пущино. 1997
31. Лесников...1969: Лесников Е.П., Вичканова С.А. Антифунгальные свойства высших растений. Изд. Наука, 1969:226-252
32. Менабде, 1948: **Пшеницы Грузии. Тбилиси, АН ГССР, Институт ботаники, 1948**
33. Никольская, 1982: Никольская Е.А. Определение всхожести спор. Методы эксперимента микологии, Киев, 1982, С.116
34. Михайлова, 2002: Михайлова, Л.А., Гульяева, Е.И., Кокорина И.М. Лабораторные методы культивирования возбудителя желтой пятнистости пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis* //Микология и фитопатология. 2002. Т. 36. ВыпЛ.- С. 63-67.
35. Пайчадзе, 1974а: Пайчадзе, Л.В., Возобновление, развитие и сохранение желтой ржавчины в Грузии. 1974. Сообщения Академии наук Грузинской ССР., 76(1):173-176
36. Пайчадзе, 1974: Пайчадзе, Л.В., Яременко З.И. Специализация возбудителя желтой ржавчины пшеницы к дикорастущим злакам. 1974. Сообщения Академии наук Грузинской ССР., 76(2):469-471
37. Рсалиев...2015: Рсалиев Ш.С., Сарбаев А.Т., Дубекова С.Б., Эффективность Yr-генов устойчивости пшеницы в Казахстане. Международная научно-практическая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ ФИТОСАНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ И

УПРАВЛЕНИЯ ЗАЩИТОЙ РАСТЕНИЙ»; Большие Вязёмы, Россия, 23-27 ноября 2015 г.

38. Санин...2002: Санин С.С., Черкашин В.И., Назарова Л.Н., Соколова Е.А., Стрижекозин Ю.А., Ибрагимова Т.З., Неклеса Н.П. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур. Рекомендации. М. «Росинфорагротех». 2002, 140с.
39. Тютюрев,1984: Тютюрев С.Л. Проблемы использования индуцированного иммунитета в фитоапнитарии. научные основы Защиты растений., ., 1984. С.138-152
40. Тыришкин...2011: Тыришкин Л, Клесова М.,Ковалёва М., Лебедева Т., Зуев Е., Гасимов М. Статус пшеницы и его родословной из коллекции ВИР в исследованиях выявления устойчивости к грибным заболеваниям. Сборник трудов 8-ой международной конфер. пшеницы, 2011.1-4 июня, Санкт петербург, Россия
41. Чумаков, 1964: Чумаков А.Е. Защита пшеницы от ржавчины. Ленинград, Колос, 1964,100с.
42. Цыпышева, 2014: МЮ. Цыпышева, Эффективность применения биопрепаратов и листовых фунгицидов на яровой пшенице. 2014. Агрономия и Лесное хозяйство,ст-50-53.
43. Abbott, 1925: Abbott W.S. A method for computing the effectiveness of insecticide. *Econom. Entomol.*, 1925, 18: 265-287 (doi: 10.1093/jee/18.2.265a).
44. Aljanabi...1997: Aljanabi, S. M., and Martinez, I. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Res.* 25:4692-4693. <https://doi.org/10.1093/nar/25.22.4692> [Crossref] [Medline] [ISI]
45. Ali...2017: Sajid Ali, Julian Rodriguez-Algaba, Tine Thach, Chris K. Sørensen, Jens G. Hansen, Poul Lassen, Kumarse Nazari, David P. Hodson, Annemarie F. Justesen, and Mogens S. Hovmøller. Yellow Rust Epidemics Worldwide Were Caused by Pathogen Races from Divergent Genetic Lineages. *Front Plant Sci.* 2017; 8:1057

46. Allan...1983: Allan, R.E., Line, R.F., Peterson, C.J., Rubenthaler, G.L., Morrison, K.L., and Rohde, C.R. 1983. Crew, a multiline wheat cultivar. *Crop Sci.* 23: 1015–1016.
47. Allan...1993: Allan, R.E., Peterson, C.J., Line, R.F., Rubenthaler, G.L., and Morris, C.F. 1993. Registration of “Rely” wheat multiline. *Crop Sci.* 33: 213–214.
48. Allison... 1930: Allison, C., and Isenbeck, K. 1930. Biologische specialisierung von *Puccinia glumarum tritici* Erikss. und Henn. *Phytopathol. Z.* 2: 87–98.
49. Altschul ...1997: Altschul, S.F., Madden, T.L., Schaffer, A.A., Zhang, J.H., Zhang, Z., Miller, W., and Lipman, D.J. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Res.* 25: 3389–3402.
50. Angus,1965: Angus, A. 1965. Annotated list of plant pests and diseases in Zambia. Parts 1–7 and supplements. Mount Makulu Research Station, Chilanga, Zambia.
51. Biffen,1905: Biffen, R.H. Mendel’s laws of inheritance and wheat breeding. *J. Agric. Sci.* 1, P. 4
52. Blaeser...1999: Blaeser, P. and Steiner, U., Antifungal Activity of Plant Extracts against Potato Late Blight (*Phytophthora infestans*), *Modern Fungicides and Antifungal Compounds II*, Lyr. H., Russel, P.E., Dehne, H.-W., and Sisler, H.D., Eds., Andover: Intercept, 1999, pp. 491–499.
53. Brar...2016: G. S. Brar and H. R. Kutcher. Race Characterization of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the Cause of Wheat Stripe Rust, in Saskatchewan and Southern Alberta, Canada and Virulence Comparison with Races from the United States. *Plant Disease*, 2016, Vol.100, Number 8 Pp. 1744-1753
54. Boshoff...2002: Boshoff, W.H.P., Pretorius, Z.A., and van Niekerk, B.D. 2002. Establishment, distribution, and pathogenicity of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in South Africa. *Plant Dis.* 86: 485–492

55. Balouiri ...2016:1-7 Balouiri M, Sadiki M, Koraichi S. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity. Journal of Pharmaceutical Analysis, 2016. p.1-7
56. Brown...2002: Brown, J.K.M., and Hovmøller, M.S. 2002. Aerial dispersal of pathogens on the global and continental scales and its impact on plant disease. Science (Washington, D.C.), 297: 537–541
57. Brown-Guerda...1996: Brown-Guerda G.L., Jil B.S., Bockus W.W.,Cox T.S.Hatchett J.H, Leath S.,Peterson C.J.,Thomas J.B.,Zwer P.K. (1996) Evaluation of a collection of wild timopheevi wheat for resistance to disease and arthropod pests. Plant diseases 80 :928-933.
58. Browder, 1971: Browder, L.E. Pathogenic specialization in cereal rust fungi, especially *Puccinia recondite t.sp.tritici*: Concepts, methods of study and application. U.S. Dep. Agric. Tech.Bull.1432.
59. Bux ... 2011: Bux H., Ashraf M., Chen XM, Mumtaz AS. 2011. Effective genes for resistance to stripe rust and virulence of *Puccinia striiformis f.sp. tritici* in Pakistan. Afr. J.Biotech 10(28):5489-5495
60. Calonnec...2002: Calonnec A, Johnson R, de Vallavieille-Pope C. Genetic analyses of resistance of the wheat differential cultivars Carstens V and Spaldings Prolific to two races of *Puccinia striiformis*. 2002. Plant Pathol. 51:777–786
61. Chaudhuri...2004 P. K. Chaudhuri, Rashmi Srivastava, Sunil Kumar, Sushil Kumar. Phytotoxic and antimicrobial constituents of *Bacopa monnieri* and *Holmskioldia sanguinea*. *Phytotherapy Research*. Volume 18, Issue 2, February 2004, Pages 114–117
62. Chakraborty, 2010; D. Chakraborty, S. Chakraborty Bioassay guided isolation and identification of antibacterial and antifungal components from methanolic extract of green tea leaves (*Camellia sinensis*) Res J Phytochem, 4 (2010), pp. 78-86
63. Chaudhary, 2013: R.E. Chaudhary, M.G. Chaudhari Effect of fungicides and plant extracts on uredospores germination of *Puccinia recondita f. sp. Tritici* Bioscan, 8 (2013), pp. 59-62
64. Chen...1992a: Chen, X.M., and Line, R.F. 1992a. Identification of stripe rust resistance genes in wheat cultivars used to

- differentiate North American races of *Puccinia striiformis*. *Phytopathology*, 82: 1428–1434.
65. Chen...1992b: Chen, X.M., and Line, R.F. 1992b. Inheritance of stripe rust resistance in wheat cultivars used to differentiate races of *Puccinia striiformis* in North America. *Phytopathology*, 82: 633–637. Chen, X.M., and Line, R.F. 1993. Inheritance of stripe rust resistance in wheat cultivars postulated to have resistance genes at Yr3 and Yr4 loci. *Phytopathology*, 83: 382–388.
66. Chen...1993: Chen, X.M., Line, R.F., and Leung, H. 1993. Relationship between virulence variation and DNA polymorphism in *Puccinia striiformis*. *Phytopathology*, 83: 1489–1497.
67. Chen...1995: Chen, X.M., and Line, R.F. 1995a. Gene action in wheat cultivars for durable high-temperature adult-plant resistance and interactions with race-specific, seedling resistance to stripe rust caused by *Puccinia striiformis*. *Phytopathology*, 85: 567–572
68. Chen...1995a: Chen, X.M., and Line, R.F. 1995b. Gene number and heritability of wheat cultivars with durable, high-temperature, adult-plant resistance and race-specific resistance to *Puccinia striiformis*. *Phytopathology*, 85: 573–578.
69. Chen ...1998: Chen, X.M., Line, R.F., Shi, Z.X., and Leung, H. 1998a. Genetics of wheat resistance to stripe rust. In *Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium*. 2–7 August 1998, University of Saskatchewan, Saskatoon, Sask. Edited by A.E. Slinkard. University Extension Press, University of Saskatchewan, Saskatoon, Sask. Vol. 3. pp. 237–239..
70. Chen....2002: Chen, X.M., and Moore, M.K. 2002. Epidemics and races of *Puccinia striiformis* in North America in 2001. *Phytopathology*, 92: S14–S15
71. Chen ...2002a: Chen, X.M., and Wood, D.A. 2002. Control of stripe rust of spring wheat with foliar fungicides, 2001. Fungicide and Nematicide Tests [serial online], Report 57:CF03. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minn. doi: 10.1094/FN5

72. Chen...2002b: X. Chen, M. Moore, E. A. Milus, D. L. Long, R.F. Line, D. Marshall, L. Jackson. Wheat Stripe Rust Epidemics and Races of *Puccinia striiformis* f. sp. Tritici in the United States in 2000. Plant Disease. 2002. Vol. 86 No.1.PP.39-46
73. Chen...2003: Chen, X.M., and Wood, D.A. 2003. Control of stripe rust of spring wheat with foliar fungicides, 2002. Fungicide and Nematicide Tests [serial online], Report 58:CF004. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minn. doi: 10.1094/FN58.
74. Chen...2003a: Chen, X.M., Moore, M.K., and Wood, D.A. 2003a. Epidemics and control of stripe rust on spring wheat in the Pacific Northwest in 2002. Phytopathology, 93: S16.
75. Chen...2004: Chen, X.M., Milus, E.A., Long, D.L., and Jackson, L.F. 2004. Impact of wheat stripe rust and races of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in the United States. Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 22–27 August, 2004, Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, Abstr. A2.11.
<http://www.crpmb.org/icrPMC11/abstracts.htm>
76. Chen, 2004a: Chen, X.M. 2004. Epidemiology of barley stripe rust and races of *Puccinia striiformis* f. sp. hordei: the first decade in the United States [online]. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 22–27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, Abstr. 2.8.

<http://www.crpmb.org/2004/1029chen>
77. Chen ...2004b: Chen, X.M., and Wood, D.A. 2004. Control of stripe rust of spring wheat with foliar fungicides, 2003. Fungicide and Nematicide Tests [serial online], Report 59:CF022. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minn. doi: 10.1094/FN59
78. Chen, 2005: Chen, X. M. Epidemiology and control of stripe rust [*Puccinia striiformis* f. sp. tritici] on wheat. 2005.Can. J. Plant Pathol. 27:314-337.;

79. Chen, 2007: Chen, X. M. 2007. Challenges and solutions for stripe rust control in the United States. *Aust. J. Agric. Res.* 58:648-655.
80. Chen ... 2009 : Chen, W. Q., Wu, L. R., Liu, T. G., Xu, S. C., Jin, S. L., Peng, Y. L., and Wang, B. T. 2009b. Race dynamics, diversity, and virulence evolution in *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the causal agent of wheat stripe rust in China from 2003 to 2007. *Plant Dis.* 93:1093-1101;
81. Chen...2010: Chen, X. M., Penman, L., Wan, A., and Cheng, P. 2010. Virulence races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in 2006 and 2007 and development of wheat stripe rust and distributions, dynamics, and evolutionary relationships of races from 2000 to 2007 in the United States. *Can. J. Plant Pathol.* 32:315-333.
82. Chen...2011: Chen, X. M., and Wan, A. M. 2011. Epidemics and races of *Puccinia striiformis* in the United States in 2010. Page 26 in: *Abstr. 2011 North Am. Rust Workers Meet.* Minneapolis, MN.
83. Cu...1994: Cu, R.M., and Line, R.F. 1994. An expert advisory system for wheat disease management. *Plant Dis.* 78: 209–215.
84. Choi...2004: Choi, G.J., Jang, K.S., Kim, J.S., Lee, S.W., Cho, J.Y...2004. In vivo fungal activity of 57 plant extracts against six plant pathogenic fungi. *Plant Pathology J.* 20, 184-191
85. Copping ... 2000: Copping, L.G. and Menn, J.J. *Biopesticides: A Review of Their Action, Applications and Efficacy.* 2000
86. Daayf... 1997: Fouad Daayfe, Annegret Schmitt, and Richard R. Bélanger. 1997. Evidence of phytoalexins in Cucumber Leaves Infected with powdery mildew following treatment with leaf extracts of *Reynoutria sachalinensis*. *Plant Physiol.* Vol. 113, P.719-727
87. Dekaprelevich, 1961: Dekaprelevich, L.L. 1961. Die Art *Triticum macha* Dek et Men. im Lichte neuester Untersuchungen über die Herkunft der Hexaploiden Weizen. *Z. Pflanzenzuchtg.* 45:17-30.

88. Dekaprelevich, 1954: L.L. Dekaprelevich. Species, variations and varieties of wheat of Georgia. Proc. Inst. Field Crop Prod. Acad. Sci. Georgian SSR, 8 (1954), pp. 3–58
89. Dey ... 2013: Dey U, Harlapur SI, Dhutraj DN, Suryawanshi AP, Jagtap JP, Apet KT, et al. Effect of fungicides, botanicals, bioagents and Indigenous Technology Knowledge (ITK's) on germination of urediniospores of *Puccinia sorghi* in vitro. Afr J Agric Res 2013;8:4960–71.
90. Dimitra...2003: Dimitra J, Daferera, Basil N, Ziogas M, and Polissiou G (2003). The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*. JournalCrop Protection 22: 39–44.
91. Dixon ... 2009: Dixon, H.-J. Braun, and J.H. Crouch Overview: Transitioning Wheat Research to Serve the Future Needs of the Developing World. Wheat Facts and Futures CIMMYT.2009. P.1-26
92. Doling...1968: Doling D., Doodson J. The effect of yellow rust on the yield of spring and winter wheat. 1968. Brit.Micol.Soc. Trans. 51:427-434
93. Duan...2010: Duan, X., Tellier, A., Wan, A., Leconte, M., de Vallavielle-Pope, C., and Enjalbert, J. 2010. *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* presents high diversity and recombination in the over-summering zone of Gansu, China. Mycologia 102:44-53.;
94. Eisa...2014: M. Eisa, M. Alsaadi, R. Albasha. Wheat stripe rust status in Yemen: An overview. 2nd International Wheat Strip Rust Symposium. 2014. Izmir, Turkey
Abstracts P.30 // <http://www.icarda.org/striperrust2014/wp-content/uploads/Abstracts-of-papers-and-posters-presented-at-the-2014-Symposium.pdf>
95. Eriksson, 1894a: Eriksson, J. 1894. Über die Spezialisierung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 12: 292–331

96. Eriksson...1894: Eriksson, J., and Henning, E. 1894. Die Hauptresultate einer neuen Untersuchung über die Getreiderostpilze. Z. Pflanzenkr. 4: 197–203.
97. Eversmeyer...2000: Eversmeyer, M.G., and Kramer, C.L. 2000. Epidemiology of wheat leaf rust and stem rust in the central great plains of the USA. Annu. Rev. Phytopathol. 38: 491–513
98. Fang, 1944 : Fang, C.T. 1944. Physiological specialization of *Puccinia glumarum* Erikss., and Henn. in China. Phytopathology, 34: 1020–1024.
99. FAO, 2012 FAO (2012) FAOSTAT Agriculture Data. Agricultural Production 2009. <http://faostat.fao.org>
FAO, Rome, Italy
100. Finckh ...1992: Finckh, M.R., and Mundt, C.C. 1992. Stripe rust, yield, and plant competition in wheat cultivar mixtures. Phytopathology, 82: 82–92.
101. Flath...2015 K.Flath, N Sommerfedt-Impe and A.K.Schitt. Occurrence of wheat stripe and stem rust in Germany and consequences for breeders and growers. 2015. Unpublished data
102. Flor, 1971: Flor, H.H. Current status of the gene-for-gene concept. Annu. Rev. Phytopathol. 9.
103. Fuchs,1960: Fuchs, E. 1960. Physiologische Rassen bei Gelbrost (*Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. et Henn.) auf weizen. Nachrbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. Braunsch. 12: 49–63.
104. Gassner...1932: Gassner, G., and Straib, W. 1932. Die Bestimmung der Biologischen Rassen des Weizengelbrostes [*Puccinia glumarum tritici* (Schmidt). Erikss. u. Henn.]. Arb. Biol. Reichsanst. LandForstwirtschaft. 20: 141–163.
105. Gilchrist-Saavedra...1997: L.Gilchrist-Saavedra, G. Fuentes-Davila and Martinez-Cano. Practical Guide to the Identification of Selected Diseases of Wheat and Barley. Mexico, D.F. CIMMYT. 1997
106. Gorgiladze...2007: Gorgiladze L., Sikharulidze Z., Natsarishvili K., Mgeladze L., Tsetskhladze T., Gabaidze V., Meparishvili G. 2007.

- 2004-2006 Wheat and Barley Disease Surveys in Georgia. *Agromeridian* 2(6), pp. 28 – 30.
107. Green, 1981: Green G. J. Identification of physiologic races of *Puccinia graminis f.sp.tritici* in Canada.// 1981. *Can.Plant.Pathol.*,3, 33-39.
108. Groth...1982: Groth, J.V. & Roelfs, A.P. 1982. The effect of sexual and asexual reproduction on race abundance in cereal rust fungus populations. *Phytopathology*, 72:1503-1507.
109. GRRS protocols, 2016 Global Rust Reference Center. Sample collection procedure for GRRC race analyses of wheat rusts 2016. 2016
<http://wheatrust.org/submission-of-isolates/>
110. Hardison, 1975: Hardison, J.R. 1975. Control of *Puccinia striiformis* by two new systemic fungicides, Bay MEB 6447 and BAS 31702 F. *Plant Dis. Rep.* 59: 652–655.
111. Hardison,1963: Hardison, J.R. 1963. Commercial control of *Puccinia striiformis* and other rusts in seed crops of *Poa pratensis* by nickel fungicides. *Phytopathology*, 53: 209–216
112. Hassebrauk,1965: Hassebrauk, K. 1965. Nomenklatur, geographische Verbreitung und Wirtsbereich des Gelbrostes, *Puccinia striiformis* West. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berl.–Dahl.* 116: 1–75
113. Hassebrauk, 1970: Hassebrauk, K. 1970. De Gelbrost *Puccinia striiformis* West. 2. Befallsbild. Morphologie und Biologie der Sporen. Infektion und weitere Entwicklung. Wirkungen auf die Wirtspflanze. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berl.–Dahl.* 139: 1–111.
114. Hassebrauk...1974: Hassebrauk, K., and Röbbelen, G. 1974. Der Gelbrost *Puccinia striiformis* West. 3. Die Spezialisierung. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft. Berl.–Dahl.* 156: 1–150.
115. Hassebrauk...1975: Hassebrauk, K., and Röbbelen, G. 1975. Der Gelbrost *Puccinia striiformis* West. 4. Epidemiology — Bekämpfungsmassnahmen. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berl.–Dahl.* 164: 1– 183.

116. Hodson, 2016: D.Hodson. Global Rust Surveillance –DGGW Update and Future plans. Wheat Rust Surveillance and Contingency Planning Workshop, Regional Cereal Rust Research Center, Izmir, Turkey 10-20 April 2016//
<http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/18636/58162.pdf?sequence=1>
117. Hofferek, 1984: Hofferek, Induction of resistance to *Puccinia striiformis* in Barley (*Hordeum vulg.* L.) Cereal Rust Bull. 1984, Vol.12, #2, P.52-64
118. Holland...2011: Holland, M. M., and Parson, W. 2011. GeneMarker HID: A reliable software tool for the analysis of forensic STR data. J. Forensic Sci. 56:29-35
119. Holtz...2014: M. D. Holtz, K. Kumar, J. L. Zantinge, K. Xi. Genetic diversity of *Puccinia striiformis* from cereals in Alberta, Canada. Plant Pathology, 2014, 63-415-424
120. Hovmøller...2016: Hovmøller MS., Walter S., Bayles RA., Hubbard A., Flath K., Sommerfeldt N., Leconte M., Czembor P., Rodriguez-Algaba J., Thach T. et al. Replacement of the European wheat yellow rust population by new races from the centre of diversity in the near-Himalayan region. Plant Pathology 2016. 65: 402–411.
121. Hovmøller...2002: Hovmøller, M.S., Justesen, A.F., and Brown, J.K.M. 2002. Clonality and long-distance migration of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in north-west Europe. Plant Pathol. (London), 51: 24–32.
122. Hungerford...1923: Hungerford, C.W., and Owens, C.E. 1923. Specialized varieties of *Puccinia glumarum* and hosts for variety tritici. J. Agric. Res. (Washington, D.C.), 25: 363–401.
123. Huynh...1992: Huynh QK, Hironaka CH, Levine EB, Smith CE, Borgmeyer JR, Shah DM. Antifungal proteins from plants. Purification, molecular cloning and antifungal properties of chitinases from maize seed. J Biol Chem. 1992. 267: 6635-6640

124. Hylander...1953: Hylander, N., Jørstad, I., and Nanfeldt, J.A. 1953. Enumeratio uredionearum Scandinavicarum. Opera Bot. 1: 1–102.
125. Jin ... 2010: Jin, Y., Szabo, L. J., and Carson, M. 2010. Century-old mystery of *Puccinia striiformis* life history solved with the identification of *Berberis* as an alternate host. Phytopathology 100:432-435. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-5-0432> [Abstract] [ISI]
126. Johnson...1972: Johnson, R., Stubbs, R., Fuchs, E., and Chamberlain, N. 1972. Nomenclature for physiologic races of *Puccinia striiformis* infecting wheat. Trans. Br. Mycol. Soc. 58:475-480.
127. Johnson...1976: Johnson, R., and Taylor, A.J. 1976. Yellow rust of wheat. Plant Breeding Institute, Cambridge, UK, 1975 Annual Report. pp. 106–109.
128. Justesen... 2002: Justesen, A.F., Ridout, C.J., and Hovmøller, M.S. 2002. The recent history of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in Denmark as revealed by disease incidence and AFLP markers. Plant Pathol. (London), 51: 13–23.
129. Kerber...1990: Kerber E.R. & Dyck, P.L., Transfer to hexaploid wheat of linked genes for adult-plant leaf rust and seedling sHim rust resistance from an amphiploid of *Aegilops speltoides* x *Triticum monococcum*. 1990. Genome 33, 530-537.
130. Komjáti...2004: Komjáti, H., Pasquali, M., Hubbard, A., Lee, D., and Bayles, R. 2004. IGS, SSR and SRAP analysis of *Puccinia striiformis* isolates. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 22–27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK. European and Mediterranean Cereal Rust Foundation, Wageningen, Netherlands. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, Abstr. A2.33. Available from <http://www.crpmb.org/icrPMC11/abstracts.htm> [accessed 8 July 2005].
131. Knott,1989: Knott, D.R. The Wheat Rusts-Breeding for Resistance. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

132. Kokhmetova... 2010: Kokhmetova A., Chen X., Rsaliyev S. Identification of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*. Characterization of wheat cultivars for resistance, and inheritance of resistance to stripe rust in Kazakhstan wheat cultivars. *The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 2010, vol. 4, pp. 64-70.
133. Kokhmetova ...2014: Kokhmetova A.M., Sapakhova Z.B., Madenova A.K., Yessenbekova G.T. IDENTIFICATION OF CARRIERS OF YELLOW YR5, YR10, YR15 AND LEAF LR26, LR34 RESISTANCE GENES UNDER MOLECULAR SCREENING OF WHEAT ENTRIES. Institute of Plant Biology and Biotechnology, <http://www.biotechlink.org/1-2014/article10>
134. Kolmer, 2005: Kolmer, J.A. Tracking wheat rust on a continental scale. *Current Opinion in Plant Biology*, 8: 441-449
135. Li, 1980: Li, Z. Q. 1980. The variation of wheat variety resistance to stripe rust in China and the way of its solution. *Sci. Agric. Sin.* 3:72-77.
136. Li ... 2003: Li, Z.Q., and Zeng, S.M. 2003. *Wheat rusts in China*. Chinese Agricultural Press, Beijing, China
137. Line... 1973: R.F., and Rowell, J.B. 1973. Systemic fungicides for control of rusts and smuts. In *Proceedings of the 2nd International Congress of Plant Pathology*. 5–12 September 1973, Minneapolis, Minn. International Society for Plant Pathology. American Phytopathological Society, St Paul, Minn. Symposium Paper 549.
138. Line,1976: Line, R.F. 1976. Chemical control of *Puccinia striiformis* and *Puccinia recondita* on wheat in Northwestern United States. In *Proc. 4th Eur. Mediterr. Cereal Rusts Conf.* 5–10 September 1976, Interlaken, Switzerland. European and Mediterranean Cereal Rust Foundation, Wageningen, Netherlands. pp. 105–108.
139. Line ...1992: Line, R.F., and Qayoum, A. 1992. Virulence, aggressiveness, evolution, and distribution of races of *Puccinia striiformis* (the cause of stripe rust of wheat) in

North America, 1968–87.

<https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT92983836/PDF>

140. Line...1996: Line, R.F., and Chen, X.M. 1996. Wheat and barley stripe rust in North America. In Proceedings of the 9th European and Mediterranean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 2–6 September 1996, Lunteren, Netherlands. Edited by G.H.J. Kema, R.E. Nike, and R.A. Damen. European and Mediterranean Cereal Rust Foundation, Wageningen, Netherlands. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, 24(Suppl.): 101–104.
141. Line...1995: Line, R.F., and Chen, X.M. 1995. Successes in breeding for and managing durable resistance to wheat rusts. *Plant Dis.* 79: 1254–1255.
142. Line, 2002: Line, R.F. 2002. Stripe rust of wheat and barley in North America: a retrospective historical review. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40: 75–118.,
143. Liu...2017: Tinglan Liu, Anmin Wan, Dengcai Liu, and Xianming Chen. Changes of Races and Virulence Genes in *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the Wheat Stripe Rust Pathogen, in the United States from 1968 to 2009. *Plant Disease* Aug 2017, Volume 101, #8, 1522-1532
144. Loegering, 1959: Loegering WQ. Methods for Recording Cereal Rust Data in International Spring Wheat Rust Nursery (IRN) United States Department of Agriculture; Washington DC., USA: 1959.
145. Lu...1956: Lu, S.I., Fan, K.F., Shia, S.M., Mu, W.T., Kong, S.L., Yang, T.M., Wang, K.N., and Lee, S.P. 1956. Studies on stripe rust of wheat. 1. Physiologic specialization of *Puccinia glumarum* (Schmidt) Erikss. & Henn. *Chin. J. Plant Pathol.* 2: 153–166.
146. Lupton...1962: Lupton, F.G.H., and Macer, R.C.F. 1962. Inheritance of resistance to yellow rust (*Puccinia glumarum* Erikss., and Henn.) in seven varieties of wheat. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 45: 21–45.
147. Lupton...1971: Lupton, F.G.H., Wilson, F.E., and Bingham, J. 1971. Breeding for non-race specific resistance to yellow rust

- and to mildew. 1970 Annual Report, Plant Breeding Institute Cambridge, UK.
148. Manners, 1960: Manners, J.G. 1960. *Puccinia striiformis* Westend. var. *dactylidis* var. nov. Trans. Br. Mycol. Soc. 43: 65–68.
149. Markell...2008: Markell S. G., and Milus E. A.. 2008. Emergence of a novel population of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in eastern United States. *Phytopathology* 98:632–639. [PubMed]
150. Markell ... 2004: Markell, S.G., Milus, E.A., and Chen, X.M. 2004. Genetic diversity of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in the United States. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 22–27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK. *Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin*, Abstr. A2.43.
<http://www.crpmb.org/icrpmc11/abstracts.htm>
151. McIntosh...1995: McIntosh RA, Wellings CR, Park RF. 1995. *Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes*. Victoria, Australia: CSIRO
152. McIntosh...1971: McIntosh R.A., Guarfas J. *Triticum timopheevi* as a source of resistance to wheat stem rust. 1971. *Z.Pfazenztucht*, 66:240-248
153. McIntosh...1992: McIntosh, R. A. 1992. Close genetic linkage of genes conferring adult plant resistance to leaf rust and stripe rust in wheat. *Plant Pathol* 41: 523-527.
154. Mert ...2016: Z. Mert, K.Nazari, E. Karagöz, K. Akan İ. Öztürk, A.Tülek. First Incursion of the Warrior Race of Wheat Stripe Rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) to Turkey in 2014. *Plant Disease*, February 2016, Volume 100, Number 2, Page 528//
<http://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-07-15-0827-PDN>
155. Milus... 2004: Milus, E.A., and Seyran, E. 2004. New races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* more aggressive than older races at 18°C. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 22–27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK.. *Cereal Rusts and*

- Powdery Mildews Bulletin, Abstr. A2.50. Available from <http://www.crpmb.org/icrPMC11/abstracts.htm>
156. Milus ... 2009: Milus E., Kristensen K., Hovmøller M. 2009. Evidence for Increased Aggressiveness in a Recent Widespread Strain of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* Causing Stripe Rust of Wheat. *Phytopathology*, Vol. 99, No. 1 : 89 -94
<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-99-1-0089>
157. Milus ...1986a: Milus, E.A., and Line, R.F. 1986a. Number of genes controlling high-temperature adult-plant resistance to stripe rust in wheat. *Phytopathology*, 76: 93–96.
158. Milus ...1986b: Milus, E.A., and Line, R.F. 1986b. Gene action for inheritance of durable, high-temperature, adult-plant resistance to stripe rust in wheat. *Phytopathology*, 76: 435–441.
159. Mimee...2009: B. Mimee, R. Pelletier and R.R. Belanger. 2009. In vitro antibacterial activity and antifungal mode of action of flocculosin, a membrane-active cellobiose lipid. Volume 107, Issue 3:989–996
160. Morgounov...2004: Morgounov, A., Yessimbekova, M., Rsaliev, S., Baboev, S., Mumindjanov, H., and Djunusova, M. 2004. High-yielding winter wheat varieties resistant to yellow and leaf rust in Central Asia. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 22–27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK. *Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin*, Abstr. A2.52.
<http://www.crpmb.org/icrPMC11/abstracts.htm>
161. Mosulishvili... 2017: M. Mosulishvili., D. Bedoshvili., I. Maisaia. A consolidated list of *Triticum* species and varieties of Georgia to promote repatriation of local diversity from foreign genebanks. *Annals of Agrarian Science* 15 (2017) 61-70
162. Muradashvili ...2016: M.Muradashvili, M.Metreveli, J. Jakeli, G. Meparishvili, F.Tchaidze, D. Kamadadze. 2016. Screening of Adjara

- Seaside's Dendron Plant Extraction in-vitro growth of Ralstonia Solanacearum. International Journal of Current Research, vol 8, Issue 01, January, New Delhi, 2016. Pp.24894-24896
<http://www.journalcra.com/article/screening-adjara-seaside%E2%80%99s-dendron-plant-extractson-vitro-growth-ralstonia-solanacearum>
163. Nagarajan...1986: Nagarajan, S., Nayar, S. K., and Bahadur, P. 1986. Race 13 (67 S8) virulent on Triticum spelta var. album in India. Plant Dis. 70:173
164. Nagarajan...1990: Nagarajan, S., and Singh, D.V. 1990. Long-distance dispersion of rust pathogens. Annu. Rev. Phytopathol. 28: 139–153.
165. Naskidashvili ...2001: Naskidashvili G., Sikharulidze Z., Natsarishvili K., Aptsiauri N. Virulence structure of Georgian population of *Puccinia striiformis* West f.sp. tritici Eriks., 2001.Bull. Georg. Acad. Sci, 163,2; p. 364-366
166. Natsarishvili... 2015: Natsarishvili K., Sikharulidze Z., Mgeladze L., Tsetskladze Ts. Monitoring of variability in wheat rust pathogens by International Trap Nurseries. Poster. 14th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. Copenhagen, Danish, 5-8 July 2015. <http://emcrf.au.dk/icrPMC2015/welcome-to-theconference/>
167. Newton, 1985: Newton, A.C., Caten, C.E., and Johnson, R. 1985. Variation for isozyme and double-stranded RNA among isolates of *Puccinia striiformis* and two other cereal rusts. Plant Pathol. (Oxford), 34: 235–247.
168. Newton...1932 Newton M. Johnson T. Studies in cereal disease VIII. Specialization and hybridization of wheat stem rust P. Graminis in Canada. 1932 No.160.P.1-60
169. Newton...1936: Newton, M., and Johnson, T. 1936. Stripe rust, *Puccinia glumarum* in Canada. Can. J. Res. Sect. C, Bot. Sci. 14: 89–108.
170. Nuz, 2014: Nuz R. Effects of Plant Extracts, Salicylic acid and Fungicide in Biocontrol of Fungal Diseases of Maize (*Zea*

- mays* L.) and Wheat (*Triticum aestivum* L.) 2014. PhD dissertation, p.353
171. Nyquist, 1962: Nyquist, W.E., 1962. Differential fertilization in the inheritance of stem rust resistance in hybrids involving a common wheat strain derived from *Triticum timopheevii*. *Genetics* 47, 1109- 1124.
172. O'Brien...1980: O'Brien, L., Brown, J.S., Young, R.M., and Pascoe, I. 1980. Occurrence and distribution of wheat stripe rust in Victoria and susceptibility of commercial wheat cultivars. *Australas. Plant Pathol.* 9: 14
173. Pady ...1957: Pady, S.M., Johnston, C.O., and Rogerson, C.T. 1957. Stripe rust of wheat in Kansas in 1957. *Plant Dis. Rep.* 41: 959–961.
174. Park...2010: Robert Park, Tom Fetch, Dave Hodson , Yue Jin , Kumarse Nazari , Mohinder Prashar, Zacharias Pretotius.
International surveillance of wheat rust pathogens-progress and challenges.
BGRI 2010 Technical Workshop, 30-31-May 2010 St Petersburg, Russia. Full Papers and Abstracts, P.22//<https://www.globalrust.org/sites/default/files/2010%20BGRI%20Plenary%20papers.pdf>
175. Peterson...1948: Peterson, R.F., Campbell A.B., and Hannah, A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research* 26: 496-500.
176. Powell, 2010: N M Powell. Phenotypic and genetic analysis of yellow rust resistance in the UK winter wheat cultivar Claire. 2010.
https://ueaeprints.uea.ac.uk/10601/1/Thesis_powell_n_2010.pdf
177. Powelson...1966: Powelson, R.L., and Shaner, G.E. 1966. An effective chemical seed treatment for systemic control of seedling infection of wheat by stripe rust (*Puccinia striiformis*). *Plant Dis. Rep.* 50: 806–807.

178. Pretorius...1997: Pretorius, Z.A., Boshoff, W.H.P., and Kema, G.H.J. 1997. First report of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* on wheat in South Africa. *Plant Dis.* 81: 424
179. Pretorius, 2004: Pretorius, Z.A. 2004. The impact of wheat stripe rust in South Africa. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 22–27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK. *Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin*, Abstr. A1.29. <http://www.crpmb.org/icrpmb11/abstracts.htm>
180. Priestley...1976: Priestley, R.H., and Dodson, J.K. 1976. Physiological specialization of *Puccinia striiformis* to adult plants of winter wheat cultivars in the United Kingdom. In Proc. 4th Eur. Mediterr. Cereal Rusts Conf. 5–10 September 1976, Interlaken, Switzerland. pp. 87–89.
181. Qayoum ...1985: Qayoum, A., and Line, R.F. 1985. High-temperature, adult-plant resistance to stripe rust of wheat. *Phytopathology*, 75: 1121–1125.
182. Rapilly, 1979: Rapilly, F. 1979. Yellow rust epidemiology. *Annu. Rev. Phytopathol.* 17: 59–73.
183. Rakotondradona...1984: Rakotondradona, R., and Line, R.F. 1984. Control of stripe rust and leaf rust of wheat with seed treatments and effects of treatments on the host. *Plant Dis.* 68: 112–117.
184. Reuveni...1996: Reuveni, M., Agapov, V. and Reuveni, R. (1996) Controlling powdery mildew caused by foliar sprays of phosphate and potassium salts. *Crop Prot.*, 15, 49–53.
185. Röbbelen ...1978: Röbbelen, G., and Sharp, E.L. 1978. Mode of inheritance, interaction and application of genes conditioning resistance to yellow rust. *Fortschr. Pflanzenzücht.* 9: 1–88.
186. Rodriguez-Algaba...2014: Rodriguez-Algaba J, Walter S, Sørensen CK, Hovmøller MS, Justesen AF. Sexual structures and recombination of the wheat rust fungus *Puccinia striiformis* on *Berberis vulgaris*. *Fungal Genet Biol.* 2014 Sep;70:77-85. doi: 10.1016/j.fgb.2014.07.005.
187. Romero...2007: D. Romero , A. de Vicente , J.L. Olmos , J.C. Da ´ vila and A. Pe ´rez-Garci ´a. 2007. Effect of lipopeptides of antagonistic strains of *Bacillus subtilis* on the morphology

- and ultrastructure of the cucurbit fungal pathogen *Podosphaera fusca*. *Journal of Applied Microbiology* 103 P.969–976
188. Roelfs,1978: Roelfs A.P., Estimated losses caused by rust in small grain cereals in the United States – 1918-76. U.S. Dep. Agric. Misc. Publ. 1978. No. 1363, St. Paul, MN.
189. Roelfs...1992: Roelfs, A.P., Singh, R.P. and Saari E.E. Rust diseases of Wheat: Concepts and Methods of Diseases Managment. Mexico.DF:CIMMYT. P.2-69
190. Rowel, 1984: Rowel J.B. Controlled infection by *Puccinia graminis* f.sp.tritici under artificial conditions. *The Cereal Rusts Vol.I; Orogins, Specificity, Structure, and Phisiology.* Academic Press, Orlando.
191. Sanders...2011: R.Sanders., O.Abdalla, M.Baum, M.Devlin, K.Nazari. Strategies to reduce the emerging wheat stripe rust disease. Report of ICARDA, 2011. p.17.
192. Samborski...1976: Samborski D.J., and P.L.Dyck. Inheritance ofvirulence in *Puccinia recondita* on six backcross lines of wheat with single genes for resistance to leaf rust. 1976. *Can. J. Bot.* 54:1666-1671.
193. Scheiwe...1996: Scheiwe, E.,Ellner, F.M., andMuller-Riebau, F., Biological Efficacy of Extracts of *Reynoutria sachalinensis*Against *Erysiphe graminis* f. sp. *Hordei* on Winter Barley, *Modern Fungicides and Antifungal Compounds*, Lyr, H.,Russel, P.E., andSisler, H.D., Eds., Andover: Intercept, 1996, pp. 235-243.
194. Shabana...2017 Yasser M.Shabana, Mohamed E.Abdalla, Atef A.Shahin, Mohammed M.El-Sawy, Ibrahim S.Draz, Ahmed W.Youssif. 2017. Efficacy of plant extracts in controlling wheat leaf rust disease caused by *Puccinia triticina*. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol. 4, Issue 1, Pages 67-73
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2314808X16300562>
195. Shan...1998: Shan, W.X., Chen, S.Y., Kang, Z.S., Wu, L.R., and Li, Z.Q. 1998. Genetic diversity in *Puccinia striiformis* Westend. f. sp. tritici revealed by pathogen genome-specific repetitive

- sequence. *Can. J. Bot.* 76: 587–595.
196. Shaner...1980: Shaner and Finney. New sources of slow leaf rusting resistance in wheat, *Phytopathology*, 1980. 70:1183-1186
197. Sharma...2014: Sharma RC, Amanov A, Ziyadullaev Z, Saidov S, Ahmedov M, Bedoshvili D, Kokhmetova A, Keser M, Morgounov A, Nazari K, Rajaram S, Baum M. Status of stripe rust resistant winter wheat varieties in Central Asia and the Caucasus. 2014. In: Abstracts, Second International Wheat Stripe Rust Symposium. ICARDA, Regional Rust Research Center, Izmir, Turkey, pp 73.
198. Sheroze...2002: Sheroze, A., A.S. Shakir and A. Rashid, 2002. Evaluation of some biocontrol agents/antagonistic microbes against pustule development of leaf rust of wheat caused by *Puccinia recondita*, f. sp. *Tritici* Rober ex. Desmaz (Erikson and Henn) D.M.. Henderson. *Pakistan J.Pl.Path.*, 1: 51.
199. Schneider...2000: Schneider, S., Roessli, D., and Excoffier, L. 2000. Arlequin Ver. 2000: A software for population genetics data analysis. Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva.
200. Silva...2007: Silva, G.B., Zambolim L., Prahbu, A.S., Araujo, L.G., Zimmerman, FJP. Estimation of phenotypic diversity in field populations of *Magnaporthe grisea* from two upland rice cultivars. 2007. *Fitopatologia Brasileira* 32:005-012.
201. Singh, 1992: Singh, R.P. 1992. Genetic association of leaf rust resistance gene Lr34 with adult-plant resistance to stripe rust in bread wheat. *Phytopathology*, 82: 835–838.
202. Singh... 2004: Singh, R. P., William, H. M., Huerta-Espino, J., and Rosewarne, G. 2004. Wheat rust in Asia: meeting the challenges with old and new technologies. In: *New Directions for a Diverse Planet: Proc. 4th Int. Crop Sci. Congr. Brisbane, Australia*. <http://www.pngg.org/pp590-590-790/Singh-4thIntCSCong2004.pdf>
203. Singh...2012: Singh M. G., Ali S, Akhtar M. Efficacy of plant extracts in plant disease management. *Agricultural Science*, 2012. Vol.3, No.3, 425-433

204. Sikharulidze... 2009: Sikharulidze Z. Natsarishvili K. 2009. Development of Yellow rust in Georgia. 4th Regional Yellow Rust Conference. Antalya, Turkey. P.58
205. Sikharulidze... 2014: Sikharulidze Z., Mgeladze I., Tsetskhladze Ts. Natsarishvili K. 2014. Stripe rust surveillance survey in Georgia in 2009-2013. 2nd International Wheat Stripe Rust Symposium. Izmir, Turkey. P.74
206. Sikharulidze...2015: Z.Sikharulidze, K. Natsarishvili, R.Dumbadze, L. Mgeladze, T. Tsetskhladze. Monitoring of Cereal rusts in Georgia in 2009-2013. Biological Forum-An International Journal 7(1):721-725, 2015
207. Solh...2012: Solh, M., Nazari, K., Tadesse, W., Wellings, C. R. The growing threat of stripe rust worldwide. Proceedings, Borlaug Global Rust Initiative, 2012 Technical Workshop, September 1-4, Beijing, China: Oral presentations. 2012 pp.1-10
208. Sørensen, 2012: **C.Sørensen., 2012. Infection biology and aggressiveness of *Puccinia striiformis* on resistant and susceptible wheat. PhD thesis by Chris Khadgi Sørensen. University of Aarhus, Denmark. P.11**
https://pure.au.dk/ws/files/52013052/PhD_thesis_ChrisKhadgiS_rensen.pdf
209. Stakman, 1933: Epidemiology of cereal rusts. In *Proceedings of the Fifth Pacific Science Congress* (Canada), 1933, vol. 4, pp. 3177-84 . University of Toronto Press.
210. Straib, 1935: **Straib, W. 1935. Infektionsversuche mit biologische Rassen des Gelbrostes (*Puccinia glumarum* (Schm.) Erikss. et Henn.) im Jahre 1934. Arb. Biol. Reichsanst. Land-Forstwirtsch. Berl.–Dahl. 21: 455–466.**
211. Stubbs...1974: Stubbs RW, Fuchs E, Vecht H and Basset EJW. 1974. The international survey of factors of virulence of *Puccinia striiformis* Westend. In 1969, 1970 and 1971. Technische Bericht Nr.21, Nederlands Graan-Centrum, Wageningen, The Netherlands

212. Stubbs, 1985: Stubbs, R.W., 1985. Stripe Rust. The Cereal Rusts Vol. II Disease, Distribution, Epidemiology and Control. Pp.61-101
213. Stubbs...1986: Stubbs, R.W., J.M. Prescott, E.E. Saari, and H.J. Dubin. Cereal Disease Methodology Manual. CIMMYT: Mexico.
214. Su...2003: **Su, H., Conner, R.L., Graf, R.J., and Kuzyk, A.D. 2003. Virulence of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici, cause of stripe rust on wheat, in western Canada from 1984 to 2002. *Can. J. Plant Pathol.* 25: 312–319.**
215. Tervet...1951: Tervet IW, Cassell RC. The use of cyclone spore separators in race identification of cereal rusts. *Phytopathology*. 1951; 41:286–290.
216. [Thevissen...2000:](#) Thevissen K, Osborn RW, Acland DP, Broekaert WF. Specific binding sites for an antifungal plant defensin from *Dahlia* (*Dahlia merckii*) on fungal cells are required for antifungal activity. *Mol Plant Microbe Interact.* 2000. 13(1):54-61
217. Tian...2016: Y.Tian, G.Zhan, X. Chen, A. Tungruentragoon, X. Lu, J. Zhao, L. Huang, and Z. Kang. Virulence and Simple Sequence Repeat Marker Segregation in a *Puccinia striiformis* f. sp. tritici Population Produced by Selfing a Chinese Isolate on *Berberis shensiana*. *Phytopathology*, 2016, Volume 106, Number 2, Pages 185-191
218. Tollenaar, 1967: **Tollenaar, H. 1967. A comparison of *Puccinia striiformis* f. sp. poae on bluegrass with *P. striiformis* f. sp. tritici and f. sp. dactylidis. *Phytopathology*, 57: 418–420.**
219. Tomerlin...1984: Tomerlin, J. R., El-Morshidy, M. A., Moseman, J. G., Baenziger, P. S., and Kimber, G. 1984. Resistance to *Erysiphe graminis* f. sp. tritici, *Puccinia recondita* f. sp. tritici, and *Septoria nodorum* in wild *Triticum* species. *Plant Dis.* 68:10-13. 1:214-301
220. Vanderplank, 1963: Vanderplank, J.E. 1963. Plant diseases: epidemics and control. Academic Press, New York.
221. Vergara-Diaz...2015: O.Vergara-Diaz, S. C. Kefauver, A.Elazab, M. T. Nieto-Taladriz, J.L. Araus. Grain yield losses in yellow-rusted durum wheat estimated using digital and conventional

- parameters under field conditions. The Crop Journal, [Volume 3, Iss. 3](#), June 2015, Pp. 200-210
222. Wan...2004: Wan, A. M., Zhao, Z. H., Chen, X. M., Jin, S. L., Jia, Q. Z., Yao, G., Yang, J. X., Wang, B. T., Li, G. B., Bi, Y. Q., and Yuan, Z. Y. 2004. Wheat stripe rust epidemic and virulence of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in China in 2002. Plant Dis. 88:896-904
223. Wan...2012: Wan AM, Chen X.M. 2012. Virulence frequency and distribution of races of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici and *P. striiformis* f. sp. hordei identified in the United States in 2008 and 2009. Plant Dis 96:67–74
224. Wan... 2007: Wan, A. M., Chen, X. M., and He, Z. H. 2007. Wheat stripe rust in China. Aust. J. Agric. Res. 58:605-619;
225. Wang ...1963: Wang, K.N., Hong, X.W., Si, Q.M., Wang, J.X., and Shen, J.P. 1963. Studies of the physiological specialization of stripe rust of wheat in China. Zhiwu Baohu Xuebao (J. Plant Prot.), 2: 23– 35. [In Chinese with English abstract.]
226. Wellings ...1987: Wellings, C.R., and McIntosh, R.A. 1987. *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in Eastern Australia — possible means of entry and implications for plant quarantine. Plant Pathol. (Oxford), 36: 239–241
227. Wellings...1990: Wellings, C.R., and McIntosh, R.A. 1990. *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in Australasia: pathogenic changes during the first 10 years. Plant Pathol. (Oxford), 39: 316–325.
228. Wellings... 2004: Wellings, C.R., and Kandel, K.R. 2004. Pathogen dynamics associated with historic stripe (yellow) rust epidemics in Australia in 2002 and 2003. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. 22–27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, Abstr. A2.74.
<http://www.crpmb.org/icrpmc11/abstracts.htm>
229. Wellings...2004a.: Wellings, C.R., Burdon, J.J., and Keiper, F.J. 2004. The biology of *Puccinia striiformis* on *Hordeum* spp. in Australia: the case for a new forma specialis. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and

- Powdery Mildews Conference. 22–27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, Abstr. A1.50.
<http://www.crpmb.org/icrPMC11/abstracts.htm>
230. Wellings...2004b: Wellings, C.R., Singh, R.P., McIntosh, R.A., and Pretorius, Z.A. 2004b. The development and application of near isogenic lines for the stripe (yellow) rust pathosystem. In Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, Abstr. A1.39.
<http://www.crpmb.org/icrPMC11/abstracts.htm>
231. Wellings, 2011: Wellings, C. R.. Global status of stripe rust: A review of historical and current threats. 2011. *Euphytica* 179:129–141.
232. Wilcoxson...1975: Wilcoxson, R. D., Skovmand, B. and Atif, A. H. (1975). Evaluation of wheat cultivars for their ability to retard development of stem rust. *Annals of Applied Biology* 80: 275 – 281.
233. Yahyaoui...2003: Yahyaoui A., Ezzrahi B., Hovmoller M., Jachoor A. - 2003. A field guide for cereal diseases management. p.83.
234. Zadoks, 1961: Zadoks, J.C. 1961. Yellow rust on wheat: studies in epidemiology and physiologic specialization. *Tijdschr. Plantenziekten*, 67: 69–256.
235. Zadoks...1974: Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Kanzak, C.F. A decimal code for the growth stage of cereals. *Weed Research* 14; 415–421.
236. Zhang...2001: Zhang, J.Y., Xu, S.C., Zhang, S.S., Zhao, W.S., and Zhang, J.X. 2001. Monosomic analysis of resistance to stripe rust for source wheat line Jinghe 8811. *Acta Agronomica Sinica*, 27: 273–277.
237. Zhao...2013: Zhao J, Wang L, Wang Z, Chen X, Zhang H, Yao J, Zhan G, Chen W, Huang L, Kang Z. Identification of eighteen Berberis species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici and virulence variation in the pathogen isolates from natural infection of barberry plants in China. *Phytopathology*. 2013 Sep; 103(9):927–34.

238. Ziyaev...2011: Ziyaev ZM, Sharma RC, Nazari K, Morgounov AI, Amanov AA, Ziyadullaev ZF, Khalikulov ZI, Alikulov SM. Improving wheat stripe rust resistance in Central Asia and the Caucasus. 2011. *Euphytica* 179:197–207.

დანართები

დანართი #1. ადგილობრივი სასელექციო მასალა

N	დასახელება
1.	გვაწა ზანდური
2.	<i>Tr.monococcum</i>
	<i>Tr.tomopheevi</i>
3.	<i>Tr.georgicum</i>
4.	<i>Tr. dicoccum</i>
5.	<i>Tr.ibericum Men</i> <i>Var.fuliginosum Shuk</i>
6.	<i>Tr.ibericum Men</i> <i>Var.stramineum zhuk</i>
7.	<i>Triticum macha Dek et Men</i> (<i>Var.colchicum Dek et Men</i>)
8.	<i>Triticum macha Dek et Men</i> (<i>Var.megrelicum Men</i>)
9.	<i>Tr. macha Dek et Men (Vae.palaeo-imereticum</i>
10.	<i>Tr. spelta Dek et Men</i>
11.	<i>Tr.compactum Host</i>
12.	კოლხური ასლი
13.	დიკა
14.	კახური დატოტვილი
15.	შავფხა
16.	თეთრი დიკა
17.	ახალციხის წითელი დოლი
18.	წითელი დოლი
19.	დოლურა
20.	დოლის პური 18/46

21.	ადგილობრივი დოლის პური
22.	დოლის პური 35/4
23.	კორბოულის დოლის პური
24.	მოკლედეროიანი წითელი დოლი
25.	ლაგოდების გრძელთავთავა
26.	ბაგრატიონი
27.	დედა
28.	მუხრანი
29.	თბილისური 5
30.	მოწინავე
31.	არმაზი 2
32.	არმაზი 3
33.	ხულუგო
34.	მოკლედეროიანი წითელი დოლი
35.	თეთრი იფქლი
36.	დუკატი ჯუჯა
37.	ადგილობრივი წითელი დოლი
38.	ბაგრატიონი მსხვილთავთავა
39.	ჯავახეთის დიკა
40.	ვარძია X ბეზოსტაია 1
41.	ვარძია
42.	საული 9
43.	თბილისური 15

დანართი #2. საქართველოში ინტროდუცირებული სასელექციო მასალა

N	ნიმუში	წარმოშობა
1.	ბეზოსტაია 1	რუსეთი
2.	კრასნოდარსკაია 99	რუსეთი
3.	მირღებენი	რუსეთი
4.	ტანია	რუსეთი
5.	სილა	რუსეთი
6.	დიეგო	გერმანია
7.	ამანდუს	ავსტრია
8.	ამიკუს	ავსტრია
9.	ბალიტუს	ავსტრია
10.	გალუს	ავსტრია
11.	ფიდელიუს	ავსტრია
12.	ლუკულუს	ავსტრია
13.	ასანო	ავსტრია
14.	ამებელო	ავსტრია
15.	ურბანუს	ავსტრია
16.	ლუპუს	ავსტრია
17.	პრემიო	ავსტრია
18.	19FAWWON-SA-79	ICARDA
19.	Attila*2/P8 -20HRWYT-5	ICARDA
20.	Kinaci-97, 17IWWYT-IR-9803	ICARDA
21.	Tacupeto-F2001/6/CNDO, 20HRWYT-225	ICARDA
22.	Amsel/TUI//... LG-44	ICARDA

23.	17IWWYT-IR-9803; HBK0935W-24	ICARDA
24.	KR-11 -9043	ICARDA
25.	KR11-003	ICARDA
26.	KR11-014	ICARDA
27.	KR11-015	ICARDA
28.	Shafag 2	ICARDA
29.	აღმალა	ყაზახეთი
30.	ალათაუ	ყაზახეთი
31.	აკბიდაი	ყაზახეთი
32.	ალიხან	ყაზახეთი
33.	ალია	ყაზახეთი
34.	ანარა	ყაზახეთი
35.	ბოტაგოზ	ყაზახეთი
36.	დერბეს	ყაზახეთი
37.	ეგემენ	ყაზახეთი
38.	ჟეტისუ	ყაზახეთი
39.	ჟადირა	ყაზახეთი
40.	ჟალინ	ყაზახეთი
41.	კარასაი	ყაზახეთი
42.	კარლიგაშ	ყაზახეთი
43.	კოკსუ	ყაზახეთი
44.	კიზილბიდაი	ყაზახეთი
45.	მაირა	ყაზახეთი
46.	მანშუკ	ყაზახეთი
47.	მერეკე 70	ყაზახეთი

48.	მერეკე 75	ყაზახეთი
49.	ნაზ	ყაზახეთი
50.	პროგრეს	ყაზახეთი
51.	რაუსინ	ყაზახეთი
52.	რამინ	ყაზახეთი
53.	რამინალ	ყაზახეთი
54.	რასად	ყაზახეთი
55.	რაუსინ	ყაზახეთი
56.	რეკე	ყაზახეთი
57.	საპალი	ყაზახეთი
58.	სტეკლოვიდნაია 24	ყაზახეთი
59.	ტუნგიშ	ყაზახეთი
60.	ფარაბი	ყაზახეთი
61.	იუბილეინაია	ყაზახეთი

დანართი #3. ყვითელი ჟანგას მე-7 და მე-8 საერთაშორისო „ხაფანგი“ სანერგეები

(7th IYRTN-13, 8th IYRTN-14)

#	ჯიში/გენოტიპი	Yr-გენი
1.	Triticale	
2.	Morocco	
3.	Yr 1/ 6* Avocet S	Yr1
4.	Yr 1/6* AvS	NIL 1
5.	Chinese 166 (W;Yr1)	(W;Yr1)
6.	Chinese 166	Yr1
7.	Kalyansona (S)	Yr2
8.	Heines VII (W;Yr2+?)	(W;Yr2+?)
9.	Vilmorin 23 (W;Yr3a,4a+other)	(W;Yr3a,4a+other)
10.	Morocco	
11.	Hybrid 46 (W;Yr4)	(W;Yr4)
12.	Yr 5/ 6* Avocet S	Yr5
13.	Triticum spelta (Inter,Yr5)	Yr5
14.	Yr 6/ 6* Avocet S	Yr6
15.	Heine's Kolben (S; Yr6+1)	(S; Yr6+1)
16.	Heine's Peko (S; Yr6+?)	(S; Yr6+?)
17.	Fielder	Yr6,Yr20
18.	Yr 7/ 6* Avocet S	Yr7
19.	Lee (S;Yr7)	(S;Yr7)
20.	Morocco	
21.	Reichersberg 42 (W;Yr7+?)	(W;Yr7+?)
22.	Thatcher	Yr7
23.	Yr 8/ 6* Avocet S	Yr8
24.	Compair (S;Yr8)	(S;Yr8)
25.	Yr 9/ 6* Avocet S	Yr9
26.	Fed.4/Kavkaz (Yr9)	Yr9
27.	Clement (W;Yr9+Yr2+?)	(W;Yr9+Yr2+?)

28.	Federation	
29.	Yr 10/ 6* Avocet S	Yr10
30.	Morocco	
31.	Moro (W; Yr10)	(W; Yr10)
32.	Yr 15/ 6* Avocet S	Yr15
33.	YR17/6*Avocet S	Yr17
34.	Strubes Dickopf (W;2-more?)	(W;2-more?)
35.	Suwon 92xOmar (W)	(W)
36.	Nord Desprez (W;YrND)	(W;YrND)
37.	Yr32/6*Avocet S	Yr32
38.	Carstens V (W,Yr32)	(W,Yr32)
39.	Yr SP / 6* Avocet S	YrSP
40.	Morocco	
41.	Spaldings Prolific (W;YrSP)	(W;YrSP)
42.	Avocet 'R'	YrA
43.	Inia 66	YrA
44.	Avocet 'S'	-
45.	Tres/6* AVS	-
46.	Yr 18/ 3* Avocet S	Yr18
47.	Jupateco 'R' (S)	Yr18+
48.	Jupateco 'S'	-
49.	Anza	YrA,Yr18
50.	Morocco	
51.	Cook (S)	APR
52.	Lemhi	Yr21
53.	TP 981	-
54.	TP1295	Yr25
55.	YR27/6*Avocet S	Yr27
56.	Ciano 79	Yr27
57.	ATTILA CM85836-50Y	Yr27+?

58.	OPATA 85	Yr27+Yr18
59.	Avocet-YRA*3/3/ALTAR 84/AE.SQ//OPATA	Yr28
60.	Morocco	
61.	Lal Bahadur/Pavon 1B L	Yr29
62.	AVOCET-YRA*3/PASTOR	Yr31
63.	PASTOR	Yr31+APR
64.	Pollmer 2.1.1(Triticale)	
65.	Cham 1	DW
66.	Cham 4	
67.	Cham 6	
68.	Cham 8	
69.	Gobustan	
70.	Morocco	
71.	Sardari	
72.	Alamout	
73.	Bohouth 6	
74.	Gereck 79	
75.	Hugenoot	
76.	Gun 91	
77.	Dustlik	
78.	TATARA CM85836-50Y	
79.	Suwon 92/Omar	
80.	Triticale	



საქართველოს
ინტელექტუალური
საკუთრების
ეროვნული ცენტრი
საქპატენტი



მოწმობის ნომერი
GE P 2017 200 B
განაცხადის გამოქვეყნების ნომერი
P 2016 192 A

მცენარის ახალი ჯიშის აღწერილობა

განაცხადის ნომერი	P 2016 192	თარიღი, საიდანაცოცხება უფლებების მოქმედება	2017 06 12	განაცხადის წარდგენის თარიღი	2016 10 19
განაცხადის მონაცემების გამოქვეყნების თარიღი და ბიულეტენის ნომერი	2016 12 26 №1	დარეგისტრირებული მცენარის ჯიშის გამოქვეყნებ- ის თარიღი და ბიულეტენის ნომერი	2017 06 12 №8		

მცენარის ჯიშის გვარი და სახეობა ქართულად და ლათინურად:

რბილი ხორბალი **Triticum aestivum L.**

სელექციონერის სახელი, მისამართი და ქვეყნის კოდი:

შ.პ.ს. „ფირმა ლომთაგორა“
მარნეულის რაიონი, ლომთაგორას დასახლება, მარნეული-რუსთავის გზის მე-5-ე
კილომეტრი (GE)
კახა ლაშვი (GE); ირაკლი რეხვიაშვილი (GE);
გულნარი ჩხუტიაშვილი (GE); ქეთინო ნაცარიშვილი (GE)

მცენარის ახალი ჯიშის დასახელება: *ხორბალი „ლომთაგორა 143“*

მოკლე დახასიათება:

ჯიში მიეკუთვნება რბილი ხორბლის სახეობას (*Triticum aestivum L.*) და წითელმარცვლიან უფხო ფორმის სახესხვაობას - *var. lutescens (Alef.)*.
ჯიში „ლომთაგორა 143“ ხასიათდება აღმოცენების დიდი უნარით, ძლიერი ფესვთა სისტემითა და საკმაოდ მაღალი ბარტყობით. კარგად განვითარებული პროდუქტიული თავთავების რაოდენობა 1მ²-ზე 570-580-ის ფარგლებში ცვალებადობს, რომლებიც მცენარის ერთ სიმადლეზეა განლაგებული.
მცენარის მაქსიმალური სიმაღლეა 100 სმ, გამძლეა ჩაწოლისადმი, ადვილად ილეწება და ვარგისია მექანიზირებული აღებისათვის. თავთავი ჩალისფერი, 10 სმ სიგრძის, კარგად განვითარებული 20 თავთუნით, თავთავში 65-70 მარცვალია, წითელი, რქისებრი კონსისტენციის. 1000 მარცვლის მასა შეადგენს 45 გრამს.
მცენარე საშუალოდ გამძლეა სოკოვანი დაავადებების მიმართ.
ჯიში „ლომთაგორა 143“-ის მოსავლიანობა საშუალო აგროფონის პირობებში შეადგენს 6,5 ტ/ჰა-ზე.

გამოსახულება: 5



GE P 2017 200 B