

სსიპ „ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი“



ტექნოლოგიური ფაკულტეტი

აგროეკოლოგიისა და სატყეო საქმის დეპარტამენტი

ნიკოლოზ მესხი

**საქართველოში გავრცელებული მზომელების (Geometridae, Lepidoptera)
სახეობრივი შემადგენლობის დაზუსტება და მავნეობის შემცირების
ლონისძიებათა დამუშავება**

სპეციალობა: მცენარეთა დაცვა

აგრარულ მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარდგენილი
დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

სამეცნიერო ხელმძღვანელები:

რეზო ჯაბნიძე - ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი, საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკადემიის აკადემიკოსი

მზალო ლობჯანიძე - აგრარული უნივერსიტეტის პროფესორი

ბათუმი 2018

შესავალი

თემის აქტუალურობა: მავნებლების ახალი სახეობების და აგრესიული ბიოტიპების გამოჩენამ, ქიმიური ბრძოლის მეთოდების ინტენსიურმა გამოყენებამ ბუნებრივი მექანიზმების დასუსტება გამოიწვია; თუმცა პესტიციდების გამოყენებაზე უარის თქმა ამჟამად სოფლის მეურნეობის წარმოებაში არ არის რეალური, მაგრამ არსებობს შესაძლებლობა მინიმუმამდე დავიყვანოთ გარემოს დაბინძურება ქიმიური დამუშავების ჯერადობის შემცირებით, მავნებლების გავრცელების პროგნოზირებით და კომპლექსური მიდგომით.

მცენარეთა დაცვის ეკოლოგიზაცია პირველ რიგში არის კომპლექსური მიდგომა აგროცენოზებში პროცესების რეგულირების ეკოლოგიური კანონზომიერების გათვალისწინებით.

საქართველოში ბოლო წლებში მასიურად ხდება ხეხილის ბაღების ინტენსიური გაშენება და მათი ჯიშობრივი შემადგენლობის ზრდა. ხეხილოვანი კულტურებიდან კი განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ვაშლის საექსპორტოდ წარმოებას, რომელსაც საქართველოში წარმოებული ხილის 50%-ი უკავია.

მაღალი და ხარისხიანი მოსავლის მისაღებად აუცილებელია მავნე ორგანიზმების მავნეობის, ბიოეკოლოგიის, ფენოლოგიის და რიცხოვნობის დინამიკის შესწავლა, რაც საფუძვლად ედება აგროტექნიკური, ბიოლოგიური თუ ქიმიური ბრძოლის ღონისძიებების გამოყენებას.

საქართველოს ტყეებში და ვაშლის ბაღებში გავრცელებულია მზომელების მრავალი სახეობა, რომლებიც ფიტოფაგი მწერებია. მათ ახასიათებთ პერიოდული მასობრივი გამრავლება და სერიოზულ საფრთხეს უქმნიან მწვანე საფარს, რაც განსაზღვრავს მზომელების მთლიანი ოჯახის წინააღმდეგ ბრძოლის სამეურნეო მნიშვნელობას აგრო და ბუნებრივ ცენოზებში.

აღნიშნულიდან გამომდინარე საქართველოში გავრცელებული მზომელების აღწერას, მათ შორის ყველაზე მეტი მავნეობით გამორჩეული დომინანტი სახეობების დადგენას, ეკოლოგიის შესწავლას, მათი ბუნებრივი მტრების გამოვლენას, დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა დაცვის საკითხების რაციონალური გადაწყვეტისათვის. მით უმეტეს, რომ საქართველოში მზომელების სახეობრივი შემადგენლობა დასაზუსტებელია, რაც განაპირობებს თემის აქტუალურობას.

კვლევის მიზანი და ამოცანები: კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოში გავრცელებული მზომელების სახეობრივი შემადგენლობის დაზუსტება, მათგან ყველაზე მეტი მავნეობით გამორჩეული ზამთრის მზომელას ბიოლოგიური და ეკოლოგიური თავისებურებების შესწავლა, ენტომოფაგების გამოვლენა და მათი ეფექტურობის დადგენა მავნებლის რიცხოვნობის რეგულაციაში, ზამთრის მზომელას წინააღმდეგ ბრძოლაში ბიოლოგიური პრეპარატების შედარებითი ანალიზის ჩატარება.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა საქართველოში გავრცელებული მზომელების ოჯახის წარმომადგენლები, მათ შორის დომინანტი სახეობა ზამთრის მზომელა და მისი ბუნებრივი მტრები.

კვლევის ობიექტის შერჩევა მოვახდინეთ შემდეგი კრიტერიუმების მიხედვით:

- მავნებლის გამრავლებისა და გავრცელების ხასიათი;
- მცენარეების დაზიანების ხარისხი;
- საკვები მცენარეების რიცხვის ზრდა;
- ზიანის ეკონომიკური და ეკოლოგიური მაჩვენებლები.

კვლევის მასალები და მეთოდები: კვლევის მასალებად გამოყენებულ იქნა გორის მუნიციპალიტეტში არსებულ ვაშლის ბაღებში, ასევე აჭარის ტერიტორიაზე არსებულ ცალკეულ ვაშლის ნარგაობზე და სხვადასხვა ისტორიულ ოლქებში ჩატარებული კვლევები, სადაც 2015-2017 წლებში ვახდენდით მასალების შეგროვებას, დაკვირვებას და სხვადასხვა ბიოლოგიური თუ ქიმიური პრეპარატებით დამუშავებას. კვლევის პერიოდში ვხელმძღვანელობდით მინდვრის და ლაბორატორიული კვლევებისთვის განკუთვნილ მეთოდიკებით (Fasulati 1971:424, Dospikhov 1979:416). ვაწარმოებდით მეტეოროლოგიური ფაქტორების გავლენის დადგენას ზამთრის მზომელას განვითარებაზე, გამრავლებაზე და რიცხოვნობაზე. ვახორციელებდით დაკვირვებებს ფენოლოგიურ ფაზებზე, ბუნებრივი მტრების გამოვლენაზე და მავნებლის რიცხოვნობის რეგულირებაში მათი როლის დადგენაზე.

ბაღების ენტომოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისთვის კვლევები ტარდებოდა მარშრუტული და კვადრატული მეთოდებით.

მეცნიერული სიახლე: პირველად საქართველოს პირობებისათვის დაზუსტდა მზომელების სახეობრივი შემადგენლობა, დეტალურად იქნა შესწავლილი ზამთრის მზომელა, როგორც ხეხილის მავნებელი.

დადგინდა ტემპერატურული პირობების გავლენა ზამთრის მზომელას განვითარებაზე (ფაზების მიხედვით), მტაცებლების და პარაზიტების სახეობრივი კომპლექსი. შესწავლილ იქნა ზამთრის მზომელას ძირითადი ენტომოფაგების რიცხოვნობის დინამიკა და მათი ბიოლოგიური ეფექტურობა და ზამთრის მზომელას წინააღმდეგ ბიოლოგიური პრეპარატების გამოყენების პერსპექტივები.

თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა: ნაშრომში მოცემულ მასალებს აქვს როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული მნიშვნელობა. რადგანაც ზამთრის მზომელას გავრცელების ზონების, ფენოლოგიური ვადების, მისი ბუნებრივი მტრების შესწავლის საფუძველზე იოლია მათი შესაძლო გავრცელების პროგნოზირება, გამოვლენილი კერების მონიტორინგი და სხვ. რაც მცენარეთა დაცვის სპეციალისტებს და ფერმერებს საშუალებას მისცემს სწორად და დროულად დაგეგმონ მავნებლის წინააღმდეგ ბრძოლის ეფექტური, ეკოლოგიურად უსაფრთხო ღონისძიებები.

აპრობაცია: ნაშრომში მოცემული ძირითადი მონაცემები განხილულია სურსათის ეროვნულ სააგენტოს ყოველწლიურ შემაჯამებელ თათბირებზე. სადისერტაციო თემის კვლევის შედეგების შესახებ მოხსენებები წაკითხულ იქნა საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტში, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ტექნოლოგიური ფაკულტეტის აგროეკოლოგიის და სატყეო საქმის დეპარტამენტის სხდომაზე, ასევე ადგილობრივ და საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციებზე.

პუბლიკაციები: სადისერტაციო თემის ირგვლის გამოქვეყნებულია 10 სამეცნიერო შრომა. მათ შორის 4 დაბეჭდილია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციების მასალებში 3 სხვადასხვა რეფერირებად და რეცენზირებულ მაღალრეიტინგულ ჟურნალებში.

დისერტაციის მოცულობა და სტრუქტურა: სადისერტაციო ნაშრომი შედგება 153 გვერდისაგან, მოიცავს შესავალს, 4 თავს, 15 ქვეთავს, დასკვნებს და რეკომენდაციებს. 39 ცხრილს, 6 გრაფიკულ ნახაზს, დანართებს ფოტოსურათების და ცხრილების სახით. გამოყენებულია 152 დასახელების ლიტერატურა.

შინაარსი

ლიტერატურული ნაწილი შედგება 1 თავისა და 3 ქვეთავისგან, სადაც განხილულია ზოგადი ცნობები მზომელების შესახებ, მზომელების ფაუნის გავრცელებისა და ეკოლოგიის ზოგიერთი საკითხი, მზომელების, კერძოდ ზამთრის მზომელას (*Operoptera brumata*) ბიოლოგიური, მორფოლოგიური და ეკოლოგიური თავისებურებები და საქართველოს აგროკლიმატური დახასიათება.

ექსპერიმენტალური ნაწილი მოიცავს 3 თავსა და 12 ქვეთავს. რომელშიც მოცემულია კვლევის მასალები და მეთოდები, საკვლევი ტერიტორიების აგროკლიმატური დახასიათება, კვლევის შედეგები დასკვნები და რეკომენდაციები.

კვლევის შედეგები

საქართველოში გავრცელებული მზომელების (Geometridae, Lepidoptera) სახეობრივი შემადგენლობის დაზუსტება, გავრცელება, ფენოლოგიური თავისებურებანი

მავნე ფაუნის ფორმირების წყაროები სხვადასხვაა - ტყის ან ველური ხეხილის ენტომოფაუნა, ტყის ფოთლოვანი (არახეხილოვანი) ჯიშების მავნე ენტომოფაუნა, ველური ბალახოვანი მცენარეების ენტომოფაუნა, პარკებისა და უცხო ქვეყნებიდან შემოტანილი მცენარეების, მინდორსაცავი ტყის ზოლების მავნე ენტომოფაუნა, რომლის მნიშვნელოვანი ნაწილი შეეგუა ხეხილოვან ნარგობას,

საქართველოს კლიმატს და განიცადა სრული აკლიმატაზაცია და მომავალში კოლოსალური ზარალის გამოწვევა შეუძლია. ქერცლფრთიანების მატლები აზიანებენ ფოთლებს, ყვავილედებს, ყლორტებს, ტოტებსა და ნაყოფებს. ძლიერი დაზიანების შემთხვევაში, ხეხილი რამდენიმე წლით წყვეტს მსხმოიარებას და ბოლოს ხმება (Simonenkova, 2011: 293-295, Lobzhanidze, 2006: 20-21, Lobzhanidze 2009:30-35. Troubridge.1993:1250), ამიტომ მათი სახეობრივი შემადგენლობის ცოდნას და დაზუსტებას განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება.

ჩვენს მიერ ბიოცენოზებში დაფიქსირებული იქნა და დაზუსტდა მავნე ქერცლფრთიანების შემდეგი სახეობები (ცხრილი №1)

ცხრილი 1

საქართველოში გავრცელებული მზომელები

№	ქვეოჯახი	სახეობა
1.	Archiearinae	<i>Archiearis parthenias</i>
2.	Alsophilinae	<i>Alsophila Aescularia</i>
3.	Geimetrinae	
4.	Tribe Geometrini	<i>Geometra papilionaria</i>
5.	Tribe pseudoterpini	<i>Pseudoterpna pruinata</i>
6.	Tribe thalerini	<i>Thalera fimbrialis</i>
7.		<i>Hemithea aestivaria</i>
8.		<i>Jodis lactearia</i>
9.	Sterhinae	
10.	Tribe sterrhini	<i>Ideae aureolaria</i>
11.		<i>Ideae aversata</i>
12.		<i>Ideae biselata</i>
13.		<i>Ideae deversaria</i>
14.		<i>Ideae dimidata</i>
15.		<i>Ideae fuscovenosa</i>
16.		<i>Ideae humilata</i>
17.		<i>Ideae inquinata</i>
18.		<i>Ideae monilaria</i>
19.		<i>Ideae muricata</i>
20.		<i>Ideae pallidata</i>
21.		<i>Ideae rubraria</i>

22.		<i>Ideae rufaria</i>
23.		<i>Ideae rusticata</i>
24.		<i>Ideae seriata</i>
25.		<i>Ideae serpentata</i>
26.		<i>Ideae strainimata</i>
27.		<i>Ideae subsericeata</i>
28.		<i>Ideae Sylvestraria</i>
29.		<i>Ideae vulpinaria</i>
30.	Tribe scopulini	<i>Scopula flaccidaria</i>
31.		<i>Scopula immorata</i>
32.		<i>Scopula incanata</i>
33.		<i>Scopula nemoraria</i>
34.		<i>Scopula nigropunctata</i>
35.		<i>Scopula ornata</i>
36.		<i>Scopula rubiginata</i>
37.		<i>Scopula umbelaria</i>
38.	Tribe rhodostobhini	<i>Rhodostrophia vibicaria</i>
39.	Tribe Cyclophorini	<i>Cyclophora albiocellaria</i>
40.		<i>Cyclophora annulata</i>
41.		<i>Cyclophora trilineararia</i>
42.		<i>Cyclophora porata</i>
43.		<i>Cyclophora punctaria</i>
44.		<i>Cyclophora puppillaria</i>
45.		<i>Cyclophora ruficilaria</i>
46.	Tribe Calothysanini	<i>Timandra griseata</i>
47.	Larentiinae	<i>Lythria purpuraria</i>
48.	Tribe Xanthorhoini	<i>Scotopteryx bipunctaria</i>
49.		<i>Scotopteryx chenopodiata</i>
50.		<i>Scotopteryx mucronata</i>

51.		<i>Scotopteryx moeniata</i>
52.		<i>Catarhoe cuculata</i>
53.		<i>Catarhoe rubudata</i>
54.		<i>Xantorhoe birivata</i>
55.		<i>Xantorhoe disignata</i>
56.		<i>Xantorhoe ferrugata</i>
57.		<i>Xantorhoe fluectuata</i>
58.		<i>Epirrhoe alternate</i>
59.		<i>Epirrhoe galiata</i>
60.		<i>Epirrhoe molluginata</i>
61.		<i>Epirrhoe rivata</i>
62.	Tribe Cataclysmiini	<i>Cataclysmine riguata</i>
63.		<i>Euphyia frustata</i>
64.		<i>Euphyia unangulata</i>
65.	Tribe Larentiini	<i>Pelurga comitata</i>
66.	Tribe Astheniini	<i>Minoa murinata</i>
67.		<i>Hydrelia flammeolaria</i>
68.	Tribus Operopteriini	<i>Operopthera brumata</i>
69.		<i>Epirrita autumnata</i>
70.		<i>Calostigia pectinataria</i>
71.		<i>Chloroclysta citrata</i>
72.		<i>Cidaria fulvata</i>
73.		<i>Thera juniperata</i>
74.		<i>Thera obeliscata</i>
75.	Tribe Rheumapteriini	<i>Coenocalpe lapidata</i>
76.	Tribus Eupitheciini	<i>Eupithecia absinthiata</i>
77.		<i>Eupithecia centaureata</i>
78.		<i>Eupithecia distinctaria</i>
79.		<i>Eupithecia icterata</i>

80.		<i>Eupithecia innotata</i>
81.		<i>Eupithecia linariata</i>
82.		<i>Eupithecia millifoliata</i>
83.		<i>Eupithecia pimpinellata</i>
84.		<i>Eupithecia pini</i>
85.		<i>Eupithecia succenturiata</i>
86.		<i>Eupithecia virgaureata</i>
87.		<i>Eupithecia vulgata</i>
88.		<i>Rhinoprora rectangularata</i>
89.	Tribe Chesiadini	<i>Aplocera plagiata</i>
90.	Tribe Lobophorini	<i>Acasis viritata</i>
91.	Tribe Abraxini	<i>Calospilos sylvatus</i>
92.		<i>Lomaspilis marginata</i>
93.		<i>Ligdia adustata</i>
94.		<i>Stegania dilectaria</i>
95.	Tribe Caberini	<i>Lomographa temerata</i>
96.		<i>Cabera pusaria</i>
97.		<i>Cabera exanthemata</i>
98.	Ennominae	<i>Selena dentaria</i>
99.		<i>Selena lunularia</i>
100.		<i>Selena tetralunaria</i>
101.		<i>Epione repandaria</i>
102.	Tribus Colotoini	<i>Colotois pennaria</i>
103.	Tribus Campaeini	<i>Hylaena fasciaria</i>
104.	Tribus Semiothisisni	<i>Semiothisa liturata</i>
105.		<i>Semiothisa notate</i>
106.		<i>Semiothisa alternaria</i>
107.		<i>Semiothisa artesiaria</i>
108.		<i>Semiothisa clathrata</i>

109.		<i>Semiothisa glarearia</i>
110.		<i>Tephрина arenacearia</i>
111.		<i>Tephрина murinaria</i>
112.		<i>Itame brunneata</i>
113.		<i>Itame wauaria</i>
114.	Tribe Boarmiini	<i>Boarmia repandata</i>
115.		<i>Hypomecis roboraria</i>
116.	Tribe Bistonini	<i>Biston betularius</i>
117.		<i>Biston strataria</i>
118.		<i>Agropis leucophaearia</i>
119.		<i>Agriopis leucophaearia</i>
120.		<i>Agriopis bajaran</i>
121.		<i>Agriopis marginaria</i>
122.		<i>Erannis defoliaria</i>
123.	Tribe Gnophini	<i>Siona lineata</i>

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჩვენს მიერ საქართველოს ტერიტორიაზე მზომელების ოჯახიდან გამოვლენილ იქნა 123 სახეობა. მათგან დომინანტობენ მონოვოლტური და პოლივოლტური ფორმები, მათი უმეტესობა არის პოლიფაგი, მონოფაგები გვხვდება მხოლოდ 10 %-მდე.

მზომელები გავრცელებული არიან საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე და თითქმის ყველა სახის ბიოტეპში. ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა ბიოტეპის 6 კატეგორია და თითოეულიდან 1000 ხე, სულ - 6 000 ხე. კვლევებმა აჩვენა, რომ ყველაზე მაღალი რაოდენობით გამოირჩევა *Aploceraplagiata* (6 000 აღრიცხული ხიდან დაზიანებული იყო 783-ს, რაც 13.05 % -ს შეადგენს), შედარებით ნაკლები გავრცელებით ხასიათდება *Epionerepandaria* (დაზიანებული იყო 755 ხე, რაც 12.98 % -ს შეადგენს). მესამე ადგილზეა *Eupithecia pimpinellata*, ხოლო ყველაზე დაბალი მაჩვენებლებით ხასიათდებიან - *Agriopisleucophaearia*, *Selena dentaria*, *Calospilossylvatus*, *Lomaspilismarginata*, *Cidariafulvata*, *Epirritaautomnata*, *Euphyiaunangulata*, *Xantorhoeffluectuata*, *Scotopteryxmoeniata*, *Scotopteryx mucronata*, *Rhodostrophivibicaria*, *Scopulaflaccidaria*, *Ideaefuscovenosa*. მათ მიერ დაზიანებული ხეების რაოდენობა 6 000 ძირზე იყო 9 ხე, რაც 0.15 % -ს შეადგენს.

მზომელების უმეტესობა არის ობლიგატური ფიტოფაგი, მატლების უმრავლესობა კი - ფილოფაგები. ონტოგენეზის ადრეულ ფაზაში პირველი-მეორე ასაკის მატლებს საკვებ სუბსტრატად შეუძლიათ გამოიყენონ კვირტები, ყვავილელები და ყვავილები, ხოლო უფროს ასაკში გადადიან ობლიგატურ ფილოფაგიაში. კვებითი სპეციალიზაციის მიხედვით, საქართველოში გავრცელებული მზომელების ძირითადი სახეობებიდან გამოიყოფიან პოლიფაგები - რომლებიც იკვებებიან 2-ზე მეტი სახეობის მცენარით.

დაზიანების ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი აღინიშნა Rosaceae და Asteraceae ოჯახების მცენარეებზე. ხოლო დაზიანების დაბალი მაჩვენებლით გამოირჩევიან Onagraceae ოჯახის მცენარეები.

2015-2017 წლებში შეგროვილი მასალის ფენოლოგიური ანალიზი საშუალებას გვაძლევს გამოვყოთ მზომელების შვიდი ფენოლოგიური ჯგუფი:

ადრე გაზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფი, რომელშიც შედის ისეთი სახეობები, რომლებიც ბუნებაში გვხვდება მარტ-აპრილში. ესენია: *Aslophila aescularia*, და *Trichoptera carpinata*, *Archiearis parthenias*.

გაზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფი - მავნებელი ბუნებაში გვხვდება აპრილ-მაისში. ამ ჯგუფში შედის 10 სახეობა.

გაზაფხულ-ზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფში გაერთიანებული პეპლების ფრენა შეინიშნება აპრილიდან ივნისამდე. ამ ჯგუფში გაერთიანებულია 16 სახეობა.

ადრეული ზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფი - პეპლების ფრენა შეინიშნება მაის-ივნისში (47 სახეობა)

ზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფის პეპლების ფრენა შეინიშნება შუა ზაფხულში ამ ჯგუფში გაერთიანებულია 34 სახეობა.

გვიანი ზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფში გაერთიანებულია 11 სახეობა, რომელთა ფრენა შეინიშნება აგვისტოს ბოლოსა და სექტემბრის დასწყისში.

შემოდგომის ფენოლოგიური ჯგუფში შედის 2 სახეობა - *Operopthera brumata* და *Erannis defoliaria*, რომელთა პეპლების ფრენა შეინიშნება შემოდგომაზე, სექტემბერ-ოქტომბერში.

ფენოლოგიური ჯგუფების მიხედვით ყველაზე მეტი რაოდენობით გვხვდება ადრე ზაფხულისა (39,8%) და ზაფხულის სახეობები (29,6%). გვიანი ზაფხულის სახეობები 9,3 %-ია, ხოლო დანარჩენი - 24 %.

ზამთრის მზომელას შესწავლის შესახებ

ზამთრის მზომელას ბიოლოგიური და ფენოლოგიური განვითარების თავისებურებანი

როგორც აღვნიშნეთ, ჩვენი კვლევის მიზანი იყო მეტეოროლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნობითა და ბიოლოგიური მონიტორინგის საფუძველზე ზამთრის მზომელას გამოჩენის ვადების, განვითარების ფაზების, თაობათა რაოდენობის განსაზღვრა და მათი კავშირების დადგენა ბუნების სეზონურ ცვალებადობასთან, ვერტიკალურ ზონალობასა და სითბურ პირობებთან (Tsintsadze, 2003:405-118, Dobrovolski, 1969:232, Kozhanchikov, 1959:286). მწერებს, როგორც პოიკილოთერმულ ორგანიზმებს, არ გააჩნიათ სხეულის მუდმივი ტემპერატურა და არ აქვთ უნარი არეგულირონ ის, ამიტომ მწერის განვითარება, აქტიურობა და არსებობაც კი დამოკიდებულია გარემო პირობებზე და შესაძლოა მხოლოდ გარკვეულ ტემპერატურულ პირობებში +6-120 C–დან 36-420C - მდე, რომელსაც ეწოდება განვითარების აქტივობის ზღვარი. ამასთან დაკავშირებით ვიკვლევდით ზამთრის მზომელას სეზონურ თავისებურებებს აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, ძირითადად კი გორის მუნიციპალიტეტში არსებულ ვაშლის პლანტაციებში და ასევე აჭარის ტერიტორიაზე არსებულ ცალკეულ ვაშლის ნარგაობებზე, დაბლობ და მაღლობ ვერტიკალურ-ლანდშაფტურ სარტყელში (Smith, 1997: 1425, Wesolowsky, 2000: 299-305).

მინდვრის ცდები ფენოლოგიურ მოვლენებზე ტარდებოდა 2015-2017 წლებში, რომლის საფუძველზეც დავადგინეთ ზამთრის მზომელას განვითარების ყველა ფაზის განვითარების დასაწყისი (ცხრილი №2).

ექსპერიმენტის პერიოდში მიღებული მონაცემებიდან საშუალო მაჩვენებლის გამოყვანის შემდეგ შეიძლება ითქვას, რომ დაფიქსირებულ ჰიგროთერმულ პირობებში პირველი მატლების გამოჩენა იწყება 22 აპრილს და მასობრივად გამოდინა 25 აპრილიდან. მასობრივი დაჭურება იწყება 15 მაისიდან და გრძელდება 21 მაისამდე, პეპლების ფრენა იწყება 5 ოქტომბრიდან და მთავრდება 11 ნოემბრამდე. მავნებლის ნორმალური განვითარებისათვის ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი

ზამთრის მზომელას ფენოლოგიური განვითარება (2015-2017)

განვითარების ფაზა/Phase of	თარიღი	განვითარების დრო (ფაზა/ დღეები)	ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი
2015			
პირველი მატლების გამოჩენა	19.04	მატლი/21	326
მატლების მასობრივი გამოჩენა	23.04		
პირველი ჭუპრების გამოჩენა	08.05	ჭუპრი/136	2908
მასობრივი დაჭუპრება	11.05		
დაჭუპრების დასასრული	17.05		
პირველი პეპლების გამოფრენა	28.09	პეპელა/37	347
მასობრივი ფრენის დასაწყისი	01.10		
ფრენის დასასრული	07.11		
2016			
პირველი მატლების გამოჩენა	29.04	მატლი/19	290
მატლების მასობრივი გამოჩენა	03.05		
პირველი ჭუპრების გამოჩენა	15.05	ჭუპრი/158	3056
მასობრივი დაჭუპრება	17.05		
დაჭუპრების დასასრული	20.05		
პირველი პეპლების გამოფრენა	12.10	პეპელა/30	252
მასობრივი ფრენის დასაწყისი	15.10		
ფრენის დასასრული	12.11		
2017			
პირველი მატლების გამოჩენა	20.04	მატლი/ 23	315
მატლების მასობრივი გამოჩენა	22.04		
პირველი ჭუპრების გამოჩენა	12.05	ჭუპრი/ 158	2982
მასობრივი დაჭუპრება	15.05		
დაჭუპრების დასასრული	18.05		
პირველი პეპლების გამოფრენა	13.10	პეპელა/30	300
მასობრივი ფრენის დასაწყისი	17.10		
ფრენის დასასრული	13.11		

დაახლოებით შეადგენს 219°C - დან 379°C - მდე (Meskhi, 2012: 206-2011, Egorova, 2014:98-100). მაისის შუა რიცხვებიდან მავნებელი იწყებს დაჭურვებას და ამ მიზნით ჩადის ნიადაგში დაახლოებით 10 სმ სიღრმეზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით, გორის ბაღებში გაზაფხულზე ზამთრის მზომელას მატლების გამოჩეკა იწყება ვაშლის ყვავილობამდე 10-12 დღით ადრე (აპრილის ბოლო, მაისის დასაწყისი), ტემპერატურულ პირობებთან დამოკიდებულებით. გაზაფხულზე გამოჩეკილი მატლები პირველად დაბერილ კვირტებს აზიანებენ და შემდეგ ნორჩ ფოთლებს ახვევენ აბრეშუმის ქსელში.

პირველი ხნოვანების მატლები საკვებად ირჩევენ უფრო ნორჩ ფოთლებს. უფროსი ხნოვანების მატლებს სჭირდებათ მეტი საკვები, რაც უზრუნველყოფს მათ არა მარტო ნორმალურ ზრდასა და განვითარებას, არამედ სხეულში საჭირო ცხიმების დაგროვებას.

ფოთლების ბიოქიმიური შემცველობის ცვალებადობა დამოკიდებულია არა მარტო მის ასაკზე, არამედ ამინდზეც. წვიმიანი, ღრუბლიანი და გრილი ამინდის პირობებში ფოთლებში იმატებს ტენიანობა, რაც აფერხებს დაბერების პროცესებს. ზამთრის მზომელას უფროსი ხნოვანების მატლებს, თუ ისინი იკვებებიან ასეთი ფოთლებით, ერღვევთ საკვების ნორმალური მონელება, სუსტებიან, ავადდებიან და ხშირად იღუპებიან კიდევ. მზიანი, თბილი და მშრალი ამინდი აძლიერებს ფოთლებში ასიმილიაციის პროცესებს, ხელს უწყობს ფოთლების გამდიდრებას ყუათიანი ნივთიერებებით, რაც აჩქარებს მატლების ზრდას და განვითარებას. შემდეგში მატლები ხარბად იკვებებიან ფოთლებით, კვირტებით, ყვავილებით და პატარა ნაყოფებით.

ოპტიმუმთან ახლო ტემპერატურა აჩქარებს მატლებში სიცოცხლისუნარიანობას, განვითარების პროცესებს. ჰაერის დაბალი ტენიანობა კი აიძულებს მატლებს ინტენსიური კვებისათვის, რაც უზრუნველყოფს მათ ტენით. როგორც ცნობილია, ეს ტენი აუცილებელია ყოველგვარი სასიცოცხლო პროცესებისათვის. მშრალ გარემო პირობებში კი წყლის აორთქლება მატულობს.

მეხუთე ასაკის მატლის სიგრძე უდრის 15-20 მმ. ჰაერის ოპტიმალური ტემპერატურის დროს (14-19°C,) მათი განვითარება გრძელდება 3-4 კვირა. ზრდასრული მატლები თითქმის არ მოძრაობენ, მოსვენებულ მდგომარეობაში განლაგებული არიან ფოთლის ქვედა მხარეს და იკვებებიან. მატლები იჭურვებენ ნიადაგში, სუსტ ოვალურ აბლაბუდიან პარკებში. მატლების გამოჩეკა იწყება კოკრების გაშლის პერიოდში, როცა ეფექტური ტემპერატურის ჯამი უდრის 80 გრადუსს (ტემპერატურული ზღვარი უდრის 6 გრადუსს). თავის ცხოვრების მანძილზე იცვლიან კანს 4 - ჯერ და გადიან 5 ასაკს, რომლებიც განისაზღვრება თავის კაფსულის სიგანით. ასაკის მატებასთან ერთად მატლის თავის ზომა იზრდება 0,2 მმ-დან 0,50 მმ-მდე.

თერმული პირობების გავლენის შესწავლა ზამთრის მზომელას მატლების განვითარებაზე ტარდებოდა ლაბორატორიულ პირობებში, მონაცემებიდან დადგინდა, რომ ზამთრის მზომელას მატლების 100% სიკვდილიანობა აღინიშნება რიგორც 30 გრადუს ტემპერატურაზე, ასევე 3 გრადუსზე. მატლების განვითარებისათვის ოპტიმალური ტემპერატურაა 20 გრადუსი, როცა ბუნებრივი სიკვდილიანობა მხოლოდ 6,1%-ია.

ზამთრის მზომელას მატლები დღე-ღამის განმავლობაში 6-8 საათის მანძილზე კარგად იტანენ 25-28°C ტემპერატურას. ტემპერატურის მეტად ზრდა კი იწვევს მათ დაღუპვას. მაღალი ტემპერატურა ასევე 40 დღით ახანგრძლივებს დაჭურვების პროცესს, ჭურვების სიკვდილიანობაც შესაბამისად მაღალია. თბილი გაზაფხულისა და ცხელი ზაფხულის პირობებში მატლები ნორმალურად ვითარდებიან, მაგრამ დაჭურვება მნიშვნელოვნად ხანგრძლივდება.

კვლევები ჩატარდა აგრეთვე ზამთრის მზომელას მატლების კვების გავლენის დასადგენად ჭურვების განვითარების ხანგრძლივობაზე და დადგინდა, რომ მაღალი ტემპერატურის პირობებში მატლის ზრდა ფერხდება. 20°C ტემპერატურის დროს, 1 დღე-ღამის განმავლობაში შიმშილისას გადარჩა მატლების 30-40%, ნორმალური კვებისას კი იმავე თერმული პირობების დროს მატლების დიდი ნაწილი იჭურვებს. დადგინდა, რომ მატლები იჭურვებენ 15 დღით ადრე ვიდრე, 20°C ტემპერატურაზე ნორმალური კვებისას. ამავე ტემპერატურაზე 2 დღე-ღამის განმავლობაში მატლების შიმშილობისას დაიღუპა მატლების დიდი ნაწილი, ხოლო დაჭურვებულები ვერ გადავიდნენ იმაგოს ფაზაში.

თუ მატლები იზრდებიან დაბალი ტემპერატურის რეჟიმში (12-13°C), ისინი ერთი კვირის

მანძილზე უფრო იოლად იტანენ შიმშილს. სრული შიმშილობის დროს ამ პირობებში სიკვდილიანობა უდრის 50%.

განვითარების ხანგრძლივობის შემცირება და ჭუპრების დაბალი სიკვდილიანობა აღინიშნებოდა მატლების 24 საათიანი შიმშილის დროს, 20°C ტემპერატურაზე.

ზამთრის მზომელას მეხუთე ასაკის მატლები დაჭუპრებისათვის გადადიან ნიადაგში. ამისათვის ირჩევენ უფრო გაფხვიერებულ ადგილებს, ხშირად ვაშლისა და ზოგიერთი ტყის კულტურის შტამბის მახლობლად. მეხუთე ასაკის მატლების კვების შედეგად ფოთლებიდან რჩება მხოლოდ ცენტრალური ძარღვები.

ნაყოფების განვითარების დაწყებიდან, მატლები მალე ჩადიან ნიადაგში, 5-10 სმ სიღრმეზე და აკეთებენ პარკებს. ზამთრის მზომელას მატლების დიდი უმრავლესობა დაჭუპრებას იწყებს ზაფხულის დასაწყისში და ამ ფაზაში რჩება გვიან შემოდგომამდე.

ზამთრის მზომელას ჭუპრები ღია ყავისფერია, სიგრძე - 5-8 მმ. ისინი ტენის მოყვარულები არიან, შეუძლიათ წყლის შთანთქმაც, ჰაერის დაბალი ტენიანობის პირობებში სწრაფად კარგავენ წყალს აორთქლების გზით.

ჭუპრების წონების შედარება გვიჩვენებს, რომ მათი საშუალო წონაა 133,36±3,76 მგ (ცდის ცდომილება-2,6%), მინიმალური - 73 მგ, მაქსიმალური - 211 მგ. მამრის ჭუპრის საშუალო წონა - 104,16±2,49 მგ (ცდის ცდომილება - 2,31%), მინიმალური - 64 მგ, მაქსიმალური - 156 მმ. მდედრი ჭუპრის წონა საშუალოდ 12,1%-ით მეტია, ვიდრე მამრი ჭუპრისა.

ჭუპრის განვითარების ხანგრძლივობის კანონზომიერი ზრდა ხდება მაშინ, როდესაც ტემპერატურა მერყეობს 9,8-16,3°C ფარგლებში.

საშუალოდ, ჭუპრების განვითარების ვადები, მხოლოდ ტემპერატურასთან დამოკიდებულებით, ამ ინტერვალის ფარგლებში, განსხვავდებიან 25 დღე-ღამით (t - 9,80 - 119,8 დღე-ღამე, t - 16,30 - 144,6 დღე-ღამე). ამ ორ ტემპერატურულ წერტილში ჭუპრების განვითარების ვადებს შორის განსხვავება აღწევს 2 თვეს.

თუ ტემპერატურა 4-5°C ფარგლებში მერყეობს, იწყება დიაპაუზა. 27,5°C არის მაქსიმალური და ჭუპრების განვითარება წყდება.

ჩვენი დაკვირვებებით დადგინდა, რომ 17-20°C ტემპერატურაზე ჭუპრებიდან ვითარდებიან მხოლოდ ერთეული პეპლები. ჭუპრების გაკვეთამ კი გვიჩვენა, რომ 18,50°C მათი უმეტესი ნაწილი ილუპება განვითარების დამამთავრებელ ფაზაში, როცა ჭუპრებში პეპლები უკვე იყვნენ დაფარული ქერცლებით და შავი პიგმენტაციით, ტემპერატურის ზრდისას 27°C -დან ზემოთ, ჭუპრები დაილუპა მეტამორფოზის დაწყებით ეტაპებზე.

თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზამთრის მზომელას ჭუპრები 25°C ტემპერატურაზე არ ილუპებიან დიდი ხნის განმავლობაში, რამდენადაც ზამთრის მზომელას ჭუპრებს ახასიათებთ ესტივაციის უნარი (მაღალი ტემპერატურების დროს განვითარების შეჩერება და მისი გადატანა ზაფხლის დიაპაუზის მდგომარეობაში).

ესტივაცია 1,5-2 თვის მანძილზე არ იწვევს ჭუპრების სიკვდილს. ზამთრის მზომელას ჭუპრების ესტივაციის თვისება შესაძლებლობას აძლევს მანვებელს, ცხელი ზაფხულის პირობებში გაახანგრძლივოს თავისი განვითარების ვადები.

მიღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ მატლების ოპტიმალური კვების დროს, იმ შემთხვევაში, თუ ჭუპრებში ესტივაცია არ არის აღნიშნული, ეფექტური ტემპერატურების ჯამი მერყეობს 720-1800°C შორის. თუ ჭუპრების განვითარება ხდება 10-16°C-ზე, ქვედა ტემპერატურული ზღვარი უდრის 4°C. პეპლების ფრენა იწყება ოქტომბერ-ნოემბერში. ისინი ადვილად იტანენ მცირე წაყინვებს (-1,50C).

2015 წელს პეპლების მასობრივი ფრენა შეინიშნებოდა 1 ოქტომბრიდან და დასრულდა 7-10 ნოემბრისთვის, 2016 წელს კი - 15 ოქტომბრიდან და დასრულდა 12 ნოემბრისთვის. 2017 წელს ეს ფენოლოგიური მოვლენა დაიწყო 17 ოქტომბრიდან და დასრულდა 13 ნოემბრისთვის.

პეპლების დღე-ღამური ფრენის დინამიკის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მამრები ჩნდებიან საშუალოდ 40 წუთით ადრე, ვიდრე მდედრები. 22 საათის შემდეგ ფრენის ინტენსივობა მცირდება, ღამით კი თითქმის შეუძინეველია.

ყველაზე აქტიური ფრენა აღინიშნება 7-12°C ტემპერატურაზე. კვერცხში ჩანასახის განვითარება იწყება შემოდგომაზე, -2,5 - -2,6°C ტემპერატურაზე. ზამთრის მზომელა არის სინათლის და სითბოს მოყვარული მწერი. იმიტომ უპირატესობას ანიჭებს ხის განათებულ და ვარჯის თბილ ადგილებს. შეჯვარებისთვის ფრენა იწყება მზის ამოსვლამდე 1,5 სათით ადრე. მამრს ფრენა შეუძლია დაბალ ტემპერატურებზეც (-2°C), ხოლო როცა ღამით ტემპერატურა ზღვარზე დაბალია, მაშინ ფრენა აღინიშნება დღისით.

ჰაერის ტენიანობაც მოქმედებს მამრის ფრენაზე. ფრენა არ წყდება მცირე წვიმის დროს, მაგრამ ინტენსივობა კლებულობს. ქარის შემთხვევაში (5 მ/წ) ფრენა წყდება.

მამრები მდედრის საპოვნელად ფრენენ მკვებავი მცენარეების ახლოს, პარტნიორის პოვნის შემდეგ ხდება მათი შეჯვარება/კოპულაცია რაც გრძელდება 8-36 საათის განმავლობაში. მზის ამოსვლის შემდეგ ფრენა წყდება.

ზამთრის მზომელას მამრები კარგად მიგრირდებიან და შეუძლიათ 3,5 კმ მანძილზე ფრენა. მდედრის სიცოცხლის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია გარემოს ტემპერატურასა და ტენიანობაზე, სხვა მეტეოროლოგიურ ფაქტორებზეც. მდედრების აწონვამ გვიჩვენა, რომ მათი საშუალო წონა არის 115,13 ± 2,57 მგ, მაქსიმალური - 169 მგ, მინიმალური - 59 მგ (ცდის სიზუსტე 2,68%). მამრის საშუალო წონა 66,49 ± 2,00 მგ, მაქსიმალური - 97 მგ, მინიმალური - 36 მგ. მდედრს აქვს ცრუ კვერცხსადები. კვერცხდება იწყება 5-8°C ტემპერატურაზე.

ზამთრის მზომელას ნაყოფიერება 400 - მდე კვერცხია, რომლებიც იდება ცალ- ცალკე ან პატარა ჯგუფებად, ტოტების წვეროებზე, კვირტის ძირში. ზამთრის მზომელას მდედრების სიცოცხლის ხანგრძლივობა თანდათან მცირდება ტემპერატურის ცვალებადობისას 0 - დან 27°C -მდე და მისი ხანგრძლივობა უდრის რამოდენიმე დღე- ღამეს (Kozhanchikov, 1959: 227-288, Polivoda. 2007:14-16, Rudnev, 1962:313-329).

მდედრები კვერცხებს დებენ ცალ-ცალკე ან პატარა ჯგუფებად, ქერქის ნაპრალებში, ტოტებზე, ფოთლის ნაწიბურებში, კვირტებზე, ყლორტებზე, ძირითადად კი - კვირტებზე, ვარჯის ზედა ნაწილში.

ჩვენი დაკვირვებებით, ზამთრის მზომელას პეპლები კარგად იტანენ დაბალ ტემპერატურულ პირობებს, თუმცა მათი ნორმალური აქტივობა შესამლებელია ყველა დადებითი ტემპერატურების დროს (0 გრადუსს ზემოთ). 500 მდედრის კვერცხების პროცესების შესწავლამ სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში, გვიჩვენა, რომ კვერცხებისას ტემპერატურული მინიმუმია 5-11 °C.

ემბრიონალური განვითარება კვერცხში იწყება გვიან შემოდგომაზე და ჩერდება ჩანასახოვან ფაზაში. კვერცხების ზამთრობის პროცესი გრძელდება გაზაფხულამდე.

კვერცხის ზომებია 0,7X0,65 მმ, მდგრადი გარსით. ელიფსური გარსის სტრუქტურა უჯრედოვანია, ფუძესთან უფრო წვრილი უჯრედებით. ახლად დადებული კვერცხი მოცისფრო ან მოყვითალო-მწვანეა, 6-7 დღის შემდეგ ისინი იღებენ ნარინჯისფერს.

საშუალო ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი, რომელიც აუცილებელია კვერცხში ჩანასახის განვითარებისათვის, შემოდგომაზე 131°C -ია, ხოლო განვითარების შეჩერების ზღვარია - 2,5°C.

მინიმალური ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი აღინიშნება 15-18 გრადუსი. გაზაფხულზე განვითარებისათვის საჭირო ტემპერატურის ჯამი უდრის საშუალოდ 79 გრადუსს, ემბრიონალური განვითარების შეჩერება ხდება 6°C-ზე. მისი ცვალებადობის ფარგლები ემბრიონალური განვითარების ფაზაში უფრო ვიწროა და ჩვენს მიერ აღინიშნებოდა 75-82°C -ის ფარგლებში. მინიმუმი აღინიშნულია 20 გრადუსზე.

ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ კვერცხი, რომელიც ვითარდება შემოდგომაზე 5-10°C ტემპერატურაზე (გადაციების გარეშე), ილუპებიან ყველანაირ ტემპერატურაზე 3-25°C ფარგლებში და წყვეტენ განვითარებას. სიკვდილიანობა აღინიშნება ზამთრის ბოლოს, ხოლო კვერცხი, რომლის განვითარება შემოდგომის დროს მიმდინარეობდა ხელსაყრელ პირობებში და მერე გადაცივდა, 1,5 თვის განმავლობაში 0-5 გრადუსზე, სითბოში დაბრუნებისას განვითარდა 60%-ით. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა ცდის მსვლელობისას უდრიდა 75%-ს.

ლაბორატორიულ პირობებში, ოქტომბერში დადებული კვერცხები, რომლებმაც გაიარეს განვითარება დეკემბრის დასაწყისში ტემპერატურის ხშირი ვარდნისას (-1 - 4°C), ერთბაშად სითბოში

გადატანის შემდეგ მაინც ნორმალურად განვითარდნენ, რასაც ადასტურებს რუდნევის მონაცემებიც. ამ მონაცემების მიხედვით, შემოდგომაზე ზამთრის მზომელას ნორმალური ემბრიოგენეზი შესაძლებელია უარყოფითი ტემპერატურის დროსაც.

ჩანასახის განვითარება გრძელდებოდა 1 თვის მანძილზე, 15°C ტემპერატურაზე. უფრო მაღალი ტემპერატურების დროს კვერცხების დიდი ნაწილი დაიღუპა, დაბალი ტემპერატურების დროს კი ცუდად ვითარდებოდნენ. აქედან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ზამთრის მზომელას განვითარება შემოდგომაზე მიდის უარყოფითი ტემპერატურების გავლენის ფონზე და დიაპაუზის სტადია შეიძლება გაიაროს დადებითი ტემპერატურების დროსაც.

ზამთრის მზომელას განვითარების ოპტიმუმი მოითხოვს ტემპერატურების სპეციფიკურ შეცვლას ფაზების მიხედვით წლის განმავლობაში: იმაგო - შემოდგომაზე, კვერცხი - გვიან შემოდგომაზე და ადრე გაზაფხულზე, მატლები და ჭუპრები - გაზაფხულზე და ზაფხულში.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია შევადგინოთ ზამთრის მზომელას განვითარების ფენოგრამა (ცხრილი №3).

ცხრილი 3

ზამთრის მზომელას განვითარების ფენოგრამა 2015-2017

მარტი			აპრილი			მაისი			ივნისი			ივლისი			აგვისტო			სექტემბერი			ოქტომბერი			ნოემბერი			დეკემბერი		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	კ	კ	კ	კ	კ	კ																							
						მ	მ	მ	მ	მ	მ																		
									ჭ	ჭ	ჭ	ჭ	ჭ	ჭ	ჭ	ჭ	ჭ	ჭ	ჭ	ჭ									
																		კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ
																					კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ	კ

შენიშვნა კ- (კვერცხი), მ - (მატილი), ჭ - (ჭუპრი), კ - (პეპელა)

ზამთრის მზომელას მავნეობა და გავრცელება

როგორც აღვნიშნეთ, ზამთრის მზომელა გავრცელებულია როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში. იგი მატლის ფაზაში იწვევს მთელი რიგი მერქნიანი ფოთლოვანი (ტყისა და ბალის) მცენარეების კვირტებისა და ფოთლების დაზიანებას. ახალგამოჩეკილი მატლები ადრე გაზაფხულზე პირველად დაბერილ კვირტებს აზიანებენ, შემდეგ იწყებენ ფოთლებზე ნაწილების ამოჭმას, ე.ი. ფოთლის სკელეტირებას (დაცხრილვას), მათ ნაადრევ ცვენას, რაც მასობრივი დაზიანებისას საბოლოო ჯამში იწვევს ხეების გაშიშვლებას და ხმობას.

ზამთრის მზომელას მავნეობისა და გავრცელების შესასწავლად ჩვენს მიერ კვლევები ჩატარდა საქართველოს სხვადასხვა ბუნებრივ ზონასა და რეგიონში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს და მარშრუტულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, ზამთრის მზომელა ფართოდ არის გავრცელებული საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ყველა ბუნებრივ ზონაში და წარმოადგენს ფართო პოლიფაგს.

როგორც უკვე ითქვა, ზამთრის მზომელა ფართო პოლიფაგი მწერია, მაგრამ მისი განვითარება მაინც ბევრადაა დამოკიდებული მკვებავ მცენარეზე. ქვემოთ მოგვყავს იმ მცენარეების ნუსხა, რომლებზეც მავნებელი როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოს პირობებში, კარგად ვითარდება (ცხრილი №4).

ცხრილიდან კარგად ჩანს, რომ მავნებლის ინტენსიური დასახლება დაფიქსირდა მუხის ხეებზე (საშუალოდ 4,27 მატლი ზრდის 100 წერტილზე). მკვებავ მცენარეთა ნუსხაში ყველაზე ნაკლები რიცხოვნობით მავნებელი გვხვდებოდა ვერხვსა (0,52) და ნეკერჩხალზე (0,63).

ცხრილი 4

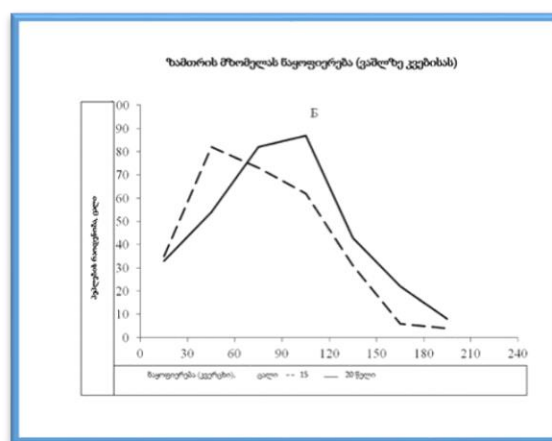
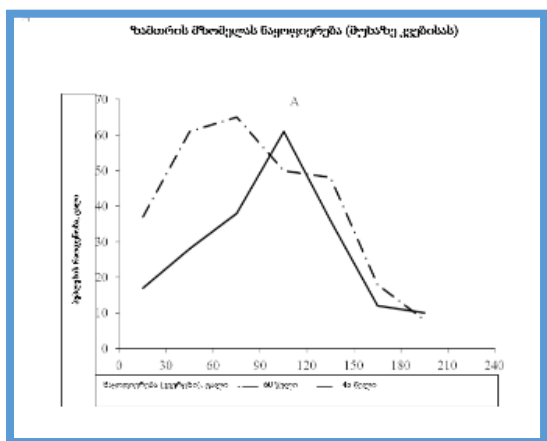
ზამთრის მზომელას მკვებავი მცენარეები

მცენარე	აღწერილი ხეების რაოდენობა	მატლების საშუალო რაოდენობა (ზრდის 100 წერტილზე)
<i>Quercus robur</i> L.	10	4,27±0,24
<i>Fraxinus excelsior</i> Borkh.	10	0,8±0,32
<i>Populus tremula</i> L.	10	0,52±0,18
<i>Malus sylvestris</i> L.	10	1,15±0,67
<i>Ulmus laevis</i> L.	10	0,4±0,21
<i>Acer platanooides</i> L.	10	0,63±0,83

მუხაზე მდედრის ჭუპრების მასა და კვერცხის სიცოცხლისუნარიანობა გამოზამთრების შემდეგ იყო მაღალი, ვიდრე სხვა სახეობებზე და საშუალოდ შეადგენდა 0,17 გ. და 96 %. იფანზე და ვაშლზე ჭუპრების წონა იყო შედარებით მცირე (0,09 გ. და 0,10 გ), მაგრამ ვაშლზე განვითარებული მავნებლის სქესობრივი პროდუქციის სიცოცხლისუნარიანობის მაჩვენებელი იყო მაღალი (საშუალოდ 88,4 %).

იმ მიზნით, რომ დაგვედგინა ზამთრის მზომელას მავნეობა, შევისწავლეთ მისი ნაყოფიერება და დავითვალეთ ასიმილაციის კოეფიციენტი. შედეგები მოცემულია გრაფიკებში № 1; 2, რომელიც ეფუძნება ცხრილს № 5.

გრაფიკი 1;2



ზამთრის მზომელას პეკლების ნაყოფიერება და ასიმილაციის კოეფიციენტი სხვადასხვა მცენარეზე კვებისას

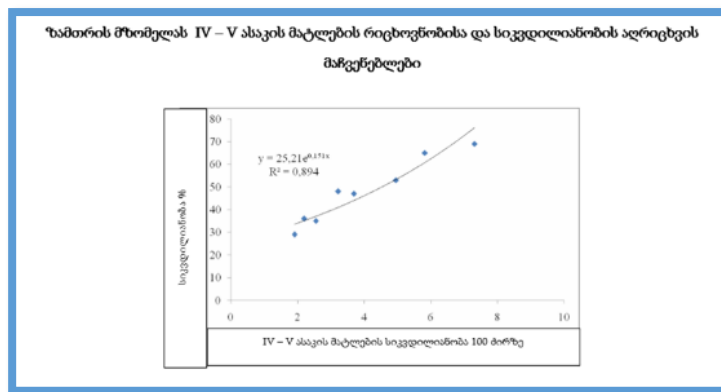
სახეობა	მუხა		ვაშლი	
ასაკი, წელი	45	60	15	20
ხის სისრულე(მ)	0,6	0,7	0,7	0,7
ბონიტეტი	III	IV	IV	IV
საშუალო ნაყოფიერება (კვერცხი) ცალი	204±11	159±8	172±6	146±5
ასიმილაციის კოეფიციენტი	0,202	0,300	0,265	0,317

როგორც კვლევებმა აჩვენა, მუხაზე ასიმილაციის კოეფიციენტი იყო შედარებით დაბალი (0,202±0,185), ხოლო საშუალო ნაყოფიერება - მაღალი (204). ნაკლებად ხელსაყრელი პირობები იყო 60 წლის მუხაზე, ვიდრე 20 წლის ვაშლზე. ვაშლზე საშუალო ნაყოფიერება იყო დაბალი (172 და 146 კვერცხი), ასიმილაციის კოეფიციენტი კი- მაღალი.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნები, რომ ზამთრის მზომელა ვრცელდება სრულიად სხვადასხვა ბუნებრივ პირობებსა და ბიოცენოზებში, თითქმის მთელ საქართველოში, თუმცა მისი გავრცელება და მავნეობა ბევრადაა დამოკიდებული როგორც გარემოს კლიმატურ პირობებზე, ისე საკვები მცენარეების სახეობასა და ასაკზე.

აბიოტური და ბიოტური ფაქტორების როლი ზამთრის მზომელას რიცხოვნობის რეგულირებაში

მავნებლის რიცხოვნობის რეგულირებაში სხვადასხვა ფაქტორის როლის შესასწავლად ცდები ჩავატარეთ ამ ფაქტორთა მიმართ გამძლეობაზე. კვლევებით დადგინდა, რომ კვერცხის სიცოცხლისუნარიანობაზე აბიოტური და ბიოტური ფაქტორები გავლენას ახდენს 18,3 %-ით. I – III ასაკის მატლების გამძლეობის მაჩვენებელი 50,8%-ია, IV–Vასაკის მატლების გამძლეობის მაჩვენებელი - 27,2%, ჭუპრების კი - 54,8 %. ყველაზე მეტად გამძლე აღმოჩნდა იმაგო. სიკვდილიანობის მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა I – III ასაკის მატლებზე კვირტების დაბერვისა და მატლების გამოჩევის არასინქრონულობისას. უფროსი ასაკის მატლების სიკვდილიანობა პირდაპირპროპორციულია პოპულაციის სიმჭიდროვესთან. მატლების მაღალი სიკვდილიანობის მნიშვნელოვანი ფაქტორია ზამთრის მზომელას დამოკიდებულება (შიდასახეობრივი და სახეობათშორისი) სხვადასხვა მკვებავ მცენარესთან (გრაფიკი №3).



ზამთრის მზომელას ლაბორატორიულ პირობებში გამოზრდის შედეგად გამოვლინდა, რომ მატლები ძირითადად ილუპებოდნენ პარაზიტებისგან (ცხრილი №6).

ცხრილი 6

ზამთრის მზომელას მატლების და ჭუპრების სიკვდილიანობის მაჩვენებლები ლაბორატორიულ პირობებში

მატლების რაოდენობა/ასაკი	მკვდარი მატლების რაოდენობა ცალი %				ჭუპრების რაოდენობა	მკვდარი ჭუპრების რაოდენობა, ცალი, %			
	პარაზიტებისგან		დაავადებებისგან	დაუდგენელი მიზეზით		პარაზიტებისგან		დაავადებებისგან	დაუდგენელი მიზეზით
	Diptera	Hymenoptera				Diptera	Hymenoptera		
2015									
100/3,2	1/1,0	2/2,0	0/0	2/2,0	97	0/0,0	1/1,0	0/0	1/1,0
100/3,3	0/0	1/1,0	1/0	3/3,0	95	0/0,0	0/0,0	0/0	2/2,0
2016									
100/3,1	2/2,0	1/1,0	0/0	2/2,0	95	0/0,0	1/1,0	0/0	1/1,0
100/3,3	0/0	2/2,0	1/1,0	1/1,0	96	0/0,0	0/0,0	0/0	2/2,0
2017									
100/3,1	2/2,0	3/3,0	1/1,0	2/2,0	94	0/0,0	1/1,0	0/0	1/1,0
100/3,3	0/0	2/2,0	0/0	1/1,0	97	0/0,0	3/3,0	0/0	2/2,0

ზამთრის მზომელას ბუნებრივი მტრები

ბუნებრივ პირობებში ზამთრის მზომელას რიცხოვნობის დინამიკაზე მეტ-ნაკლებად გავლენას ახდენენ ენტომოფაგები. ავტორების უმეტესობა მიიჩნევს, რომ ენტომოფაგების ეფექტურობა ზამთრის მზომელას რიცხოვნობის რეგულირებაში მცირეა. ამავ დროს საპირისპირო მოსაზრება გვხვდება ხიცოვას შრომებში.

ზამთრის მზომელას ბოლო ასაკის მატლებს აზიანებენ ტაქინები *Cyzenisalbicans* Ell., რომელიც იწვევს მავნებლის სიკვდილიანობას 2,4-6,2% - ით. ტყის ტრიქოგრამა (*Trichogramma evanescens* West.) არის მრავალი სახეობის მწერის, მათ შორის ზამთრის მზომელას კვერცხის პარაზიტი. მათი მდედრები კვერცხებს დებენ მასპინძლის კვერცხებზე. ზამთრის მზომელას კვერცხში ვითარდება 1-2 ტრიქოგრამა. პარაზიტის კვების დასრულებისას (მატლის ფაზაში) მზომელას კვერცხი იღებს შავ შეფერილობას და მათი გარჩევა ჯანსაღისაგან ძალიან ადვილია. ტრიქოგრამა მასპინძლის კვერცხში იჭურებს და მდედრები გამოფრენისთანავე დებენ დიდი რაოდენობით კვერცხებს.

ზამთრის მზომელას როცხოვნობის რეგულირება შეუძლიათ ასევე ზოგიერთ ფიტოფაგსაც, მაგალითად, როგორცაა *Miridae*, *Macrolophus nubilis* H.S, რომელიც იკვებება მზომელას კვერცხით და მატლებით.

ზამთრის მზომელას ენტომოფაგების გამოვლენისთვის ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა დაფერთხვის მეთოდი: ტოტების დაფერთხვის შემდეგ მწერებს ვაგროვებდით პოლიეთილენის საფენიდან, რომელიც დაფენილი იყო ხის ქვეშ. შეგროვილი მასალა გადაგვქონდა ლაბორატორიაში. მასალის შეგროვება ხდებოდა დილის საათებში, როდესაც მწერები ნაკლებად მოძრავნი არიან. მასალის შეგროვება ხდებოდა 2015-2017 წლების მთელ სავეგეტაციო პერიოდში.

ჩვენს მიერ გამოვლენილი იქნა შემდეგი ენტომოფაგები და ენტომოფაგების ეფექტურობის მაჩვენებლები (Tserodze 2014:105-106, Tserodze M. 2017: 13-14). (Table 7; 8).

ცხრილი 7

ზამთრის მზომელას ბუნებრივი მტრები

პარაზიტები	
მატლის	ჭურის
Ichneumonidae	Ichneumonidae
<i>Agrypon flaveolatum</i> L.	<i>Pimpla spuria</i> Grav.
Braconidae	
<i>Apanteles ater</i> Ratzb.	
<i>Ascogaster rufidens</i> Wesm.	
Tachinidae	
<i>Blondelia nigripes</i> Fall.	
Chalcidae	
<i>Eulopus larvarum</i> L.	
მტაცებლები	
მატლის	ჭურის
Carabidae	Carabidae
<i>Calosoma inguisitor</i> L.	<i>Pterostichus cupreus</i> L.
Silphidae	<i>Cicindela soluta</i> Dej.
<i>Xylodrepa quadripunctata</i> Sehr.	Staphylinidae
Raphidioptera	<i>Philonthus</i> sp.
<i>Raphidia ophiosis</i> Schum.	Cantharidae
	<i>Cantharis fusca</i> L.

ზამთრის მზომელას უფროსი ასაკის მატლებისა და ჭუპრების ენტომოფაგებით დასენიანების %
(ენტომოფაგების ეფექტურობა)

წლები	მავნებლის განვითარების სტადია	მავნებლის რაოდენობაცალი	დასენიანებული ენტომოფაგებით ალი	დასენიანების %
2015	მატლი	925	18	1,3
	ჭუპრი	259	8	0,09
2016	მატლი	306	8	2,6
	ჭუპრი	400	3	0,7
2017	მატლი	274	18	6,6
	ჭუპრი	314	1	0,3

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჩვენს მიერ აღრიცხული ენტომოფაგების კომპლექსიდან ზამთრის მზომელას რიცხოვნობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ როგორც მატლის, ისე ჭუპრის პარაზიტები. განსაკუთრებული სიხარბით მატლის პარაზიტები გამოირჩევიან.

პარაზიტებს შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობით გამოირჩევა *Agrypon flaveolatum* L. და *Apanteles ater* Ratzb. ჭუპრის მტაცებლებს შორის კი - *Pterostichus cupreus* L., *Cicindela soluta* Dej. და *Cantharis fusca* L. (ცხრილი №9).

პარაზიტების ეფექტურობა ზამთრის მზომელას რიცხოვნობის რეგულირებაში

სახეობა	ზამთრის მზომელას მატლებისა და ჭუპრების საერთო რაოდენობის დაპარაზიტაციის %	
	მაქსიმალური	მინიმალური
<i>Agrypon flaveolatum</i> L.	9,4	24,1
<i>Apanteles ater</i> Ratzb.	11,1	37,6
<i>Pterostichus cupreus</i> L.	5,7	14,9
<i>Cicindela soluta</i> Dej.	8,1	18,4
<i>Cantharis fusca</i> L.	8,6	19,7

კვლევები ჩავატარეთ ასევე ზამთრის მზომელას მატლებისა და ჭუპრების ენტომოფაგებით დაზიანების ხარისხზე საცდელ და საკონტროლო ტერიტორიებზე, რომლებიც შემოვფარგლეთ ნექტარის შემცველი მცენარეებით (ცხრილი №10,11).

ნექტაროვანი მცენარეების ეფექტურობა (საშუალო მაჩვენებელი, 2015- 2017)

ხეების დეფოლიაციის ხარისხი %	საკონტროლო	თაფლოვანი მცენარეები (კამა)
		50-60
ენტომოფაგებით დაზიანების %		
მატლი	8	15
ჭუპრი	6	17

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ის ტერიტორია სადაც დათესილი იყო კამა, ემტომოფაგებით მატლების დაზიანება იყო 15%, ხოლო ჭუპრების 17%. ამასთან მცენარის დეფოლიაციის ხარისხი 20%-ით დაბალია ვიდრე საკონტროლო ტერიტორიაზე. კვლევებით დადგინდა, რომ ნექტაროვანი მცენარეებით შემოფარგლულ ტერიტორიაზე პარაზიტების ეფექტურობა ცვალებადია, ეს მიუთითებს იმაზე, რომ ნექტაროვანი მცენარეები სხვადასხვაგვარად მოქმედებს ენტომოფაგების მოზიდვაზე (ცხრილი №11).

ზამთრის მზომელას პარაზიტული ენტომოფაგების თანაფარდობა საცდელ და საკონტროლო ნაკვეთებზე (2015-2017 წლების საშუალო)

სახეობა	დასნებოვნების ფაზა	მატლებისა და ჭუპრების დასნებოვნება %	
		საკონტროლო	საცდელი
Ichneumonidae <i>Agrypon flaveolatum</i> L.	მატლი	25,0	33,3
Braconidae <i>Apanteles ater</i> Ratz.		37,5	40,0
Tachinidae <i>Blondelia nigripes</i> Fall.		25,0	20,0
Chalcidae <i>Eulopus larvarum</i> L.		12,5	6,7
Ichneumonidae <i>Pimpla instigator</i> F.	ჭუპრი	66,7	82,3
Chalcidae <i>Brachimeria</i> sp.		33,3	17,7

თაფლოვანი მცენარეების შეთესვით ენტომოფაგების მოზიდვას შეუძლია მავნებლის რიცხოვნობის შემცირება, მაგრამ ეს მეთოდი ვერ შეცვლის მავნებლებთან ბრძოლის ტრადიციულ, უკვე აპრობირებულ მეთოდებს.

მზომელების რიცხოვნობის რეგულირებაში ბუნებრივ პირობებში ენტომოფაგებთან-მტაცებლებთან და პარაზიტებთან ერთად, გარკვეულ როლს ასრულებენ ენტომოპათოგენური

მიკროორგანიზმები. ბირთვული პოლიენდროზის ბუნებრივი ეპიზოოტია იყო აღნიშნული 1981 წ., როცა ზამთრის მზომელას სიკვდილიანობამ ვირუსული ინფექციის შედეგად მიაღწია 18,1-2,54% -ს.

კვლევების წარმოების პროცესში ჩვენს მიერ ხშირად აღინიშნებოდა ბაქტერიული და სოკოვანი ინფექციებისაგან გამოწვეული ზამთრის მზომელას მატლებისა და ჭუპრების სიკვდილიანობა (რომელთა გამომწვევი გამოყოფილი იყო დაავადებული მატლებიდან და ჭუპრებიდან და გადათესილი იქნა საკვებ არეებზე). სოკოვან დაავადებებიდან მავნებლის მატლებსა და ჭუპრებზე გამოვლენილი იყო სოკოები: თეთრი მუსკარდინა (*Beaveria bassiana* Bals) და *Metarhizium anisopliae*.

მავნებლის რიცხოვნობის რეგულირებაზე სოკოვანი ორგანიზმების როლისა და მათი ეფექტურობის დასადგენად, ცდებს ვატარებდით მავნებლის განვითარების თითქმის ყველა ფაზაში გამოვლენილ პათოგენებზე - *Beauveria bassiana* –სა და *Metarhizium anisopliae* - ზე.

ცდებს ვატარებდით ხუთივე ასაკის მატლებზე, რომლებიც დამუშავებული იყო სხვადასხვა კონცენტრაციის პრეპარატებით. სიკვდილიანობას ვითვლიდით აბოტის ფორმულის გამოყენებით. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში №12.

ცხრილი 12

პათოგენური სოკოებისაგან გამოწვეული ზამთრის მზომელას სხვადასხვა ასაკის მატლების სიკვდილიანობის % (2017 წელი)

განზავების კონცენტრაცია	დღეები დამუშავების შემდეგ	სიკვდილიანობის %	
		<i>B. bassiana</i>	<i>M.anisopliae</i>
1:1000	5	93	90
	10	95	93
	15	98	98
1:5000	5	81	79
	10	83	82
	15	87	89
1:10000	5	69	65
	10	72	70
	15	75	75
1:50000	5	29	27
	10	42	40
	15	45	45
კონტროლი	5	8	7
	10	15	14
	15	17	17

როგორც ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ირკვევა, *Beaveria bassiana* და *Metharisium anisopliae* ეფექტური პათოგენები არიან ზამთრის მზომელას ბიოლოგიური კონტროლისათვის. რაც უფრო მაღალია ხსნარის კონცენტრაცია და დაბალია მატლის ასაკი, სოკოების ეფექტურობაც უფრო მაღალია. *Beaveria bassiana* - ს ეფექტურობამ შეადგინა 93 %, ხოლო *Metharisium anisopliae*-ს შემთხვევაში ეს მაჩვენებელი იყო 90%.

მართალია ენტომოფაგები და ენტომოპათოგენური მიკროორგანიზმები მეტ-ნაკლებად არეულირებენ მოცემული მავნებლის რიცხოვნობას ბუნებაში, რაც დამოკიდებულია როგორც გარემო პირობებზე, ასევე მავნებლის განვითარების ფაზაზე და სხვ. ფაქტორებზე. ჩვენის აზრით, როგორც მცენარეების, ისე სასარგებლო ენტომოფაუნის ბუნებაში დაცვის მიზნით, მიზანშეწონილია მავნე მწერების წინააღმდეგ ბიოლოგიური პრეპარატების, კერძოდ ზამთრის მზომელას რიცხოვნობის შესამცირებლად, სოკოვანი და ვირუსოვანი საშუალებების გამოყენება.

ზამთრის მზომელას წინააღმდეგ კომპლექსური ღონისძიებების შემუშავება

ბიოპრეპარატების გამოცდის შედეგები

ზამთრის მზომელას ახასიათებს მასობრივი გამრავლება. ის ანადგურებს მცენარეთა კოკრებს, ყვავილებს, ნასკვებს და განსაკუთრებით ფოთლებს, რაც იწვევს ხეების ძლიერ დაზიანებას და დაღუპვასაც კი, რაც მოსავლიანობის შემცირების საფუძველია. ამასთან, მავნებელი სხვადასხვა მტაცებლისა და პარაზიტისათვის წარმოადგენს კვების წყაროს.

საქართველოს საწარმოო ბაღებისა და ტყის ფოთოლმღრღნელი მავნებლების აფეთქარების წლებში, ქიმიური დაცვის მეთოდის ეფექტურობა მაღალია და ხშირად შეადგენს 95%, მაგრამ ქიმიური პრეპარატების მასობრივი გამოყენება უარყოფითად მოქმედებს გარემოზე და სასარგებლო ენტომოფაუნაზე. საბოლოოდ ბუნებრივი მექანიზმების დასუსტება იწვევს მავნე სახეობების უფრო გამრავლება-გააქტიურებას, ასევე მათ რეზისტენტობას პესტიციდების მიმართ.

დაცვითი ღონისძიებების გამოყენების ხარჯზე ამ დანაკარგების მნიშვნელოვანი ნაწილის დაზღვევა შესაძლებელია მცენარეთა ინტეგრირებული დაცვის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით.

მცენარეთა დაცვის ტრადიციული მეთოდები ძირითადად დაფუძნებულია პათოგენის რიცხოვნობის ქიმიური გზით შემცირებაზე.

ჩვენს მიერ კვლევების წარმოების დროს მხედველობაში გვაქვს მცენარეთა დაცვის ეკოლოგიზაციის პრობლემა, რაც პირველ რიგში გულისხმობს აგროცენოზების რეგულაციის პროცესებისადმი კომპლექსურ მიდგომას, ეკოსისტემების ეკოლოგიური კანონმდებლობების საფუძველზე.

პესტიციდების გამოყენების მთლიანი უარყოფა ამ დროისათვის არარეალურია, მაგრამ არსებობს შესაძლებლობა, მინიმუმამდე დავიყვანოთ გარემოს დაბინძურება ქიმიური დამუშავების ჯერადობის შემცირებითა და ამათუიმი საშიში მავნებლის გავრცელების პროგნოზირებით. ამის საფუძველზე უნდა მოხდეს ბიოპრეპარატების გამოყენება და დეტალურად იქნეს შესწავლილი მავნებლების სახეობრივი შემადგენლობა, ფენოლოგია და რიცხოვნობა კონკრეტულ აგროცენოზებში.

ზამთრის მზომელას რიცხოვნობაზე დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ მიუხედავად მავნებლის მაღალი გამძლეობისა არახელსაყრელი პირობების მიმართ, მის რიცხოვნობაზე დიდ გავლენას ახდენს აბიოტური და ბიოტური ფაქტორები. მავნებლის მიერ მცენარეების დაზიანების ხარისხის შეფასება მოცემულია ცხრილში №13.

ზამთრის მზომელას მიერ მცენარეების დაზიანების ხარისხის შეფასება

აღრიცხული ჰა	დაზიანებული		დაზიანებული ხეები %	დაზიანებული ფოთლები%	კვრცხის ბუდეების რაოდენობა 1 ხეზე
	ჰა	%			
2015					
5	3	60	12	22	0,05
2016					
5	4	80	18	31	0,2
2017					
5	4	30	4	7,1	0,01

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ზამთრის მზომელა გამოირჩევა დიდი მავნეობით. 2015 წელს აღინიშნა დაზიანებული მცენარეების მაღალი მაჩვენებელი - 60%, 2016 წელს - 80%, ხოლო 2017 წელს - 30%. ამავე პერიოდში, ჩვენი უშუალო მონაწილეობით, მავნებლის გავრცელების კერებში ხდებოდა ბიოპრეპარატებით მცენარეთა ავიადამუშავება, პარალელურად ლაბორატორიულ პირობებში ვახდენდით მიკრობიოლოგიური პრეპარატების გამოცდას.

ზამთრის მზომელას წინააღმდეგ ჩვენს მიერ გამოცდილი და ერთმანეთზე შედარებული იქნა 2 ბაქტერიული ინსექტიციდი: D დიპელი 8 ლ, ზს ბა-1760 ეა/მგ (*Bacillus thurengensis* subsp.kurstaki), შტამი HD-I ABთშ-351 ვალენტ ბიოსაენსეს კორპორეიშნ და ლეპიდოციდი მკ-ს ბა-2000 ეა/მგ (*Bacillus thuringiensis*. Var. *Kurstaki*) სიბიოფარმი და ქიმიური პრეპარატი ფასტაკი - ემულსიის კონცენტრატი. იგი არის სინთეზური პირეტროიდების ჯგუფის ქიმიური ინსექტიციდი, რომელიც სხვა ქიმიური ჯგუფის ინსექტიციდებისაგან განსხვავებით, შედარებით დაბალტოქსიკურია თბილსისხლიანების მიმართ. კვლევები ტარდებოდა ლაბორატორიულ პირობებშიც. შედეგები მოცემულია ცხრილში №14.

ცხრილი 14

ზამთრის მზომელას წინააღმდეგ ბიოპრეპარატების გამოცდის შედეგები

პრეპარატის დასახელება	კონცენტრაცია	ცდაში მატლების რაოდენობა	დაღუპული 12 დღის შემდეგ		ცოცხალი	
			ც	%	ც	%
ფასტაკი	0.01	100	85	85	11	11
ფასტაკი	0.3	100	95	95	4	4
დიპელი	0.1	100	62	62	38	38
დიპელი	0.15	100	72	72	28	28
ლეპიდოციდი	0.1	100	55	55	45	45
ლეპიდოციდი	0.2	100	61	61	29	29

როგორც ცხრილიდან ჩანს, 0.01 %-იანი კონცენტრაციის შესხურებისას, მატლების სიკვდილიანობამ ფასტაკის შემთხვევაში შეადგინა 85%, დიპელის 0.1% კონცენტრაციის შემთხვევაში - 62%, ხოლო ლეპიდოციდის გამოყენებისას - 55%. კვლევებით დადგინდა, რომ კონცენტრაციის მატებასთან ერთად, მწერების სიკვდილიანობის პროცენტული მაჩვენებლებიც მატულობს.

შესწავლილი იქნა ასევე ბიოლოგიური პრეპარატების ეფექტურობა მესამე ასაკის მატლებზე. აღრიცხვას ვაწარმოებდით ხის ოთხივე მხარეს განლაგებულ ტოტებზე (ხეზე 25 ბუდე). ცხრილში №15 მოცემულია ზამთრის მზომელას მესამე ასაკის მატლების სიკვდილიანობა ლეპიდოციდით დამუშავებამდე, ხოლო ცხრილში №16 - ლეპიდოციდით დამუშავების შემდეგ. როგორც ცხრილიდან ჩანს ბიოლოგიური პრეპარატის მოქმედება მესამე ასაკის მატლებზე მაქსიმალურია და სხვადასხვა განმეორებაში შეადგენს 100 %-ს.

ყველა ბაქტერიული პრეპარატი, მათ შორის ლეპიდოციდი, ხასიათდება ნაწლავური მოქმედებით. ამიტომ ენტომოპათოგენური მოქმედების გამოსავლენად, ის უნდა მოხვდეს მწერის ნაწლავებში. აღსანიშნავია, რომ ცოცხლად დარჩენილი მატლები, შესხურებიდან მე-8 დღეს საერთოდ არ იკვებებოდნენ და არც მოძრაობდნენ. ე. ი. მათი შინაგანი ორგანოები იყო ლიზირებული.

მართალია ქიმიური პრეპარატების გამოყენება სწრაფი და ეფექტურია, მაგრამ ეკოლოგიური თვალსაზრისით რეკომენდებულია ბიოლოგიური პრეპარატების გამოყენება. ოპტიმალური ვარიანტი კი არის კომპლექსურ ღონისძიებათა სისტემა.

ზამთრის მზომელასაგან ხეხილის ბაღების დაცვის ბიოლოგიური სისტემა

ბაღის დაცვის სისტემა უნდა ეფუძნებოდეს არა მხოლოდ ქიმიური და ბიოლოგიური პრეპარატების გამოყენებას, არამედ უნდა შემუშავდეს მებაღეობის ადაპტირებული ინტენსიფიკაციის სტრატეგია, რომელიც მიზნად ისახავს აგროეკოსისტემის ბიოტური კომპონენტების მართვის მეთოდების გამოყენებას. ზამთრის მზომელასაგან ბაღის ბიოლოგიური დაცვის სისტემის გამოცდა ჩატარდა ჩვენს მიერ გორის ბაღებში 2015-2017 წლებში. უპირველესად, ადგილობრივი პოპულაციის ენტომოფაგების შენარჩუნებისა და აქტივიზაციისათვის ბაღების მასივში შეყვანილ იქნა სასარგებლო აგენტების რეზერვატი, თანახმად ვორონცოვის მეთოდიკისა.

რეზერვატი წარმოადგენს ბაღის ნაწილს, რომლის ფართობი შეადგენს მასივის ფართობის არანაკლებ 0,5%-ს, რომელშიც განლაგებულია მავნე ორგანიზმებისადმი გამძლე ვაშლის საგვიანო ჯიშები. რეზერვატში ხეების ყვავილობის შემდგომ წყდება და ქიმიური ინსექტიციდების ყველანაირი სახის დამუშავება. აუცილებლობის შემთხვევაში გამოიყენებოდა ფუნგიციდები, რომლებიც არ ამცირებს ენტომოფაგების ბიოლოგიურ ეფექტურობას (გრაფიკი №5). რეზერვატის გარშემო შეიქმნა ბიოლოგიური დაცვის ზონა, სადაც დამუშავება ტარდებოდა ბიოლოგიური პრეპარატებით და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით.

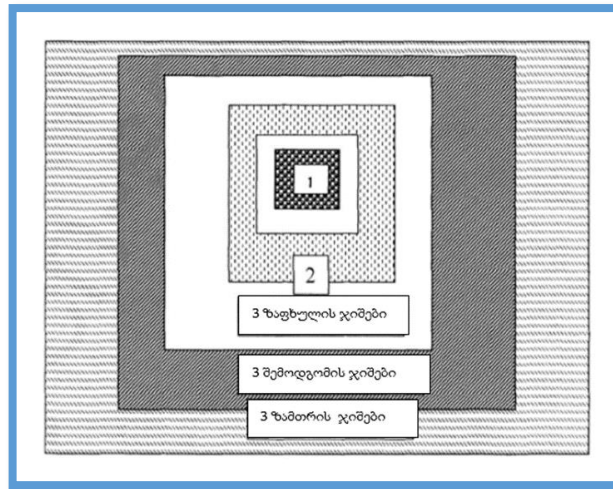
ზამთრის მზომელას მესამე ასაკის მატლების რიცხოვნობა ლეპიდოციდით დამუშავებამდე

განმეორება	ხეებზე მატლების რაოდენობა																								
1	20	-	29	8	-	14	8	-	8	10	-	12	9	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	6	-	14	14	-	22	13	-	13	14	-	16	12	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	14	-	15	10	-	12	10	-	10	9	-	7	7	-	7	10	-	12	-	15	10	-	19	16	-
4	10	-	10	9	-	-	7	8	-	5	7	-	14	8	-	11	3	-	14	17	-	10	5	-	6

ზამთრის მზომელას მესამე ასაკის მატლების რიცხოვნობა ლეპიდოციდით დამუშავების შემდეგ

განმეორება	ხეებზე მატლების რიცხოვნობა																								
1	0	-	1	4	-	3	1	-	2	3	-	1	0	-	2										
2	0	-	1	1	-	1	0	-	0	0	-	1	1	-	0										
3	0	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	0	1	-	2	0	-	0	-	1	0	-	0	2	-
4	1	-	0	1	-	-	2	0	-	1	0	-	1	1	-	3	0	-	1	1	-	0	0	-	1

ვაშლის საწარმოო ბაღში ზოოფაგების რეზერვატის განთავსება (მებაღეობაში ადაპტირებულ-
ლანდშაფტური მიწათმოქმედება)



1-რეზერვატი (მასთან ახლოს მყოფი ბუნებრივი სადგური ან ტყის ზოლი);

2 - ბიოლოგიური დაცვის ზონა;

3- ინტეგრირებული დაცვა.

ბაღის ეს ნაწილი ასრულებდა ფილტრის ფუნქციას, ენტომოფაგებს უშვებდა დაუბრკოლებლად რეზერვატიდან საწარმოო ან ფერმერულ ბაღში და აფერხებდა ფიტოფაგების განთავსებას.

შემდგომ ამისა, განთავსებული იყო ზაფხულის პერიოდში დასამწიფებელი ჯიშები, რომლებსაც ყვავილობის შემდგომ ვიცავდით ბიოლოგიური მეთოდებით და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით.

საზაფხულო ჯიშების შემდგომ განთავსებული იყო საშემოდგომო ჯიშები, რომლებიც მოითხოვდნენ ქიმიური საშუალებების მინიმალური დოზით გამოყენებას, ასევე მავნებლებისაგან დაცვს მიზნით.

ზამთრის ჯიშებში მეტნაკლებად გამოყენებულია პესტიციდები. ისინი განთავსებულია ბაღის მასივის პერიფერიაში იმგვარად, რომ მაქსიმალურად გაიზარდოს ქიმიური დამუშავების ადგილიდან რეზერვატამდე არსებული მანძილი. ამგვარად უზრუნველყოფილია ბაღში ენტომოფაგების განთავსების დაუბრკოლებელი გაშვების პირობა.

საწარმოო ბაღის შემადგენლობაში შემავალი რეზერვატის ბიოლოგიური ეფექტურობა მოცემულია ცხრილში №17

რეზერვატის გავლენა საწარმოო ბაღის მასივში ენტომოფაგების ბუნებრივი პოპულაციის აქტიურობაზე
(ზამთრის მზომელას მაგალითზე)

ვარიანტი	ენტომოფაგების რაოდენობა (სახეობა/ზე)	ზამთრის მზომელას (ინდივიდი/ზე)
ნაკრძალი-რეზერვატი	524	59
ბიოლოგიური დაცვის ზონა	420	51
დაცვის შეთავაზებული ვარიანტი	182	50
საკონტროლო-საბაზისო ვარიანტი (მასივი რეზერვატის გარეშე)	15	2,8

ზამთრის მზომელასა და ადგილობრივი პოპულაციის სასარგებლო აგენტებით კონტროლის მაგალითზე დადგენილია, რომ ამ ღონისძიებებით იზრდება ენტომო და აკარიფაგების აქტიურობა 12-13-ჯერ და მცირდება პესტიციდების პრესი 10-25%-ით.

ბაღის მოწყობისას გამფრქვევის რიგების გასასვლელში თავსდება ბლოკები. კვარტალში რგავენ ერთი სახეობის ხეებს (კურკოვანებს - საადრეო და საგვიანო ჯიშებს), ძირითადი დაავადებების, მავნებლებისადმი მდგრადობისა და პრეპარატებისადმი მგრძობიანობის ერთნაირი დონით. ბაღის მოწყობა კვარტალებში უნდა განიხილებოდეს მცენარეთა დაცვის ერთი მთლიანი ტექნოლოგიის გათვალისწინებით, რომელიც აქვეითებს დაცვითი ღონისძიებების ღირებულებას და ამცირებს ბუნების დაზინძურებას 10-80%-მდე.

ბაღებში დაცვითი ღონისძიებების დაგეგმვისა და ორგანიზებისთვის მნიშვნელოვანია გათვალისწინებულ იქნას ენტომოფაგების კომპლექსის განაწილების ხასიათი. ცნობილია, რომ მრავალი სახეობის სასარგებლო ფეხსახსრიანების გავრცელება ბაღებში შესაძლოა იყოს მოზაიკური.

ბაღის ფართობი ასევე ახდენს გავლენას სასარგებლო ფეხსახსრიანების განთავსების თავისებურებებზე დარგული ტერიტორიის მიხედვით. ბაღის მცირე კვარტალებში, ფართობით 1 ჰექტარიდან, შეინიშნება თანაბარი განთავსება. ბაღის ფართობის გაფართოებასთან ერთად იზრდება ენტომოფაგების რიცხოვნობის მერყეობის ამპლიტუდაც, კიდებიდან ცენტრისაკენ მიმართულებით.

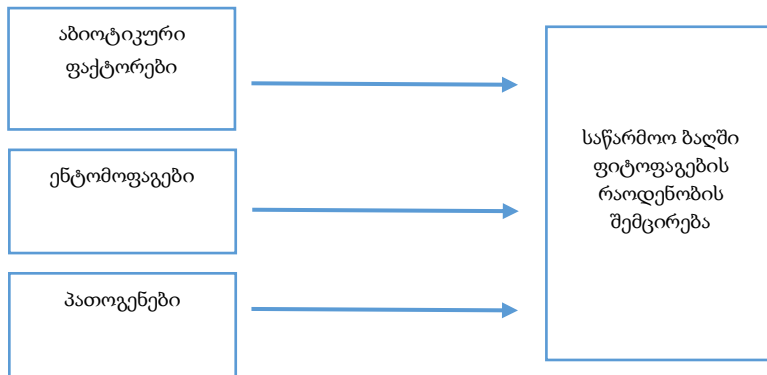
ენტომოფაგები, სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში, თავსდებიან ნაყოფიერი ბაღების ტერიტორიაზე არათანაბრად. მწვანე კონუსის ფენოფაზაში, საშუალო სიმწიფის ვაშლის ხეებზე, ენტომოფაგების მაქსიმალური კონცენტრაცია შეინიშნება ბაღების კიდებში არსებულ რიგებში. ცენტრალურ უბნებზე დასახლება ხდება სუსტად. გამოკვირტვის დროს ენტომოფაგების მაღალი სიმჭიდროვეა ბაღის ცენტრის მიმართულებით. აგრეგირებული განთავსება შეინიშნება ყვავილობის, ნაყოფის ზრდისა და განვითარების პერიოდში.

ენტომოფაგების გავრცელება ბაღის ტერიტორიაზე მნიშვნელოვნად კორექტირდება ბიოტიკური გარემოცვით. ბაღებში, რომელიც შემოფარგლული ბაღის დაცვითი ზოლით და სასოფლო-სამეურნეო მიწებით, სასარგებლო მწერების დიდი რიცხოვნობა შეინიშნება ბაღის შიდა ტერიტორიებზე. ვაშლის

ნერგებზე, რომელიც აღწევს შერეული ტყის კიდეებს და შემოფარგლულია ხე-ბუჩქოვანი მცენარეებით, შეინიშნება ენტომოფაგების კომპლექსის მეტნაკლებად მაღალი რიცხოვნობა რიგების კიდეებში. ხსენებული ფაქტი ადასტურებს მეზობელი ეკოტოპებიდან სახეობების ნაკადის მოდინებას (გრაფიკი №6).

გრაფიკი 6

ძირითადი ფაქტორების გავლენის თანაფარდობის დონე ზამთრის მზომელას რაოდენობის შემცირებაზე, მოსავლის კარგვის პერიოდში



ამრიგად, ფიტოფაგების რიცხოვნობაზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორი, რომლებიც მოქმედებს ერთობლივად. უმნიშვნელოვანეს როლს თამაშობენ აბიოტიკური ფაქტორები (84%). იმდენად, რამდენადაც ზამთრის მზომელა ძლიერ რეაგირებს კლიმატური პირობების ცვალებადობაზე და მისი რიცხოვნობის ზრდა დამოკიდებულია ოპტიმალურ პირობებზე, რომელიც თავის მხრივ მჭიდრო კავშირშია ვაშლის განვითარების ფენოფაზებთან. ზამთრის მზომელას რიცხოვნობის დარეგულირებაში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მეორე ფაქტორად გვევლინება ენტომოფაგების განვითარება. მათი მრავალფეროვნება საკმაოდ დიდია და მავნებელზე გავლენა ხორციელდება განვითარების სხვადასხვა სტადიაზე. მესამე ადგილზეა - დაავადებები: პტოროზოზონოზი, მიკროსპორიდოზი და სხვ.

კვლევებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მავნებლის გამოჩენის ვადების პროგნოზირებას, მათი ბუდეების გამოვლენას და დროულ ლიკვიდაციას. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია დაკვირვების კონკრეტული სისტემა, რომელიც იძლევა საშუალებას, განისაზღვროს ამა თუ იმ ღონისძიების ოპტიმალური ვადები. ფიტოფაგის მავნეობის პროგნოზირებისათვის გამოიყენება ფენოლოგიური დაკვირვების სხვადასხვა მეთოდი, დამუშავებული ბ.ვ. დობროვოლსკის მიერ.

ჩვენს მიერ ტარდებოდა პირდაპირი დაკვირვებები პეპლების ფრენაზე, ასევე დაკვირვებები წარმოებდა კვერცხების, მატლებისა და ჭუპრების განვითარებაზე და ა.შ. ბუნებაზე პირდაპირი დაკვირვებების მეთოდი გვაძლევს მასალას მავნებლის რაოდენობის ზუსტი პროგნოზირებისთვის.

ზამთრის მზომელას განვითარების ციკლის პროგნოზირებისას მნიშვნელოვანია ეფექტური ტემპერატურათა ჯამის ცოდნა. მავნებლის განვითარების ყველა ფაზისათვის ქვედა ზღვრად ვიღებდით +9°C ტემპერატურას. ეფექტური ტემპერატურათა ჯამი, რომელიც შეესაბამება განვითარების განსაზღვრულ პერიოდს, მოცემულია ცხრილში №18.

**ზამთრის მზომელას განვითარების ციკლი
(გორი, ხეხილის ბაღები)**

მავნებლის განვითარების სტადია	ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი °C	
	პირველი გენერაცია	მეორე გენერაცია
პეპლების გამოფრენის დასაწყისი	81,4-101,6	716,5-834,3
პეპლების მასობრივი ფრენა, კვერცხდება	118-184	833,2-891,2
მატლების გამოჩევის დასაწყისი	209-246,6	945-1063,5
დაჭუპრების დასაწყისი	274,5-345	1042-1146,7
მასობრივი დაჭუპრება	556-685,5	1371,9-1528,8

რა თქმა უნდა, ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი არ წარმოადგენს არც ბიოლოგიურ, არც მათემატიკურ კონსტანტას. განვითარების სიჩქარეზე წლის განმავლობაში გავლენას ახდენს დღეღამური ტემპერატურა, ჰაერის ტენიანობა, კვების, გამოზამთრებისა და ამინდის პირობების ერთობლივი გავლენა. ამასთან, აუცილებელია პრაქტიკაში ეფექტური ტემპერატურათა ჯამის დაანგარიშება, ვინაიდან ეს მაჩვენებელი იძლევა ამა თუ იმ ფაზის განვითარების სავარაუდო ვადის პროგნოზირების საშუალებას.

ამრიგად, მავნებლის პროგნოზირებისთვის აუცილებელია შემდეგი მეთოდების გამოყენება: ა) პირდაპირი დაკვირვება მავნებლის ბიოლოგიაზე და ქცევაზე ბ) დაკვირვება განვითარების ყველა ფაზაზე.

ასეთი დაკვირვებების ჩატარებისას, შესაძლებელია დროულად მოხდეს მავნებლის განვითარების ფაზის პროგნოზირება და დროულად განხორციელდეს მათ წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებების განხორციელება.

ბაღების დაცვის კომპლექსური ღონისძიებების განხორციელება და ეფექტურობის შეფასება

ტექნიკური ეფექტურობის განსაზღვრისათვის აუცილებელია მავნებლის რიცხოვნობის შეფასება ღონისძიების გატარებამდე და მის შემდეგ. ასევე საჭიროა დადგინდეს დამუშავების შემდეგ ეფექტურობის აღრიცხვის ვადები (ყოველი კონკრეტული შემთხვევისთვის ცალ-ცალკე). ასევე უნდა დადგინდეს დაგეგმილი ბრძოლის ღონისძიებების დროულობა და ეფექტურობა მცენარისა და მავნებლის ბიოლოგიასთან კავშირში (Tenow, 2019:84-94, Tikkanen 2013:529-553). გორის ბაღებში ზამთრის მზომელას წინააღმდეგ ბრძოლისას, პირველ აღრიცხვას ვატარებდით ხეების დამუშავებამდე და ვითვლიდით ცოცხალი მატლების რაოდენობას 25 ტოტზე, ხის ოთხივე მხარეს. 2-3 დღის შემდეგ ვახდენდით მეორე აღრიცხვას და ვითვლიდით მკვდარი მატლების რაოდენობას ბუდეებში.

მესამე აღრიცხვა ჩატარდა 5 დღის შემდეგ და ა.შ., პესტიციდის მოქმედების სრულ გამოვლენამდე.

ბიოლოგიური ბრძოლის მეთოდის შედეგების საჭირო აღრიცხვიანობა არ განსხვავდება ქიმიური ინსექტიციდების გამოყენებით ბრძოლის ღონისძიებებისთვის საჭირო აღრიცხვიანობისგან. ბიოპრეპარატების გამოყენებისას შედეგების აღრიცხვა უნდა განხორციელდეს დამუშავებამდე და

დამუშავებიდან 5 დღის შემდეგ. ეფექტურობის აღრიცხვა კი უნდა ჩატარდეს მე-6 დღეს და თუ მატლების ნაწილი მაინც ცოცხალია, დაკვირვება უნდა გაგრძელდეს მავნებლის შესამცირებლად მავნების ეკონომიკურ ზღვრამდე.

პრეპარატებით დამუშავების შემდეგ ინფექციის განვითარების შემთხვევაში, აუცილებელია მავნებლის განვითარების ყველა ფაზაზე და მომდევნო გენერაციაზე დაკვირვების გაგრძელება.

ვაშლის ბაღების ზამთრის მზომელასგან დაცვის მიზნით გამოვიყენეთ ლაბორატორიაში გამოცდილი ქიმიური და ბიოლოგიური პრეპარატები - დიპელი, ლეპიდოციდი და ფასტაკი. დამუშავების შედეგები მოცემულია ცხრილში №19

საველე პირობებში ჩატარებული ცდების შედეგების მიხედვით, ყველაზე მაღალი ეფექტი 2015-2017წლებში აჩვენა ფასტაკის გამოყენებამ რომლის ეფექტურობამ შეადგინა 92-95 %, ბიოპრეპარატების გამოყენების ეფექტურობა კი 83-93% ფარგლებში მერყეობდა.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ზამთრის მზომელასგან ბაღების დაცვისთვის კარგ ეფექტს იძლევა მცენარეთა დაცვის ინტეგრირებული მეთოდი, კერძოდ ქიმიური და ბიოლოგიური პრეპარატების კომპლექსური გამოყენება.

ცხრილი 19

ზამთრის მზომელას წინააღმდეგ სხვადასხვა პრეპარატის გამოცდის შედეგები (2015-2017 წელი)

2015				
ცდის ვარიანტი	პრეპარატის ხარჯვის ნორმა, კგ/ჰა, ლ/ჰა	პრეპარატების ეფექტურობა დღეების მიხედვით %		პრეპარატების საერთო ეფექტურობა, %
		5	10	
კონტროლი	0	0	0	0
დიპელი	1,5	90,0	94,1	92,0
ლეპიდოციდი	3	81,3	88,2	84,8
ფასტაკი	0,3	94,3	96,1	95,2
2016				
კონტროლი	0	0	0	0
დიპელი	1,5	92,5	95,0	93,7
ლეპიდოციდი	3	80,1	87,2	83,8
ფასტაკი	0,3	93,2	95,6	94,5
2017				
კონტროლი	0	0	0	0
დიპელი	1,5	86,5	92,6	89,5
ლეპიდოციდი	3	60,5	82,3	76,1
ფასტაკი	0,3	89,0	97,4	93,2

დასკვნები

1. დაზუსტდა და შედგენილ იქნა საქართველოში გავრცელებული მზომელების ანოტირებული სია, რომელიც მოიცავს 6 ქვეოჯახს და 123 სახეობას.

2. გამოიყო მზომელების 7 ფენოლოგიური ჯგუფი:

- ადრე გაზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფი, რომელშიც შედის ისეთი სახეობები, რომლებიც ბუნებაში გვხვდება მარტ-აპრილში. ესენია: *Aslophila aescularia*, და *Trichoptera carpinata*, *Archiearis parthenias*.

- გაზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფი - მავნებელი ბუნებაში გვხვდება აპრილ-მაისში. ამ ჯგუფში შედის 10 სახეობა.

- გაზაფხულ-ზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფში გაერთიანებული პეპლების ფრენა შეინიშნება აპრილიდან ივნისამდე. ამ ჯგუფში გაერთიანებულია 16 სახეობა.

- ადრეული ზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფი - პეპლების ფრენა შეინიშნება მაის-ივნისში, 47 სახეობით.

- ზაფხულის ფენოლოგიური ჯგუფის პეპლების ფრენა შეინიშნება შუა ზაფხულში ამ ჯგუფში გაერთიანებულია 35 სახეობა

- გვიანი ზაფხულის ფენოლოგიურ ჯგუფში გაერთიანებულია 11 სახეობა, რომელთა ფრენა შეინიშნება აგვისტოს ბოლოსა და სექტემბრის დასწყისში.

- შემოდგომის ფენოლოგიურ ჯგუფში შედის 2 სახეობა: *Operopthera brumata* და *Erannis defoliaria*, რომელთა პეპლების ფრენა შეინიშნება შემოდგომაზე, სექტემბერ-ოქტომბერში.

ფენოლოგიური ჯგუფების მიხედვით, ყველაზე მეტი რაოდენობით გვხვდება ადრე ზაფხულის (39,8%) და ზაფხულის სახეობები (29,6%). გვიანი ზაფხულის სახეობები 9,3%-ია, ხოლო დანარჩენი - 24 %.

3. გამოვლინდა საქართველოში გავრცელებული მზომელებიდან ყველაზე მეტი მავნეობით (85%) გამორჩეული სახეობა - ზამთრის მზომელა და პირველად იქნა შესწავლილი საფუძვლიანად მისი ეკოლოგიური თავისებურებები. დადგინდა მავნებლის განვითარებისთვის საჭირო ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი, რომელიც საშუალოდ შეადგენს 300°C.

4. ზამთრის მზომელა გავრცელებულია საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე. მისი გავრცელება და მავნეობა ბევრადაა დამოკიდებული როგორც კლიმატურ პირობებზე, ისე მკვებავი მცენარეების სახეობასა და ასაკზე.

5. ზამთრის მზომელას მატლების გამოჩეკა, განვითარების ფაზების ხანგრძლივობა და ვადები დამოკიდებულია ტემპერატურულ პირობებზე და მკვებავი მცენარის (ვაშლის) ფენოლოგიურ თავისებურებებზე. მატლების გამოჩენა იწყება კვირტების გაშლისას, როდესაც ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი არის 310°C - 1064°C. მატლის განვითარება გრძელდება საშუალოდ 21 დღე. ასაკიდან ასაკში გადასვლა ხდება 3-5 დღეში, დაჭურება - ივნისში. ჭურჭის ფაზა გრძელდება საშუალოდ 147 დღე, როცა ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამი არის 500°C-1529 0C. პეპლების მასობრივი ფრენა ხდება ოქტომბერ-ნოემბერში და გრძელდება დაახლოებით 33 დღე, 80°C-835°C ეფექტურ ტემპერატურათა ჯამის დროს.

6. პეპლების დღე-ღამური ფრენის დინამიკის შესწავლამ აჩვენა, რომ პირველად ფრენას იწყებენ მამრები, დაახლოებით 40 წუთის დაგვიანებით კი - მდედრები. 22 საათის შემდეგ აქტიური ფრენა მცირდება, ღამით კი შეუძენველია.

7. ზამთრის მზომელას რიცხოვნობა დაკავშირებულია საშუალო დღე-ღამურ ტემპერატურასთან, რომელიც განისაზღვრება აბიოტური ფაქტორებით. კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ მავნებლის განვითარების ოპტიმუმი მოითხოვს ტემპერატურის სპეციფიკურ ცვლას წლის მანძილზე, მისი განვითარების ფაზების მიხედვით: იმაგო - შემოდგომაზე, კვერცხი - გვიან შემოდგომასა და ადრე გაზაფხულზე, მატლები და ჭურჭები - გაზაფხულზე და ზაფხულში.

8. ზამთრის მზომელას ნაყოფიერება დამოკიდებულია მკვებავ მცენარეზე და გარემოს ტემპერატურულ პირობებზე. მავნებლის ინდიკატორი მცენარეებია მუხა და ვაშლი. საშუალო ნაყოფიერება შეადგენს საშუალოდ 172 კვერცხს.

9. ჩვენს მიერ პირველად გამოვლენილი იქნა ზამთრის მზომელას 13 სახეობის ენტომოფაგი, მატლის პარაზიტებს შორის განსაკუთრებული ეფექტურობით გამოირჩევიან *Agrypon flaveolatum* L. და *Apanteles ater* Ratzb.

ჭუპრის მტაცებლებს შორის კი - *Pterostichus cupreus* L., *Cicindela soluta* Dej. და *Cantharis fusca* L. ბუნებაში მათი ეფექტურობა მავნებლის რიცხოვნობის რეგულირების საქმეში მერყეობს 8%- დან 37%-მდე.

10. თაფლოვანი მცენარეების გამოყენება ენტომოფაგების მოზიდვის საშუალებას იძლევა და შესაბამისად პარაზიტებით დაზიანებული მატლების და ჭუპრების რაოდენობამ, კონტროლთან შედარებით, 8-15% და 6-17% შეადგინა, თუმცა ეს მეთოდი ვერ შეცვლის მავნებლებთან ბრძოლის ინტეგრირებულ მეთოდს.

11. გამოვლინდა და ლაბორატორიულ პირობებში შეფასდა ენტომოპათოგენური მიკროორგანიზმების - *Beveria bassiana*-სა და *Metharisium anisopliae*-ს ეფექტურობა ზამთრის მზომელას რიცხოვნობის რეგულირებაში. რაც უფრო მაღალია ხსნარის კონცენტრაცია და დაბალია მატლის ასაკი, სოკოების ეფექტურობაც მაღალია. *Beveria bassiana* - ს ეფექტურობა შეადგენს 93 %, ხოლო *Metharisium anisopliae*-სი კი - 90%. ბუნებრივ პირობებში მათი ეფექტურობა მერყეობს 10%-დან 40%-მდე.

12. შემუშავდა ხეხილის ბაღების დაცვის ბიოლოგიური სისტემა. ადგილობრივი პოპულაციის ენტომოფაგების შენარჩუნებისა და აქტივიზაციისათვის ბაღების მასივში შეყვანილ იქნა სასარგებლო აგენტების რეზერვატი. დადგენილია, რომ ამ ღონისძიებით ენტომო და აკარიფაგების აქტიურობა იზრდება 12-13-ჯერ და პესტიციდების გამოყენება მცირდება 10-25%-ით.

13. ზამთრის მზომელას წინააღმდეგ ჩვენს მიერ გამოცდილი და ერთმანეთთან შედარებული იქნა 2 ბაქტერიული ინსექტიციდი: D დიპელი 8 ლ, ზს ბა-1760 ეა/მგ (*Bacillus thurengensis* subsp.kurstaki) შტამი HD-I ABთშ-351 ვალენტ ბიოსაენსეს კორპორეიშნ და ლეპიდოციდი მკ-ს ბა-2000 ეა/მგ (*Bacillus thuringiensis*. Var. *Kurstaki*) სიბიოფარმი და ქიმიური პრეპარატი ფასტაკის ემულსიის კონცენტრატი. 0.01 %-იანი კონცენტრაციის ხსნარის შესხურებისას მატლების სიკვდილიანობამ ფასტაკის შემთხვევაში შეადგინა 85%, დიპელის 0.1% კონცენტრაციის გამოყენებისას - 62%, ხოლო ლეპიდოციდის შემთხვევაში - 55%. კვლევებით დადგინდა, რომ კონცენტრაციის მატებასთან ერთად მწერების სიკვდილიანობის პროცენტული მაჩვენებლებიც მატულობს.

ქიმიური პრეპარატების გამოყენება სწრაფი და ეფექტურია, მაგრამ ეკოლოგიური თვალსაზრისით რეკომენდებულია ბიოლოგიური პრეპარატების გამოყენება. ოპტიმალური ვარიანტი კი არის კომპლესურ ღონისძიებათა სისტემა.

რეკომენდაციები და წინადადებები

ზამთრის მზომელას მავნეობისაგან მცენარეების დაცვის მიზნით რეკომენდებულია:

- ტყეებსა და ხეხილის ბაღებში მავნებლის კერების გამოსავლენად განხორციელდეს სისტემატიური მონიტორინგი ჰიდროთერმული მაჩვენებლების გამოყენებით.
- მოხდეს მავნებლის გავრცელების პროგნოზირება, რიცხოვნობისა და მავნეობის ხარისხის დადგენა.

თუ მავნეობის ხარისხი შეადგენს 50%-ს, მიზანშეწონილია ბიოლოგიური პრეპარატების, კერძოდ ლეპიდოციდის გამოყენება (ხარჯვის ნორმა 3 ლ/ჰა) ან დიპელის გამოყენება - 10 მლ/რდ (ხარჯვის ნორმა 1,5 ლ/ჰა). მავნებლის მასობრივი გავრცელებისას, მყისიერი შედეგის მისაღწევად და დიდი უარყოფითი შედეგის თავიდან ასაცილებლად, საჭიროა გამოყენებული იქნეს ქიმიური მეთოდი, კერძოდ - ფასტაკი (0,3 ლ/ჰა).

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Dobrovolski B. Insects phenology, For high schools 1969:232
2. Dospikhov B. Methodology of field experience Moscow: Kolos 1979: 416
3. Egorova L. Scientific substantiation of technology of protection of wood plants from moths in the lower Volga region, Avtor. 2014:89-100
4. Fasulati K. study of terrestrial invertebrates T.10 1971:424
5. Kozhanchikov Y. Main results of studying the ecology of insects//Entomology T. 38. № 2. 1959:286
6. Kozhanchikov Y. Main results of studying the ecology of insects//Entomology. T. 38. № 2. 1959: 227-288
7. Lobzhanidze M. Prospects for the use of apple pest -*Eriosoma lanigerum* bioagent (*Aphelinus mali*) in agro-ecosystems. Problems of Agrarian Science T. 34. 2006:20-21
8. Lobzhanidze M., Tkebuchava Z. Main pests of agricultural crops and measures to combat them. Publishing House - Ministry of Education and Science of Georgia, Georgian State Agrarian University. 2009:30-35
9. ნ. მესხი - ზამთრის მზომელას (*Operophtera brumata*) ეკოლოგიური თავისებურებანი საქართველოში - მესამე საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „თანამედროვეობის მეცნიერული საკითხები“ შრომათა კრებული
10. Meskhi N., Tserodze M. Efficacy of entomophages on the population dynamics of winter moth (*Operophtera brumata*) in Georgia” Abstract Book, International conference of biopesticides 7, Biopesticides: Shaping human health and global agriculture ICOB7 Side, Antalya, Turkey 2014:97
11. Polivoda E. Biological features and regulation of the winter moth count (*Operophtera brumata* L.) in apple orchards of the Republic of Adygea: dis. Cand. Biol. Sciences: 06.01.11 Krasnodar 2007: 14-16
12. Rudnev D. On the prediction of forest pests and planning measures to combat them. Zool. journal. Vol. 32. Issue. 1. 1962: 313-329
13. Schott T. Predator release from invertebrate generalists does not explain geometrid moth (Lepidoptera: Geometridae) outbreaks at high altitudes Can. Entomol. Vol. 145. – Special Issue 2. doi:10.4039tce. 2012:109
14. Simonenkova V. Multidimensional regression analysis of the connection between the area of foci of insect pests and environmental and climatic factors. Izvestiya Orenburg State Agrarian University. No. 3 (31); Part 2. 2011:293-295
15. Smith I.M., Mc Namara D.G., Scott P.R., Morris K.M. Data Sheets on Quarantine Pest Utgivare: CAB International in association with EPPO 1997: 1425
16. Tenow 2013: Tenow O. Geometrid outbreak waves travel across Europe et. al. J. Anim. Ecol. Vol. 82(1).. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2012.02023.x 2013:84-93
17. Tikkanen O.-P., Niemelä P., Keränen J. Growth and development of a generalist insect herbivore, *Operophtera brumata*, on original and alternative host plants Oecologia Vol. 122(4). doi: 10.1007/s004420050976 2013:529-553
18. Troubridge J. T. Fitzpatrick S. M. A revision of the North American *Operophtera* (Lepidoptera: Geometridae) Can. Entomol. Vol. 125(2). doi:10.4039/Ent125379-2, 1993:1250
19. Tserodze M., Meskhi N. Biological control of Winter Moth, International meeting UIFRO – Integrated management of forest defoliated insects, Book of proceedings, Turkey 2014:105-106
20. Tserodze M., Meskhi Nm. Efficiency of entomophages against winter moth (*Operophtera brumata*) in Georgia International Journal of Agriculture Innovations and Research, V.7, Issue 1, ISSN (online)2319-1473 IJAIR NAAS Score : 3.99, India 2017:13-14
21. Tsintsadze N. Forest Entomology. Georgian agrarian University, 2003:405-118
22. Wesolowski T. Tree defoliation by winter moth *Operophtera brumata* L. during an outbreak affected by structure of forest landscape For. Ecol. Manage. –Vol. 221(1/3). doi: 10.1016/j.foreco. 2000: 299-305

LEPL Batumi Shota Rustaveli State University



Faculty of Technologies
Agroecology and Forestry Department

NIKOLOZ MESKHI

**Specification of species (Geometridae, Lepidoptera) and processing of harmfulness
measures in Georgia**

A B S T R A C T

Of the thesis presented to obtain Academic degree in Agriculture
Specialty: Plant protection

Supervisors: Rezo Jabnidze - Proffesor
Mzhagho Lobzhanidze - Proffessor

Batumi 2018

Specification of species (Geometridae, Lepidoptera) and processing of harmfulness measures in Georgia

Introduction

Actuality of the subject: the appearance of new species of pests and aggressive biotypes, intensive use of chemical fighting methods caused debilitation of natural mechanisms; However, refusal to use pesticides in farming is not realistic now, but there is a possibility to minimize environmental pollution by decreasing the effect of chemical processing, predicting the spread of pests and the multilateral approach.

The ecology of plant protection is primarily a complex approach of management processes in agro-enosis while considering environmental appropriateness.

In recent years, cultivation of fruit trees and the composition of their cultivars have intensively increased in Georgia. From the cultivars special importance is given to the apple production, which is 50% of fruit production in Georgia and it is considered to be an exporting product.

In order to achieve rich yield, it is necessary to study the dynamics of harmfulness of pests, their bioecology, phenology and number that will be the basis for using agrotechnical, biological or chemical measures.

Many species of Geometridae are spread in the forests and apple gardens of Georgia. They are phytophages. They are characterized by periodic mass reproduction and seriously threaten the green cover that conditions the farming importance of measures against the entire family of Geometridae in agro and natural cenoses.

Proceeding from the above mentioned, the description of Geometridae species, spread in Georgia, including the determination of the most harmful, dominant species, the study of ecology, and the identification of their natural enemies is of great importance for the rational solution of plant protection problems. Especially because, the specific composition of Geometridae in Georgia has not been defined yet. That determines the actuality of the problem.

Research objectives and tasks: The aim of the research is to clarify the specific composition of Geometridae in Georgia, to study biological and ecological peculiarities of winter moth, the most harmful dominant among the Geometridae, to reveal the entomophagous insects and determine their effectiveness in regulation of the pests number, to conduct comparative analysis of the biological preparations against the Geometridae.

The objective of the research was the representatives of family Geometridae, spread in Georgia, including the dominant species-the winter moth and its natural enemies.

Selection of the research object was made according to the following criteria:

- Nature of propagation and spread of the pest;
- Level of plant damage;
- Increase the number of the host plants;
- Economic and ecological indicators of the damage.

Research Materials and Methods: The materials, which were collected in the apple orchards in Gori municipality as well as on some apple trees, growing in different regions of Adjara and historical districts, the observations and procession of the collected material with different biological and chemical preparations, conducted in 2015-2017, were used for carrying out research work. During the research we used the methodology for field and laboratory studies (Fasulati 1971: 424, Dospekhov 1979: 416). We conducted work with the purpose to determine the impact of meteorological factors on the development, propagation and number of winter moths. We carried out observations on the phonological phases, to reveal their natural enemies and determine their role in regulating the number of pests.

The route and square methods were used during the research work to ascertain the entomological condition of the gardens.

Scientific innovation: This is the first time the species composition of Geometridae in Georgian has been ascertained, the winter moth, as a pest for fruit trees, was studied in details.

The impact of temperature conditions on the development of the winter moth (according to phases) and specific complex of predators and parasites were ascertained. There has been studied the range of the main entomophagen of the winter moth, their biological efficiency and prospects of the use of biological preparations against the winter moth.

Theoretical and practical significance: The material, represented in the paper has both theoretical and practical significance. It is easier to predict the possible zones of spread if the phonological terms of the winter moth and its natural enemies are studied, to monitor the revealed areas where they are spread and so on. That will enable the plant protection specialists and farmers to plan properly and efficiently, ecologically safe and effective measures to combat the pests.

Approbations: The principal information given in the work was reviewed at the Annual Summit of the National Food Agency. The reports on the results of the dissertation topic were read at the meetings, held at the Agrarian University of Georgia, at the Technological Faculty of the Department of Agro Ecology and Forestry at Batumi Shota Rustaveli State University, as well as at the local and international scientific conferences.

Publications: There are 10 scientific works published around the dissertation topic. 7 of these works are published in the Annals of the International Scientific Conferences and 3 of them in different reviewed scientific journals.

Volume and structure of the dissertation: The dissertation work consists of 153 pages, including the introduction, 4 chapters, 15 sub-chapters, 39 tables, 6 graphic drawings, photographs, conclusions and recommendations. The reference list contains 152 publications.

The literary part consists of 1 chapter and 3 sub-chapters, dealing with the general information about the family Geometridae, some issues about distribution and ecology of the Geometridae fauna, the biological, morphological and ecological peculiarities of the family Geometridae, particularly the winter moth (*Operoptera brumata*) and the agro-climatic characteristics of Georgia.

The experimental part consists of 3 chapters and 12 sub- chapters, which cover research materials and methods, agro-climatic characterization of the scientific research area, the results of the research work, conclusions and recommendations.

Content

It consists of 1 chapter and 3 subdivisions, which describes the general information on the Geometridae, Lepidoptera, ecology and distribution and the biological, morphological and ecological characteristics of Winter moth (*Operoptera brumata*), and the agro-climatic character of Georgia.

The experimental part consists of 3 heads and 12 subunits. Which provides research materials and methods, agro-climatic characterization of research plots, results of research results and recommendations.

Research Results

There are various sources that promote formation of harmful fauna - entomofauna of forest or wild fruit trees, harmful entomofauna of forest deciduous tree (non-fruit bearing trees) varieties, entomofauna of wild herbaceous plants, harmful entomofauna of parks and the imported plants and field protective forest belts. Considerable number of the entomofauna has adapted to fruit bearing plantings, adjusted to the climate of Georgia and may cause a gargantuan damage in future. The larvae of Lepidoptera destroy leaves, inflorescences, sprouts, branches and fruit. In case of severe damage, fruit trees discontinue fruit bearing for a few years and finally they die. (Simonenkova, 2011: 293-295, Lobzhanidze, 2006: 20-21, Lobzhanidze 2009:30-35. Troubridge.1993:1250). Therefore, the knowledge and ascertainment of specific composition of these insects are given special attention.

In the biocanosis we have found and identified the following species of Lepidoptera, Geometridae (Meskhi 2014) (Table 1)

Table 1

Geometridae, lepidopteran of Georgia

№	Subfamily	Species
1.	Archiearinae	<i>Archiearis parthenias</i>
2.	Alsophilinae	<i>Alsophila Aescularia</i>
3.	Geimetrinae	
4.	Tribe Geometrini	<i>Geometra papilionaria</i>
5.	Tribe pseudoterpini	<i>Pseudoterpna pruinata</i>
6.	Tribe thalerini	<i>Thalera fimbrialis</i>
7.		<i>Hemithea aestivaria</i>
8.		<i>Jodis lactearia</i>
9.	Sterhinae	
10.	Tribe sterrhini	<i>Ideae aureolaria</i>
11.		<i>Ideae aversata</i>
12.		<i>Ideae biselata</i>
13.		<i>Ideae deversaria</i>
14.		<i>Ideae dimidata</i>
15.		<i>Ideae fuscovenosa</i>
16.		<i>Ideae humilata</i>
17.		<i>Ideae inquinata</i>
18.		<i>Ideae monilaria</i>
19.		<i>Ideae muricata</i>
20.		<i>Ideae pallidata</i>
21.		<i>Ideae rubraria</i>
22.		<i>Ideae rufaria</i>
23.		<i>Ideae rusticata</i>
24.		<i>Ideae seriata</i>
25.		<i>Ideae serpentata</i>
26.		<i>Ideae strainimata</i>
27.		<i>Ideae subsericeata</i>
28.		<i>Ideae Sylvestraria</i>
29.		<i>Ideae vulpinaria</i>
30.	Tribe scopulini	<i>Scopula flaccidaria</i>
31.		<i>Scopula immorata</i>
32.		<i>Scopula incanata</i>
33.		<i>Scopula nemoraria</i>
34.		<i>Scopula nigropunctata</i>
35.		<i>Scopula ornata</i>
36.		<i>Scopula rubiginata</i>
37.		<i>Scopula umbelaria</i>
38.	Tribe rhodostobhini	<i>Rhodostrophia vibicaria</i>
39.	Tribe Cyclophorini	<i>Cyclophora albiocellaria</i>
40.		<i>Cyclophora annulata</i>
41.		<i>Cyclophora trilineararia</i>
42.		<i>Cyclophora porata</i>
43.		<i>Cyclophora punctaria</i>
44.		<i>Cyclophora puppillaria</i>
45.		<i>Cyclophora ruficilaria</i>

46.	Tribe Calothysanini	<i>Timandra griseata</i>
47.	Larentiinae	<i>Lythria purpuraria</i>
48.	Tribe Xanthorhoini	<i>Scotopteryx bipunctaria</i>
49.		<i>Scotopteryx chenopodiata</i>
50.		<i>Scotopteryx mucronata</i>
51.		<i>Scotopteryx moeniata</i>
52.		<i>Catarhoe cuculata</i>
53.		<i>Catarhoe rubudata</i>
54.		<i>Xantorhoe birivata</i>
55.		<i>Xantorhoe disignata</i>
56.		<i>Xantorhoe ferrugata</i>
57.		<i>Xantorhoe fluectuata</i>
58.		<i>Epirrhoe alternate</i>
59.		<i>Epirrhoe galiata</i>
60.		<i>Epirrhoe molluginata</i>
61.		<i>Epirrhoe rivata</i>
62.	Tribe Cataclysmiini	<i>Cataclysmine riguata</i>
63.		<i>Euphyia frustata</i>
64.		<i>Euphyia unangulata</i>
65.	Tribe Larentiini	<i>Pelurga comitata</i>
66.	Tribe Asthenini	<i>Minoa murinata</i>
67.		<i>Hydrelia flammeolaria</i>
68.	Tribus Operopteriini	<i>Operopthera brumata</i>
69.		<i>Epirrita autumnata</i>
70.		<i>Calostigia pectinataria</i>
71.		<i>Chloroclysta citrata</i>
72.		<i>Cidaria fulvata</i>
73.		<i>Thera juniperata</i>
74.		<i>Thera obeliscata</i>
75.	Tribe Rheumapterini	<i>Coenocalpe lapidata</i>
76.	Tribus Eupitheciini	<i>Eupithecia absinthiata</i>
77.		<i>Eupithecia centaureata</i>
78.		<i>Eupithecia distinctaria</i>
79.		<i>Eupithecia icterata</i>
80.		<i>Eupithecia innotata</i>
81.		<i>Eupithecia linariata</i>
82.		<i>Eupithecia millifoliata</i>
83.		<i>Eupithecia pimpinellata</i>
84.		<i>Eupithecia pini</i>
85.		<i>Eupithecia succenturiata</i>
86.		<i>Eupithecia virgaureata</i>
87.		<i>Eupithecia vulgata</i>
88.		<i>Rhinoprora rectangulata</i>
89.	Tribe Chesiadini	<i>Aplocera plagiata</i>
90.	Tribe Lobophorini	<i>Acasis viritata</i>
91.	Tribe Abraxini	<i>Calospilos sylvatus</i>
92.		<i>Lomaspilis marginata</i>
93.		<i>Ligdia adustata</i>
94.		<i>Stegania dilectaria</i>
95.	Tribe Caberini	<i>Lomographa temerata</i>
96.		<i>Cabera pusaria</i>
97.		<i>Cabera exanthemata</i>
98.	Ennominae	<i>Selena dentaria</i>
99.		<i>Selena lunularia</i>

100.		<i>Selena tetralunaria</i>
101.		<i>Epione repandaria</i>
102.	Tribus Colotoini	<i>Colotois pennaria</i>
103.	Tribus Campaeini	<i>Hylaena fasciaria</i>
104.	Tribus Semiothisisni	<i>Semiothisa liturata</i>
105.		<i>Semiothisa notate</i>
106.		<i>Semiothisa alternaria</i>
107.		<i>Semiothisa artesiaria</i>
108.		<i>Semiothisa clathrata</i>
109.		<i>Semiothisa glarearia</i>
110.		<i>Tephrina arenacearia</i>
111.		<i>Tephrina murinaria</i>
112.		<i>Itame brunneata</i>
113.		<i>Itame wauaria</i>
114.	Tribe Boarmiini	<i>Boarmia repandata</i>
115.		<i>Hypomecis roboraria</i>
116.	Tribe Bistonini	<i>Biston betularius</i>
117.		<i>Biston strataria</i>
118.		<i>Agropis leucophaearia</i>
119.		<i>Agriopsis leucophaearia</i>
120.		<i>Agriopsis bajaran</i>
121.		<i>Agriopsis marginaria</i>
122.		<i>Erannis defoliaria</i>
123.	Tribe Gnophini	<i>Siona lineata</i>

As shown in the table, we have found 123 species from the family of Geometridae within the territory of Georgia. Monovoltine and polyvoltine forms are dominant, most of them are polyphage, whilst monophages are only 10%.

The geometer moths (Geometridae) are spread throughout the whole territory of Georgia and in almost all kinds of biota. We studied 6 categories of biota and 1000 trees from each category, 6,000 trees altogether. The investigations showed that Aploceraplagiata is distinguished by the largest quantity (among the 6 000 registered trees 783 appeared to be damaged that is 13.05%), *Epionerepandaria* is characterized by comparatively less distribution (755 trees were damaged that is 12.98%). The third place is occupied by *Eupithecia pimpinellata*, and with the lowest indicators are distinguished *Agriopisleucophaearia*, *Selena dentaria*, *Calospilosylvatus*, *Lomaspilismarginata*, *Cidariafulvata*, *Epirritaautomnata*, *Euphyiaunangulata*, *Xantorhoeffluetua*, *Scotopteryxmoeniata*, *Scotopteryxmucronata*, *Rhodostrophivibicaria*, *Scopulaflaccidaria*, *Ideaefuscovenosa*. The number of damaged trees caused by the geometer moths was 9 trees among 6,000 that is 0.15%.

The majority of the geometer moths are obligate phytophages and the majority of the larvae are the phyllophage. In the early phase of ontogenesis, the first and the second instars of larvae may use substrates of buds, inflorescences and flowers for food.

At the age of adulthood they go to the obligate philophage. According to nutrition specificity, the main types of the winter moths, spread in Georgia are polyphages - insects feeding on more than 2 species of plants.

The highest rate of damage was reported on the plants of the Rosaceae and Asteraceae families. While the lowest rate of damage is observed on the plants of the Onagraceae family.

The phonological analysis of the collected material in 2015-2017 allows us to assign seven phenoogical groups:

1. Early spring phonological group, which includes species that are found in nature in March-April. They are: *Aslophila aescularia*, and *Trichoptera carpinata*, *Archiearis parthenias*.

2. Early spring phenological group – a pest occurs in nature in April-May. This group includes 10 species.

3. Flight of the butterflies combined in the spring-summer phenological group is observed to occur from April to June. This group combines 16 species.

4. Early summer phenological group – flight of butterflies is observed in May-June (47 species)

5. Flight of the phenological group of summer butterflies are observed in the middle of the summer. This group combines 35 species.

6. The phenological group of late summer consists of 11 species which fly at the beginning of August and early in September.

7. Autumn phenological group includes 2 species - *Operopthera brumata* and *Erannis defoliaria*, the butterflies of which fly in autumn, September-October.

According to the phenological groups, the largest number of early summer (39.8%) and summer species (29,6%). Late summer species are 9,3% and the rest is 24%.

Concerning the studies of the winter moth Biological and phenological development of the winter moth

As we have mentioned above, the goal of our research was to define the terms of appearance of the winter moth, based on the meteorological data and biological monitoring, to determine their development phases, the number of generations, to ascertain their associations with seasonal changes of nature, vertical zones and heat conditions (Tsintsadze, 2003:405-118, Dobrovolski, 1969:232, Kozhanchikov, 1959:286). Insects, like poikilotherm organisms, do not maintain the constant temperature of the body and do not have the ability to regulate it, so the development of the insect, its activity and even existence depends on the environmental conditions and possibly only in certain temperature conditions from + 6-12°C to 36-42°C, which is called Limit of Development Activity. In this regard, we investigated the seasonal peculiarities of the winter moth in various regions of eastern and western Georgia, mainly in the apple plantations in Gori municipality, as well as on individual plants in the territory of Adjara, in lowland and mountainous vertical landscape belts (Smith, 1997: 1425, Wesolowsky, 2000: 299-305).

Field experiments were conducted on phenological phenomena in 2015-2017. On the basis of these experiments we ascertained the beginning of the development of all phases of the winter moth development (Table 2).

After receiving the data from the experiment the average indices that were obtained make it possible to conclude that in the hygrothermal conditions the first larvae begin to appear on April 22 and massively emerge after April 25. Mass pupation begins from May 15 and lasts until May 21, flight of butterflies start on October 5 and ends on November 11. For the normal development of the pest, the sum of effective temperatures is approximately 219°C - 379°C (Meskhi, 2012: 206-2011, Egorova, 2014:98-100).

Table 2

Phonological development of winter moth (2015-2017)

Phase of development	Date	Time of development (phase / days)	Sum of effective temperature
2015			
Appearing in the first worms	19.04	Worm/21	326
Mass appearance of worms	23.04		
The appearance of the first pupas	08.05	Pupa/136	2908
Mass pupation	11.05		
End of pupation	17.05		
flight of first adults	28.09	Adult37	347
Beginning of Mass flight	01.10		
The end of flight	07.11		
2016			
Appearing in the first worms	29.04	Worm / 19	290
Mass appearance of worms	03.05		
The appearance of the first pupas	15.05	pupa/ 158	3056
Mass pupation	17.05		
End of pupation	20.05		
flight of first adults	12.10	Adult/30	252
Beginning of Mass flight	15.10		
The end of flight	12.11		
2017			
Appearing in the first worms	20.04	Worm/23	315
Mass appearance of worms	22.04		
The appearance of the first pupas	12.05	Pupa/ 158	2982
Mass pupation	15.05		
End of pupation	18.05		
flight of first adults	13.10	Adult/30	300
Beginning of Mass flight	17.10		
The end of flight	13.11		

In the middle of May, the pest begins pupation and for this purpose it climbs down into the soil at about 10 cm deep. According to the research work, in the gardens of Gori Winter moth larvae (caterpillars) emerge in spring, 10-12 days before the blossom of apple trees (at the end of April, beginning of May), depending on the temperature conditions. The larvae emerged in the spring, first damage buds and then spins itself a silky cocoon. The first instar larvae prefer younger leaves. The older larvae need more food that provides not only their growth and development, but also the accumulation of fat in their bodies.

The variability of the biochemical content of leaves depends not only on its age but also on the weather. In rainy, cloudy and cool weather, moisture content increases in the leaves that impedes their aging processes. The older larvae of the winter moth, if they feed on such leaves have digesting disorder get weaker, become ill and often die. Sunny, warm and dry weather strengthens the assimilation processes in the leaves, promotes the enrichment of the leaves with nourishing substances that accelerates the growth and development of the caterpillars. Then, they eat leaves, buds, flowers and small fruit.

The temperature, closer to the optimum accelerates viability and the development processes of the larvae. Low humidity of air forces the larvae to take food more intensively that provides them with moisture. As it is known, moisture is essential for all vital processes. In dry conditions, water evaporation increases.

The length of the fifth instar larvae is equal to 15-20 mm. During the optimal air temperature (14-190 C,) their development lasts for 3-4 weeks. The adult caterpillars remain almost motionless on the undersides of the leaves and keep on feeding. Pupation of larvae undergoes in the soil in the weak oval web-spinning cocoons. Hatching of caterpillars starts at the time when the buds begin opening and the summation of the actual temperature is 80 degrees (the temperature limit equals to 6 degrees). During their lifetime, the larvae molt 4 times and pass through 5 instars that differs according to width of head capsule. With the increase in age, the size of larvae's head grows from 0,2 mm to 0.50 mm.

The influence of thermal conditions on the development of the larvae of the winter moth was studied under the laboratory conditions in 2015-2017. The data shows that 100% of the death of the winter moth larvae is reported to occur at 30°C as well as 3°C degrees. The optimum temperature for the larvae to develop is 20°C degrees, while occurrence of their natural death is only 6.1%.

The winter moth larvae can withstand air temperature of 25-28°C for 6-8 hours during the day and the night. Higher temperature causes death of the larvae. High temperatures will also prolong the process of pupation for 40 days, and the death rate of pupae is consequently higher. In warm and hot summer conditions, the larvae develop normally, but pupation is significantly longer.

Studies have also been carried out to determine the effects of winter moth larval nutrition on the duration of pupae development and we found out that elevated temperature obstructs larval development. 30-40% of larvae survived starvation at 20°C during 24 hours, while under the same thermal conditions and normal feeding a great number of larvae turn into pupae. It was ascertained that pupation starts 15 days earlier than at temperature 20°C when they normally feed. At the same temperature a large number of larvae could not survive starvation during 2 days and nights and the pupae could not go to imago phase.

If caterpillars grow in low-temperature mode (12-130C), they are more likely tolerant to starvation for more than a week. In case of total starvation death rate is 50%.

Reduction of development time and low death rate of larvae was observed at 20° C, during starvation for 24 hours.

The fifth instar larvae of the winter moth drop to the ground and pupate. They prefer the more friable soil, often near the trunk of an apple tree and some forest trees. After the fifth instar larval nutrition only the central veins remain from the leaves.

When fruit begins developing the larvae soon descend to the ground and climb down into the soil at a depth of 5-10 cm and make pupae. The vast majority of the winter moths start pupation at the beginning of summer and remain in this phase until late autumn.

The pupa of the winter moth is light brown, 5-8 mm in length. They love moisture, can absorb

water, and in the low humidity of the air they quickly lose water through evaporation.

Comparison of pupae weight shows that their average weight is $133,36 \pm 3,76$ mg (margin of error-2,6%), minimum - 73 mg, maximum - 211 mg. The average weight of a male pupae- $104.16 \pm 2,49$ mg (margin of error - 2,31%), minimum - 64 mg, maximum - 156 mm. The average weight of a female pupae is 12.1% more than the male pupae.

Duration of pupae development is longer when the temperature varies between 9,8-16,30 C.

On average, the terms for pupae development, depending only on temperature, differ within the interval of 25 days and nights (t-9,80 - 119,8 24/ hours, t - 16,30 - 144,6 /24 hours). At the two temperature points the difference between the pupal development terms may last for 2 months.

If the temperature fluctuates within 4-5°C, the pupae may enter diapause. 27,5°C is the maximum when the pupae ceases development.

Our observations make it possible to ascertain that only some butterflies can emerge from pupae at 17-20° C temperature. The pupae prosection showed that most of them die in the final stage of their life at 18,5°C when the butterflies in the cocoon were already covered with scales and black pigments. The pupae die at the initial stages of the metamorphosis if the temperature goes up to 27° C and higher.

However, it should also be noted that the winter moth larvae do not die at 25°C temperatures for a long time, as they are characterized by the ability of estivation (delay in development at high temperatures and trigger the summer diapause).

Estivation during 1.5-2 months does not cause the death of pupae. The estivation ability of the winter moth enables the pest to extend the terms of its development in hot summer conditions.

Based on the analysis of the obtained data, it was found that during the optimal feeding of larvae, in case estivation is not fixed in the pupae the sum of effective temperatures varies between 720-1800°C. If the development of pupae occurs at 10-16° C, the lower temperature margin is 4°C. The butterflies start flying in October-November. They can easily withstand light frosts (-1,5°C).

In 2015, the mass fly of Butterflies was observed from October 1 and ended on November 7-10, in 2016 from 15 October until November 12. In 2017 this phenological phenomenon took place from October 17 to November 13.

The study of the dynamics of 24 hour flight of butterflies showed that males appear 40 minutes earlier than females. After 22 hours the flight intensity decreases and at night it is not noticeable at all.

The most active flight is observed at temperature of 7-12°C. The embryo inside the egg begins to develop in autumn, at -2,5- -2,6°C temperature. The winter moth is a light and heat-loving insect. That is why it gives preference to the lighted and warm places of a tree crown. They begin mating flight 1,5 hour earlier before the sun rises. Male butterflies can fly at low temperatures (-2°C), and when the temperature is low at night, the flight is observed by day.

Air humidity also affects the male fly. The flight does not stop at a small rainfall but the intensity decreases. In case of wind (5 m / sec) flight is interrupted.

The males usually fly nearby the host plants in search of females. After finding their partners they perform mating / copulation that lasts for 8-36 hours. After the sunrise, they stop flying.

The males of the winter moths migrate well and can fly 3,5 km. The longevity of the females depends on the air temperature, humidity and other meteorological factors. The average weight of the females is $115.13 \pm 2,57$ mg, maximum - 169 mg, minimum 59 mg (accuracy of the testing is 2,68%). The average weight of the males is $66,49 \pm 2,00$ mg, maximum - 97 mg, minimum - 36 mg. The females have false ovipositor. Egg-laying of winter moth begins at 5-8°C temperature.

Productivity of the winter moth is around 400 eggs that occur singly or in small groups, in the top part of branches or at the bottom of buds (Kozhanchikov, 1959: 227-288, Polivoda. 2007:14-16, Rudnev, 1962:313-329). The longevity of the winter moth females gradually decreases when temperature varies from 0 to 27°C and it lasts during a few days and nights.

The females lay eggs separately or in small groups, in bark crevices, on branches, leaves, buds, sprouts and the top part of tree crowns.

Our observations showed that, the butterflies of the winter moths can withstand the low temperature conditions quite well, although they can act normally at all positive temperatures (above 0 degree). Having studied the egg-laying processes of 500 females we can ascertain that eggs are laid at minimum temperature 5-11°C.

The embryonic development begins late in autumn and stops in the germ phase. The overwintering process of eggs continues until spring.

The size of an egg is 0,7X0,65 mm, with a stable membrane. The structure of the elliptical membrane is cellular, with thinner cells at the base. The freshly laid egg is blue or yellowish-green, 6-7 days after they get orange.

The sum of average effective temperatures, necessary for development of the embryo in the egg is 131°C in the autumn, and the limit for pausing development is - 2,5°C.

The average of the minimum effective temperatures is 15-18°C and in spring, the sum of the minimum effective temperatures for the development is equal to an average of 79°C. Embryonic development is ceased at 6 °C. The scope of temperature variation in the embryonic development phase is narrower and it was marked within 75-82°C. The minimum is observed at 20°C.

The studies have shown that the egg, which develops at the temperature of 5-10°C in the autumn (without overchilling), dies at all temperatures within 3-25°C and stops developing. Death rate is observed at the end of winter. 60% of the eggs, having developed under the favorable conditions during the autumn and overchilled at about 0-5 degrees during one and a half months, continued developing when the temperature got warmer. The relative humidity of the air was 75% at the time of the test.

Under the laboratory conditions, the eggs, which were laid in October and underwent their development at the beginning of December while having a rapid fall in temperature (-1 - 4°C) continued normal development after they were transferred in the warmth. It is confirmed by the data, obtained by Rudnev (Rudnev, 1962: 313-329). According to this data, normal embryogenesis of the winter moth in autumn is possible under the conditions of negative temperatures.

The development of embryo lasted for 1 month at the temperature of 15°C. At the higher temperatures, most of the eggs died, and at low temperatures they had poor development. Consequently, we can conclude that the development of the winter moths in the autumn goes on against the background effect of temperatures and the stage of diapause may undergo at positive temperatures too.

Optimum of the winter moth development requires a specific change of temperatures according to the phases during the year: imago in autumn, egg - late in autumn and early in spring, larvae and pupae - in spring and summer.

Based on all of the above, we can make up a phenogram of the winter moth development (Table 3).

Phenogram of the winter moth development

2015-2017 years

March			April			May			June			July			August			September			October			November			December					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	E	E	E	E	E	E																										
						L	L	L	L	L																						
									P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P										
																					A	A	A	A	A	A	A	A	A			
																								A	A	A	A	A	A	A	A	A

NOTE: E - (Egg), L - (Larva), P - (Pupa), A - (Adult)

Harmfulness and distribution of winter moth

As we have already mentioned, winter moth is spread in both eastern and western Georgia. In larvae phase it causes damage to the buds and leaves of a number of deciduous (forest and garden) plants. The newly hatched larvae attack the first swollen buds early in spring, then they begin eating up parts of leaves i.e. leaf skeletonization (riddling with holes), that causes premature leaf falling, followed by massive damage and eventually defoliation and death of trees.

In order to investigate the harmfulness and distribution of the winter moth, our studies were conducted in different natural zones and regions of Georgia.

According to the data given in the table and the results of the route investigations, the winter moth is widespread throughout the whole Georgia in all natural zones and represents a vast polyphage.

As it was already said, the winter moth is a vast polyphage insect, but its development greatly depends on a host plant. There is a list of plants below on which the pest develops well in the conditions of East and West Georgia (Table 4).

Table 4

Nourishing plants of winter moth

Plants	Number of described trees	Average number of described trees
<i>Quercus robur</i> L.	10	4,27±0,24
<i>Fraxinus excelsior</i> Borkh.	10	0,8±0,32
<i>Populus trémula</i> L.	10	0,52±0,18
<i>Malus sylvestris</i> L.	10	1,15±0,67
<i>Ulmus laevis</i> L.	10	0,4±0,21
<i>Acer platanooides</i> L.	10	0,63±0,83

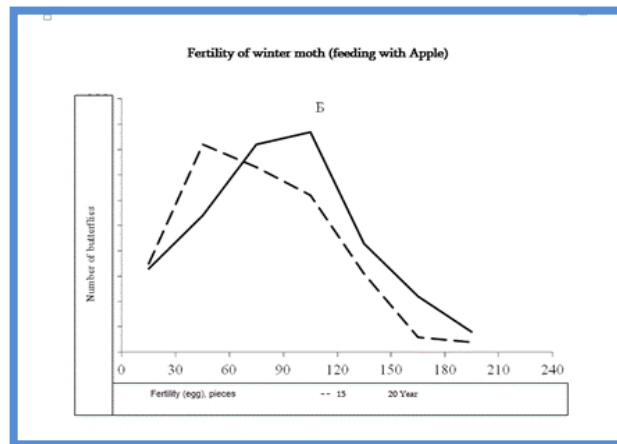
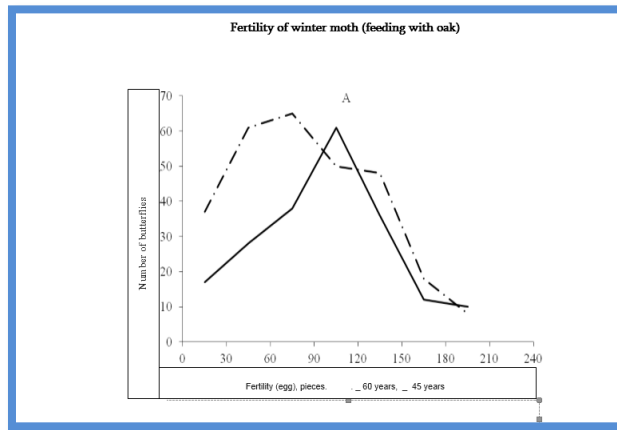
The table shows that the intensive settlement of the pest is observed on oak trees (on average 4,27 caterpillars on 100 samples). In the host plant list the least number of pests is found on aspen (0,52) and maple (0.63) trees.

After overwintering, the weight of the female pupae and vitality of their eggs on oak trees was higher than on other plants and on average it made 0.17 g. and 96%. On ash and apple trees the pupae weight was relatively small (0,09 g and 0.10 g), but the index of vitality of the mating production on apple trees was high (on average 88.4%). With the purpose to define the harmfulness of the the winter moth we studied the fertility and calculated the assimilation coefficient. The results are given in the graphs 1; 2, which are based on Table 5.

Table 5

The fertility of the winter moth and the assimilation coefficients by feeding different plant

Species	Oak		Apple	
	45	60	15	20
Age, year	45	60	15	20
Diameter	0,6	0,7	0,7	0,7
Bonita	III	IV	IV	IV
Average of fertility (egg)	204±11	159±8	172±6	146±5
Coefficient of Assimilation	0,202	0,300	0,265	0,317



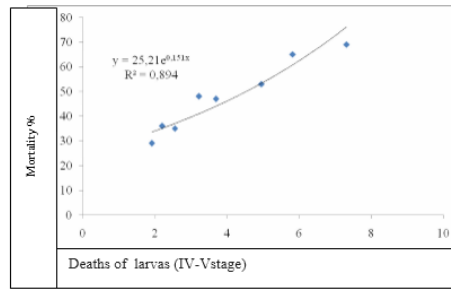
As the studies have shown, the osmium assimilation coefficient was relatively low ($0,202 \pm 0,185$), and average fertility - high (204). The less favorable conditions were on 60-year-old oak tree in comparison with 20-year old apple tree. The average fertility on apple trees was low (172 and 146 eggs), while the assimilation coefficient was high.

Proceeding from the above mentioned the following conclusions can be made that the winter moths become widespread in absolutely different natural conditions and biocenosis, almost all over Georgia, though its spread and harmfulness greatly depends on the environmental climatic conditions as well as the species and age of the host plants.

The role of abiotic and biotic factors in regulating the number of winter moths

Experiments were carried out to study the role of different factors in regulating the number of pests and their steadiness to overcome these factors. The studies have shown that abiotic and biotic factors affect the viability of eggs by 18,3%. The resistance of larvae in stages I-III is 50.8%, the resistance rate of IV-V stages is 27.2%, and in pupae stage it is 54.8%. The most tolerant appeared to be imago. The high mortality rate of the caterpillars was observed during in I-III stages when bud swelling and hatching from eggs are not synchronized. The mortality of the older larvae is directly proportional to population density. An important factor of high mortality among caterpillars is conditioned by the association of winter moth (interspecific and intraspecific) with various host plants (Figure 3).

Measurement indicators of the number of deaths larvae (IV – V stage) of winter moth



When the winter moth was grown under the laboratory conditions, it was revealed that the caterpillars mainly died from parasites (Table 6).

Table 6

Mortality rates of winter moth in laboratory conditions

Number of worms / age	The number of dead worms %				Numbers of pupa	Number of dead pupa %			
	From parasites		From diseases	For unknown reasons		From parasites		From diseases	For unknown reasons
	Diptera	Hymenoptera				Diptera	Hymenoptera		
2015									
100/ 3,2	1/1, 0	2/2, 0	0 /	2/2, 0	97	0/0, 0	1/1, 0	0/0	1/1,0
100/ 3,3	0/0	1/1, 0	1 /	3/3, 0	95	0/0, 0	0/0, 0	0/0	2/2,0
2016									
100/ 3,1	2/2,0	1/1, 0	0/0	2/2, 0	95	0/0,0	1/1, 0	0/0	1/1,0
100/ 3,3	0/0	2/2, 0	1/1, 0	1/1, 0	96	0/0,0	0/0, 0	0/0	2/2,0
2017									
100/ 3,1	2/2,0	3/3, 0	1/1, 0	2/2, 0	94	0/0,0	1/1, 0	0/0	1/1,0
100/ 3,3	0/0	2/2, 0	0/0	1/1, 0	97	0/0,0	3/3, 0	0/0	2/2,0

Natural enemies of the winter moth

In the natural conditions, the entomophages more or less influence on the quantity dynamics of the winter moth. Most authors believe that the efficiency of entomophages is less in regulation of the winter moth quantity.

The winter moth caterpillars in the final larvae stage are inflicted by Tachinid - *Cyzenis albicans* Ell. That causes death of pests by 2,4-6,2%. The forest Trichogramma - *Trichogramma evanescens* West. is an egg parasitoid of various insects, including the winter moth. The females deposit their own eggs inside the host's eggs. One or two trichogrammas are developed inside the eggs of the winter moth. After the parasitoid (in larvae stage) finishes consuming the insides, the egg becomes black and it is very easy to differ it from the healthy one. The trichogramma larvae emerge inside the host's egg and the females deposit a large amount of eggs as soon as they fly out. The quantity of the winter moth can also be regulated by some phytophages, such as *Miridae*, *Macrolophus nubilis* H.S, which is fed by the eggs and larvae of the winter moth.

With the purpose to reveal entomophages we have used a shaking method. After shaking the branches off we collect the insects on a piece of polyethylene spread under a tree. The collected materials were carried to the laboratory. The material was collected in the morning hours when insects are less movable. The material was collected during the entire vegetation period from 2015 to 2017. We have revealed the following entomophages and their efficiency (Tserodze 2014:105-106, Tserodze M. 2018: 13-14). (Table 7; 8).

Table 7

Entomophages and predator of winter moth

Parasites	
Larva	pupae
Ichneumonidae	Ichneumonidae
<i>Agrypon flaveolatum</i> L.	<i>Pimpla spuria</i> Grav.
Braconidae	
<i>Apanteles ater</i> Ratzb.	
<i>Ascogaster rufidens</i> Wesm.	
Tachinidae	
<i>Blondelia nigripes</i> Fall.	
Chalcidae	
<i>Eulopus larvarum</i> L.	
Carnivores	
Larva	Pupae
Carabidae	Carabidae
<i>Calosoma inquisitor</i> L.	<i>Pterostichus cupreus</i> L.
Silphidae	<i>Cicindela soluta</i> Dej.
<i>Xylodrepa quadripunctata</i> Sehr.	Staphylinidae
Raphidioptera	<i>Philonthus</i> sp.
<i>Raphidia ophiosis</i> Schum.	Cantharidae
	<i>Cantharis fusca</i> L.

**The percentage of damaged of the worms and pupas of the winter moth
(the effectiveness of entomophages)**

Years	Stage of pest development	Quantity of pest	Damaged with entomophages	percentage of damage
2015	Worm	925	18	1,3
	Pupa	259	8	0,09
2016	Worm	306	8	2,6
	Pupa	400	3	0,7
2017	Worm	274	18	6,6
	Pupa	314	1	0,3

As shown in the table, among the entomophage complexes that we have registered, larvae as well as pupae parasites considerably impact on the quantity of winter moth. The larvae parasites are distinguished by particular greediness.

Among the parasitoids *Agrypon flaveolatum* L. and *Apanteles ater* Ratzb. are distinguished by distinctive importance. Among the predators of winter moth pupae are *Pterostichus cupreus* L., *Cicindela soluta* Dej. and *Cantharis fusca* L. (Table 9).

Table 9

Effectiveness of parasites in the regulation of winter moth

Species	The percentage of the total number damaged worms and pupas	
	max	min
<i>Agrypon flaveolatum</i> L.	9,4	24,1
<i>Apanteles ater</i> Ratzb.	11,1	37,6
<i>Pterostichus cupreus</i> L.	5,7	14,9
<i>Cicindela soluta</i> Dej.	8,1	18,4
<i>Cantharis fusca</i> L.	8,6	19,7

We also conducted research work on the damage rate winter moths' larvae and pupae caused by entomophages within the testing and management area which was enclosed by nectar containing plants. (Table 10;11).

Table 10

Efficacy of nectar plants (average indicator 2015-2017)

The quality of trees defoliation,%	control	nectar plants (Dill)
	50-60	30-40
Percentage of damage with entomophages, %		
Worm	8	15
Pupa	6	17

Table 11

Ratio of parasitic endomopagues for winter mot on experimental and control plots (2015-2017 average)

Species	Stage of infection	Infection of worms and pupas, %	
		<i>control</i>	<i>experimental</i>
Ichneumonidae <i>Agrypon flaveolatum</i> L.	worm	25,0	33,3
Braconidae <i>Apanteles ater</i> Ratz.		37,5	40,0
Tachinidae <i>Blondelia nigripes</i> Fall.		25,0	20,0
Chalcidae <i>Eulopus larvarum</i> L.		12,5	6,7
Ichneumonidae <i>Pimpla instigator</i> F.	pupa	66,7	82,3
Chalcidae <i>Brachimeria</i> sp.		33,3	17,7

As shown in the table, the area where Dill (*Foeniculum vulgare*) was sown entomophages caused damage of larvae by 15% and pupae by 17%. In addition, defoliation level of the plants is 20% lower than in the management area. The studies have shown that the effectiveness of parasites in the area enclosed by nectar plants is variable, indicating that nectar plants affect differently on attraction of entomophages (Table №11).

Some honey plants sown in places can attract entomophages that consequently cause reduction of the pests' number, though this method cannot change the traditional, already approved methods of fighting pests.

In the natural conditions, along with entomophages - predators and parasites, entomopathogenic microorganisms play some definite role in regulating the number of winter moths. Natural epizootics of nuclear polyhedrosis was recorded to occur in 1981, when the death of winter moth reached 18,1-2,54% as a result of virus infections.

In the process of the research we often observed the deaths of winter moth larvae and pupae caused by bacterial and fungal infections (the death of winter moth was caused by substance excreted from the unhealthy larvae and pupae and transmitted to nutriment area). Among the fungal diseases *Beauveria bassiana* Bals and *Metarhizium anisopliae* were found on the larvae and pupae of the pest.

To determine the role and effectiveness of fungal organisms in regulation of the number of pests, we carried out experiments on the pathogens - *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. revealed in almost all phases of pest development.

We conducted experiments on the larvae in all five stages of development which were processed with preparations of different concentration. Mortality was calculated by using Abbott formula. The results of the research are given in Table 12.

Table 12

The death rate of different stage worms of winter moth caused by pathogenic fungi (2017 year)

Concentration	Days after treatment	Mortality %	
		<i>B. bassiana</i>	<i>M.anisopliae</i>
1:1000	5	93	90
	10	95	93
	15	98	98
1:5000	5	81	79
	10	83	82
	15	87	89
1:10000	5	69	65
	10	72	70
	15	75	75
1:50000	5	29	27
	10	42	40
	15	45	45
control	5	8	7
	10	15	14
	15	17	17

As the data from the table shows, *Beauveria bassiana* and *Metharisium anisopliae* are effective pathogens for the biological control of the winter moth. The higher the concentration of the solution and younger the larvae stage, the higher is fungi effectiveness. The effectiveness of *Beauveria bassiana* made 93%, and in the case of *Metharisium anisopliae* it was 90%.

It is true that entomophages and entomopathogenic microorganisms are more or less able to control the number of this particular pest in nature that depends on environmental conditions, as well as on the stage of the pest's development and many more factors. In our opinion, with the purpose of protecting plants as well as the useful entomofauna in nature, it is advisable to use some biological preparation against the harmful pests, in particular, fungal and viral preparations for reducing the number of the winter moth.

Elaboration of complex measures to combat winter moth

Results of testing biopreparations

The winter moth is characterized by massive increase in number. It destroys plant buds, flowers, ovaries and especially leaves, causing severe damage to trees and even their death that can be reason of poor harvest. At the same time the pest is a source of food for various predators and parasites.

In the years of increasing number of leaf-mining insects in agricultural gardens and forests of Georgia the efficiency of the chemical method is high and often makes 95%, but frequent use of chemical preparations affects the environmental and useful entomofauna. Eventually weakening of natural mechanisms causes more reproduction and activation of the harmful species and their resistance to pesticides.

At the expense of using protective measures, the significant part of these losses can be prevented by using the modern methods of integrated plant protection.

Traditional methods of plant protection are primarily based on the reduction of the pathogenic number by means of chemicals.

While conducting our research, we consider the problem of plant protection ecology that primarily implicates a complex approach to the regulatory process of agrocenosis, based on ecosystems of ecological regulations.

The total denial of pesticides is currently unrealistic, but there is a possibility to minimize environmental pollution by decreasing the effectiveness of chemical processing and predicting the spread of harmful pests. Based on this, there should be used biopreparation and the specific composition of pests, their phenology and number should be studied in specific agrocenosis.

The observations on the quantity of winter moths have shown that despite the high resistance of the pest to unfavorable conditions, the abiotic and biotic factors greatly affect their number. The evaluation of the plant damage degree caused by the pest is given in Table 13.

Table 13

Evaluation of quality of damaged plants caused by winter moth

Registered/Ha	Damaged		Damaged trees, %	Damaged leaves %	Amount of egg's nest for 1 tree %
	Ha	%			
2015					
5	3	60	12	22	0,05
2016					
5	4	80	18	31	0,2
2017					
5	4	30	4	7,1	0,01

As shown in the table, the winter moth is distinguished by great harmfulness. In 2015, 60% of the damaged plants - was registered, in 2016 - 80% and in 2017 - 30%. In the same period, with our direct involvement, the plants were processed with biopreparations in the areas in the areas of the pest distribution. At the same, under the laboratory conditions we carried out testing of the microbiological preparations.

Two Bacterial insecticides against the winter moth were tested and compared with each other: D DiPel 8 L, ZS BA- 1760 (*Bacillus thurengensis* subsp. *kurstaki*), Strain HD-I ABTS-351 Valent Bioscience Corp. and Lepidocyte -2000 EA / mg (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) Sybiopharm and chemical preparation Fastac - emulsion concentrate. It is a chemical insecticide from the group of synthetic pyrethroids, which, in contrast to other chemicals insecticides, is relatively low toxic to haematherms. The research work was also conducted in the laboratory conditions. The results are given in Table 14.

Table 14

Results of test of biological preparation against the winter moth

Name of preparation	Concentration %	Amount of worms in experiment	Dead after 12 days		alive	
			amount	%	amount	%
Fastac	0.01	100	85	85	11	11
Fastac	0.3	100	95	95	4	4
Dipel	0.1	100	62	62	38	38
Dipel	0.15	100	72	72	28	28
Lepidocide	0.1	100	55	55	45	45
Lepidocide	0.2	100	61	61	29	29

As seen from the table, when spraying with 0.01% concentration of Fastac the larvae mortality was 85%, but if 0.1% concentration of DiPel was used it was - 62%, while processing with lepidocytes the result was 55%. The table shows that, with the increase in concentration, the percentage of insect mortality increases.

The effectiveness of biologic preparations on the third stage larvae has also been studied. We made a registration on the branches of each tree (25 nests on the tree). Table № 15

Presents the data of winter moth mortality in the third stage larvae before processing with Lepidocyte and Table № 16 gives the indices after being processed with Lepidocyte. As shown in the tables the effect of the biological preparations on the third stage larvae is the highest and in case the activity is repeated several times the result can achieve 100%.

Table 15

Number of winter moth worms (III stage) before treatment by lepidocide

Repetition	Amount of worms on the trees.																								
1	20	-	29	8	-	14	8	-	8	10	-	12	9	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	6	-	14	14	-	22	13	-	13	14	-	16	12	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	14	-	15	10	-	12	10	-	10	9	-	7	7	-	7	10	-	12	-	15	10	-	19	16	-
4	10	-	10	9	-	-	7	8	-	5	7	-	14	8	-	11	3	-	14	17	-	10	5	-	6

Table 16

Number of winter moth worms (III stage) after treatment by lepidocide

Repetition	Number of worms on the trees																								
1	0	-	1	4	-	3	1	-	2	3	-	1	0	-	2										
2	0	-	1	1	-	1	0	-	0	0	-	1	1	-	0										
3	0	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	0	1	-	2	0	-	0	-	1	0	-	0	2	-
4	1	-	0	1	-	-	2	0	-	1	0	-	1	1	-	3	0	-	1	1	-	0	0	-	1

All the bacterial preparations, including Lepidocyte, are characterized by intestinal action. Therefore, to reveal the entomopathogenic action, it must get into the intestines of the insect. It is noteworthy that the larvae kept alive neither fed nor moved on the 8th day after being sprayed. That means that their inner organs were lysing.

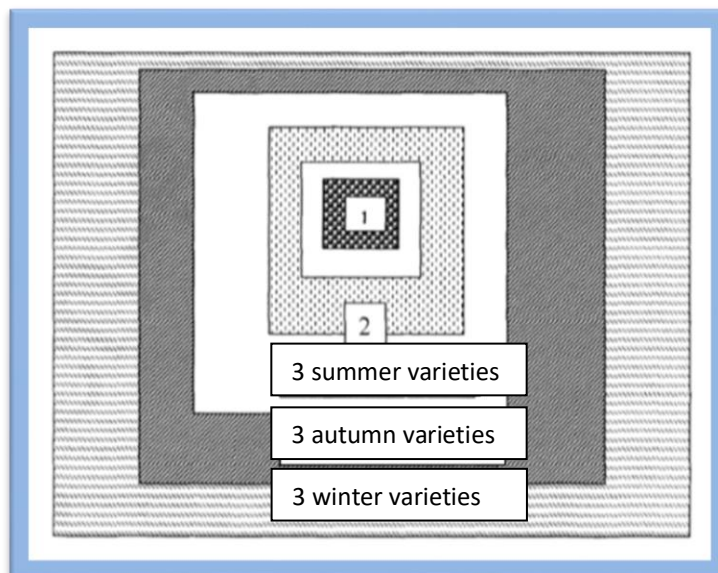
It is true that utilization of chemical preparations is fast and effective, but from the point of ecological problems, it is recommended to use biological preparations. The optimal version is the system of complex activities.

Biological system for protection of fruit gardens from winter moth

The garden protection system should be based not only on the use of chemical and biological preparations but adapted intensification strategy of the horticulture should also be elaborated that aims to use the methods of management of the biomechanical components of the agro-ecosystems (Schott 2012:109). The testing of the biological protection system from the winter moth was conducted in the gardens of Gori in 2015-2017. Firstly, according to Vorontsov method, the reservoir of useful agents was introduced into the gardens for preserving and activating the entomophages of the local population.

The reservoir is a part of the garden, that makes not less than 0.5% of the area that is occupied by late-season apple varieties resistant to harmful organisms. After tree flowering in the reservoir, uses of all types of chemical insecticides were discontinued. In case of necessity fungicides that do not reduce the biological effect of entomophages were applied (Figure 5). The biological protection zone was created around the reservoir where the procession of plants was carried out with biological preparations and biologically active substances.

Placing the reservants of zoophages in the apple garden



- 1- Reservoir (adjacent to natural station or forest belt);
- 2 - Biological protection zone;
- 3- Integrated protection.

This part of the garden served as the filter, entomophages without hindrance were allowed to transfer from the reservoir to the market garden obstructing the spread of phytophagous.

After that, there were summer apple varieties that were preserved by biological methods and biologically active substances after the blossom.

The summer apples were followed by the autumn apple varieties that required minimal dose of chemicals to be protected from the pests.

In winter apple varieties more or less pesticides are used. They are applied in the periphery of the garden area to maximize the distance from the chemical processing point to the reservoir. Thus, the terms of uninterrupted application of entomophages in the garden is provided.

The biological effectiveness of the reservoir in the market garden is given in Table 17.

Table 17

Influences the reservant of natural entomophages activity

Variant	Amount of entimophages Species/tree	winter moth Species/tree
Reserve-Reservant	524	59
Biological protection zone	420	51
The proposed option for protection	182	50
Control-Basic Option (Without reservant)	15	2,8

On the example of the winter moth and the local population controlled by beneficial agents there has been ascertained that these activities increase the entomo and acharyphage activity by 12-13 times and decrease the pesticide pressure by 10-25%.

While laying out a garden, the exit of the dripping irrigation lines are blocked. One and the same species of trees (stone fruit trees – early and late fruit tree varieties) are planted in a quarter, with the same level of sensitivity to major diseases, steadiness to the pests and preparations. While arranging the garden in the quarters whole technologies of plant protection should be taken into consideration that reduces the value of protective measures and reduces the pollution of nature by 10-80%.

It is important to take the role of distribution of entomophage complexes into consideration for planning and organizing defensive measures in the gardens. It is known that distribution of many species of useful arthropods may be mosaic in the garden.

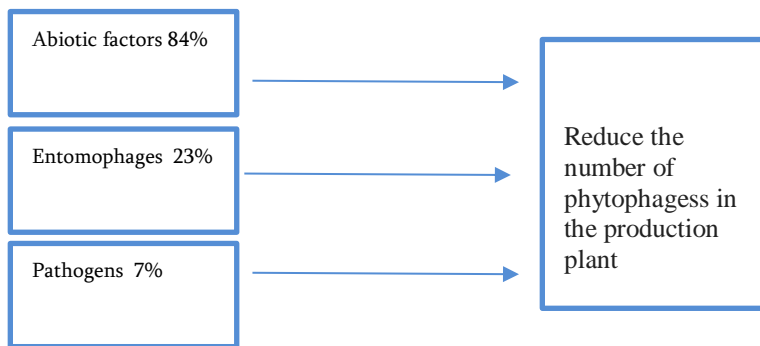
The area of the garden also conditions the character of the useful arthropods' settlement. An equal distribution of these creatures is noticeable in the small quarters of the garden, within 1 hectare of area. The

expansion of the garden area increases the variability in number of entomophages, from the edges towards the center.

Entomophages, during the vegetative period, are unevenly spread within the area of fertile gardens. In the green cone phenophase, maximum concentration of the entomophages is observed on the apple trees with moderately mature fruit in the lines, to the edges of the garden. In the central areas the settlement is weaker. At bud break, high density of entomophages is observed in the direction of the garden center. Aggregate settlement is noticeable in the period of flowering, fruit growth and development.

The spread of entomophages in the garden area is significantly corrected with biotypic environment. In the gardens that are enclosed with a protective belt and farming lands, a large number of useful insects are observed in the inner part of the garden. The apple seedlings that grow close to the edges of the mixed forest and are surrounded by trees and shrubs have more or less high number of entomophage complexes at the edges of the lines. This fact confirms the flow of species from the neighboring ecotopes (Figure 6).

The ratio of the impact factors of the main factors on the reduction of the winter moth, during the losing season



Thus, the number of phytophagous is affected by different factors that impact simultaneously. Abiotic factors (84%) play an important role. As the winter moth considerably reacts to the variability of climatic conditions and the increase of their number depends on the optimal conditions that consequently are closely related to the development of apple tree phenophases. The second factor in the regulation of the number of the winter moth is the development of entomophages. There is a great diversity of entomophages and their impact on the pest is conducted on different stages of development. The third factor is considered to be diseases: protozoa, microsporidiosis and others.

The goal of the studies is to predict the terms when the pest appears, reveal their nests and destroy them without delay. Consequently, a specific system of observation is necessary to determine the optimal terms of any activity. There are different methods of phonological observations, elaborated by Dobrovolsky to define the harmfulness of phytophagous.

We carried out direct observations on the flight of the butterflies, as well as on the development of eggs, larvae and pupae. The material that is obtained after using the method of direct observation makes it possible to predict the number of the pest more accurately.

While predicting the development cycle of the winter moth, it is important to know the effective temperature sum. For every phase of pest development, the lower temperature limit was +9°C. The effective temperature sum corresponding to a certain period of development is given in Table №18.

**The development cycle of winter moth
Gori, Apple orchard**

Stage development of insect	Sum of effective temperature °C	
	The first generation	The second generation
Beginning of adults exhibition	81,4-101,6	716,5-834,3
Mass fight of adults, egg-laying	118-184	833,2-891,2
Beginning of worms appearance	209-246,6	945-1063,5
Beginning of pupation	274,5-345	1042-1146,7
Mass pupation	556-685,5	1371,9-1528,8

Of course, the effective temperature sum is neither biological nor mathematical constant. During the year, the quickness of development is conditioned by conjoint effect of temperature, air humidity, feeding, overwintering and weather conditions. Besides, it is necessary to calculate the effective temperature sum in practice. Due to this indicator, it is possible to predict the terms for the development of any phase.

In order to predict the pest it is necessary to use the following methods: a) Direct observation on the biology and behavior of pests b) Observation on all phases of development.

During such observations, it is possible to predict the developing phase of the pest and urgently carry out the measures to combat it.

Implementation of the complex measures for garden protection and evaluation of efficiency

In order to determine technical efficiency, it is necessary to assess the number of pests before and after the conducted measures. It is also necessary to ascertain the terms for determining the effectiveness after processing (individually for each specific case). The appropriateness and effectiveness of the planned combat measures should also be established in connection with the biology of plants and pests (Tenow, 2019:84-94, Tikkanen 2013:529-553).

In the orchards of Gori, while fighting against the winter moth, the first records were made before the tree protection treatment and the number of alive larvae was counted on 25 branches. After 2-3 days we made the second record and counted the number of dead larvae in the nests.

The third registration was carried out 5 days later and so on, until the pesticide action was fully revealed.

The results of the required accounting after using the biological fighting method does not differ from the results achieved after applying the chemical insecticides. When using bio-preparations the results should be recorded 5 days earlier and after the protection treatment. The effectiveness should be carried out on the 6th day and if the part of the larvae is still alive, observation should be continued to reduce the pest to the economic limit of harmfulness.

In case of infection after treatment with preparations, it is necessary to continue monitoring of all phases of pest development and the next generation.

In order to protect the apple gardens from the winter months, we used chemical and biological preparations tested in the laboratory - DiPel, Lepidocyte and Fastac. The results of the insecticide application are given in Table №19.

**Results of testing of different preparations against winter moth
(2015-2017)**

2015				
Variant of testing	Value of preparation	Effectiveness of the preparats according to days		The overall efficacy of preparations, %
		%		
		5	10	
Control	0	0	0	0
Dipel	1,5	90,0	94,1	92,0
Lepidocit	3	81,3	88,2	84,8
Fastac	0,3	94,3	96,1	95,2
2016				
Control	0	0	0	0
Dipel	1,5	92,5	95,0	93,7
Lepidocid	3	80,1	87,2	83,8
Fastac	0,3	93,2	95,6	94,5
2017				
Control	0	0	0	0
Dipel	1,5	86,5	92,6	89,5
Lepidocid	3	60,5	82,3	76,1
Fastac	0,3	89,0	97,4	93,2

According to the results of the experiments conducted in field conditions, the highest effect was shown after using Fastac in 2015-2017. The effectiveness achieved 92-95%, and the efficiency of the bio-preparations varied within 83-93%.

Proceeding from the all above mentioned, we can conclude that the integrated method, particularly the complex use of chemical and biological preparations has a good effect on the protection of plants from the winter moth.

Conclusions

1. An annotated list was made and specified covering 6 subfamilies and 123 species of the winter moth spread in Georgia.
2. 7 phenological groups of the Geometridae were allocated:
 - Early spring phenological group including the species that occur in nature in March-April. They are: *Aslophila aescularia*, and *Trichoptera carpinata*, *Archiearis parthenias*.
 - Spring phenological group. The pest is found in nature in April-May. This group includes 10 species.
 - Flight of the butterflies combined in the spring and summer phenological group is observed from April to June. This group combines 16 species.
 - Early Summer phenological group. Flight of the butterflies is observed in May-June. It combines 47 species.
 - Flight of the butterflies from the summer phenological group is observed in the middle of summer. There are 35 species in this group.
 - The late summer phenological group consists of 11 species, which fly at the end of August and early in September.
 - There are 2 species in the autumn phenological group: *Operopthera brumata* and *Erannis defoliaria*. Their butterflies fly in autumn (September-October).

According to the phenological groups, early summer (39.8%) and summer species (29,6%) are found in the largest quantity. Occurrence of the late summer species is 9,3% and the rest is found in 24%.

3. The studies revealed the winter moth spread in Georgia that is considered the most harmfulness pest from the family Geometridae (85%). Its ecological peculiarities have been studied profoundly for the first time. There has been ascertained the effective temperature sum that is necessary for the development of the pest and it makes 300°C.
4. Winter moth is spread throughout the whole territory of Georgia. Its spread and harmfulness significantly depend on the climatic conditions, as well as the species and age of the host plants.
5. Hatching of the winter moth larvae, duration and terms of the development phases depend on temperature conditions and the phenological peculiarities of the host plant (apple). The caterpillars appear at bud break and the effective temperature sum is 310°C - 1064°C. The larvae stage development lasts about 21 days. Turning from one larvae stage into another undergoes in 3-5 days. Pupation occurs in June. The phase of pupation lasts on average 147 days when the effective temperature sum is 500°C-1529 °C. The mass flight of butterflies takes place in October-November and lasts for about 33 days. At this time the effective temperature sum is 80°C-835°C.
6. The studies of the flight dynamics of butterflies showed that the males are the first to fly, then about 40 minutes later - the females do. After 22 hours, the active flight is reduced and at night it is not noticeable.

7. The number of winter moths is related to the average temperature during the twenty four hours, which is determined by the abiotic factors. As a result of the research work it was ascertained that the optimum of the pest development, according to its development phases requires specific temperature variability during the year: imago in autumn, egg - late in autumn and early in spring, larvae and pupae - in spring and summer.
8. The fertility of the winter moth depends on the host plant and the temperature conditions of the environment. The pest indicator plants are oak and apple trees. The average fertility is about 172 eggs.
9. We were the first to identify entomophage of 13 species of the winter moth. Among the larvae parasites *Agrypon flaveolatum* L. and *Apanteles ater* Ratzb are distinguished by particular effect. *Pterostichus cupreus* L., *Cicindela soluta* Dej. and *Cantharis fusca* L. are known as pupae predators. Their effectiveness in nature for regulating the number of the pest ranges from 8% to 37%.
10. The use of honey plants allows the attraction of entomophages, and consequently the number of larvae and pupae, compared to the control makes 8-15% and 6-17%, although this method cannot substitute the integrated method for controlling pests.
11. The entomopathogenic microorganisms - *Beauveria bassiana* and *Metharidium anisopliae* were revealed and their effectiveness in regulating the number of the winter moth under the laboratory conditions was assessed. The higher the concentration of the solution and the earlier the larvae stage the higher is the effectiveness of fungi. The efficiency of *Beauveria bassiana* is 93%, while the effect of *Metharidium anisopliae* is 90%. Under their natural conditions, their efficiency varies from 10% to 40%.
12. Biological system was developed to protect fruit trees. With the purpose to preserve the entomophages of the local populations and their activation the reservoir of useful agents was introduced in the gardens. It is estimated that the activity of entomo and acharyphages is increased by 12-13 times and the use of pesticides is reduced by 10-25%.
13. Two Bacterial insecticides against the winter moth were tested and compared with each other: D DiPel 8 L, ZS BA- 1760 (*Bacillus thuringiensis* subsp.kurstaki), Strain HD-I ABTS-351 Valent Bioscience Corp. and Lepidocyte -2000 EA / mg (*Bacillus thuringiensis* Var. Kurstaki) Sybiopharm and chemical preparation Fastac - emulsion concentrate. After spraying the solution of 0.01 % concentration of Fastac the death rate of larvae was 85%, in case 0.1% concentration of DiPel was used the result was 62% and if Lepidocyte was applied only 55% was achieved. The studies have shown that with the increase in concentration, the percentage of insect deaths increases too.

Recommendations and proposals

To protect plants from harmful impact of the winter moth, it is recommended:

- To reveal the outbreak of the pest in the forests and fruit gardens, systematic monitoring by using hydrothermal indicators should be used.
- Spread of pest should be predicted and the quantity and level of harmfulness must be determined.

If the degree of harmfulness is 50%, it is advisable to use biologic preparations, namely Lepidocytes (standard spending 3 l / ha) or use of DiPel - 10 bil. (standard spending 1.5 l / ha). In case of massive distribution of pests, in order to achieve the instantaneous results and avoid the negative outcome, the chemical method, namely - Fastac (0.3 l / ha) should be used.

References

1. Dobrovolski B. Insects phenology, For high schools 1969:232
2. Dospikhov B. Methodology of field experience Moscow: Kolos 1979: 416
3. Egorova L. Scientific substantiation of technology of protection of wood plants from moths in the lower Volga region, Avtor. 2014:89-100
4. Fasulati K. study of terrestrial invertebrates T.10 1971:424
5. Kozhanchikov Y. Main results of studying the ecology of insects//Entomology T. 38. № 2. 1959:286
6. Kozhanchikov Y. Main results of studying the ecology of insects//Entomology. T. 38. № 2. 1959: 227-288
7. Lobzhanidze M. Prospects for the use of apple pest -*Eriosoma lanigerum* bioagent (*Aphelinus mali*) in agro-ecosystems. Problems of Agrarian Science T. 34. 2006:20-21
8. Lobzhanidze M., Tkebuchava Z. Main pests of agricultural crops and measures to combat them. Publishing House - Ministry of Education and Science of Georgia, Georgian State Agrarian University. 2009:30-35
9. Meskhi N. Ecological peculiarities of the winter moth (*Operophtera brumata*) in Georgia. International Scientific-Practical Conference "Contemporary Scientific Issues." Gori, Georgia 2012: 206-2011
10. Meskhi N., Tserodze M. Efficacy of entomophages on the population dynamics of winter moth (*Operophtera brumata*) in Georgia” – Abstract Book, International conference of biopesticides 7, Biopesticides: Shaping human health and global agriculture ICOB7 Side, Antalya, Turkey 2014:97
11. Polivoda E. Biological features and regulation of the winter moth count (*Operophtera brumata* L.) in apple orchards of the Republic of Adygea: dis. Cand. Biol. Sciences: 06.01.11 Krasnodar 2007: 14-16
12. Rudnev D. On the prediction of forest pests and planning measures to combat them. Zool. journal. Vol. 32. Issue. 1. 1962: 313-329
13. Schott T. Predator release from invertebrate generalists does not explain geometrid moth (Lepidoptera: Geometridae) outbreaks at high altitudes Can. Entomol. Vol. 145. – Special Issue 2. doi:10.4039tce. 2012:109
14. Simonenkova V. Multidimensional regression analysis of the connection between the area of foci of insect pests and environmental and climatic factors. Izvestiya Orenburg State Agrarian University. No. 3 (31); Part 2. 2011:293-295
15. Smith I.M., Mc Namara D.G., Scott P.R., Morris K.M. Data Sheets on Quarantine Pest Utgivare: CAB International in association with EPPO 1997: 1425
16. Tenow 2013: Tenow O. Geometrid outbreak waves travel across Europe et. al. J. Anim. Ecol. Vol. 82(1).. DOI: 10.1111/j.1365- 2656.2012.02023.x 2013:84-93
17. Tikkanen O.-P., Niemelä P., Keränen J. Growth and development of a generalist insect herbivore, *Operophtera brumata*, on original and alternative host plants Oecologia Vol. 122(4). doi: 10.1007/s004420050976 2013:529-553
18. Troubridge J. T. Fitzpatrick S. M. A revision of the North American *Operophtera* (Lepidoptera: Geometridae) Can. Entomol. Vol. 125(2). doi:10.4039/Ent125379-2, 1993:1250

19. Tserodze M., Meskhi N. Biological control of Winter Moth, International meeting UIFRO – Integrated management of forest defoliated insects, Book of proceedings, Turkey 2014:105-106
20. Tserodze M., Meskhi Nm. Efficiency of entomophages against winter moth (*Operophtera brumata*) in Georgia International Journal of Agriculture Innovations and Research, V.7, Issue 1, ISSN (online)2319-1473 IJAIR NAAS Score : 3.99, India 2018:13-14
21. Tsintsadze N. Forest Entomology. Georgian agrarian University, 2003:405-118
22. Wesołowski T. Tree defoliation by winter moth *Operophtera brumata* L. during an outbreak affected by structure of forest landscape For. Ecol. Manage. –Vol. 221(1/3). doi: 10.1016/j.foreco. 2000: 299-305