



**ფუნქციონალური დამმტვერავების ბიომრავალფეროვნებისა და მისი
შემცირების საფრთხეების იდენტიფიცირება**

გიორგი კირკიტაძე

*სადისერტაციო ნაშრომი წარდგენილია
საქართველოს აგროარული უნივერსიტეტის
აგროარულ მეცნიერებების საბჭოზე
აგროარულ მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად*

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: გიორგი ჯაფოშვილი ბიოლოგიის მეცნიერებათა
აკადემიური ხარისხი

თანახელმძღვანელი: რობერტ პაქსტონი (Robert Paxton), ბიოლოგიის
მეცნიერებათა დოქტორი

საქართველოს აგროარული უნივერსიტეტი

თბილისი, 2022

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი

სადოქტორო სკოლა

სამეცნიერო მიმართულების კომისიის რეკომენდაცია

დისერტანტი: გიორგი კირკიტაძე

დისერტაციის სათაური: ფუნქციონალური დამმტვერავების ბიომრავალფეროვნებისა და მისი შემცირების საფრთხეების იდენტიფიცირება

დისერტაციის დაცვის თარიღი: 05 / 10 / 2022

რეცენზენტი 1: ზვიად ბობოქაშვილი

რეცენზენტი 2: ნანა გრატიაშვილი

რეკომენდებულია დაცვისათვის „აგრონომიის“ სამეცნიერო მიმართულების კომისიის მიერ.

თავჯდომარე, / ცოტნე სამადაშვილი / : _____
(ხელმოწერა)

წევრი, / დავით ბედომვილი / : _____
(ხელმოწერა)

წევრი /ია ფიფია / : _____
(ხელმოწერა)

ხელმძღვანელი / გიორგი ჯაფოშვილი / : _____
(ხელმოწერა)

სადოქტორო სკოლის კოორდინატორი: _____ / ნატო
კობახიძე /
(ხელმოწერა)

თარიღი:

ავტორის დეკლარაცია

"როგორც წარმოდგენილი სადოქტორო დისერტაციის ავტორი, ვაცხადებ, რომ ჩემი დისერტაცია წარმოადგენს ორიგინალურ ნაშრომს და მასში სხვა ავტორების აქამდე გამოქვეყნებული, გამოსაქვეყნებლად მიღებული ან დასაცავად წარდგენილი მასალები გამოყენებულია ციტირების სათანადო წესების დაცვით."

სახელი, გვარი გიორგი კირკიტაძე (ხელმოწერა)

თარიღი: -----, 20---- წ

აბსტრაქტი

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მოსახლეობის რიცხოვნობის მატებამ გაზარდა მოთხოვნა სურსათზე, რამაც სასოფლო-სამეურნეო ფართობების მატებაც განაპირობა, ამ უკანასკნელის მატება კი ბუნებრივი ჰაბიტატების შემცირების ხარჯზე მოხდა. ბუნებრივი ჰაბიტატების დაცვა მნიშვნელოვან წინაპირობას წარმოადგენს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებისათვის, რაც თავის მხრივ ადამიანისათვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ეკოსისტემური სერვისების მდგრადობას განაპირობებს. მიუხედავად ამისა, ბოლო წლების განმავლობაში მწერების ბიომრავალფეროვნების კლებაზე მრავალი სამეცნიერო კვლევა მიუთითებს. კლება განსაკუთრებით საგანგაშოა ფუტკრებში, რომლებიც ადამიანის მიერ მოხმარებულ საკვებ მცენარეთა სახეობების 75%-ის ჯვარედინ დამტვერვასა და ნაყოფმსხმოიარობის მატებას ემსახურებიან. საქართველოში ფუტკრების შესწავლა მხოლოდ ფუნქციონალური მიმართულებით ხდებოდა და არ არსებობდა კვლევები მათი, როგორც ფუნქციონალური დამმტვერავების შესახებ, ადგილობრივი ფუტკრისნაირთა თუ რომელი ჯგუფები იყვნენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ფუნქციონალური დამმტვერავები და რამდენად ახერხებდა ფუტკრისნაირთა არსებული პოპულაცია დამტვერვით ამა თუ იმ კულტურის მომარაგებას. ფუტკრისნაირთა მონაწილება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ვაშლის ჯიშებისათვის, რადგანაც უმრავლესობა ჯვარედინად დამმტვერავია. ვინაიდან ვაშლი ერთ-ერთ ეკონომიურად მნიშვნელოვან კულტურას წარმოადგენს, ჩვენი კვლევის მიზანს ვაშლის დამმტვერავების სახეობრივი მრავალფეროვნების შესწავლა და მათი, როგორც დამმტვერავების ეფექტურობის განსაზღვრა წარმოადგენდა, აგრეთვე, უნდა დაგვედგინა თუ რომელი ვირუსული დაავადებები იყო გავრცელებული კვლევის სამიზნე ფუტკრისნაირების სახეობებში.

დასახული მიზნების მისაღწევად დაგეგმილი სამუშაოები განხორციელდა აღმოსავლეთ საქართველოში არსებულ 30 ვაშლის ბაღში. კვლევების დაგეგმვისას

გათვალისწინებულ იქნა დამმტვერავეების შეფასების აპრობირებული მეთოდები და მორგებულ იქნა ქართულ რეალობაზე. დამმტვერავეების შესაგროვებლად გამოყენებულ იქნა როგორც ჩასადგმელი ხაფანგები, ასევე შეგროვდა მწერბადის დახმარებითაც. თითოული ბაღისათვის განისაზღვრა დამტვერვით უზრუნველყოფის მაჩვენებელი და სტატისტიკურად დადგინდა კავშირი დამტვერვის უზრუნველყოფასა და ბაღებში არსებულ ფუტკრების რაოდენობას შორის. დამმტვერავეებში ვირუსული დაავადებების შესწავლისათვის დაიგეგმა რომ ფუტკრები მოგვეთავსებინა RNAlater-ში რაც უზრუნველყოფდა ვირუსების შენარჩუნებას მოპოვებულ იდივიდებში.

თავდაპირველად შეგროვდა ლიტერატურული მონაცემები საქართველოში აღრიცხულ ფუტკრებზე (Apoidea) და მათმა სახეობრივმა რაოდენობამ 356 შეადგინა. უშუალოდ კვლევისთვის შეირჩა 30 ვაშლის ბაღი, სადაც შეგროვდა 1006 ფუტკრის ინდივიდი, როგორც მწერბადით ასევე ჩასადგამი ხაფანგებით. მოპოვებული ფუტკრებიდან 7 სახეობა ახალი აღმოჩნდა საქართველოს ფუტკრისნაირთა ფაუნისთვის, სულ ვაშლის ბაღებში შეგროვდა ფუტკრისნაირთა 53 სახეობა. ვაშლის ბაღების ფუტკრისნაირთა ფაუნაში სამი გვარი დომინირებს; *Lasioglossum*, *Andrena*, *Apis* და შესაბამისი პროცენტული მაჩვენებლით 50, 24, და 22. ვაშლის ყვავილების ყველაზე ეფექტური ვიზიტორები ბაზები არიან, თუმცა ბაღებში ისინი მცირე რაოდენობით გვხვდებოდნენ. კვლევის მიმდინარეობისას გამოვლინდა, რომ ვაშლის ბაღებში ბუნებრივი დამტვერვის ეფექტურობამ ვერ მიაღწია ოპტიმალურ მაჩვენებელს. ჩვენმა ექსპერიმენტმა ცხადყო, რომ ფუტკრისნაირების რაოდენობის ზრდა ხელს უწყობს ბაღების, დამტვერვის სერვისით მაქსიმალურად მომარაგებას. კვლევებისას გამოვლინდა მეთაფლე ფუტკრებთან ასოცირებული ვირუსული დაავადებები, როგორც მეთაფლე ისე ველურ ფუტკრებში, კერძოდ: DWV-A/DWV-B (დეფორმირებული ფრთის ვირუსი); BQCV (შავი დედის უჯრედის ვირუსი); SBPV (ნელი დამბლის ვირუსი), აღმოჩნდა რომ DWV-A/DWV-B პირველად დაფიქსირდა ამიერკავკასიაში.

ფიუნქციონალურად მნიშვნელოვანი ფუტკრის ჯგუფების სიმცირემ საექსპერიმენტო ბალებში განაპირობა დამტკერვით უზრუნველყოფის შემცირება. ვირუსების გავრცელება პრობლემას უქმნის ფუტკრების პოპულაციას, ვინაიდან დამატებით რისკფაქტორებთან ერთად აღნიშნული ვირუსები ლეტალურ შედეგს იწვევს.

საძიებო სიტყვები: 1. დამტკერვა, 2. ფუტკრები, 3. დამტკერვით უზრუნველყოფა, 4. ფუტკრის ვირუსები

Abstract

Functional pollinator biodiversity and their number decline trends in Georgia

The growth of human population has increased the demand for food in recent decades, which has led to an increase in the area of land devoted to agriculture at the expense of natural habitats. The protection of natural habitats is important for the conservation of biodiversity, which in turn contributes to vital ecosystem services for human nutrition, health and well-being. Numerous scientific studies have indicated a decline in insect biodiversity in recent decades. The decline is particularly alarming for bees, which serve to pollinate and increase the productivity of 75% of species of food plants that humans consume. In the past, bees in Georgia were studied only from the perspective of faunistics and there has been no investigation of their role as functional pollinators in the country. Open questions include: which groups of native bees are functional pollinators of agricultural crops, and how well do the existing bee populations provide adequate pollination services for those crops. Apples are one of the economically most important crops in the world and in Georgia. The involvement of bees in pollination is very important for apple because most varieties are self-sterile and dependent upon insects for cross-pollination and fruit/seed set. The aim of our research was to study apple pollinators of Georgia and determine their effectiveness in apple pollination. It was important to determine which viral diseases were prevalent in the bees as viruses could lead to population decline of bees.

As a first step, we collected all published information about bees in Georgia, revealing that at least 356 bee species have been recorded in the country. Thirty apple orchards were chosen for research in Eastern Georgia, where 1006 bee individuals were collected using both sweeping nets and pan traps. Seven species were new to the Georgia bee fauna, 53 bee species were collected in total.

Three bee genera are dominant in apple orchard: *Lasioglossum*, *Andrena* and *Apis* with their percentage occurrence: 50, 24 and 22 respectively. Bumble bees are apple's most effective pollinator; however they were found in limited numbers. Our research has shown

that pollination in apple orchard is limited by lack of pollinators and that natural pollination does not reach its maximum. A pollination experiment also revealed that an increasing number of bees per orchard leads to increasing provision of apple pollination services. Our studies have identified honey bee-associated viral pathogens in both honey bees and wild bees; these include: DWV-A/DWV-B; BQCV; SBPV, it turned out that DWV-B was recorded for the first time in the Transcaucasian region.

The main reason of limited pollination is the lack of functionally important bee groups in orchards. The spread of viruses is a potential problem for bee populations. Therefore, these viruses, in combination with additional risk factors, may be a reason for elevated bee mortality.

Key words: 1. Pollination, 2. Bees, 3. Pollination provision, 4. Bee viruses

ხელმძღვანელი: გიორგი ჯაფოშვილი _____
(ხელმოწერა)

მადლობა

უპირველეს ყოვლისა, მინდა გულწრფელი მადლიერება გამოვხატო ჩემი ხელმძღვანელების: ბიოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორის, ბატონ გიორგი ჯაფოშვილისა და ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორის, ბატონ რობერტ პაქსტონის მიმართ, მათ მიერ გაწეული მხარდაჭერის, დახმარებისა და მოტივაციისათვის სადოქტორო თემის შესრულების დროს.

აქვე მინდა მადლიერება გამოვხატო დარგობრივი კომისიის წევრების მიმართ, მათ მიერ გამოთქმული მნიშვნელოვანი შენიშვნებისა და რჩევებისათვის.

განსაკუთრებული მადლობა მინდა გადავუხადო ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორს ბატონ მარტინ ჰუზემანსა და ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორს ბატონ მაიკლ ოჰლს, რომლებმაც მომცეს შესაძლებლობა მემუშავა ჰამბურგის უნივერსიტეტის ბუნებათმცოდნეობის ცენტში და ბერლინის ბუნებათმცოდნეობის მუზეუმში. აქვე მადლობა მინდა გადავუხადო მარტინ ლურთერის უნივერსიტეტის „ზოგადი ზოოლოგიის“ ჯგუფის წევრებსა და საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ენტომოლოგიის ინსტიტუტის მთლიან შემადგენლობას.

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულდა ფოლკსვაგენის ფონდის დაფინანსებული პროექტის „ფუნქციონალური დამმტვერავეების ბიომრავალფეროვნება და რიცხოვნობის შემცირების რისკები საქართველოსა და ყირგიზეთში“ (AZ 86880) და შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული პროექტის „ფუნქციონალური დამმტვერავეების ბიომრავალფეროვნება და მისი შემცირების საფრთხეები საქართველოში“ (DO /372/10-101/14) ფარგლებში.

და ბოლოს მადლობა ჩემს ოჯახსა და მეგობრებს მუდმივი მხარდაჭერისათვის.

სარჩევი

დარგობრივი კომისიის რეკომენდაცია-----	I
ავტორის დეკლარაცია-----	III
აბსტრაქტი-----	IV
Abstract-----	VI
მადლობა-----	IX
ცხრილების ჩამონათვალი-----	XII
გრაფიკების ჩამონათვალი-----	XII
ფოტოების ჩამონათვალი-----	XIII
რუკების ჩამონათვალი-----	XIII
აბრევიატურა-----	XIV
1. შესავალი -----	1
2. ლიტერატურული მიმოხილვა -----	4
2.1 დამტვერვით უზრუნველყოფა და დამტვერავების შემცირება -----	4
2.2 ფუტრკის ვირუსული დაავადებები -----	7
2.3 ფუტკრები -----	9
2.4 ვაშლი -----	10
3 მიზნები -----	13
4 მეთოდოლოგია -----	14
4.1 მონაცემთა შეგროვება -----	14
5 მასალების დამუშავება -----	25
5.1 დაავადებები -----	29
5.2 მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავება -----	30
6 შედეგები -----	30
6.1 ვაშლის ბაღების დამტვერავები -----	30
6.2 სახეობების ბიოგეოგრაფიული გავრცელება -----	57

6.3	ყვავილზე ვიზიტის სიხშირე -----	58
6.4	დამტკერვით უზრუნველყოფა-----	59
6.5	დამტკერვის შეზღუდვა -----	60
6.6	დაავადებები -----	63
7	შედეგების განხილვა -----	67
7.1	დამტკერვის შეზღუდვა -----	68
7.1.1	ქართ დამტკერვა -----	69
7.2	დამტკერვით უზრუნველყოფა -----	70
7.3	ვირუსები -----	71
8	დასკვნები -----	73
9	ბიბლიოგრაფია -----	74
10	დანართები -----	89
	დანართი 1. გამოქვეყნებული სტატიები -----	89
	დანართი 2. მოხსენება სამეცნიერო კონფერენციაზე -----	89

ცხრილების ჩამონათვალი

ცხრილი 1. ჩასადგმელი ხაფანგებით მოპოვებული ფუტკრის სახეობები-----	33
ცხრილი 2. მწერბადით მოპოვებული ფუტკრის სახეობები-----	36

გრაფიკების ჩამონათვალი

გრაფიკი: 1 ადგილობრივი მწერების ეფექტურობა მეთაფლე ფუტკართან შედარებით----	3
გრაფიკი: 2 შემცირებული ან ადგილობრივად გადაშენებული სახეობების პროპორცია IUCN-ის კრიტერიუმების მიხედვით-----	5
გრაფიკი: 3 მეთაფლე ფუტკრის დანაკარგის გამომწვევი მიზეზების ურთიერთქმედება--	8
გრაფიკი: 4 ვაშლის ბაღებში მოპოვებული ფუტკრების შემადგენლობა გვარების მიხედვით-----	32
გრაფიკი: 5 ვაშლის ბაღებში ფუტკრის სახეობების პროცენტული განაწილება-----	37
გრაფიკი: 6 ბაღების მსგავსების კლასტერი-----	38
გრაფიკი: 7 ფუტკრის სახეობების ბიოგეოგრაფიული გავრცელება-----	58
გრაფიკი: 8 ფუტკრის ცალკეული ჯგუფების მიერ მონახულებული ყვავილები.-----	59
გრაფიკი: 9 ფუტკრების გავლენა დამტვერვით უზრუნველყოფა-----	60
გრაფიკი: 10 თესლების საშუალო რაოდენობა მაქსიმალურ და ბუნებრივად დამტვერილ ნაყოფებში, -----	61
გრაფიკი: 11 სხვაობა მაქსიმალური და ბუნებრივად დამტვერვის შედეგად მიღებული ნაყოფებს შორის-----	62
გრაფიკი: 12 საექსპერიმენტო ყვავილების რაოდენობა და მიღებული ნაყოფები ქართლ დამტვერვის შემთხვევაში-----	63
გრაფიკი: 13 დეფორმირებული ფრთის ვირუსით დაავადებული ფუტკრების პროცენტული რაოდენობა-----	64
გრაფიკი: 14 შავი დედის უჯრედის ვირუსით დაავადებული ფუტკრების პროცენტული რაოდენობა-----	65
გრაფიკი: 15 ნელი დამბლის ვირუსით დაავადებული ფუტკრების პროცენტული რაოდენობა-----	66

ფოტოების ჩამონათვალი

ფოტო: 1 ყვითელი ჩასადგმელი ხაფანგი-----	17
ფოტო: 2 თეთრი ჩასადგმელი ხაფანგი-----	18
ფოტო: 3 ნულოვანი დამტვერვა (ქარისმიერი დამტვერვა)-----	20
ფოტო: 4 მაქსიმალური დამტვერვა-----	21
ფოტო: 5 ბუნებრივი დამტვერვა-----	22
ფოტო: 6 ქარისმიერი დამტვერვის დასადგენი ყუთი-----	23
ფოტო: 7 ქარისმიერი დამტვერვის დასადგენი ყუთები-----	24
ფოტო: 8 მონტირებული ფუტკრები-----	25
ფოტო: 9 მონტირებული ფუტკრები-----	26
ფოტო: 10 მაქსიმალური დამტვერვის შედეგად მიღებული ვაშლის ნაყოფები-----	27
ფოტო: 11 თესლების რაოდენობა მაქსიმალურად დამტვერილ ვაშლის ნაყოფში-----	28

რუკების ჩამონათვალი

რუკა: 1 11 ქვეყანა დასავლეთ და ცენტრალურ ევროპაში, საიდანაც შეგროვდა ინფორმაცია ბაზებზე: BEL, ბელგია; NLD, ნიდერლანდები; LUX, ლუქსემბურგი; DNK, დანია; DEU, გერმანია; CHE, შვეიცარია; AUT, ავსტრია; CZE, ჩეხეთის რესპუბლიკა; SVK, სლოვაკეთი; HUN, უნგრეთი; POL, პოლონეთი-----	6
რუკა: 2 ექსპერიმენტული ბაღები-----	14
რუკა: 3 შიდა ქართლის ექსპერიმენტული ბაღები-----	15
რუკა: 4 კახეთის ექსპერიმენტული ბაღები-----	15

აბრევიატურა

პჯრ- პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია

ჩრდ.-ჩრდილოეთი

დუ-დამტვერვით უზრუნველყოფა

DWV -დეფორმირებული ფრთის ვირუსი

BQCV- შავი დედის უჯრედის ვირუსი

SBPV- ნელი დამბლის ვირუსი

ABPV- მწვავე დამბლის ვირუსი

IAPV - ისრაელის მწვავე დამბლის ვირუსი

KBV - ქაშმირის ვირუსი

SBV- პარკუჭა ბარტყის ვირუსი

CBPV - ქრონიკული დამბლის ვირუსი

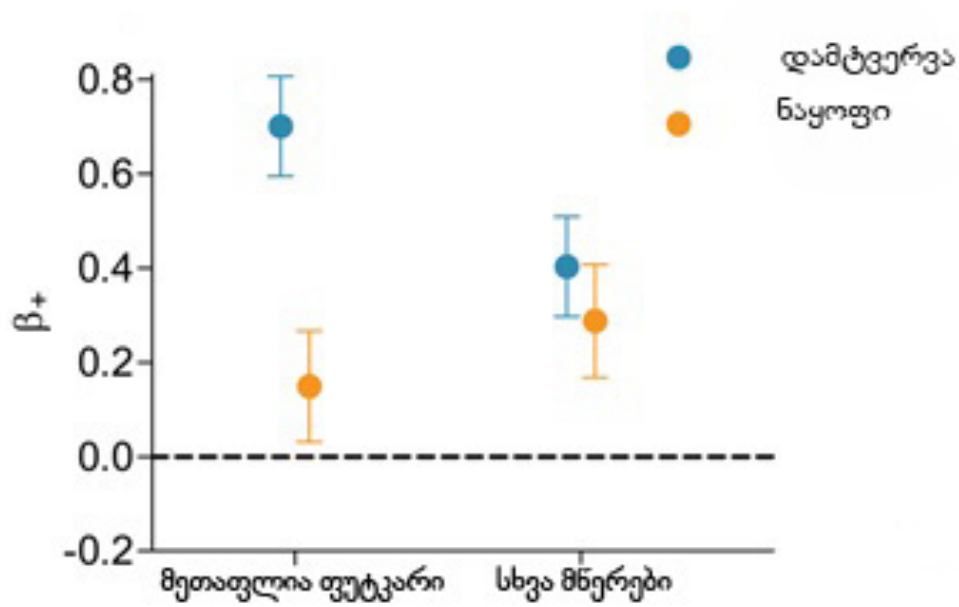
1. შესავალი

ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნება აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ეკოსისტემის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის (Loreau 2001), ადამიანისთვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ეკოსისტემური სერვისების (ჰაერის გაწმენდა, ნიდაგის ჩამოყალიბება, მცენარეების დამტვერვა და სხვა) მიწოდებას კი ეკოსისტემა უზრუნველყოფს (Kremen 2005). ეკოსისტემის მარეგულირებელ სერვისებში შედის მცენარეების დამტვერვა (Millennium Ecosystem Assessment 2003; Kremen 2005), რომლის ეფექტურობა გამოიხატება ყვავილზე დამტვერავის მიერ თითოეული ვიზიტისას მტვრის მარცვლის გადატანით ყვავილის მამრობითი ორგანოდან (მტვრიანა) მდედრობით ორგანოზე (ბუტკო), რის შედეგადაც საბოლოოდ მიღებაა თესლი ან ნაყოფი.

ცხოველების მიერ განხორციელებული დამტვერვა აუცილებელია ბუნებრივი ეკოსისტემების შენარჩუნებისთვის, ვინაიდან ფარულთესლოვანი მცენარეების 87%-ის გამრავლება ცხოველებით დამტვერვაზეა დამოკიდებული (Ollerton, Winfree, and Tarrant 2011) ადამიანების მიერ საკვებად გამოყენებული მოსავლის 75% მწერებით დამტვერვას საჭიროებს, რასაც უმეტესწილად ფუტკრები ასრულებენ (Klein et al. 2007; Delaplane and Mayer 2000a)). საიდანაც ძირითადი ნაწილი ველური (ერთეულად მცხოვრები) ფუტკრების მიერ ხორციელდება, ისინი გადამწყვეტ როლს ასრულებენ როგორც ყვავილის განაყოფიერებაში, ასევე დიდ გავლენას ახდენენ მოსავლის რაოდენობასა და ხარისხზე (Klatt et al. 2013; Garratt, Breeze, et al. 2014). მწერებით დამტვერვა ხელს უწყობს გენეტიკური მრავალფეროვნების შენარჩუნებას მცენარეების პოპულაციაში (Kearns, Inouye, and Waser 1998). ასევე მოსავლის რაოდენობის ზრდა, ხარისხის გაუმჯობესება, თესლის წარმოება და ნაყოფიერების ზრდა მომავალ თაობებში მწერებით დამტვერვაზეა დამოკიდებული (Albrecht et al. 2012). გარდა ეკოლოგიური მნიშვნელობისა მწერებით დამტვერვას დიდი ფინანსური სარგებელიც გააჩნია და მისი წლიური მაჩვენებელი მსოფლიოს სოფლის მეურნეობისთვის 150 მილიარდ ევროდაა შეფასებული (Gallai et al.

2009) რაც მსოფლიო სოფლის მეურნეობის მთლიანი ეკონომიკური მაჩვენებლის 9.5% ის ექვივალენტია (Potts et al. 2010).

მიუხედავად იმისა, რომ მეთაფლე ფუტკარი (*Apis mellifera* L.) ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული დამტვერავია ვაშლის ბაღში (Földesi et al. 2016), მეცნიერთა ჯგუფები განსაკუთრებულ ყურადღებას ამახვილებენ ველურ ფუტკრებზე და აღნიშნავენ, რომ დამტვერვის უზრუნველსაყოფად, მეთაფლე ფუტკრებთან შედარებით უფრო მნიშვნელოვან როლს ველური ფუტკრები ასრულებენ (Garibaldi et al. 2011). ველური ფუტკრებიდან ისეთი გვარების სახეობები როგორებიცაა: *Andrena*, *Osmia*, *Bombus* შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე სტუმრობენ ყვავილს (Bosh and Blas 1994) და უფრო შედეგიანები არიან გარკვეული მცენარეების დამტვერვაში ვიდრე მეთაფლე ფუტკრები (Garibaldi et al. 2014; Thomson and Goodell 2001; Woodcock et al. 2013). ველური ფუტკრები გაცილებით წარმატებულები არიან ისეთი სასოფლო სამეურნეო კულტურების დამტვერვაში როგორიცაა: ნუში, კივი, მარწყვი, საზამთრო, მზესუმზირა და სხვ. (Garibaldi et al. 2013). სათბურებში დამტვერვის პრობლემის გადასაჭრელად აქტიურად ხდება ბაზების (*Bombus*) გამოყენება (Kraus et al. 2011; D. Goulson, Lye, and Darvill 2008), რადგანაც ისინი ზრდიან როგორც მოსავლის რაოდენობას ასევე მიიღება უკეთესი ხარისხის ნაყოფი და სათესლე მასალა (Kwon and Saeed 2003; Velthuis and van Doorn 2006). აღსანიშნავია, რომ მწერებით დამტვერვაზე დამოკიდებული ნაყოფის მომცემი 41 მცენარის მოსავლაზე ადგილობრივი მწერების ფაუნა უფრო ეფექტურია მეთაფლე ფუტკართან შედარებით (გრაფიკი№1) (Garibaldi et al. 2013) გარდა ამისა მკვლევართა მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტისას აღმოჩნდა, რომ მეთაფლე ფუტკრის შეყვანა საექსპერიმენტო ნაკვეთებზე ამცირებდა ველური მწერების რაოდენობას (Lindstrom et al. 2016).



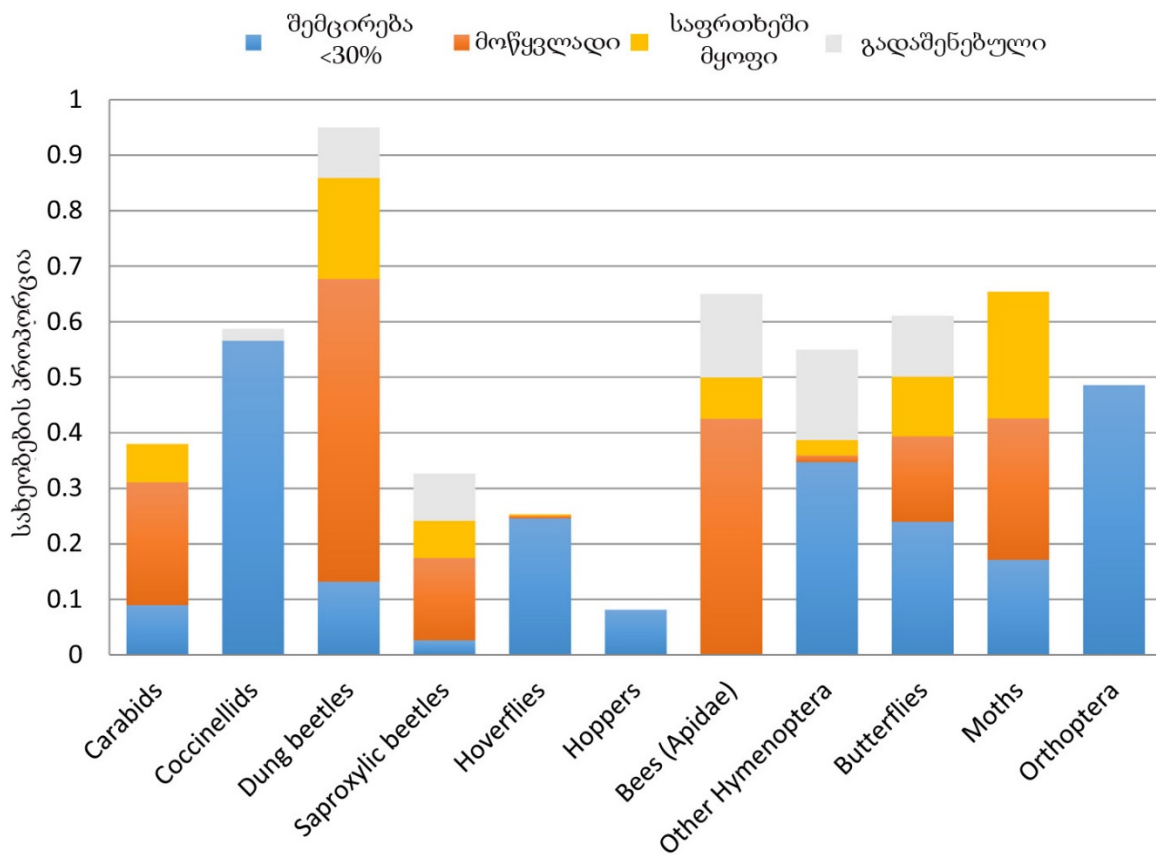
გრაფიკი № 1 ადგილობრივი მწერების ეფექტურობა მეთაფლე ფუტკართან შედარებით (Garibaldi et al. 2013)

მიუხედავად ველური ფუტკრების უპირატესობისა მეთაფლე ფუტკართან, დღესდღეისობით ფერმერების უმეტესობა დამტვერვის პრობლემის მოსაგვარებლად აქტიურად ქირობენ მეთაფლე ფუტკრის კოლონიებს (Morse and Calderone 2000; Losey and Vaughan 2006). თუმცა ბოლო დროს საქართველოშიც შეინიშნება შემოყვანილი ბაზების ოჯახების გამოყენება მოცვის პლანტაციებში, დამტვერვის მაქსიმალურად უზრუნველსაყოფად (პერსონალური დაკვირვება, გურიის რეგიონში, სოფ. ლაითური - „ლუჯი ველი“).

2. ლიტერატურის მიმოხილვა

2.1. დამტვერვით უზრუნველყოფა და დამტვერავების შემცირება

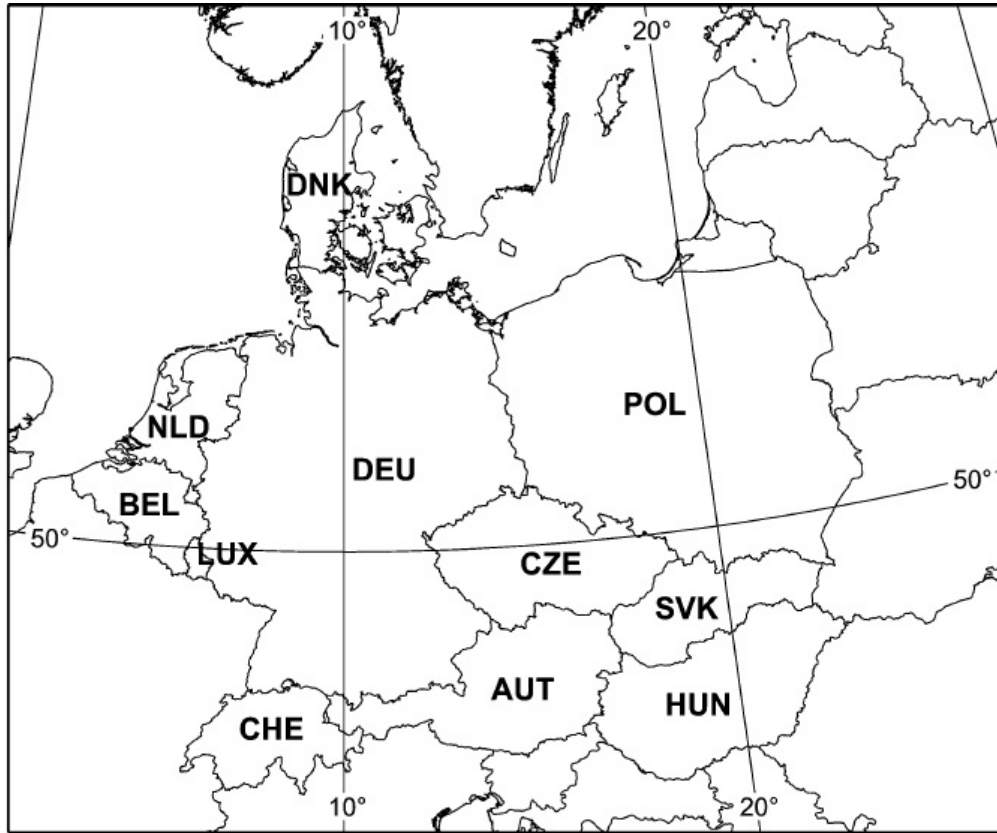
გერმანიაში დაცულ ტერიტორიებზე ჩატარებულმა 27 წლიანმა კვლევამ ადგილობრივი მფრენი მწერების ბიომასის 76%-იანი კლება დააფიქსირა (Hallmann et al. 2017), დღეისათვის კი მეცნიერები უკვე მიუთითებენ მწერების ბიომრავალფეროვნების კატასტროფულ მდგომარეობაზე მთელ მსოფლიოში და აღნიშნავენ, რომ დაახლოებით სახეობების ნახევარი სწრაფად მცირდება, მესამედი კი გადაშენების პირას მყოფი ან გადაშენებულია. მწერების ფართომასშტაბინი კლება შესაძლოა გახდეს მსხვილმასშტაბიანი ცვლილებების მიზეზი ეკოსისტემებში (Sánchez-Bayo and Wyckhuys 2019). მწერთა ჯგუფებში კლება სხვადასხვა ინტენივობით მიმდინარეობს (გრაფიკი №2) და ერთ-ერთი ყველაზე მეტად შემცირებული ჯგუფი ფუტკრები არიან, რომელთა კლებამ ბოლო ათწლეულის განმავლობაში საგრძნობლად მოიმატა. აღნიშნული პრობლემა დამახასიათებელია, როგორც დასავლეთ და ცენტრალური ევროპისათვის, ასევე ჩრდილოეთ ამერიკისთვის (Buchmann and Nabhan 1996; Westrich 1996; Kosior et al. 2007;



გრაფიკი № 2 შემცირებული ან ადგილობრივად გადაშენებული სახეობების პროპორცია IUCN-ის კრიტერიუმების მიხედვით : მოწყვლადი(შემცირება > 30%), საფრთხეში მყოფი(შემცირება>50%), გადაშენებული(ჩანაწერი არ მოიპოვება >50 წელი) (Sánchez-Bayo and Wyckhuys 2019)

აშშ-ში ჩატარებული კვლევის მიხედვით დადგინდა, რომ 20 წლის განმავლობაში, ბაზების ოთხი სახეობის (*B. occidentalis*, *B. pennsylvanicus*, *B. affinis*, *B. terricola*) რაოდენობა 96%-მდე, ხოლო გეოგრაფიული გავრცელება კი 23-87% შემცირდა (Cameron et al. 2011). მეცნიერთა ჯგუფი (Kosior et al. 2007) ნაშრომში, რომელიც ემყარება ლიტერატურულ მასალას, გამოუქვეყნებელ მონაცემებს, პირადი კომუნიკაციიდან მიღებულ ინფორმაციას, ასევე ავტორთა დაკვირვებებსა და ექსპერტების რეცენზიებს, აღნიშნავენ რომ XX საუკუნის დასაწყისიდან ცენტრალურ და დასავლეთ ევროპის 11 (რუკა №1) ქვეყანაში შეინიშნება ბაზების პოპულაციის კლება. 1951-2000 წლებში კი ბაზების ოთხი

სახეობა (*B. armeniacus*, *B. culluanis*, *B. serrisquama*, *B. sidemii*) გადაშენდა 11-ვე ქვეყანაში (Kosior et al. 2007)



რუკა № 1 11 ქვეყანა დასავლეთ და ცენტრალურ ევროპაში, საიდანაც შეგროვდა ინფორმაცია ბაზებზე: BEL, ბელგია; NLD, ნიდერლანდები; LUX, ლუქსემბურგი; DNK, დანია; DEU, გერმანია; CHE, შვეიცარია; AUT, ავსტრია; CZE, ჩეხეთის რესპუბლიკა; SVK, სლოვაკეთი; HUN, უნგრეთი; POL, პოლონეთი (Kosior et al. 2007).

მიუხედავად იმისა რომ მეთაფლე ფუტკრის კოლონიების შემცირება სხვადასხვა რეგიონში ფიქსირდება მსოფლიოს მასშტაბით, მათმა საერთო რაოდენობამ 45%-ით მოიმატა 1961 წლის შემდეგ, თუმცა მეთაფლე ფუტკრის კოლონიების მატების პარალელურად გაცილებით სწრაფად იმატებს დამმტვერავებზე დამოკიდებული სასოფლოს სამეურნეო კულტურებით დაფარული ფართობი (>300%), რაც ბუნებრივია ზრდის მოთხოვნას დამტვევრის სერვისზე, რომელსაც მხოლოდ მეთაფლე ფუტკარი ვერ უზრუნველყოფს (Aizen and Harder 2009)

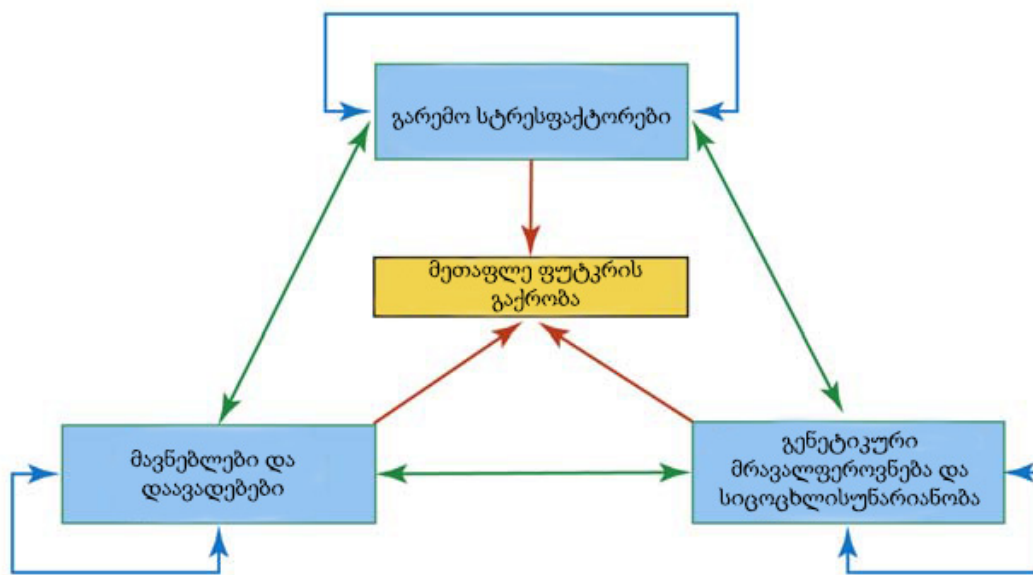
გარდა ველური დამმტვერავებისა საფრთხის წინაშე დგანან მეთაფლე ფუტკარის ოჯახები, მათმა რაოდენობამ საგრძნობლად იკლო ევროპასა და აშშ-ში (Potts, Roberts, et al. 2010; Ellis and Munn 2005).

ფუტკრების კლების პარალელურად მეცნიერები ყურადღებას ამახვილებენ ენტომოფილური მცენარეების და მათი დამმტვერავების შემცირებაზე (Pauw and Bond 2011), რადგანაც ფუტკრის ყველა სახეობა დამოკიდებულია ყვავილოვან მცენარეებზე, როგორც მათ ძირითად საკვებ წყაროზე (Winfree 2010), ყვავილებით მდიდარი ჰაბიტატების შენარჩუნება ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია ფუტკრისნაირთა ფაუნის შენარჩუნებისათვის, იმის გათვალისწინებით, რომ ყვავილები და ფუტკრები ურთიერთდამოკიდებულები არიან (Biesmeijer 2006; Pauw and Hawkins 2011). ამას ადასტურებს გაერთიანებულ სამეფოსა და ნიდერლანდებში ჩატარებული კვლევა (Biesmeijer 2006), რომელიც მიუთითებს დამმტვერავებისა და ენტომოფილური მცენარეების პარალელურ კლებაზე. ამ მოვლენის გამომწვევი მიზეზი ჯერჯერობით კარგად არაა შესწავლილი და მკვლევარი გამოთქვამს ვარაუდს, რომ მცენარეების შემცირება შესაძლებელია განპირობებული იყოს დამტვერვით არასაკმარისი მომარაგებით ან პირიქით ფუტკრების შემცირება შესაძლოა გამოიწვიოს ყვავილების არასაკმარისმა რაოდენობამ, აგრეთვე განიხილება შესაძლო შემთხვევა, როდესაც ორივე მათგანი მგძნობიარე აღმოჩნდა გარემო პირობების ცვლილებებისადმი.

2.2. ფუტკრის ვირუსული დაავადებები

დამტვერავების კლების მიზეზებად გარემო პირობების სხვადასხვა სტრესფაქტორებთან ძირითადად ყურადღება გამახვილებულია ჰაბიტატის დეგრადაციასა და გაქრობაზე, სასოფლო სამეურნეო ფართობების ზრდასა და გლობალური კლიმატის ცვლილებაზე (Potts, Biesmeijer, et al. 2010), რომლებთან ერთადაც კომბინაციაში მოქმედებს სხვა დამატებითი სტრესფაქტორები (მაგ. პესტიციდები, ინვაზიური სახობები), ამან კი შესაძლოა გააძლიეროს პოპულაციის შემცირების ხარისხი და შემდგომში შეამციროს ველური ფუტკრების გენეტიკურ მრავალფეროვნება, რის შედეგადაც გაიზრდება

ინფექციური დაავადებების გავრცელება (Whitehorn et al. 2011), როგორცაა მეთაფლე ფუტკრთან დაკავშირებული რნმ ვირუსები, მიუხედავად მრავალი კვლევისა, რომელიც მეთაფლე ფუტკრის კოლონიების გაქრობას უკავშირდება, ჯერჯერობით არ გამოყოფენ ერთ კონკრეტულ მიზეზს თუ რა იწვევს აღნიშნულ ფენომენს (Cox-Foster et al. 2007; Anderson et al. 2008) და ფიქრობენ, რომ აღნიშნული პრობლემა გამოწვეულია რამოდენიმე მიზეზის ერთობლივი ზემოქმედებით (გრაფიკი №3) და აქვე აღნიშნავენ რომ მსგავსი მიზეზების ერთობლიობა იმოქმედებს ველური ფუტკრების შემთხვევაშიც (გამონაკლისს წარმოადგენს მეფუტკრეობისთვის დამახასიათებელი მიზეზები) (Potts et al. 2010).



გრაფიკი № 3 მეთაფლე ფუტკრის დანაკარგის გამომწვევი მიზეზების ურთიერთქმედება. ლურჯი ჩარჩოები წარმოადგენს ფუტკრები დანაკარგის სამ მთავარ მიზეზს რომელიც ასოცირდება მეთაფლე ფუტკრის შემცირებასთან, წითელი ისრებით ნაჩვენებია მიზეზების პირდაპირი ზემოქმედება მეთაფლე ფუტკარზე, მწვანე ისრებით ნაჩვენებია მიზეზების ურთიერთქმედება ერთმანეთზე და ლურჯი ისრები მიუთითებს მიზეზების შიგნით (Potts et al. 2010).

დღეისათვის ფუტკრებში იდენტიფიცირებული ვირუსები წარმოდგენილია როგორც დადებითი ასევე უარყოფითი პოლარობის ერთჯაჭვიანი რნმ ვირუსებითა (Chen and Siede 2007; Brutscher, McMenamin, and Flenniken 2016; Luring and Andino 2010; Remnant et al.

2017; Schoonvaere et al. 2016) და დნმ-ის ოჯახვიანი ვირუსებით (Gauthier et al. 2015; Hartmann et al. 2015), ფუტკრებში ყველაზე ფართო გავრცელებით Picornavirales რიგში შემავალი Dicitroviridae (IAPV, KBV, ABPV, BQCV,) და Iflavridae (DWV, SBV, SBPV) ოჯახების დადებითი პოლარობის ერთჯახვიანი რნმ ვირუსები და ტაქსონომიურად არაკლასიფიცირებული CBPV მიიჩნევა (Chen and Siede 2007; Brutscher, McMenamin, and Flenniken 2016). ვირუსების გადაცემის გზების დადგენა საკმაოდ რთულია, თუმცა კვლევები ადასტურებს ვირუსების გადაცემას, როგორც სახეობის შიგნით ასევე სახეობებს შორის (Tehel, Brown, and Paxton 2016), რაც შეეხება გადაცემის საშუალებას სხვადასხვაგვარია და შესაძლოა მოხდეს, როგორც საერთო საკვები ბაზის გაზიარებისას (Koch, Brown, and Stevenson 2017; Tehel, Brown, and Paxton 2016), ასევე მეთაფლე ფუტკრისა და ბაზების პარაზიტი ტკიპებით (ვექტორებით) (Peck, Smith, and Seeley 2016; Schwarz and Huck 1997).

საქართველოში ფუტკრების ვისრუსულ დაავადებებზე სამეცნიერო ნაშრომები ფაქტიურად არ მოიპოვება, ვურუსული დაავადებები განხილულია მხოლოდ სასწავლო ან პრაქტიკული მეფუტკრეობისათვის გამოცემულ მასალებში, რაც შეეხება ველური ფუტკრების ვირუსულ დაავადებებს ამ მიმართულებით ინფორმაცია არ მოგვეპოვება.

2.3. საქართველოში გავრცელებული ფუტკრები და მათი როლი.

Apoidea-ს ზეოჯახში ორი ჯგუფი Spheciformes და Apiformes შედის, ამ უკანასკნელში კი ერთიანდება ფუტკრების 7 ოჯახი: *Stenotritidae*, *Colletidae*, *Andrenidae*, *Halictidae*, *Melittidae*, *Megachilidae*, *Apidae*. დღეისათვის მსოფლიოში ფუტკრისნაირების 20 000-მდე სახეობაა აღწერილი (Michener 2007), რომლებიც ყველა კონტინენტზე (ანტარქტიკის გარდა) და ბიომების უმეტესობაში (გარდა ტუნდრისა) მნიშვნელოვანი დამმტკერავები არიან (Ollerton 2017). საქართველოში ფუტკრისნაირთა 361 სახეობაა გავრცელებული რომელიც 6 ოჯახს წარმოადგენს (Kirkitaдзе and Japoshvili 2015; Kirkitaдзе et al. 2017). გამონაკლისია *Stenotritidae*-ს ოჯახი, რომლის სახეობები მხოლოდ ავსტრალიაში არიან ნაპოვნი. საქართველოს ფუტკრისნაირები მხოლოდ ფაუნისტურადაა შესწავლილი,

პირველი სია საქართველოს ფუტკრისნაირებზე 1967 წელს გამოქვეყნდა (სხირტლაძე 1967). ამის შემდეგ 20-მდე ნაშრომი იქნა გამოქვეყნებული, რომელშიც შეტანილი იქნა ახალი ჩანაწერები და აღწერილი იქნა ის ჰაბიტატები სადაც ფუტკრისნაირთა ესა თუ ის სახობაა გავრცელებული. საქართველოში დღემდე დამტვევრის პროცესში მხოლოდ მეთაფლე ფუტკრის მონაწილეობაზე იყო კვლევები ჩატარებული (ჟღენტი 1940), კვლევის მიზანს წარმოადგენდა სუბტროპიკული კულტურების დამტვევრვაში მეთაფლე ფუტკრის როლის განსაზღვრა. ჟღენტის (1940) ნაშრომში მოყვანილია კვარაცხელიას მიერ ვაშლის დამტვევრვაში მეთაფლე ფუტკრის ეფექტურობის დასამტკიცებლად ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები (ჟღენტი 1940)). კვარაცხელია იყენებდა შეფუთვის მეთოდს, კერძოდ კი შეარჩია სამი სახის ექსპერიმენტი: 1. ხელით დამტვერილი ყვავილები, სადაც შეზღუდული იყო დამტვევრვა მწერების მიერ; 2. ღია ყვავილები, სადაც ხდებოდა ბუნებრივი დამტვევრვა და 3. იზოლირებული ყვავილები, სადაც მოათავსა ერთი ჩარჩო მეთაფლე ფუტკრი. ვაშლის ექსპერიმენტული ყვავილებიდან ხელით დამტვევრვით 7.3% გამოინასკვა, ღიაში 30.42% და იქ სადაც მხოლოდ მეთაფლე ფუტკრები იყვნენ 54.2%. სხვა შრომებში კი მხოლოდ თეორიულადაა განხილული მეთაფლე ფუტკრის მონაწილეობა და ავტორები, თავიანთ მოსაზრებებს არ ამყარებენ პრაქტიკული შედეგებით (ზაალიშვილი 1897; ანდლულაძე 1970) რაც შეეხება ი. სხირტლაძეს, მას მხოლოდ ორ ნაშრომში აქვს განხილული (სხირტლაძე 1983, 1988) საქართველოში გავრცელებული ფუტკრისნაირები, როგორც დამტვევრავები, სადაც მხოლოდ ზოგადად საუბრობს ფუტკრისნაირების მონაწილეობაზე მცენარეთა დამტვევრვის პროცესში და აქვე აღნიშნავს, რომ რაიმე სახის ექსპერიმენტული სამუშაოს ჩატარება მიზნად არ დაუსახავს, ასევე იგი არ ციტირებს სხვა ავტორებს, რომლებსაც ჩატარებული აქვთ შესაბამისი კვლევები საქართველოში ან მის ფარგლებს გარეთ მცენარეთა დამტვევრვის პრობლემების განხილვას მხოლოდ ფუტკრისნაირთა ფაუნისტური და ლადშაფტურ-ეკოლოგიური გამოკვლევების საფუძველზე ცდილობს, იმ მეცნიერებისგან განსხვავებით, რომლებმაც შეისწავლეს ვაშლის ბაღების დამტვევრავები, რის შედეგადაც აღმოჩნდა, რომ იტალიის ვაშლის ბაღებში ფუტკრისნაირთა ფაუნა საკმაოდ მრავალფეროვანია და შეგროვებულ მასალებში (875 ინდივიდი) ყველაზე მრავალრიცხოვანი სახეობები *Apis mellifera* 40%,

Lasioglossum morio (Fabricius) 33% და *Andrena dorsata*(Kirby) 6% (Marini et al. 2012). რაც შეეხება ნიუიორკის შტატის ბაღებში გავრცელებულ ვაშლის დამმტვერავებს, მსგავსად იტალიისა აქაც ყველაზე მრავალრიცხოვანი *Apis mellifera* მის შემდეგ კი მოდის *Andrenas*-ს გავრი და Halictidae ოჯახის სახეობები (Gardner and Ascher 2006), თუმცა ვაშლის ყვავილებიდან ყველაზე დიდი რაოდენობის მტვერს *Apis* და *Bombus* გვარის წარმომადგენლები აგროვებდნენ, მაგრამ ბუტკოზე უფრო მეტი მტვერი *Bombus* გვარის სახეობების მეშვეობით ხვდებოდა, რაც ხაზს უსვავს მათ ფუნქციონალურობას ვაშლის დამტვერვის საკითხებში. გარდა ხსენებული გვარებისა ვაშლის დამტვერვაში დიდ როლს ასრულებენ *Halictus*-ს(McGregor 1976) და *Osmia*-ს (McGregor 1976; Matsumoto, Abe, and Maejima 2009; Gruber et al. 2011) გვარში შემავალი სახეობები.

2.4. ვაშლის დამტვერვის თავისებურებები

ვაშლი (*Malus domestica* Borkh. (Rosaceae: Maloideae)) ზომიერი ჰავის ერთერთი მნიშვნელოვანი ხილია, რომელის კულტივირება ევროპასა და აზიაში ანტიკური დროიდან იღებს სათავეს (Losada and Herrero 2013; Janick et al. 1996), მისი წარმოშობის ადგილად კი აზია მიიჩნევა (Forsline et al. 2010), უფრო ზუსტად კი ყაზახეთი (Dzhangaliev 2010). ვაშლი საქართველოში ეკონომიკურად მნიშვნელოვანი კულტურაა, რომლის ფართობი 20 763ჰა (FaoSTAT 2022) იკავებს და მოსავალმა 2019 წელს 44 300 ტონა შეადგინა(NationMaster 2022), 1992 წლიდან 2019 წლამდე ვაშლის მაქსიმალური მოსავალი 254 000 ტონა იყო 1995 წელს, ყველაზე მცირე კი 2017 წელს 19 700 ტონა(NationMaster 2022) ვაშლის კულტურისთვის განსაკუთრებულ როლს ასრულებენ დამმტვერავები, რადგანაც ჯიშების უმეტესობა თვითსტერილურია და ვაშლის პროდუქტიულობა დამოკიდებულია ჯვარედინ დამტვერვაზე (McGregor 1976; Garratt, Breeze, et al. 2014), ჯვარედინი დამტვერვის ეფექტურობა და საჭიროება ნათლად გამოჩნდა ელსტარსა და ჯონაგოლდზე ჩატარებული ექსპერიმენტით, სადაც ჯვარედინი დამტვერვით მიღებული ნაყოფები და თესლები რაოდენობრივად აჭარბებს თვითდამტვერვის შედეგად მიღებულ ნაყოფებსა და თესლებს, გოლდენის შემთხვევაში კი ჯვარედინად დამტვერვის შედეგად მიღებული ნაყოფები წონითაც აღემატებოდა თვითდამტვერვის შედეგად მიღებულ ნაყოფებს (De Witte et al. 1996)

ვაშლი ერთსახლიანი მცენარია, ორსქესიანი ყვავილებით (Pratt 1988; Pereira-Lorenzo, Ramos-Cabrera, and Fischer 2009), ყვავილს აქვს ხუთი გვირგვინის ფურცელი, ხუთი ჯამის ფოთოლაკი, ოთხი მტვრიანა და ბუტკო. ყვავილედ შედგება 3-20 ყვავილისაგან, მაგრამ კომერციულ ჯიშებში უმეტესწილად 5 ყვავილი გვხვდება (Rasko and Millner 2010), რომელთაგან ერთი კენწრული დანარჩენი კი გვერდითა ყვავილებია, პირველი კენწრული ყვავილი იშლება და ის ოთხჯერ უფრო ხშირად იხსავს ნაყოფს გვერდითა ყვავილებისგან განსხვავებით (Losada and Herrero 2013). ვაშლი საშუალოდ 9 დღე ყვავილობს და ცივი ამინდის შემთხვევაში ეს პერიოდი იზრდება, თბილი და ქარიანი ამინდის შემთხვევაში კი მცირდება (Morris 1921) ქარისა და ტემპერატურის გარდა ვაშლის ნაყოფმსხმოიარობაზე უარყოფით გავლენას ახდენს ყინვები (Dzhangaliev 2010) ზამთრის პერიოდში დაბალი ტემპერატურა ამცირებს როგორც მტრის მარცვლების რაოდენობას ასევე მათ სიცოცხლისუნარიანობს (Jackson 2005).

როგორც ცნობილია ვაშლის ყვავილი ნექტარსა და მტვერს უხვად გამოყოფს სხვა ფოთლოვანი ხეხილისაგან განსხვავებით (McGregor 1976), სწორედ ამიტომ ვაშლის ყვავილი ნიშნულგან საკვებ ბაზას წარმოადგენს ადრეულ გაზაფხულზე მეთაფლე ფუტკრის კოლონიის ჩამოყალიბებისა და გაძლიერებისათვის (McGregor 1976).

საქართველოში ველური დამტვერავები და მათი როლი არავის შეუსწავლია, მწირი იმფორმაციაა დამტვერვის პრობლემის შესახებ, კვლევები აღნიშნულის შესახებ მხოლოდ გასული საუკუნის პირველ ნახევარში ჩატარდა და ისიც სუბტროპიკულ კულტურებზე (ჟღენტი 1940). რაც შეეხება კვარაცხელიას კვლევებს ვაშლზე, ის არსად გამოქვეყნებულა. ყოველივე ზემოთქმულიდან გამოდინარე უნდა აღინიშნოს, რომ ფუტკრების მრავალფეროვნების, მათი როგორც ფუნქციონალური მნიშვნელობისა და მათი დაავადებების შესწავლა არამხოლოდ ლოკალურ, არამედ გლობალურ პრობლემასაც წარმოადგენს.

3. კვლევის მიზნები

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა:

1. დაგვედგინა საქართველოში გავრცელებული ფუტრისნაირების ვალიდური სია.
2. შეგვესწავლა ვაშლის ბაღების ფუტკრისნაირთა ფაუნის სახეობრივი მრავალფეროვნება..
3. დაგვედგინა ვაშლის ყვავილების მთავარი დამტვერავები.
4. დაგვედგინა რომელი უარყოფითი ფაქტორები მოქმედებდა ფუტკრისნაირებზე.
5. გაგვეგო რომელი ვირუსული დაავადებები იყო გავრცელებული არამართო მეთაფლე არამედ ველურ ფუტკრებშიც

კვლევის მიზნების მისარწევად დასახული იყო შემდეგი ამოცანები:

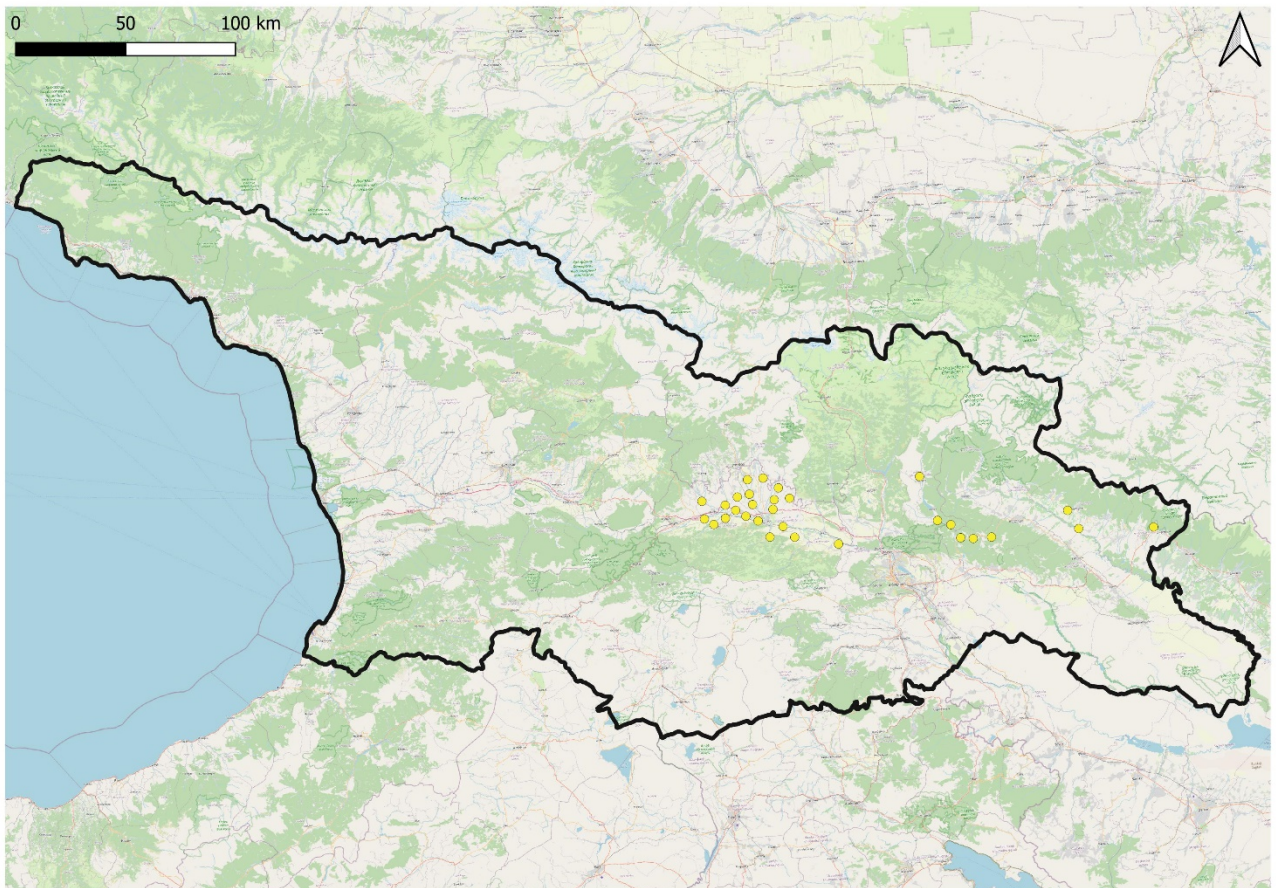
1. გავვეკეთებინა არსებული ლიტერატურული წყაროების სრული ანალიზი.
2. შეგვეგროვებინა ფუტრისნაირთა ფაუნა ვაშლის ბაღებში.
3. განგვესაზღვრა ფუტკრისნაირთა რომელი ჯგუფები მონაწილეობდნენ ყველაზე აქტიურად ვაშლის ყვავილის დამტვერვაში.
4. დაგვედგინა არსებობდა თუ არა მტვრის გავრცელების შეზღუდვა ვაშლის ბაღებში
5. რამდენად უზრუნველყოფდა ფუტკრისნაირთა ფაუნა დამტვერვის სერვისით ბაღებს
6. როგორია ქარის მონაწილეობა ვაშლის ყვავილების დამტვერვაში.
7. რომელი დაავადებები იყო გავრცელებული ფუტკრისნაირებში.

4. მეთოდოლოგია

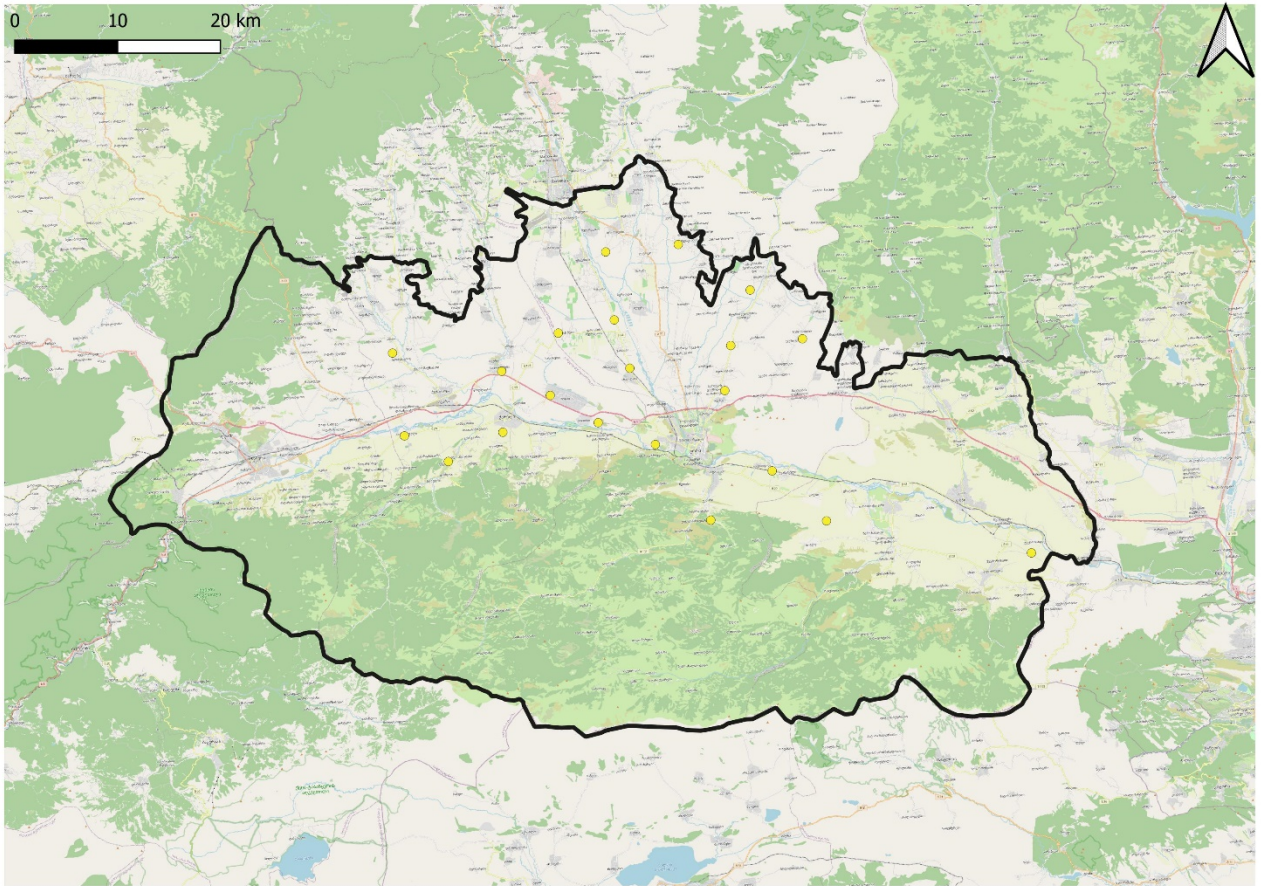
4.1. მონაცემთა შეგროვება

ჩვენს მიერ მოძიებული და გაანალიზებული იქნა საქართველოს ფუტკრისაირთა ფაუნაზე გამოქვეყნებული სამეცნიერო მასალები. საქართველოში გავრცელებულ ფუტკრისაირთა სახეობების ვალიდურობა შემწმობული იქნა მიჩნერის მსოფლიოს ფუტკრების მონოგრაფიის, (Michener 2007) შესაბამისი ვებ-გვერდებისა და ვებ-რესურსების დახმარებით (Mitroiu 2013; Pickering and Ascher 2019).

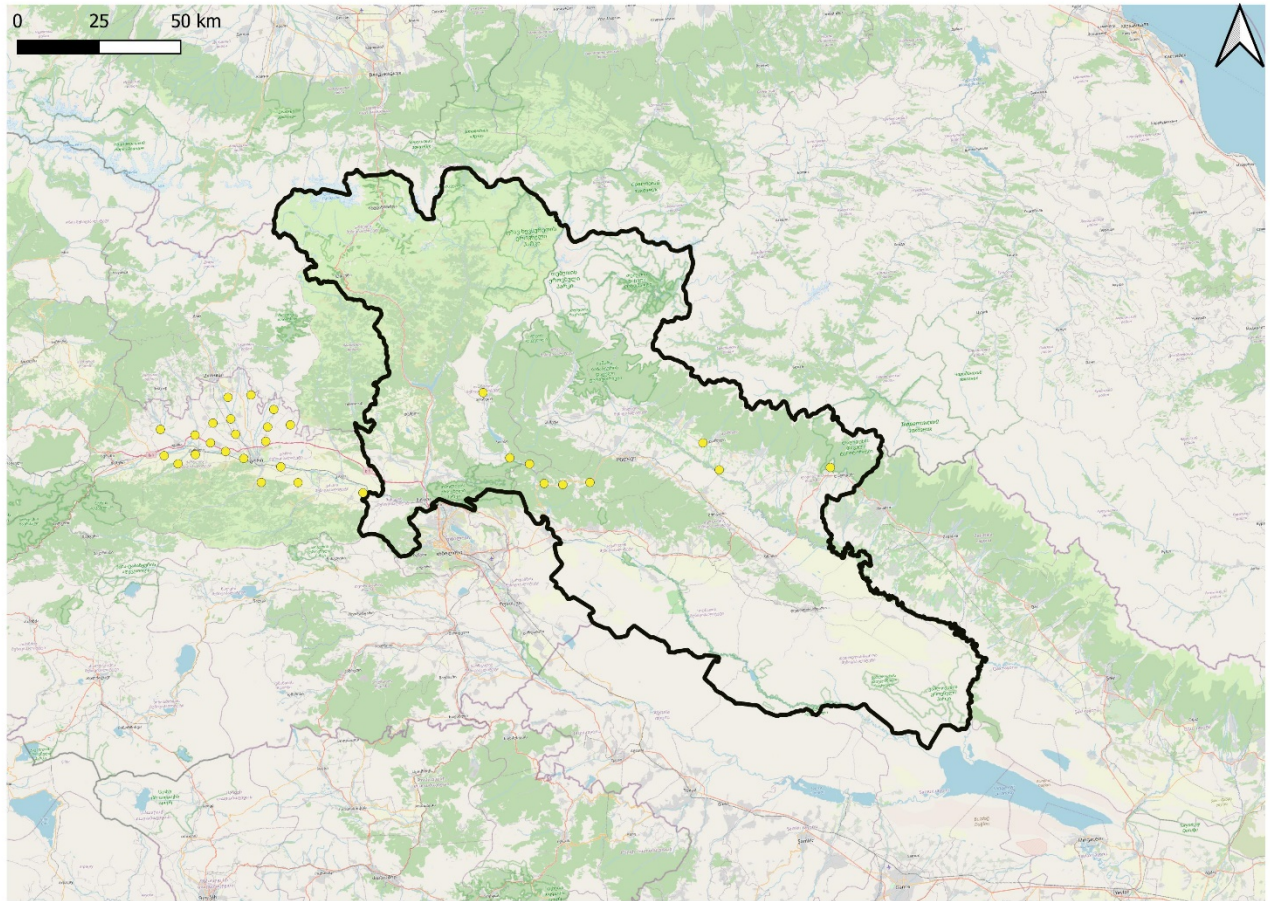
სადოქტორო თემის ექსპერიმენტული ნაწილის შესასრულებლად შეირჩა 30 ვაშლის ბაღი კახეთისა (9) და შიდა ქართლის რეგიონებში (21) 2013-2016 წლებში (რუკა №2; № და №4).



რუკა № 2 ექსპერიმენტული ბაღები



რუკა № 3 შიდაქა რთლის ექსპერიმენტული ბალები



რუკა № 4 კახეთის ექსპერიმენტული ბალები

იმისათვის, რომ მაქსიმალურად გამოგვერიცხა ბალებში ერთი და იგივე ფუტკრისნაირის ინდივიდის მოხვედრა, ბალებს შორის მინიმალურ მაძილად აღებულია 5კმ, რაც ფუტკრისნაირების ფრენის დისტანციის მიღმაა (ან ამცირებს მინიმუმამდე). ფუტკრისებთა ფაუნის შესაგროვებლად ჩვენ ვიყენებდით ჩასადგმელ ხაფანგებსა და მწერბადეს, რადგან ამ ჯგუფში ყველაზე ეფექტური მეთოდი სწორედ ეს ორი საშუალებაა (Bartomeus et al. 2013). თითოეულ ბაღში ყველაზე ქვემოთ მყოფი ყვავილის სიმაღლეზე განვათავსდა სამი ყვითელი, სამი ლურჯი და სამი თეთრი ფერის ჩასადგმელი ხაფანგი 24 საათის განმავლობაში (ფოტო №1 და №2). ხაფანგები 1/2-მდე შეივსო წყლით და დაემატა რამოდენიმე წვეთი თხევადი საპონი წყლის ზედაპირული დაჭიმულობის მოსახსნელად. ხაფანგები განთავსდა სამკუდხედად (ერთი ყვითელი, ერთი ლურჯი და ერთი თეთრი) ერთმანეთისაგან 5 მეტრის დაშორებით, სამეულებს შორის მანძილი კი 20 მეტრი იყო,

თითოეულ ბაღში განთავსებული იყო სამი სამეული 24 საათის განმავლობაში, შეგროვებული მასალები კი მოთავსებული იქნა 95%-იან სპირტში.



ფოტო № 1 ყვითელი ჩასადგმელი ხაფანგი



ფოტო № 2 თეთრი ჩასადგმელი ხაფანგი

ვაშლის ყვავილების ყველაზე ეფექტური ვიზიტორი ფუტკრის გამოსავლენად ფუტკრისნაირები დაიყო სამ ძირითად ჯგუფად: მეთაფლე ფუტკარი, ბაზი(Bombus) და ყველა დანარჩენი ველური ფუტკარი. ჯგუფების ამგვარ დაყოფას საფუძვლად უდევს მათი ვიზუალურად განსხვავების სიმარტივე ველზე მუშაობის დროს. ვაშლის აქტიური ყვავილობის პერიოდში დაკვირვება ხორციელდებოდა ყვავილის ვიზიტორ ფუტკრებს რა დროსაც აღირიცხა, რომელ ჯგუფს მიეკუთვნებოდა ვიზიტორი, ვიზიტის ხანგრძლივობა, ვიზიტის დროს მონახულებული ყვავილების რაოდენობა, დაკვირვება

ხორციელდებოდა 1 ინდივიდზე ვიზიტის დაწყებიდან დასრულებამდე, თითოეული ჯგუფში 40 ინდივიდისთვის მოხდა აღნიშნული მონაცემების შეგროვება.

დამტვერვის უზრუნველყოფის განსაზღვრისათვის თითოეულ ბაღში შერჩეული იქნა 10 ხე, ყოველ ხეზე ვნიშნავდით ერთი და იგივე ხნოვანების 9 კენწრულს ყვავილს, რომელთაგან სამი ყვავილი გაშლამდე იფუთებოდა 0.1 მმ-ის უჯრების მქონე მარლით (მწერების მიერ ნულოვანი დამტვერვა (ფოტო №3))(ჟლენტი 1940; Spears 1983; Garratt et al. 2013); შემდეგ სამს ვნიშნავდით წითელი ძაფით და იმტვერებოდა მაჟალოს მტვერით (მაქსიმალური დამტვერვა (ფოტო № 4)) ბოლო სამს კი შავი ძაფით(ბუნებრივი დამტვერვა) (Campbell and Husband 2007; Spears 1983), მონიშნული ყვავილი აუცილებლად უნდა ყოფილიყო 2-3 დღის გაშლილი, რადგან ამ პერიოდშია ბუტკო მზად მტვრის მარცვლების მისაღებად და დარჩენილი სამი კი ინიშნებოდა შავი ძაფით (ბუნებრივი დამტვერვა(ფოტო №5)). ექსპერიმენტული ყვავილებიდან მიღებული ნაყოფები კი იკრიფებოდა დამწიფებამდე 2 კვირით ადრე რათა თავიდან ყოფილიყო არიდებული ვაშლის ექსპერიმენტული ნაყოფების დაკარგვა, მოკრეფილი ვაშლების გადატანა ხდებოდა ლაბორატორიაში შემდგომი კვლევისათვის



ფოტო № 3 ნულოვანი დამტვერვა (ქარისმიერი დამტვერვა)



ფოტო № 4 მაქსიმალური დამტვერვა



ფოტო № 5 ბუნებრივი დამტვერვა

ვინაიდან ვაშლის ყვავილების დამტვერვაში ქარის მონაწილეობაც მოიაზრება აღნიშნულის გასაგებად ხანდაკის ბაღში შერჩეულ იქნა 5 ყველაზე დაბალი ხე რომელთა სიმაღლე 2.5 მეტრს არ აღემატებოდა, აღნიშნული ხეებისთვის დამზადდა კარკასი, რომლის კედლები დაიფარა მარლით, რაც არ აძლევდა საშუალებას მწერებს მიეღწიათ შერჩეული ხის ყვავილებამდე (ფოტო № 6 და №7).



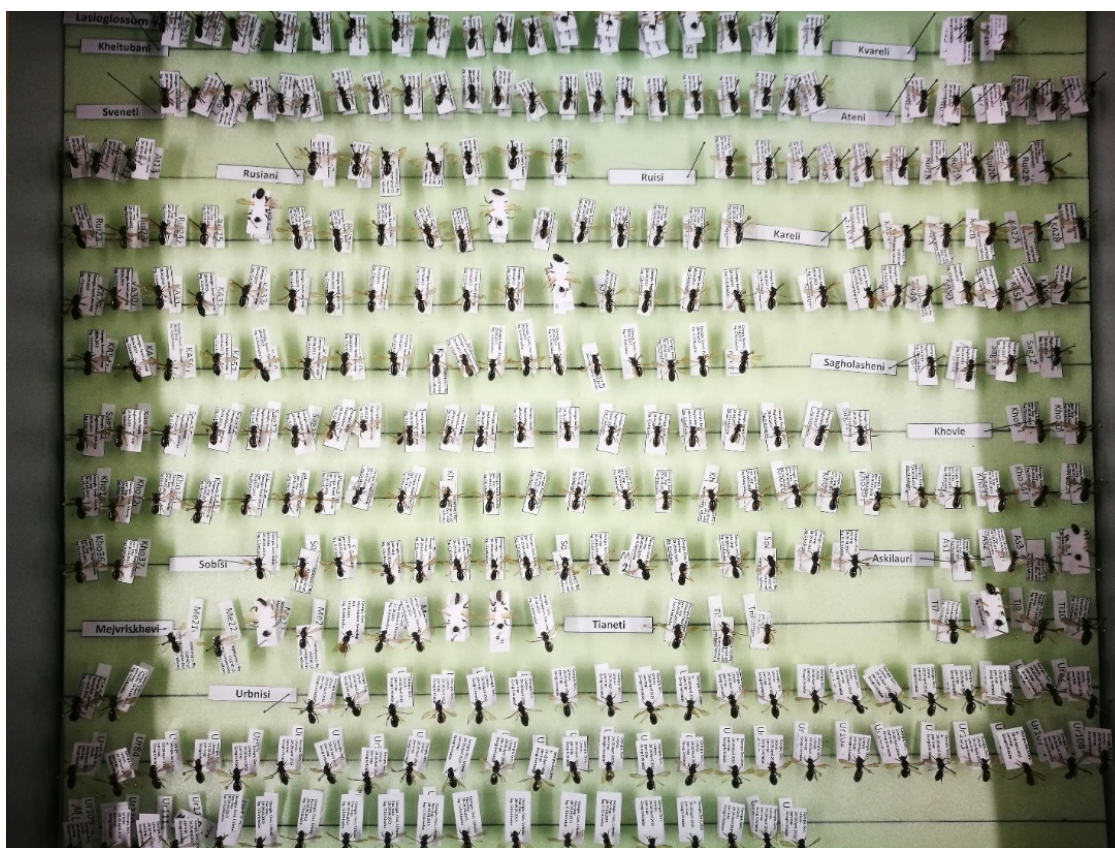
ფოტო № 6 ქარისმიერი დამტვერვის დასადგენი ყუთი



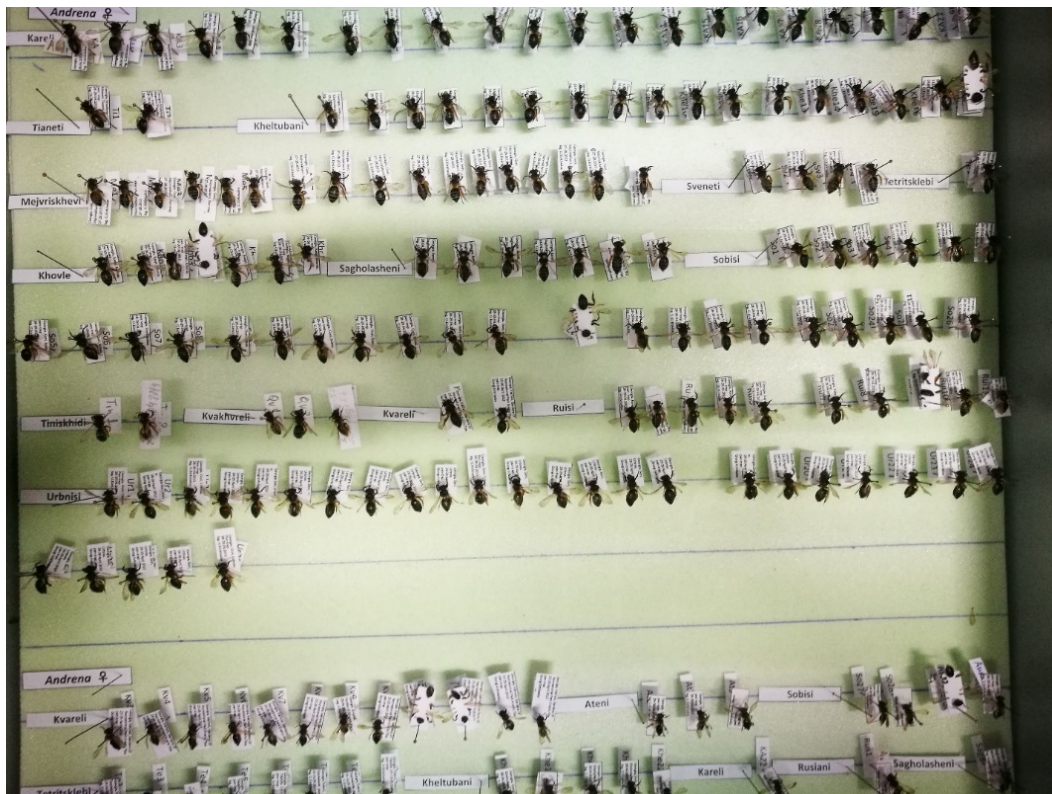
ფოტო № 7 ქარისმიერი დამტვერვის დასადგენი ყუთები

5. მასალების დამუშავება

მოპოვებული მასალები გადატანილ იქნა ლაბორატორიაში შემდგომი დამუშავებისათვის. ჩასადგმელი ხაფანგებით შეგროვებული ფუტკრის ნაირები, რომლებიც მოთავსებული იყვნენ 95% სპირტში, ყველა ინდივიდის შუა ფეხი განთავსდა 95% სპირტში დნმ-ის გამოსაყოფად, მორფოლოგიური კვლევისთვის კი მოხდა ინდივიდის გაშრობა და მონტირება ენტომოლოგიური ნემსების და სამონტირო ქაღალდების გამოყენებით (სურათი №8 და №9), თითოეული მათგანს მიეცა ეტიკეტი და ამის შემდგომ ინდივიდების ინდივიდების რკვევა გვარების დონემდე მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით ტაქსონომიური სარკვევევის (Michener 2007) გამოყენებით.



ფოტო № 8 მონტირებული ფუტკრები



ფოტო № 9 მონტირებული ფუტკრები

მოკრეფილი ვაშლები გაიჭრა და თითოეულში აღირიცხა არსებული თესლების რაოდენობა (ფოტო №10 და №11), მიღებული მონაცემების გამოყენებით კი მოხდა დამტვერვით უზრუნველყოფის მაჩვენებლის გამოთვლა, სპირსის მოდიფიცირებული ფორმულის გამოყენებით (Spears 1983).

$$E = [O-Z] / [H-Z]$$

სადაც E არის დამტვერვით უზრუნველყოფის მაჩვენებელი და ცვალებადობს ნულსა (როცა დამტვერვით უზრუნველყოფა არაა) და ერთს შორის (ბაღში დამტვერვით უზრუნველყოფა არის მაქსიმალური), Z არის მწერების მიერ ნულოვანი დამტვერვა, O ბუნებრივი დამტვერვა და H მაქსიმალური დამტვერვა.



ფოტო № 10 მაქსიმალური დამტვრვის შედეგად მიღებული ვაშლის ნაყოფები



ფოტო № 11 თესლების რაოდენობა მაქიმალურად დამტვერილ ვაშლის ნაყოფში

მოლეკულური ანალიზისთვის თითოეულ ინდივიდის შუა ფეხი მოთავსდა 2.5 მლ-იან წყლიან ტუბში და ორი საათის განმავლობაში განთავსდა სანჯდრევზე, დნმ-ის გამოყოფისთვის გამოყენებულ იქნა „high salt“ და „Chelex“ ექსტრაქციის მეთოდი (Paxton et al. 1996; Ps, Da, and R 1991) მიტოქონდრიული ციტოქრომა c ოქსიდაზა ქვეჯგუფი I (COI) გენის (~700 ბპ) მონაკვეთის გასამრავლებლად შეირჩა სტანდარტული პრიმერი LCO-1490 და HCO-2198 (Folmer et al. 1994). როგორც აღმოჩნდა გამოყენებული პრაიმერები ვერ

ახდენდნენ ზოგიერთი ფუტკრის სახეობის სამიზნე რეგიონის ამპლიფიკაციას, განსაკუთრებით ეს თვალსაჩინო გახდა გვარი *Andrena* სახეობების შემთხვევაში. ნიმუშები, რომლების დნმ სამიზნე უბნის ამპლიფიცირებასაც ვერ ახდენდა LCO-1490/HCO-2198 პრაიმერთა წყვილის კომბინაცია, ამიტომ ჩანაცვლდა მოდიფიცირებულ პრაიმერთ (5'-GCTTTCCCACGAATAAAATAATA-3') (Schmidt et al. 2015) HCO პრაიმერთან კომბინაციაში მოკლე მონაკვეთის ამპლიფიცირებისთვის COI (~400 bp). COI ამპლიფიცირებისთვის გამოიყენებოდა სტადარტული პჯრ და მიღებული პროდუქტის შესამოწმებლად კი QiAxcel capillary electrophoresis system (Qiagen, Hilden, Germany) და 1% აგაროზას გელი შეღებილი Diamond Nucleic Acid Dye (Promega, Madison, WI, USA). პჯრ პროდუქტი გასუფთავდა ExoSAP-IT (Affymetrix, სანტა კლარა, კალიფორნია, აშშ) (Bell 2008) გამოყენებით და ორივე პრაიმერი LCO-1490 და HCO-2198 სექვენირებისათვის გაიგზავნა ABI სექვენატორზე (GATC Biotech, კონსტაზი, გერმანია, ან ლუდვიგ-მაქსიმილიანის უნივერსიტეტი, მიუხენი, გერმანია). საბოლოოდ ქრომატოგრამები შევამოწმეთ ვიზუალურად და დაბოლოებები შესწორდა Geneious v.6.1 პროგრამის გამოყენებით (Kearse et al. 2012). მიღებული პროდუქტების ნუკლეოტიდური თანამიმდევრობები გარდადაიქმნა ამინომჟავებად, რათა შესაძლებელი ყოფილიყო ჩასწორებები და პროგრამა MEGA v.6-ით დამუშავება (Tamura et al. 2013). მიღებული ნუკლეოტიდური თანამიმდევრობა შედარა NCBI ნუკლეოტიდების ბაზაში არსებულ სექვენსებს, რამაც 98 % და მეტი მსგავსებააჩვენა კონკრეტულ სახეობებთან. უფრო ზუსტი იდენტიფიცირებისთვის გამოენებულ იქნა the Barcode of Life (BOLD) (Ratnasingham and Hebert 2007) ბაზა და მხოლოდ სახეობის დონის ბარკოდები.

5.1. ფუტკრების ვირუსული დაავადებები

იმისათვის, რომ დადგენილიყო თუ როგორ იყო ვირუსული პათოგენებით გაჯერებული ვაშლის ბაღებში მოქმედი ფუტკრისნაირთა პოპულაცია, შერჩეული იქნა ორი ვაშლის ბაღი, რომლებიც ერთმანეთისგან დაშორებული იყო 15 კილომეტრით, რაც ფუტკრების ფრენის დიაპაზონს მიღმაა და გვამლევს გარანტიას, რომ დამოუკიდებელი პოპულაციები

იქნებოდნენ წარმოდგენილები ბაღში. ფუტკრების შეგროვება ხორციელდებოდა მწერბადით, რომლებსაც ინდივიდუალურად ვათავსებდით 1.5 მლ ტუბებში, ყველა ინდივიდი თითოეულ ბაღში შეგროვდა ერთიდაიგივე დღეს, შეგროვებისას ფუტკრები დავყავით 3 მთავარ ჯგუფად: ბაზები, მეთაფლე ფუტკარი და სხვა ველური ფუტკარი, შეგროვების შემდეგ კი მორფოლოგიური სარკვევების გამოყენებით გაირკვა გვარების დონეზე. იმისათვის, რომ რნმ დეგრადაცია არ მომხდარიყო, თითოეული ინდივიდი დაჭერისთანავე მოთავსდა “RNAlater” ხსნარში, შემდგომ კი განთავდა -24°C -ზე შემდგომი პროცედურის დაწყებამდე. რნმ-ის გამოყოფისა და ვირუსების გარკვევისათვის მასალები გაგზავნილ იქნა მარტინ ლუთერის უნივერსიტეტში (ჰალე, გერმანია), სადაც აღნიშნული სამუშაოსთვის გამოყენებული იქნა ფუტკრების მთლიანი სხეული.

5.2. მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავება

მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავებისათვის გამოყენებული იქნა R 3.4.4 (R core Team 2018) პროგრამა და მისი პაკეტი “ggplot2” (Wickham 2009) ასევე Biodiversity Proffecional. ვაშლის ბღების ფუტკრისებრთა ფაუნაში გვარების, სახეობების პროცენტული რაოდენობისა სახეობების ბიეოგრაფიული გავრცელების საჩვენებლად გამოყენებული იქნა წრიული დიაგრამები. ფუტკრის სახეობების რაოდენობის გამოყენებით ავაგეთ ბაღების მსგავსების კლასტერი „Bray-Curtis Cluster” Biodiversity Proffecional.

ფუტკრისნაირთა სხვადასხვა ჯგუფების მიერ მონახულებული ყვავილების რაოდენობებს შორის სხვაობის საჩვენებლად აიგო ბოქსპლოტი და სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობის საჩვენებლად შეირჩა Tukey HSD ტესტი.

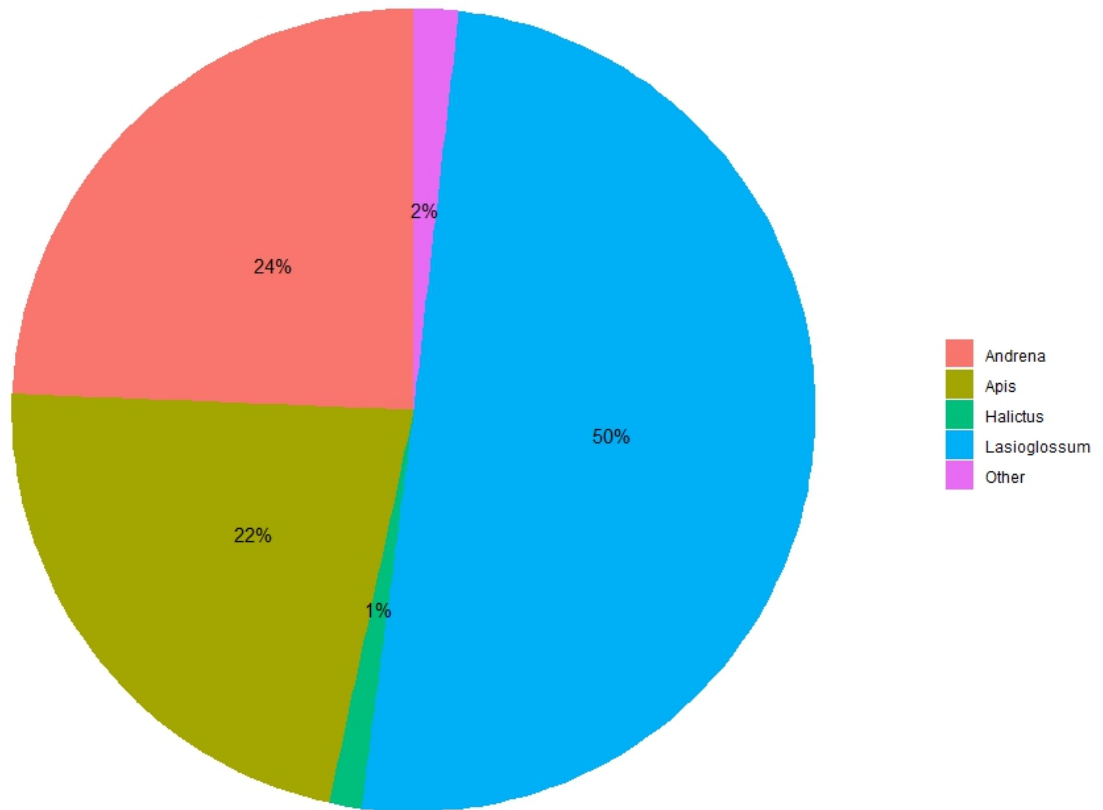
ფუტკრისნაირთა რაოდენობისა და დამტვერვით უზრუნველყოფის საშუალო მაჩვენებელს შორის კავშირის საჩვენებლად გამოყენებული იქნა წრფივი რეგრესიული ანალიზი.

6. შედეგები

6.1. ვაშლის ბაღების დამმტვერავების სახეობრივი მრავალფეროვნება

ჩვენს მიერ საქართველოს ფუტკრისნაირებზე გამოცემული ყველა პუბლიკაციის შეგროვების შედეგად დადგინდა რომ, საქართველოში გავრცელებული ფუტკრისნაირების რაოდენობამ 361 სახეობა შეადგინა (Kirkidze and Japoshvili 2015; Kirkidze et al. 2017).

ჩასადგმელი ხაფანგებით სულ შეგროვებული იქნა 1006 ფუტკრისნაირთა ინდივიდი 27 ექსპერიმენტულ ვაშლის ბაღში, 3 ბაღში (ახალდაბა, ხანდაკი, შინდისი) კი შეგროვება ვერ მოხერხდა არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობების გამო (დაბალი ტემპერატურა, ქარი, მოღრუბულობა და ნალექი). შეგროვებული ფუტკრისნაირები ერთიანდებიან შემდეგ ოჯახებში Andrenidae, Halictidae, Megachilidae, Apidae. (გრაფიკი №4) გვარებში ინდივიდების რაოდენობა კი შემდეგნაირად გადანაწილად : *Andrena* 245, *Panurginus* 1, *Halictus* 13, *Lasioglossum* 506, *Chelostoma* 4, *Osmia* 9, *Nomada* 1, *Eucera* 2, *Bombus* 1, *Apis* 224.



გრაფიკი № 4 ვაშლის ბაღებში მოპოვებული ფუტკრების შემადგენლობა გვარების მიხედვით

ჩასადგმელი ხაფანგებისა (ცხრილი№1) და მწერბადით (ცხრილი№2) მოპოვებული მასალების დამუშავების შედეგად სულ იდენტიფიცირებული იქნა ფუტკრების 53 სახეობა საიდანაც 7 ახალი აღმოჩნდა საქართველოს ფუტკრისნაირთა ფაუნისათვის. საქართველოს ფაუნისთვის 5 ახალი სახეობის შესახებ ცნობა გამოქვეყნებულია (Kirkitadze et al. 2017), 2 ახალი სახეობის შესახებ ცნობები გამოსაქვეყნებელია.

ცხრილი №1

	საქმეთი	ფლაგი	ბერძენული	ბრიჯული	ახალსოფელი	ვედრება	ბოჭორბ	გურგენიანი	გავაზი	ტინისხიდი	ქარელი	სადოლაშენი	რუისი	მეჯვრისხევი	სიბისი	ხულოთუმანი	სვეეთი	აბენი	ხოვლე	ყვარელი	უზნისი	ასკილაური	რუსანი	თეტირისხევი	თიანეთი	ქვახეველი	საჯინიბო
<i>Andrena alfkenella</i>			1																								
<i>Andrena bicolor</i>																		1									
<i>Andrena carantonica</i>	1												1					1									
<i>Andrena chrysopyga</i>											2			3						1	1						
<i>Andrena combinata</i>																				1							1
<i>Andrena confinis</i>																1				4							
<i>Andrena dorsata</i>									1			2		4	2			1		1	1						
<i>Andrena flavipes</i>			4	2		3		1	4		1	8	8	1	2	1			7		3		1	1	1	3	
											8			8	4	4					5			0	5		
<i>Andrena gravida</i>													1		3						1						
<i>Andrena haemorrhoa</i>		6									2	0	0	0	5	2									5		
<i>Andrena helvola</i>			1																	1							
<i>Andrena nitida</i>								1													1						
<i>Andrena ovatula</i>					1																						
<i>Andrena spinigera</i>														1		3											
<i>Andrena tscheki</i>																					1						
<i>Apis mellifera</i>		2	1		5	5	1	3	4		5	1			9	2	3	1	6	2	2	2	2	1	2	5	7
			4				0	2	8											8					4		
<i>Bombus terrestris</i>		1																									
<i>Chelostom sp.</i>								3													1						

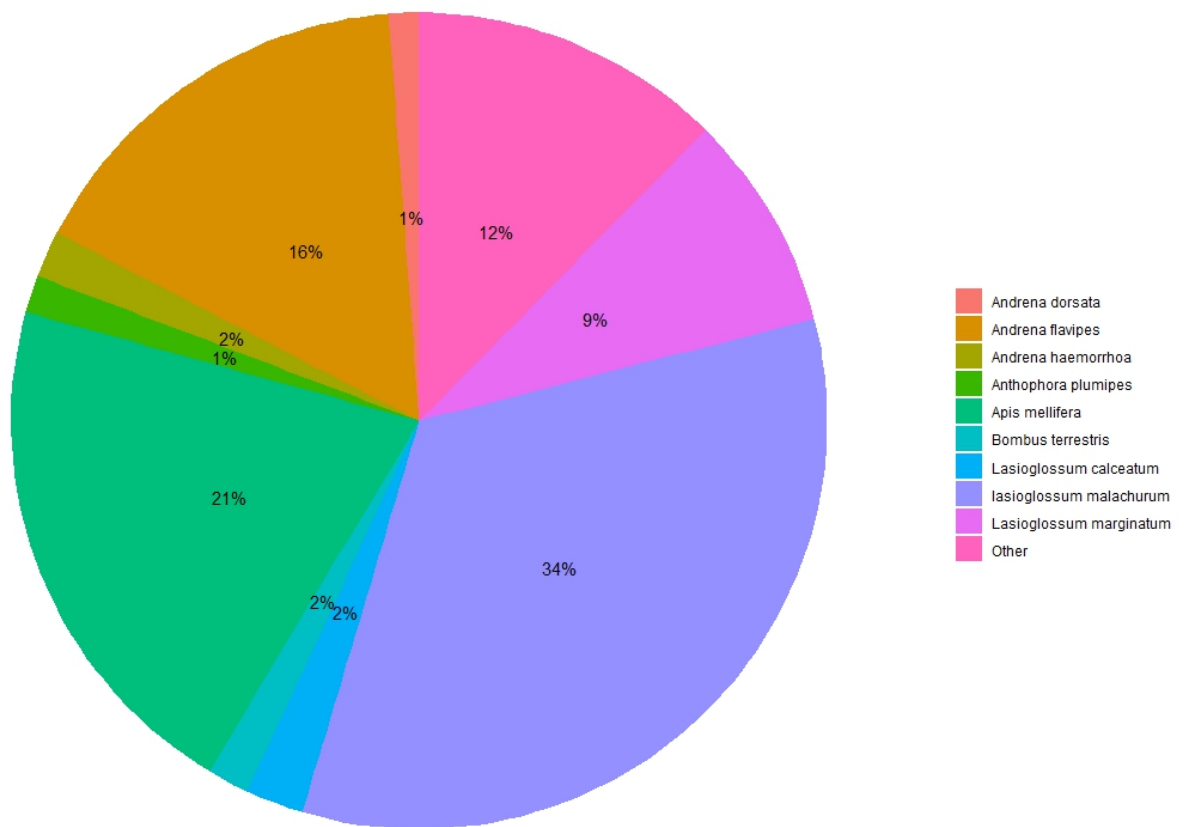
ცხრილი № 2. მწერბადით მოპოვებული ფუტკრის სახეობები

ბაღები და სახეობები

	გავაზი	ბურგენიანი	ბოჭორმა	ბერძენაული	ყვარელი
<i>Andrena bicolor</i>	0	0	0	0	5
<i>Andrena congruens</i>	0	1	0	0	0
<i>Andrena falsifica</i>	0	0	0	0	1
<i>Andrena gravida</i>	0	0	0	0	4
<i>Andrena trimmerana</i>	0	0	0	0	2
<i>Andrena wilkella</i>	0	0	0	0	1
<i>Anthophora plumipes</i>	0	2	14	0	0
<i>Bombus lucorum</i>	0	0	0	0	3
<i>Bombus pascuorum</i>	0	0	1	0	0
<i>Bombus sylvarum</i>	0	0	6	0	0
<i>Bombus terrestris</i>	0	1	0	0	16
<i>Bombus zonatus</i>				1	
<i>Eucera nigrescens</i>	0	0	1	0	0
<i>Lasioglossum calceatum</i>	0	1	0	0	0
<i>Lasioglossum laticeps</i>	1	0	0	0	0
<i>Lasioglossum marginatum</i>	0	3	0	0	0
<i>Lasioglossum subfasciatum</i>	0	0	0	0	1
<i>Nomada goodeniana</i>	0	1	0	0	0
<i>Osmia bicornis</i>	0	2	1	0	4
<i>Xylocopa violacea</i>	0	1	0	0	0

ჩვენ მიერ ვაშლის ბაღებში შეგროვებული ფუტკრებში გამოიყოფა სამი ყველაზე მრავალრიცხოვანი სახეობა *Lasioglossum malachurum* (34%); *Apis mellifera* (21%) და *Andrena flavipes* (16%), ის სახეობები რომელთა რაოდენობაც 1% არ აღემატებოდა გაერთიანდნ და გრაფიკზე (№5) გამოსახულია „Other“ ჯგუფით, ამ ჯგუფში სულ 45 სახეობაა გაერთიანებული.

ფუტკრის სახეობების პროცენტული განაწილება

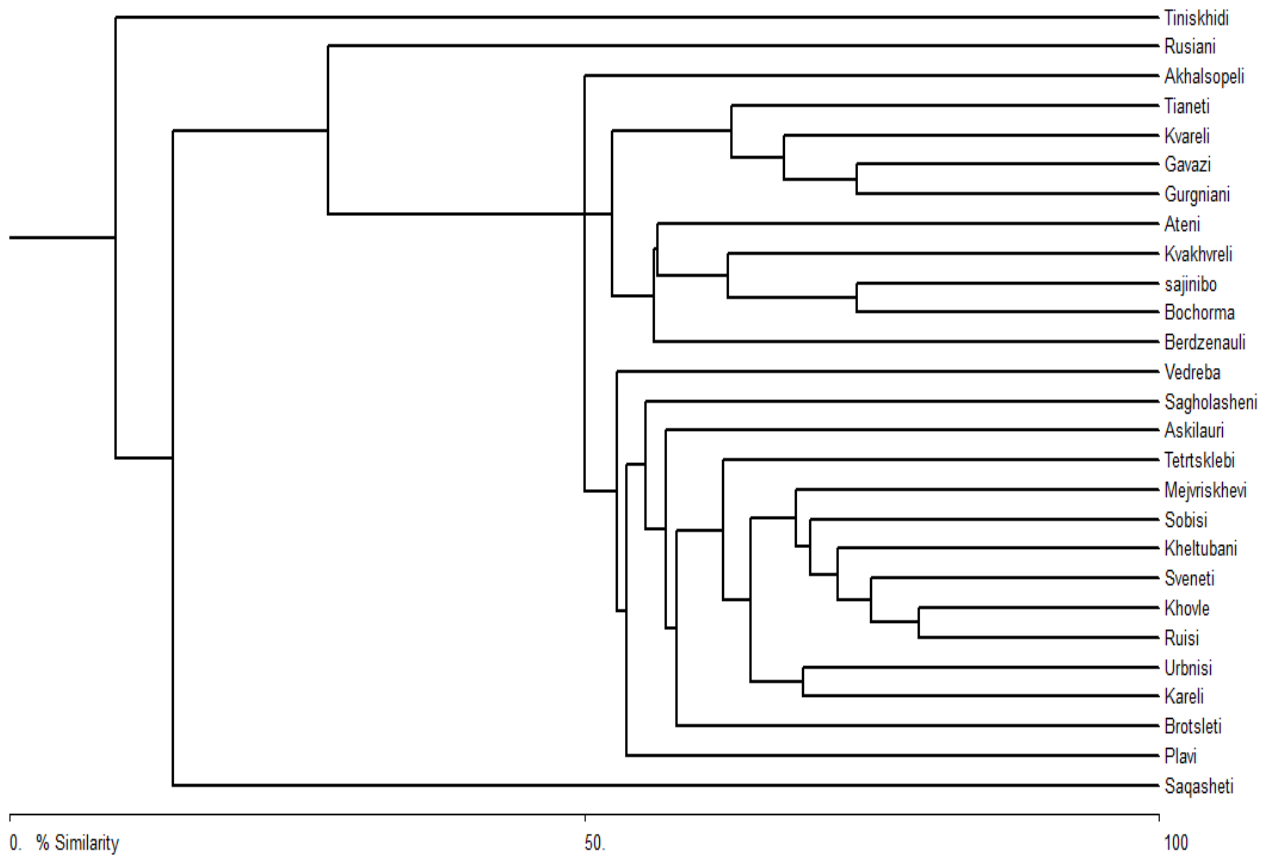


გრაფიკი № 5 ვაშლის ბაღებში ფუტკრის სახეობების პროცენტული განაწილება

ჩასადგმელი ხაფანგების საშუალებით შეგროვებული ფუტკრების სახეობების მიხედვით ავაგეთ ბაღებს შორის მსგავსების კლასტერი (გრაფიკი№6) “BioDiversity Pro” პროგრამის

გამოყენებით. ფუტკრების სახეობრივი შემადგენლობის ანალიზის მიხედვით ყველაზე მსგავსი ბაღებია ხელთუბანი-მეჯვრისხევი, ხოვლე-სობისი და ურბნისი-ქარელი. ხოლო ყველასგან განცალკევებით დგას საქაშეთისა და ტინისხიდის ბაღი რაც გამოწვეულია მონაცემთა შეგროვებისას არსებული მეტეოროლოგიური პირობებით.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



გრაფიკი № 6 ბაღების მსგავსების კლასტერი

კვლევისას ვაშლის ბაღებში რეგისტრირებული ფუტკრისნაირტა სახეობების სია (საქართველოსთვის ახალი სახეობები აღნიშულია - *):

Family – Andrenidae

1. *Andrena alfkenella* Perkins, 1914 *

შესწავლილი მასალა: ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790',

1♀, 2-3.V.2015, (Closest Genbank accession: HM401243) .

გავრცელება საქართველოში: ბერძენაული (Kirkitadze et al. 2017).

გავრცელება მსოფლიოში: დასავლეთ პალეარქტიკა (Gusenleitner & Schwarz, 2002).

2. *Andrena bicolor* Fabricius, 1775

შესწავლილი მასალა: ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 1♀, 29-30.IV.2013; ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791' , 5♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: მთისკალთა, ყაზბეგი, თბილისი, ასპინძა, ახალქალაქი, რცხმელური, ლენტეხი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ატენი, ყვარელი.

გავრცელება მსოფლიოში: დასავლეთ პალეარქტიკა (Pickering and Ascher 2019).

3. *Andrena carantonica* Pérez, 1902

შესწავლილი მასალა: საქაშეთი, N 42°05.494' E 043°57.555' , 1♀, 30.IV -01.V. 2015; მეჯვრისხევი, N 42°07.173' E 044°11.245' , 1♀, 27-28.IV.2013; ხოვლე, N 41°54.814' E 044°15.625', 1♀, 29-30.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: მარნეული (Kirkitadze and Japoshvili 2015), საქაშეთი, ხოვლე, მეჯვრისხევი

გავრცელება მსოფლიოში: ნეარქტიკა, პალეარქტიკა (Pickering and Ascher 2019).

4. *Andrena chrysopyga* Schenck, 1853

შესწავლილი მასალა: ქარელი, N 42°00.473' E 043°53.248' , 2♀, 27-28.IV.2013; სობისი, N 42°04.446' E 044°14.720', 3♀, 27-28.IV.2013; ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791' , 1♀, 25-26.IV.2013; ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 1♀, 28-29.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ჭკადუაში, მაწიმი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ქარელი, სობისი, ყვარელი, ურბნისი

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა, რუსეთი, კავკასია, თურქეთი, ყირგიზეთი, ყაზახეთი.(Sidorov et al. 2017).

5. *Andrena combinata* (Christ, 1791)

შესწავლილი მასალა: ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 1♀, 29-30.IV.2013

გავრცელება საქართველოში: თბილისი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ატენი.

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა, ჩრდილოეთ აფრიკა, რუსეთი, კავკასია, თურქეთი, სირია, ყირგიზეთი, ხაზახეთი, მონღოლეთი, ჩინეთი (Sidorov et al. 2017).

6. *Andrena congruens* Schmiedeknecht, 1884

შესწავლილი მასალა: გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 1♀, 13-14.IV.2014. ხელთუბანი, N 42°04.323' E 044°09.645', 1♀, 28-29.IV.2013; ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791', 4♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ხელთუბანი, ყვარელი.

გავრცელება მსოფლიოში: ალბანეთი, ავსტრია, ბრიტანეთი, ჩეხეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, საფრანგეთი, გერმანია, საბერძნეთი, იტალია, ლიეტუვა, ახლო აღმოსავლეთი, ჩრდილოეთ აფრიკა, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია, უკრაინა (Mitroiu 2013).

7. *Andrena dorsata* (Kirby, 1802)

შესწავლილი მასალა: ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 1♀, 29-30.IV.2013; რუისი, N 42°02.266' E 043°56.733', 2♀, 28-29.IV.2013; სობისი, N 42°04.446' E 044°14.720', 4♀, 27-28.IV.2013; ხელთუბანი, N 42°04.323' E 044°09.645', 2♀, 28-29.IV.2013; ყვარელი, N

41°56.680' E 045°45.791', 1♀, 25-26.IV.2013; ტინისხიდი, N 41°59.365' E 44°03.929', 1♀, 25-26.IV.2014.

გავრცელება საქართველოში: ჩხოროწყუ, დილომი, წოდორეთი, ლაგოდები, გურგენიანი, ხიმში, გარდაბანი, ვაშლოვანის ეროვნული პარკი, სერიბოსელი(ქობულეთი), კინტრიში, ლენტეხი, ცხუმალდი, სასაში (G. Kirkitadze and Japoshvili 2015), ატენი, რუისი, სობისი, ხელთუბანი, ყვარელი, ტინისხიდი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბალეარის კუნძულები, ბრიტანეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, ჩეხეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, საფრანგეთი, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, ახლო აღმოსავლეთი, ჩრდილოეთ აფრიკა, პლონეთი, რუმინეთი, სლოვაკეთი, სლოენია, ესპანეთი, შვედეთი, შვეიცარია, ნიდერლანდები, უკრაინა, იუგოსლავია (Mitroiu 2013).

8. *Andrena falsifica Perkins, 1915*

შესწავლილი მასალა: ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791', 1♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ნინოწმინდა, ჩხოროწყუ.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ჩეხეთის რესპუბლიკა, რუსეთის ევროპული ნაწილი, გერმანია, უნგრეთი, ლიტვა, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, შვედეთი, შვეიცარია, ნიდერლანდები, უკრაინა.(Mitroiu 2013)

9. *Andrena flavipes Panzer, 1799*

შესწავლილი მასალა: ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 4♀, 2-3.V.2015; ბროწლეთი, N 42°09.607' E 044°01.221', 2♀, 29-30.IV.2015; ვედრება, N 41°59.112' E 043°49.307', 3♀, 29-30.IV.2015 გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 1♀, 13-14.IV.2014; გავაზი, N 41°52.014' E 045°48.927', 4♀, 13-14.IV.2014; ქარელი, N 42°00.473' E 043°53.248', 18♀, 27-28.IV.2013; სალოლაშენი, N 42°03.681' E 043°53.407', 8♀, 27-28.IV.2013; რუისი, N 42°02.266' E 043°56.733', 8♀, 28-29.IV.2013; მეჯვრისხევი, N 42°07.173' E 044°11.245', 18♀, 27-28.IV.2013; სობისი, N 42°04.446' E 044°14.720', 24♀, 27-28.IV.2013; ხელთუბანი, N 42°04.323' E 044°09.645', 14♀, 28-29.IV.2013; ხოვლე, N 41°54.814' E 044°15.625', 7♀, 29-30.IV.2013; ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 35♀, 28-29.IV.2013; ; რუსიანი, N 41°51.544' E

045°14.170', 1♀, 02-03.V.2013; თეთრიწყლები, N 41°51.581' E 045°20.179', 10♀, 13-14.V.2013; თიანეთი, N 42°07.687' E 044°57.961', 15♀; ქვახვრელი, N 41°57.181' E 44°13.528', 3♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ლისი, დმანისი, დილომი, წოდორეთი, მცხეთა, ვაშლოვანის ეროვნული პარკი, კასრისწყალი, მაწმაო, თელეთი, ქუთაისი, ფარახეთი, შაორი, თლული, ჭელიაღელე, მთისკალთა, სხვაგა, უდაბნო, დავით გარეჯი, ყორული, პანტიშარას ხევი, კასპი, დუშეთი, ბორჯომი, ლენტეხი, ხაიში (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ბერძენაული, ბროწლეთი, ვედრება, გურგენიანი, გვაზი, ქარელი, რუისი, მეჯვრისხევი, სობისი, ხელთუბანი, ხოვლე, ურბნისი, რუსიანი, თიანეთი, თეთრიწყლები, თიანეთი, ქვახვრელი.

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა, ჩრდილოეთ აფრიკა, რუსეთი, ცაკასია, თურქეთი, ისრაელი, სირია, იორდანია, ერაყი, ირანი, ავღანეთი, ცენტრალური აზია, ყაზახეთი, ჩინეთი, ნეპალი, ინდოეთი, ჩრდილოეთ ამერიკა (Sidorov et al. 2017).

10. *Andrena sp. nr. gravida* Imhoff, 1832

შესწავლილი მასალა: სობისი, N 42°04.446' E 044°14.720', 3♀, 27-28.IV.2013; რუისი, N 42°02.266' E 043°56.733', 1♀, 28-29.IV.2013; ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 1♀, 28-29.IV.2013; ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791', 4♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება მსოფლიოში: ტაჯიკეთი, სომხეთი, თურქეთი, საბერძნეთი, ტუნისი, იტალია, საფრანგეთი, დიდი ბრიტანეთი, ბელგია, გერმანია, შვეიცარია, ავსტრია, პოლონეთი, ჩეხეთის რესპუბლიკა, რუსეთის ევროპული ნაწილი, უკრაინა, რუმინეთი, შვედეთი, დანია, სლოვაკეთი, უზბეეთი, სერბეთი, ბოსნია და ჰერცეგოვინა (Allahverdi, Nadimi, and Afshari 2016).

11. *Andrena haemorrhoea* (Fabricius, 1781)

შესწავლილი მასალა: ფლავი, N 42°09.788' E 044°06.373', 6♀, 1-2.V.2015; ქარელი, N 42°00.473' E 043°53.248', 2♀, 27-28.IV.2013; სობისი, N 42°04.446' E 044°14.720', 5♀, 27-28.IV.2013; ხელთუბანი, N 42°04.323' E 044°09.645', 2♀, 28-29.IV.2013; თეთრიწყლები, N 41°51.581' E 045°20.179', 5♀, 13-14.V.2013.

გავრცელება საქართველოში: დილომი, ლაგოდეხი, გარდაბანი, ყორული, მთა ახუნი (დუშეთი), თვალივი, ყაზბეგი, გუსტა (ყაზბეგი) (Kirkitaдзе and Japoshvili 2015), ფლავი, ქარელი, სობისი, ხელთუბანი, თეთრიწყლები.

გავრცელება მსოფლიოში: ინდომალაი, პალეარქტიკა (Ban and Tomozei 2006; Sidorov et al. 2017).

12. *Andrena sp. nr. helvola* (Linnaeus, 1758)

შესწავლილი მასალა: ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 1♀, 29-30.IV.2013; ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 1♀, 2-3.V.2015.

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა, ჩრდილოეთ აფრიკა, რუსეთი, კავკასია, თურქეთი, სირია, ირანი, თურქმენეთი, ყაზახეთი, მონღოლეთი, ჩინეთი, კორეა, იაპონია (Sidorov et al. 2017).

13. *Andrena nitida* (Müller, 1776)

შესწავლილი მასალა: გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 1♀, 13-14.IV.2014; სვენეთი, N 42°01.976' E 044°09.032', 4♀, 29-30.IV.2013; ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 1♀, 28-29.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ბორჯომი, დილომი, ბეთანია, მამაჩაის ხევი, კეშიში, კასპი (Kirkitaдзе and Japoshvili 2015), გურგენიანი, სვენეთი, ურბნისი.

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა, ჩრდილოეთ ამერიკა, რუსეთი, კავკასია, თურქეთი, ირანი, ცენტრალური აზია, ყაზახეთი (Sidorov et al. 2017).

14. *Andrena ovatula* (Kirby, 1802)

შესწავლილი მასალა: ახალსოფელი, N 42°00.602' E 043°46.303', 1♀, 3-4.V.2015.

გავრცელება საქართველოში: ჭკადუაში, თაია, ახალციხე, მაღაროსკარი, გარდაბანი, თბილისი, ყაზბეგი, წალკა, შიომღვიმე, კასპი, ვაშლოვანის ეროვნული პარკი, კინტრიში (Kirkitaдзе and Japoshvili 2015), ახალსოფელი.

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა, ჩრდილოეთ აფრიკა, რუსეთი, კავკასია, თურქეთი, ისრაელი, სირია, ერაყი, ირანი, ავღანეთი, ცენტრალური აზია, ყაზახეთი, ჩინეთი (Sidorov et al. 2017).

15. *Andrena sp. nr rosae* Panzer, 1801 (*Andrena spinigera*)

შესწავლილი მასალა: მეჯვრისხევი, N 42°07.173' E 044°11.245', 1♀, 27-28.IV.2013; ხელთუბანი, N 42°04.323' E 044°09.645', 1♀, 28-29.IV.2013.

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა, რუსეთი, კავკასია, თურქეთი, ირანი, ყირგიზეთი, ყაზახეთი, მონღოლეთი, ჩინეთი, კორეა, იაპონია (Sidorov et al. 2017).

16. *Andrena tscheki* Morawitz, 1872

შესწავლილი მასალა: ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 1♀, 28-29.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ბორჯომი (Kirkitadze and Japoshvili 2015).

გავრცელება მსოფლიოში: ალბანეთი, ავსტრია, ბელგია, დიდი ბრიტანეთი, ჩეხეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ახლო აღმოსავლეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, რუმინეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, შვეიცარია, უკრაინა, იუგოსლავია (Mitroiu 2013), ბორჯომი

17. *Andrena trimmerana* Kirby, 1802

შესწავლილი მასალა: მეჯვრისხევი, N 42°07.173' E 044°11.245', 1♀, 27-28.IV.2013; ხელთუბანი, N 42°04.323' E 044°09.645', 3♀, 28-29.IV.2013, ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791', 2♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ბორჯომი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), მეჯვრისხევი, ხელთუბანი, ყვარელი.

გავრცელება მსოფლიოში: ალბანეთი, ავსტრია, ბელგია, დიდი ბრიტანეთი, ჩეხეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ახლო აღმოსავლეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, რუმინეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, შვეიცარია, უკრაინა, იუგოსლავია (Mitroiu 2013)

18. *Andrena wilkella* (Kirby, 1802)

შესწავლილი მასალა: ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791', 1♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: შუაფხო, ბარისახო (Kirkitadze and Japoshvili 2015).

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, დიდი ბრიტანეთი, ბულგარეთი, კვიპროსი, ჩეხეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, ესტონეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, ფინეთი, საფრანგეთი, გერმანია, უნგრეთი, ირლანდია, იტალია, ლატვია, ლიტვა, ლუქსემბურგი, მონაკო, ჩრდილოეთ აფრიკა, პოლონეთი, პორტუგალია, სლოვაკეთი, სლოვენია, შვეიცარია, ნიდერლანდები, უკრაინა (Mitroiu 2013)

19. *Panurginus sp.*

შესწავლილი მასალა: ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 1♀, 29-30.IV.2013.

Family- Halictidae

20. *Halictus cochlearitarsis* Dours, 1871 *

შესწავლილი მასალა: ვედრება, N 41°59.112' E 043°49.307', 1♀, 29-30.IV.2015, ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 2♀, 28-29.IV.2013N (Closest Genbank accession: KJ836651); ქვახვრელი, N 41°57.181' E 44°13.528', 1♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ურბნისი (Kirkitadze et al. 2017), ვედრება, ქვახვრელი.

გავრცელება მსოფლიოში: დასავლეთ პალეარქტიკა (Pesenko, 2005), ურბნისი.

21. *Halictus quadricinctus* (Fabricius, 1776)

შესწავლილი მასალა: ახალსოფელი, N 42°00.602' E 043°46.303', 1♀, 3-4.V.2015; გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 1♀, 13-14.IV.2014; გავაზი, N 41°52.014' E 045°48.927', 1♀, 13-14.IV.2014; ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 1♀, 29-30.IV.2013; ასკილაური, N 41°51.979' E 045°10.094', 1♀, 02-03.V.2013; რუსიანი, N 41°51.544' E 045°14.170', 3♀, 02-03.V.2013; თიანეთი, N 42°07.687' E 044°57.961', 1♀, 13-14.V.2013.

გავრცელება საქართველოში: თბილისი, წოდორეთი, დედოფლისწყარო, კუმუროსხევი, კასპი. (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ახალსოფელი, გავაზი, ატენი, ასკილაური, რუსიანი, თიანეთი.

გავრცელება მსოფლიოში : ავსტრია, ბელგია, ჩეხეთი, დანია, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, ფინეთი, საფრანგეთი, გერმანია, უნგრეთი, იტალია, საბერძნეთი, ლიეტუვა, მაკედონია, ჩრდილოეთ აფრიკა, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია, ინდომალაი (Mitroiu 2013).

22. *Lasioglossum sp. nr aeratum* (Kirby, 1802)

შესწავლილი მასალა: ვედრება, N 41° 59.112' E 043° 49.307', 1♀, 29-30.IV.2015.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბოსნია-ჰერცეგოვინა, ჩეხეთი, ფინეთი, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, მაკედონია, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, რუსეთის ევროპული ნაწილი, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

23. *Lasioglossum albipes* (Fabricius, 1781)

შესწავილი მასალა: ქარელი, N 42° 00.473' E 043° 53.248', 3♀, 27-28.IV.2013

გავრცელება საქართველოში: შიპიაკი, მადაროსკარი, ხომისძირი, კაწალხევი, შუაფხო, აკნელი, როშკა, ქმოსტი, მოცმაო, წალკა, დუშეთი (Kirkidze and Japoshvili 2015), ქარელი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, ბელგია, ბრიტანეთი, გერმანია, დანია, საფრანგეთი, ფინეთი, ჩეხეთი, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, მაკედონია, ჩრდ. აფრიკა, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

24. *Lasioglossum calceatum* (Scopoli, 1763)

შესწავლილი მასალა: ატენი, N 41° 55.226' E 044° 07.499', 1♀, 29-30.IV.2013; ბერძენაული, N 42° 04.973' E 043° 45.790', 4♀, 2-3.V.2015; ბროწლეთი, N 42° 09.607' E 044° 01.221', 1♀, 29-30.IV.2015; გურგენიანი, N 41° 50.907' E 046° 13.472', 2♀, 13-14.IV.2014; რუსიანი, N 41° 51.544' E 045° 14.170', 12♀, 02-03.V.2013; თიანეთი, N 42° 07.687' E 044° 57.961', 5♀, 13-14.V.2013; ტინიხიდი, N 41° 59.365' E 44° 03.929', 1♀, 25-26.IV.2014.

გავრცელება საქართველოში: ჩხოროწყუ, გუდრუხის ხევი, ვაშლოვანის ეროვნული პარკი, კასრის წყალი, მაღაროსკარი, მთა ახუნი, კაწალხევი, შუაფხო, აკნელი, ლიქოკის ხევი, მაწმაო, დათვის ხევი, დავით გარეჯი, მაწიმი, საგურამო, სევა, ჭელიაღელე, ნიკორწმინდა, გუდაუთა, პიცუნდა, წითელწყარო, გარდაბანი, ამბროლაირი, ახიელი, ბეხვინთის პარკი, მთისკალთა, ხოფური, მუაში (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ატენი, ბერძენაული, ბროწლეთი, გურგენიანი, რუსიანი, თიანეთი, ტინიხიდი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ჩეხეთი, დანია, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, ფინეთი, საფრანგეთი, გერმანია, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, მაკედონია, ჩრდ. აფრიკა, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პლონონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვედეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

25. *Lasioglossum discum* (Smith, 1853)

შესწავლილი მასალა: ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 1♀, 28-29.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ბორჯომ-ხარაგაულის ეროვნული პარკი, დმანისი, ვაშლოვანის ეროვნული პარკი, სხვადა, ფუტიეთი, ლეკის წყალი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ურბნისი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბულგარეთი, ხორვატია, ჩეხეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, საფრანგეთი, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, მაკედონია, ახლო აღმოსავლეთი, ჩრდ. აფრიკა, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

26. *Lasioglossum fulvicorne* (Kirby, 1802)

შესწავლილი მასალა: რუსიანი, N 41°51.544' E 045°14.170', 2♀, 02-03.V.2013

გავრცელება საქართველოში: დილომი, წოდორეთი, მთა ახუნი, კაწალხევი, შუაფხო, აკნელი, რომკა, ქმოსტი, ლიქოკისხევი, მოწმაო, დათვის ხევი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), რუსიანი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ჩეხეთი, დანია, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, ფინეთი, საფრანგეთი, გერმანია, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა,

ლუქსემბურგი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვენია, ინდონეზია, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

27. *Lasioglossum glabriusculum* (Morawitz, 1872)

შესწავლილი მასალა : ახალსოფელი, N 42°00.602' E 043°46.303', 2♀, 3-4.V.2015; ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 1♀, 2-3.V.2015.

გავრცელება საქართველოში: ლაგოდეხი, ლეწურწუმე, ახალსოფელი, ჩხოროწყუ, ნაკიანი, გულრიფში, კელასური (Kirkidze and Japoshvili 2015), ახალსოფელი, ბერძენაული.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ხორვატია, ჩეხეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, საფრანგეთი, გერმანია, უნგრეთი, იტალია, ლუქსემბურგი, მაკედონია, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

28. *Lasioglossum laticeps* (Schenck, 1870)

შესწავლილი მასალა: ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 1♀, 2-3.V.2015, გავაზი, N 41°52.014' E 045°48.927', 1♀, 13-14.IV.2014.

გავრცელება საქართველოში: ჩხოროწყუ, შარახევი, მოწმაო (Kirkidze and Japoshvili 2015), ბერძენაული, გავაზი.

გავრცელება: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ჩეხეთი, საფრანგეთი, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, მაკედონია, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვენია, სლოვაკეთი, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

29. *Lasioglossum lineare* (Schenck, 1870) *

შესწავლილი მასალა : ახალსოფელი, N 42°00.602' E 043°46.303', 1♀, 3-4.V.2015; ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 4♀, 2-3.V.2015

გავრცელება საქართველოში: ახალსოფელი, ბერძენაული.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ჩეხეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, საფრანგეთი, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი,

მაკედონია, ახლო აღმოსავლეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვენია, სლოვაკეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

30. *Lasioglossum malachurum* (Kirby, 1802)

შესწავლილი მასალა: საქაშეთი, N 42°05.494' E 043°57.555', 1♀, 30.IV -01.V. 2015; ფლავი, N 42°09.788' E 044°06.373', 3♀, 1-2.V.2015; ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 14♀, 2-3.V.2015; ბროწლეთი, N 42°09.607' E 044°01.221', 15♀, 29-30.IV.2015; ახალსოფელი, N 42°00.602' E 043°46.303', 3♀, 3-4.V.2015; ვედრება, N 41°59.112' E 043°49.307', 38♀, 29-30.IV.2015; ბოჭორმა, N 41°55.342' E 045°07.121', 1♀, 7-8.V.2014; გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 2♀, 13-14.IV.2014; გავაზი, N 41°52.014' E 045°48.927', 1♀, 13-14.IV.2014; ქარელი, N 42°00.473' E 043°53.248', 46♀, 27-28.IV.2013; სალოლაშენი, N 42°03.681' E 043°53.407', 6♀, 27-28.IV.2013; რუისი, N 42°02.266' E 043°56.733', 27♀, 28-29.IV.2013; მეჯვრისხევი, N 42°07.173' E 044°11.245', 11♀, 27-28.IV.2013; სობისი, N 42°04.446' E 044°14.720', 19♀, 27-28.IV.2013; ხელთუბანი, N 42°04.323' E 044°09.645', 21♀, 28-29.IV.2013; სვენეთი, N 42°01.976' E 044°09.032', 28♀, 29-30.IV.2013; ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 7♀, 29-30.IV.2013; ხოვლე, N 41°54.814' E 044°15.625', 27♀, 29-30.IV.2013; ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791', 13♀, 25-26.IV.2013; ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 63♀, 28-29.IV.2013; ასკილაური, N 41°51.979' E 045°10.094', 10♀, 02-03.V.2013; თეთრიწყლები, N 41°51.581' E 045°20.179', 8♀, 13-14.V.2013;.

გავრცელება საქართველოში: უკანგორი, ცაიში, ჭკადუაში, ახალსოფელი, ჩხოროწყუ, თაია, მადაროსკარი, დმანისი (Kirkidze and Japoshvili 2015), საქაშეთი, ფლავი, ბერძენაული, ბროწლეთი, ახალსოფელი, ვედრება, ბოჭორმა, გურგენიანი, გავაზი, ქარელი, სალოლაშენი, რუისი, მეჯვრისხევი, სობისი, ხელთუბანი, სვენეთი, ატენი, ხოვლე, ყვარელი, ურბნისი, ასკილაური, თეთრიწყლები.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ხორვატია, ჩეხეთი, დანია, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, საფარნგეთი, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ლუქსემბურგი, მაკედონია, ახლო აღმოსავლეთი, ჩრდილოეთ აფრიკა, რუსეთის

ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია, უკრაინა (Mitroiu 2013).

31. *Lasioglossum marginatum* (Brullé, 1832)

შესწავლილი მასალა: ფლავი, N 42°09.788' E 044°06.373', 2♀, 1-2.V.2015; ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 8♀, 2-3.V.2015; ბროწლეთი, N 42°09.607' E 044°01.221', 1♀, 29-30.IV.2015; ვედრება, N 41°59.112' E 043°49.307', 49♀, 29-30.IV.2015; გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 3♀, 13-14.IV.2014; სალოლაშენი, N 42°03.681' E 043°53.407', 21♀, 27-28.IV.2013; რუისი, N 42°02.266' E 043°56.733', 3♀, 28-29.IV.2013; ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 3♀, 29-30.IV.2013; თეთრიწყლები, N 41°51.581' E 045°20.179', 3♀, 13-14.V.2013.

გავრცელება საქართველოში: თბილისი, ლისი, ტბისი, მაწევანი, ვაშლობანის ეროვნული პარკი, დილომი, კასრის წყალი, კუს ტბა, შაორი, ჭელიაღელე, ნიკორწმინდა, თლული, ბარი, ფუტიეთი, პიცუნდა, დავით გარეჯი, დათვის ხევი, ლაგოდები, გარდაბანი, მთისკალთა, ქუთაისი, ამბროლაური, გლოლა, ლენტეხი, ლასკადურას ხეობა, ხელედულას ხეობა (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ფლავი, ბერძენაული, ბროწლეთი, ვედრება, გურგენიანი, სალოლაშენი, რუისი, ატენი, თეთრიწყლები.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია ჩეხეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, საფრანგეთი, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ახლო აღმოსავლეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

32. *Lasioglossum morio* (Fabricius, 1793)

შესწავლილი მასალა: სალოლაშენი, N 42°03.681' E 043°53.407', 1♀, 27-28.IV.2013

გავრცელება საქართველოში: ლუღელა, შუაფხო, ნაკიანი, ლეწურწუმე, რომკა, დათვის ხევი, შარახევი, ჩხოროწყუ (Kirkitadze and Japoshvili 2015), სალოლაშენი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ხორვატია, ჩეხეთი, დანია, საფრაგეთი, გერმანია, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, მაკედონია, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

33. *Lasioglossum pauxillum* (Schenck, 1853)

შესწავლილი მასალა: ბერძენაული, N 42° 04.973' E 043° 45.790', 1♀, 2-3.V.2015; ბროწლეთი, N 42° 09.607' E 044° 01.221', 1♀, 29-30.IV.2015.

გავრცელება საქართველოში: ცაიში, ჭკადუაში, ახალსოფელი, ჩხოროწყუ, გარახა, ნაკიანი, ლეწურწუმე (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ბერძენაული, ბროწლეთი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ჩეხეთი, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, მაკედონია, ჩრდ. აფრიკა, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

34. *Lasioglossum politum* (Schenck, 1853)

შესწავლილი მასალა: ბერძენაული, N 42° 04.973' E 043° 45.790', 1♀, 2-3.V.2015.

გავრცელება საქართველოში: ნაკიანი, ქუთაისი, გულრიფში (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ბერძენაული.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ჩეხეთი, საფრანგეთი, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, მაკედონია, ახლო აღმოსავლეთი, ჩრდ. აფრიკა, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

35. *Lasioglossum sexnotatum* (Kirby, 1802)

მოპოვების ადგილი: ყვარელი, N 41° 56.680' E 045° 45.791', 1♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ლაგოდეხის ეროვნული პარკი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ყვარელი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ჩეხეთი, დანია, აღმოსავლეთ პალეარქტიკა, საფრანგეთი, გერმანია, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, ესპანეთი, შვეიცარია. (Mitroiu 2013).

36. *Lasioglossum subfasciatum* (Imhoff, 1832)

შესწავლილი მასალა: ყვარელი, N 41° 56.680' E 045° 45.791', 1♀, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ბორჯომი, აწყური.(Kirkitadze and Japoshvili 2015)

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ჩეხეთი, გერმანია, საბერძნეთი, საფრანგეთი, უნგრეთი, იტალია, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთისლოვაკეთი, ესპანეთი, შვეიცარია, უკრაინა (Mitroiu 2013).

37. *Lasioglossum xanthopus* (Kirby, 1802)

შესწავლილი მასალა: ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 1♀, 2-3.V.2015; ხოვლე, N 41°54.814' E 044°15.625', 3♀, 29-30.IV.2013; ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 3♀, 28-29.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ბალხო, უკანგორი, კასრის წყალი, კუს ტბა, ვაშლოვანის ეროვნული პარკი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ბერძენაული, ხოვლე, ურბნისი.

გავრცელება მსოფლიოში: ჩრდ. აფრიკა, ევროპა, ისრაელი, მცირე აზია, ამიერკავკასია, ირანი, პაკისტანი, ყაზახეთი, უზბეკეთი, ტაჯიკეთი, ყურგზეთი, დასავლეთ მონღოლეთი, ჩრდ. დასავლეთ ჩინეთი (Pesenko 2006).

Family-Megachilidae

38. *Chelostoma* sp.

შესწავლილი მასალა: გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 3♀, ასკილაური, N 41°51.979' E 045°10.094', 1♀, 02-03.V.2013.

Family - *Apidae*

39. *Anthophora plumipes* (Pallas, 1772)

შესწავლილი მასალა: ბოჭორმა, N 41°55.342' E 045°07.121', 14♀, 7-8.V.2014; გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 2♀, 13-14.IV.2014.

გავრცელება საქართველოში: ურავი, ახალციხე, თბილისი, საგურამო, კასრის წყალი, ბეთანია, ქუთაისი, თელავი, ვაშლოვანის ეროვნული პარკი, გარდაბანი, მცხეთა, დათვის ხევი, შიო მღვიმე, კეშიში (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ბოჭორმა, გურგენიანი, სვენეთი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, კვიპროსი, ჩეხეთი, დანია, ფინეთი, საფრანგეთი, გერმანია, უნგრეთი, იტალია, ლიეტუვა, ლუქსემბურგი, ახლო

აღმოსავლეთი, ჩრდ. აფრიკა, პოლონეთი, პორტუგალია, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

40. *Xylocopa violacea* (Linnaeus, 1758)

შესწავლილი მასალა: გურგენიანი, N 41° 50.907' E 046° 13.472', 1♀, 13-14.IV.2014;

გავრცელება საქართველოში: იგოეთი, უკანგორი, ქუთაისი, ლაგოდეხი, (Kirkitadze and Japoshvili 2015), გურგენიანი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ბრიტანეთი, ჩეხეთი, ფინეთი, საფრანგეთი, გერმანია, საბერძნეთი, უნგრეთი, იტალია, ინდომალაი, ლუქსემბურგი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, პოლონეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია, უკრაინა (Mitroiu 2013; Pickering and Ascher 2019).

41. *Nomada goodeniana* (Kirby, 1802) *

შესწავლილი საქმე: გურგენიანი, N 41° 50.907' E 046° 13.472', 1♀, 13.IV.2014, N 41° 50' 907, E 046° 13' 47, (Closest Genbank accession: KT164660).

გავრცელება საქართველოში: გურგენიანი. (Kirkitadze et al. 2017).

გავრცელება მსოფლიოში: ჩრდილოეთ და ცენტრალური ევროპიდან ციმბირამდე (Mitai & Tadauchi, 2008).

42. *Nomada ruficornis* (Linnaeus, 1758) *

შესწავლილი მასალა: ბროწლეთი, N 42° 09.607' E 044° 01.221', 1♀, 29-30.IV.2015, (Closest Genbank accession: KT164649).

გავრცელება საქართველოში: ბროწლეთი. (G. Kirkitadze et al. 2017).

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა შორეულ აღმოსავლეთამდე (Alexander & Schwarz, 1994).

43. *Eucera nigrescens* Pérez, 1879 *

შესწავლილი მასალა: ვედრება, N 41°59.112' E 043°49.307', 1♀, 29-30.IV.2015; ბოჭორმა, N 41°55.342' E 045°07.121', 3♀, 8.V.2014, (Closest Genbank accession: KJ838368); სალოლაშენი, N 42°03.681' E 043°53.407', 1♀, 27-28.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: ვედრება, ბოჭორმა (Kirkitaдзе et al. 2017), სალოლაშენი.

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა ჩრდილოეთ აფრიკამდე (BWARS, 2013).

44. *Osmia sp. nr. aurulenta* (Panzer, 1799)

შესწავლილი მასალა: ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 2♂, 28-29.IV.2013.

გავრცელება მსოფლიოში: ევროპა (up to 57°N), ჩრდ. აფრიკა (Monsevičius 2004).

45. *Osmia bicornis* (Linnaeus, 1758)

შესწავლილი მასალა: ბოჭორმა, N 41°55.342' E 045°07.121', 3♂, 7-8.V.2014; გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 2♂, 13-14.IV.2014; ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791', 4♂, 25-26.IV.2013.

გავრცელება საქართველოში: დმანისი, ლისი, დილომი, ბოჭორმა, გურგენიანი, ყვარელი (Kirkitaдзе and Japoshvili 2015; Kirkitaдзе et al. 2017).

გავრცელება მსოფლიოში: პალეარქტიკა. (Pickering and Ascher 2019).

46. *Osmia sp. nr. brevicornis* (Fabricius, 1798)

შესწავლილი მასალა: ხოვლე, N 41°54.814' E 044°15.625', 1♂, 29-30.IV.2013; ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 2♂, 28-29.IV.2013.

გავრცელება მსოფლიოში: სამხრეთ-ასდმოსავლეთ და ცენტრალური ევროპა, კავკასია, ალჟირი, მაროკო, ტუნისი, ჩრდილო აზია, კვიპროსი, ირანი, თურქეთი (Rasmont et al. 2015).

47. *Osmia rufohirta* Latreille, 1811

შესწავლილი მასალა: ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 3♂, 28-29.IV.2013

გავრცელება საქართველოში: ლისის ტბა, პანტიმარას ხევი, ყორული (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ურბნისი.

გავრცელება მსოფლიოში: ავსტრია, ბელგია, ჩეხეთი, საფრანგეთი, გერმანია, უნგრეთი, იტალია, ლუქსემბურგი, რუსეთის ევროპული ნაწილი, სლოვაკეთი, სლოვენია, ესპანეთი, შვეიცარია (Mitroiu 2013).

48. *Bombus lucorum* (Linnaeus, 1761)

შესწავლილი მასალა: ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 3ჯ, 29-30.IV.2013

გავრცელება საქართველოში: ბორჯომის ეროვნული პარკი, ზეკარის უღელტეხილი, ბალხო, მერენია, ურაველი, ოლადაური, კარიაკი, ჩივთკილისა, ტბა სანთა, ხულო, გოდერძის უღელტეხილი, წაბლანა, მალაროსკარი, ხომისძირი, მთა, კუდო, გუდანი, ზერიბოსელი, აკნელი, რომკა, ქობული, ბემუმი, მოწმაო, ჩრდილის ხევი, შატილი, მუცო, არხოტი, გიორგიწმინდა, არდოტი, ახიელი, ჩიმლა, ამლა, ლაგოდების ეროვნული პარკი, მთისკალთა, შქმერი, ფარახეთი, აბანო, ბარი, სევა, შოვი, რესი, კეტრისი, კინტრიში, ატენი, აილამა, ლენტეხი, მუჯალი, მულახი, მაჯდიერი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ატენი.

გავრცელება მსოფლიოში: ნეარქტიკა, პალეარქტიკა, ინდომალაი(Pickering and Ascher 2019).

49. *Bombus pascuorum* (Scopoli, 1763)

შესწავლილი მასალა: ბოჭორმა, N 41°55.342' E 045°07.121', 1ჯ, 7-8.V.2014.

გავრცელება საქართველოში: ბორჯომის ეროვნული პარკი, აწყური, აბასთუმანი, ზეკარის უღელტეხილი, ბალხო, ურაველი, გოდერძის უღელტეხილი, ოლადაური, სქური, წალენჯიხა, ნაკიანი, დანისპარაული, წაბლანა, გოგამეები, ჯოჯო, წონიარისი, კინტრიში, ზერიბოსელი, წვერმაღალა, დილომი, წოდორეთი, ბეთანია, ქობულო, ჩრდილისხევი, მაწიმჩაი, ლაგოდები, ფარახეთი, ბარი, სხვაკა, მთისკალთა, შოვი, ხაიში, ჯავა, ოშორა, ბავარი, ლენტეხი, მთა უშბა, შირახას ტურისტული თავშესაფარი, მთა ზურულდა, მულახი (Kirkitadze and Japoshvili 2015).

გავრცელება მსოფლიოში: ნეარქტიკა, პალეარქტიკა (Pickering and Ascher 2019).

50. *Bombus sylvarum* (Linnaeus, 1761)

შესწავლილი მასალა: ბოჭორმა, N 41°55.342' E 045°07.121', 6ჟ, 7-8.V.2014.

გავრცელება საქართველოში: ბორჯომის ეროვნული პარკი, მანგლისი, ურაველი, ახალციხე, არალი, იგოეთი, ასპინძა, აწყური, ზეკარის უღელტეხილი, ადიგენი, ახალქალაქი, ბალხო, ხანდო, მერენია, მინაძე, ახასთუმანი, გოდერძის უღელტეხილი, კიზილკილისა, ოროზმანი, ბოსლები, ტბა პანტიანი, პატარა დმანისი, წალკა, ბეშთაშენი, ჩივთქილისა, კარიაკი, კაბური, ავრანლო, ხრამი, თიქილისა, გომარეთი, წკავაში, დანისპარაული, წოდორეთი, წოდორეთი, ამლა, ახიელი, მთა კუდო, წაბლანა, აბანო, ფარახეთი, სხვავა, ჯიმარა, შევარდენი, ნიკორწმინდა, მთისკალთა, ჯავა, რესი, შაორი, სევა, ბეთანია, მაწევანი, კეტრისი, კასპი, ერთაწმინდა, კინტრიში, ონი, ამბროლაური, მცხეტა, თბილისი, ადიში, მუჟალი, მულახი, მაჯვდიერი, ჭოლოში, უშგული (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ბოჭორმა.

გავრცელება მსოფლიოში: პალეარქტიკა (Pickering and Ascher 2019).

51. *Bombus terrestris* (Linnaeus, 1758)

შესწავლილი მასალა: ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 16ჟ, 29-30.IV.2013; გურგენიანი, N 41°50.907' E 046°13.472', 1ჟ, 13-14.IV.2014.

გავრცელება საქართველოში: დმანისი, უკანგორი, ბედიანი, წოდორეთი, სხვავა, ბარი, მთისკალთა, ფარახეთი, სევა, შქმერი, შოვი, ყზბეგი, კინტრიში, ამბროლაური, ონი, წალკა, თბილისის შემოგარენი (Kirkitadze and Japoshvili 2015), ატენი, გურგენიანი.

გავრცელება მსოფლიოში: ნეარქტიკა, პალეარქტიკა, ნეოტროპიკი, აუსტრალაზია (Pickering and Ascher 2019).

52. *Bombus zonatus* Smith, 1854 *

შესწავლილი მასალა: ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 1♀, 2-3.V.2015.

გავრცელება საქართველოში: ბერძენაული.

გავრცელება მსოფლიოში: ბალკანეთის ნახევარკუნძული, რუმინეთი, მოლდოვა, უკრაინა, სამხრეთ რუსეთი, თურქეთი, კავკასია და ირანი (Marini et al. 2012).

53. *Apis mellifera* Linnaeus, 1758

შესწავლილი მასალა: ფლავი, N 42°09.788' E 044°06.373', 2ჭ, 2-3.V.2015; ბერძენაული, N 42°04.973' E 043°45.790', 14ჭ, 2-3.V.2015; ახალსოფელი, N 42°00.602' E 043°46.303', 5ჭ, 3-4.V.2015; ვედრება, N 41°59.112' E 043°49.307', 5ჭ, 29-30.IV.2015; ბოჭორმა, N 41°55.342' E 045°07.121', 10ჭ, 7-8.V.2014; გურგენიანი, 32ჭ, N 41°50.907' E 046°13.472', 13-14.IV.2014; გავაზი, N 41°52.014' E 045°48.927', 48ჭ, 13-14.IV.2014; ქარელი, N 42°00.473' E 043°53.248', 5ჭ, 27-28.IV.2013; სალოლაშენი, N 42°03.681' E 043°53.407', 1ჭ, 27-28.IV.2013; სობისი, N 42°04.446' E 044°14.720', 9ჭ, 27-28.IV.2013; ხელთუბანი, N 42°04.323' E 044°09.645', 2ჭ, 28-29.IV.2013; სვენეთი, N 42°01.976' E 044°09.032', 3ჭ, 29-30.IV.2013; ატენი, N 41°55.226' E 044°07.499', 11ჭ, 29-30.IV.2013; ხოვლე, N 41°54.814' E 044°15.625', 6ჭ, 29-30.IV.2013; ყვარელი, N 41°56.680' E 045°45.791', 28ჭ, 25-26.IV.2013; ურბნისი, N 42°00.688' E 043°59.988', 2ჭ, 28-29.IV.2013; ასკილაური, N 41°51.979' E 045°10.094', 2ჭ, 02-03.V.2013; რუსიანი, N 41°51.544' E 045°14.170', 2ჭ, 02-03.V.2013; თეთრიწყლები, N 41°51.581' E 045°20.179', 1ჭ, 13-14.V.2013; თიანეთი, N 42°07.687' E 044°57.961', 24ჭ, 13-14.V.2013.

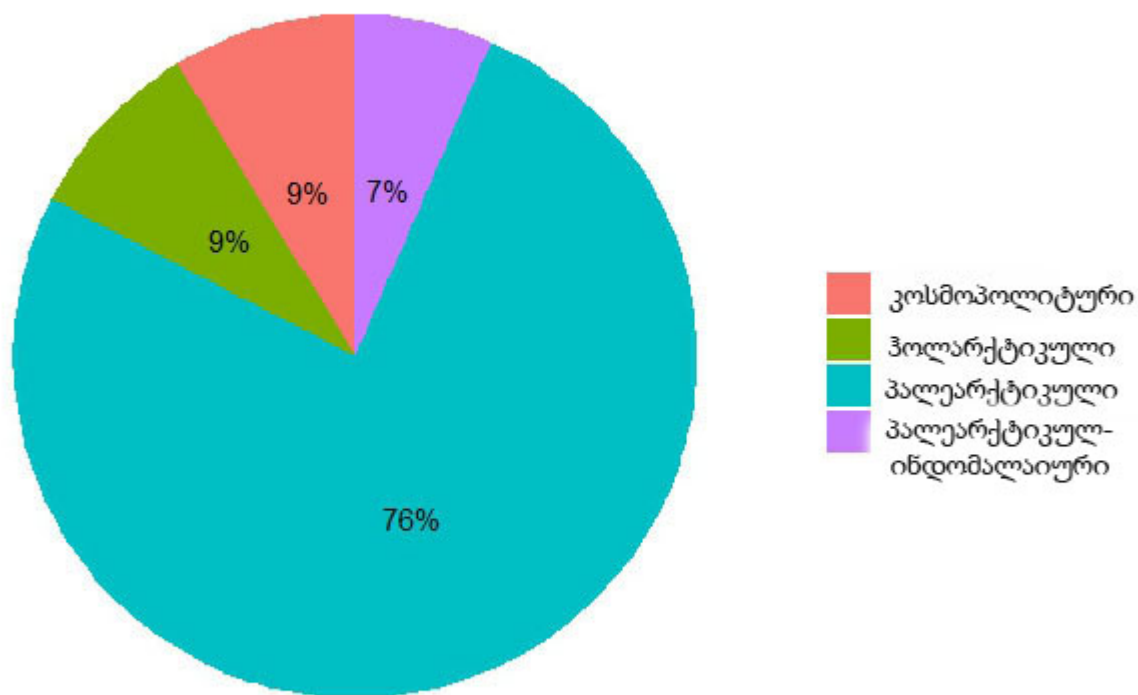
გავრცელება საქართველოში: მთელ საქართველოში (Kirkidze and Japoshvili 2015).

გავრცელება მსოფლიოში: ნეარქტიკა, პალეარქტიკა, ინდომალაი, აფროტროპიკა, აუსტრალაზია, ნეოტროპიკი (Pickering and Ascher 2019).

6.2. სახეობების ბიოგეოგრაფიული გავრცელება

ვაშლის ბაღების ფუტკრები ბიოგეოგრაფიული გავრცელების მიხედვით შემდეგნაირად დაჯგუფდნენ: 76% პალეარქტიკული გავრცელებით ხასიათდება, 9-9%-ია ჰოლარქტიკული და კოსმოპოლიტური გავრცელების, 7% კი პალეარქტიკულ-ინდომალაიური გავრცელებით ხასიათდება (გრაფიკი №7).

ფუტკრის სახეობების ბიოგეოგრაფიული გავრცელება



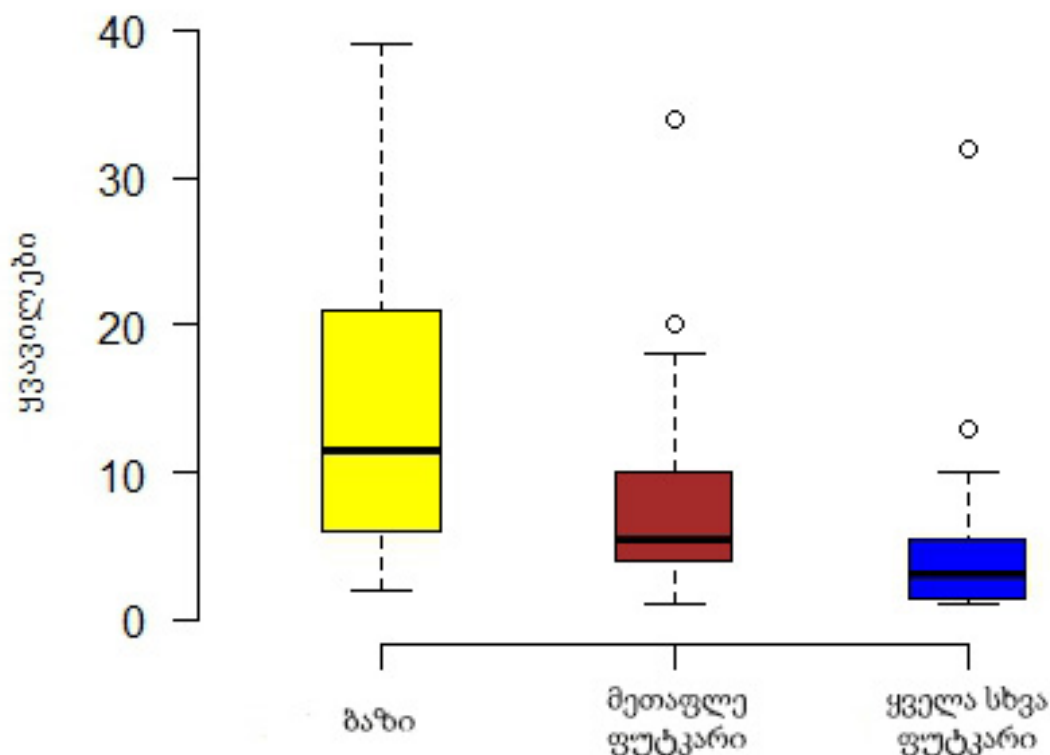
გრაფიკი № 7 ფუტკრის სახეობების ბიოგეოგრაფიული გავრცელება

6.3. ფუტკრების ყვავილზე ვიზიტის სიხშირე

საექსპერიმენტო ბაღებში ფუტკრისნაირთა ფაუნაზე დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ ბაღებში ერთი წუთის განმავლობაში ერთი ინდივიდის მიერ ყვავილების მონახულების ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი ბაზებს გააჩნიათ (გრაფიკი №8), რის შემდეგაც მოდის მეთაფლე და ბოლო ადგილს იკავებს ველური ფუტკარი, თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ კვლევისას ველური ფუტკრები უმეტესწილად წარმოდგენილი იყვნენ *Lasioglossum* და *Andrena* გვარის მცირე (სხეულის ზომა 1 სმ-მდე) ინდივიდებით. რამაც ბუნებრივია

განაპირობა ველური ფუტკრების დაბალი მაჩვენებელი სხვა ფუტკრებთან შედარებით.

ფუტკრების ეფექტურობის ბოქსპლოტი

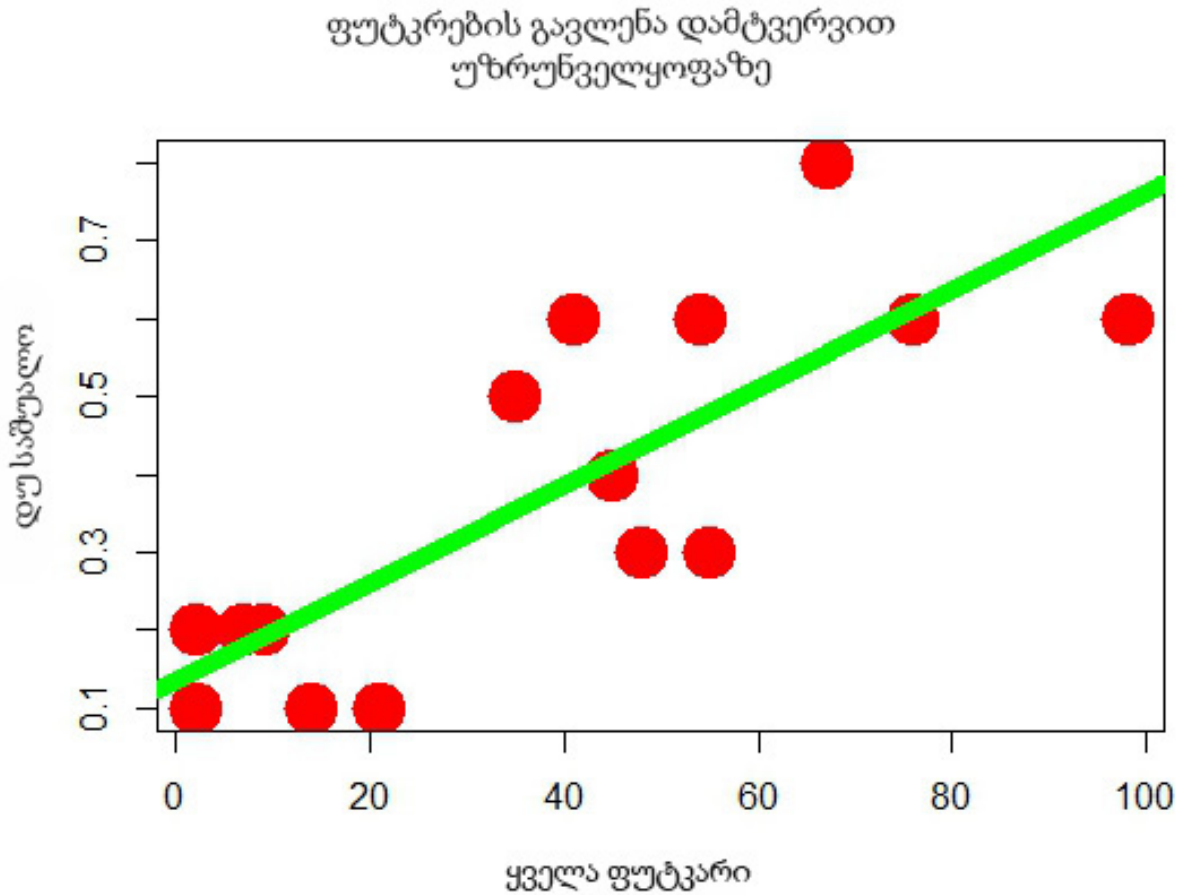


გრაფიკი № 8 ფუტკრის ცალკეული ჯგუფებს მიერ მონახულეული ყვავილები, სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობა მხოლოდ ბაზი(Bombus) აღმოჩნდა TukeyHSD($P < 0.05$) მიხედვით, მეთაფლე ფუტკარსა და ყველა სხვა ფუტკრის ჯგუფებს შორის სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობა არ დაფიქსირდა TukeyHSD($P > 0.05$).

6.4. ფუტკრების მიერ ვაშლის ყვავილების დამტვერვით უზრუნველყოფა

წრფივი რეგრესიული ანალიზი გვიჩვენებს თუ რამდენადაა დამოკიდებული ბაღებში დამტვერვით უზრუნველყოფა ფუტკრისებრთა რაოდენობაზე (გრაფიკი №9), ფუტკრების ცალკეული ჯგუფები მთლიანად ვერ უზრუნველყოფენ ბაღებს დამტვერვით, თუმცა

ისინი ავსებენ ერთმანეთს. ამასვე ადასტურებს (Garibaldi et al. 2013), სადაც მეთაფლე ფუტკრის მიერ მონახულეზულ მცენარეების მხოლოდ 14%-ში იმატებს მსხმოიარობა, როდესაც ველური დამტვერავების ვიზიტის შემდგომ მსხმოიარობა ორმაგდებოდა



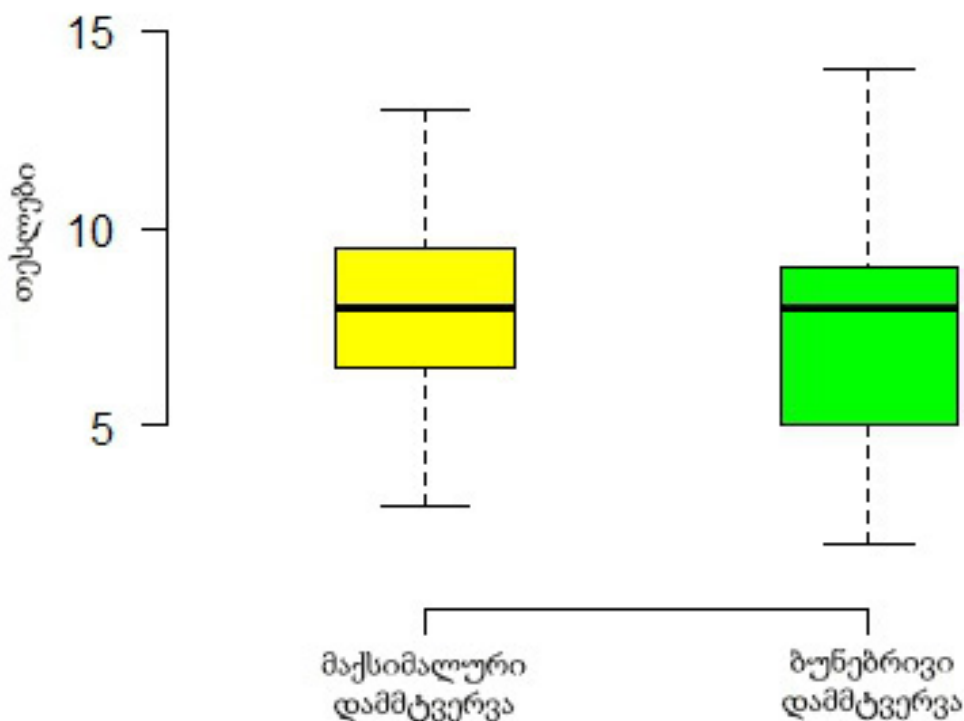
გრაფიკი № 9 ფუტკრების გავლენა დამტვერვით უზრუნველყოფაზე ($P < 0.05$, $R^2 = 0.64$)

6.5. ვაშლის დამტვერვის შემცირება

ჩვენი საექსპერიმენტო ბაღებიდან 7 ბაღში: ახალსოფელი, ბოჭორმა, ურბნისი, მეჯვრისხევი, ასკილაური, თეთრიწყლები, თიანეთი ვერ მოხერხდა ნაყოფების შეგროვება. ესგამოწვეული იყო მეზაღე ფერმერის მიერ აღნიშნული ბაღების არასწორი მართვით, რამაც საშუალება მისცა მავნებლებს გაენადგურებინათ ვაშლის ყვავილი და ნაყოფი. ჩვენს საექსპერიმენტო ბაღებში დამტვერვით მიღებული ნაყოფის თესლების

საშუალო მაჩვენებელიდან გამომდინარე წარმატებულ ექსპერიმენტად შეგვიძლია მივიჩნიოთ (გრაფიკი №10), რადგანაც ერთ ნაყოფში დაახლოებით 6-7 თესლის ფორმირება მიიჩნევა საჭიროდ ვაშლის კარგი მოსავლის მისაღებად (McGregor 1976).

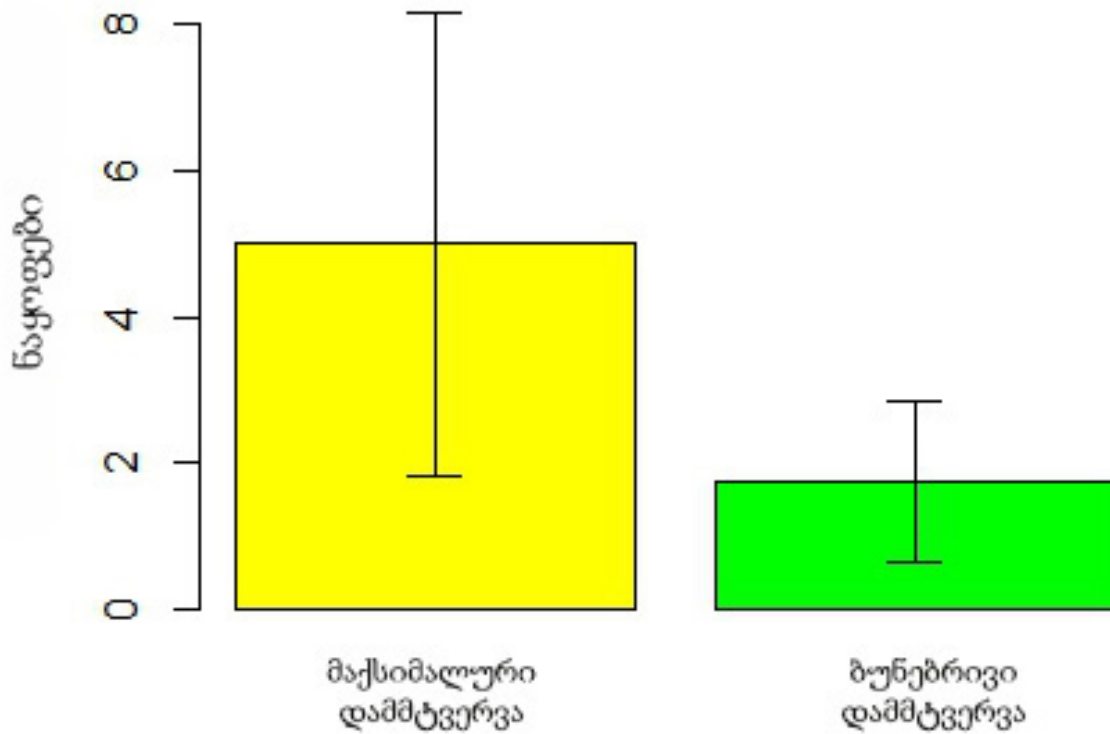
ექსპერიმენტული ნაყოფების თესლები



გრაფიკი № 10 თესლების საშუალო რაოდენობა მაქსიმალურ და ბუნებრივად დამტვერილ ნაყოფებში, სტატისტიკურად სხვაობა მაქსიმალურ და ბუნებრივად დამტვერილ ნაყოფების თესლებში არ არის t-test ($P > 0.05$)

ექსპერიმენტული ნაყოფების დათვლის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ბუნებრივი დამტვერვის მაჩვენებელი მცირეა მაქსიმალური დამტვერვის მაჩვენებელზე (გრაფიკი №11), ხოლო მარლით შეფუთულ ყვავილებზე, სადაც შეზღუდული იყო მწერების ვიზიტი დამტვერვა არ მოხდა და შესაბამისად ნაყოფებიც არ გვექონია.

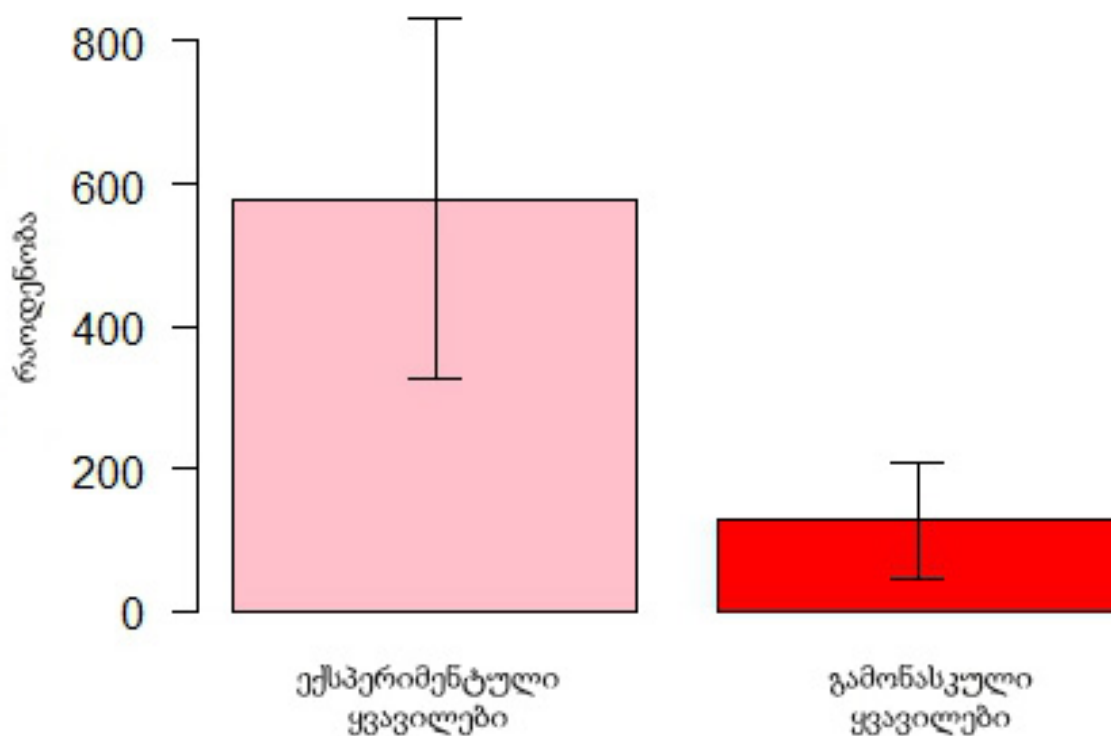
ექსპერიმენტალური ნაყოფები



გრაფიკი № 11 სხვაობა მაქსიმალური და ბუნებრივად დამტვერვის შედეგად მღებული ნაყოფებს შორის, ჯგუფებს შორის სხვაობა სტატისტიკურად სარწმუნოა t -test ($P < 0.05$) მიხედვით.

შეფუთულ ხეებზე ქარის მიერ დამტვერვის მაჩვენებელი საკმაოდ მაღალია (გრაფიკი №12) თუმცა აღსანიშნავია, რომ ექსპერიმენტისათვის შერჩეულ ბაღში, დროის მოცემულ მონაკვეთში, ქარი ინტენსიურად, ვინაიდან ბაღი გაშლილ ველზე არის გაშენებული და არ იცავს ქარსაფარი ზოლი.

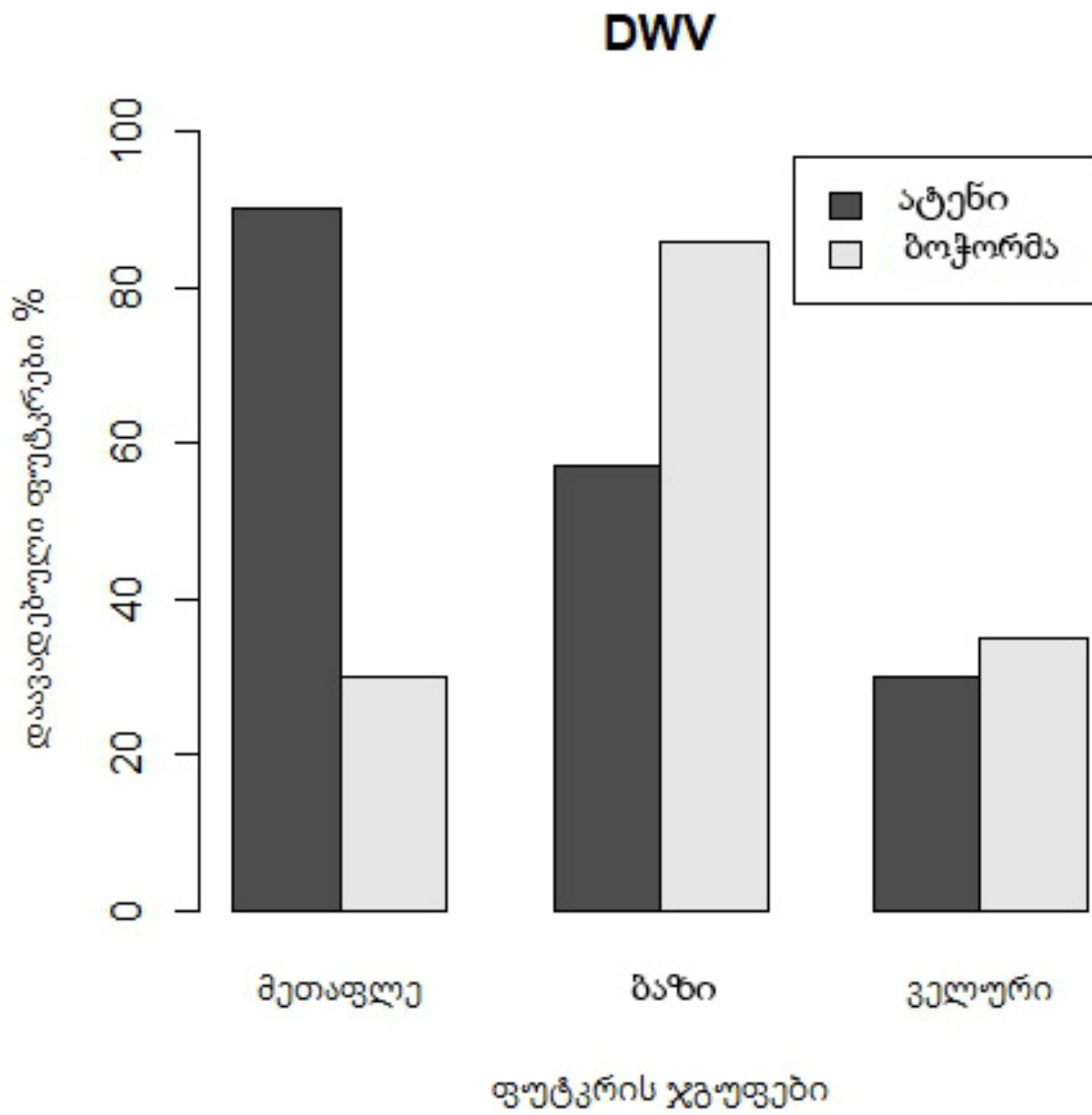
ქართ დამმტვერვა



გრაფიკი № 82 საექსპერიმენტო ყვავილების რაოდენობა და მიღებული ნაყოფები ქართ დამმტვერვის შემთხვევაში

6.6. ფუტკრის ვირუსული დაავადებები

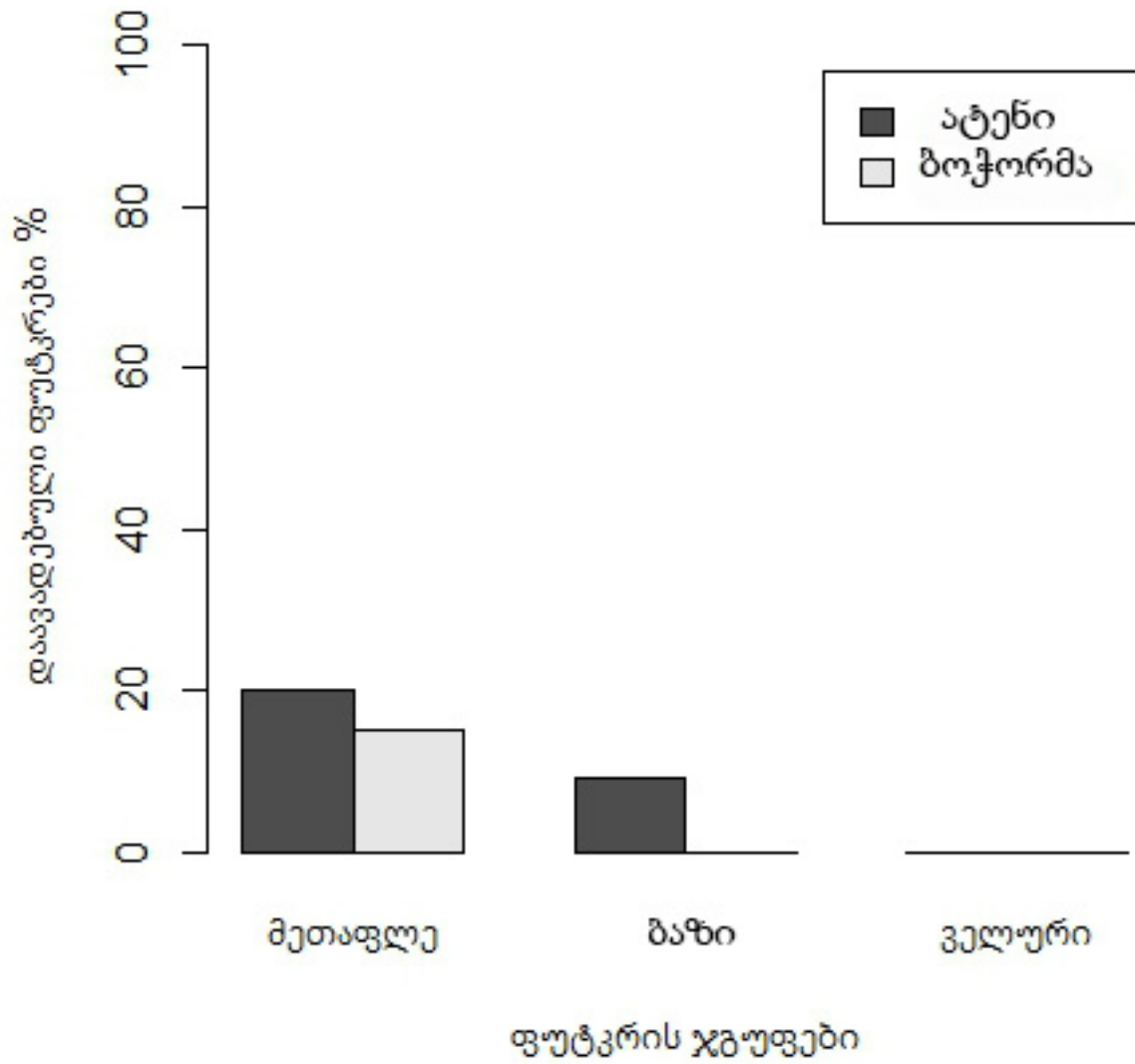
ჩვენს მიერ შეგროვებული მასალებზე ჩატარებული ანალიზების შედეგად ვაშლის ბალების დამმტვერავებში აღმოჩნდა პათოგენური ვირუსების სამი კომპლექსი: DWV-A/DWV-B; BQCV; SBPV (გრაფიკი №13, №14 და №15). აღსანიშნავია, რომ ჩვენი მონაცემები DWV-A/DWV-B ვირუსების არსებობის პირველი ცნობებია ამიერკავკასიიდან. SBV და (ABPV/IAPV/ KBV) ვირუსების კომპლექსი არ აღმოჩნდა არცერთ ნიმუშში.



გრაფიკი № 93

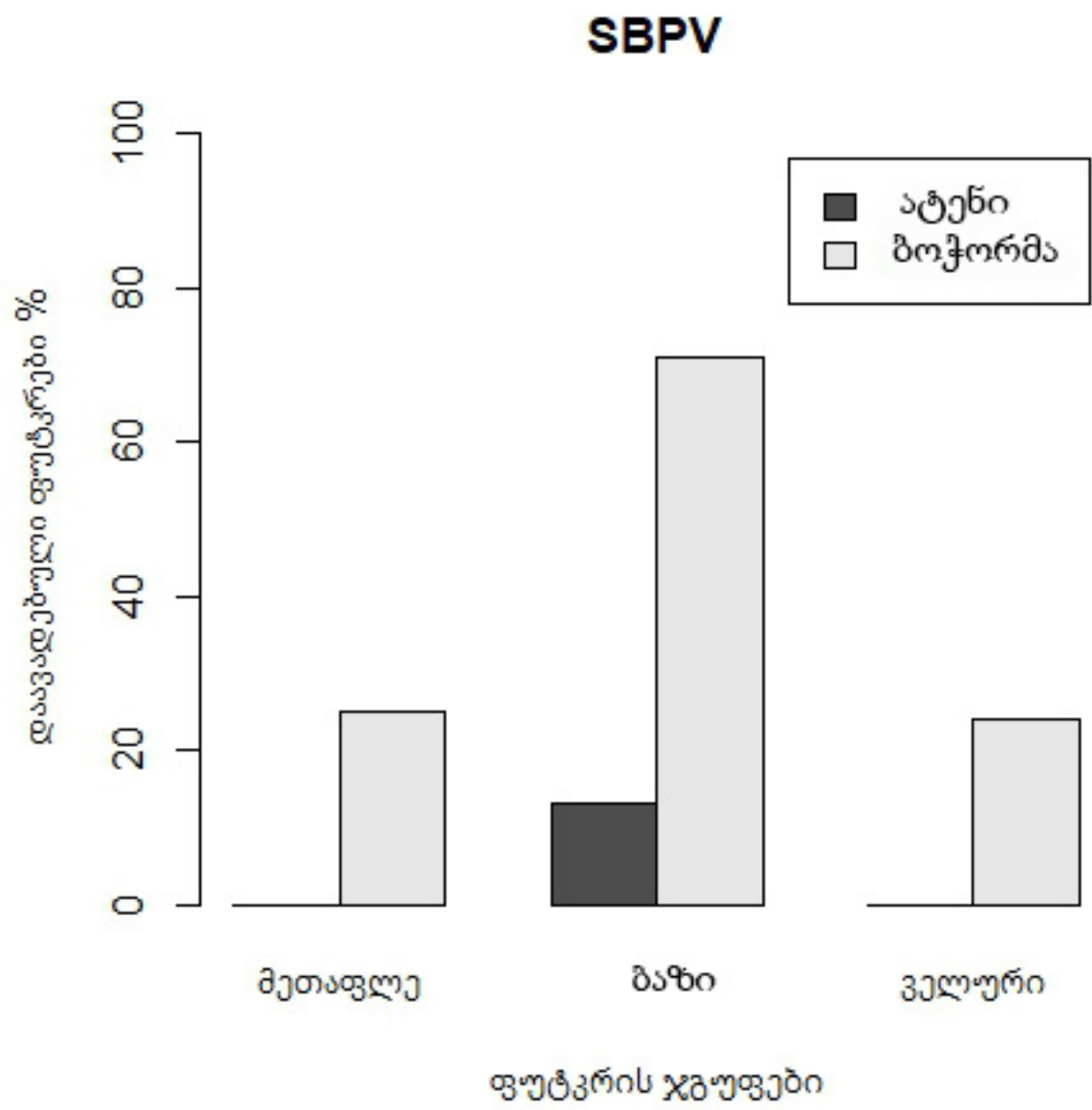
დეფორმირებული ფრთის ვირუსით დაავადებული ფუტკრების პროცენტული რაოდენობა

BQCV



გრაფიკი № 14

შავი დედის უჯრედის ვირუსით დაავადებული ფუტკრების პროცენტული რაოდენობა



გრაფიკი № 15 წელი დამბლის ვირუსით დაავადებული ფუტკრების პროცენტული რაოდენობა

7. შედეგების განხილვა

ფუტკრების ფაუნაზე მათ გავრცელებასა და მრავალფეროვნებაზე მოქმედებს როგორც გლობალური: კლიმატის ცვლილება (Hegland et al. 2009; Memmott et al. 2007), დაავადებები(Cox-Foster et al. 2007; Fürst et al. 2014), ასევე ლოკალური: ბუნებრივი და სასოფლო-სამეურნეო ჰაბიტატების თავისებურებები (Garibaldi et al. 2011; Ricketts et al. 2008; Le Féon et al. 2010), საკვები რესურსების ხელმისაწვდომობა (Fründ, Linsenmair, and Blüthgen 2010; Goulson et al. 2015), პესტიციდების გამოყენების პრაქტიკა (Kevan, Greco, and Belaoussoff 1997; Goulson et al. 2015) და სხვა ფაქტორები.

საქართველოს ფუტკრისნაირთა ფაუნისათვის, ჩვენს მიერ 7 ახალი სახეობის აღრიცხვა ცხადყოფს, რომ ფუტკრისნაირთა ფაუნა საქართველოში გაცილებით მრავალრიცხოვანია ვიდრე დღეისათვის არის ცნობილი და საჭიროებს მომავალში კვლევების გაგრძელებას რათა მაქსიმალურად იქნას შესწავლილი საქართველოს ფუტკრისნაირები. ფუტკრისნაირთა ფაუნის შემადგენლობა ნათლად ასახავს, რომ ველური ფუტკრები დომინირებენ ვაშლის ბაღებში მეთაფლე ფუტკრებთან შედარებით, რომლებიც მთლიანი ფაუნის 22% წარმოადგენენ მხოლოდ. ვაშლის ბაღების ფუტკრისნაირთა ფაუნის 50% *Lasioglossum* გვარის ინდივიდებია, აღნიშნული გვარის სხეობები არ მიეკუთვნებიან სოციალურ მწერებს. ისინი უმეტესწილად მიწაში ცხოვრობენ და ძირითადად მცირე ზომისანი არიან (6-15მმ). მათი აქტიური ფრენის დისტანცია დაახლოებით 500 მ-მდეა და სწორედ ამიტომ ვაშლის ბაღებისთვის ერთერთი მნიშვნელოვანი დამტვერავებად ითვლებიან. გამომდინარე იქედან, რომ ვაშლის ბაღების ფაუნის 50 % მოკლე მანძილზე (500 მ-მდე) მფრენი ფუტკრებითაა წარმოდგენილი, პოპულაციის სტაბილურად შენარჩუნებისათვის განაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ბაღების ირგვლივ არსებულ ნახევრად ბუნებრივი ჰაბიტატების არსებობას, რომელიც უმეტესწილად მომიჯნავე ბაღების გამყოფ ზოლს წარმოადგენს, სწორედ ასეთი ზოლები წარმოადგენს დამატებით საკვებ რესურსსა და ბუდეების მოწყობისათვის მისაღებ ტერიტორიას. ყურადსაღებია ის ფაქტი, რომ ხშირად აღნიშნული ნახევრადბუნებრივი ჰაბიტატები ითიბება ან ჰერბიციდებით იწამლება რაც

უარყოფიდათ მოქმედებს დამმტვერავების ფაუნაზე. აღსანიშნავია, რომ შეგროვებულ მასალებში არ აღმოჩნდა საქართველოს ენდემები, რაც სავარაუდოდ არასრული შესწავლით არის გამოწვეული ვინაიდან კვლევის ხანგრძლივობა მხოლოდ 24 საათს მოიცავდა თითოეულ ბაღში .

ბაღების მსგავსების კლასტერი გვიჩვენებს, რომ სახეობრივი შემადგენლობით უმეტესად გეოგრაფიულად ყველაზე ახლომდებარე ბაღები დაჯგუფდნენ ერთად: ხელთუბანი და მეჯვრისხევი; ურბნისი და ქარელი; ყვარელი და გურგენიანი. რომელთა მსგავსება 60%-ზე მეტია. სახეობრივი შემადგენლობით ბაღების მსგავსების მთავარი განმაპირობებელი სავარაუდოდ მათი ახლო მდებარეობა და ზღვის დონიდან დაახლოებით მსგავს სიმაღლეზე ყოფან არის.

7.1. დამტვერვის შეზღუდვა

ექსპერიმენტული ნაყოფების რაოდენობა გვიჩვენებს რომ, ბუნებრივი დამტვერვით მიღებული ნაყოფების რაოდენობა გაცილებით დაბალია მაქსიმალური დამტვერვით მიღებულ ნაყოფებთან შედარებით, რაც გვიჩვენებს რომ ვაშლის ბაღებში დამტვერვა დეფიციტურია ისევე როგორც დიდი ბრიტანეთის ვაშლის ბაღებში (Garratt et al. 2013), თუმცა ბრიტანეთისგან განსხვავებით შეფუთულ ყვავილებში მსხმოიარობა არ დაფიქსირებულა, რაც შესაძლოა გამოწვეული იყოს შეფუთვის თავისებურებით (ჩვენ შემთხვევაში შეფუთული იყო მხოლოდა ვაშლის ყვავილის თაიგული ბრიტანეთის შემთხვევაში მთლიანი ტოტი). ჩვენმა კვლევამ აჩვენა, რომ ვაშლის ბაღებში ყველაზე აქტიური დამმტვერავები ბაზები არიან, ბაზები გაცილებით მეტი მტვრის მარცვლის განთავსებას ახერხებენ ვაშლის ყვავილზე ვიდრე მეთაფლე ფუტკრები (Thomson and Goodell 2001). ბაზებით დამტვერვის შედეგად მიღებულ ყვავილებში უფრო მეტი თესლი აღმოჩნდა, ვიდრე მეთაფლე ფუტკრის მიერ დამტვერილში (Sapir et al. 2017), თუმცა ჩვენ ბაღებში რიცხობრივად ბაზები მცირე რაოდენობით არიან წარმოდგენილი ყველა სხვა

ფუტკართან შედარებით, რითაც ასევე აიხსნება დამტვერვის შეზღუდვა საქართველოს ვაშლის ბალებში. ჩვენს მიერ მოპოვებული მონაცემებით დასტურდება ველური ფუტკრების დომინირება ვაშლის ბალებში თუმცა საჭიროა გაგრძელდეს შემდგომი კვლევები თუ რომელი სახეობები არიან უფრო ეფექტურები ვაშლის დამტვერვაში.

აღსანიშნავია რომ დამტვერვის მაქსიმალურად უზრუნველყოფის შემთხვევაში ვაშლის ხარისხი შესაძლოა დაეცეს, რადგანაც მივიღებთ დიდი რაოდენობის და წვრილი ზომის ნაყოფს, თუმცა აღნიშნული ფაქტის თავიდან აცილებას ფერმერები ჭარბი ყვავილების ან გამონასკვული ნაყოფების მოცილებით ახერხებენ, მიუხედავად ხსენებული მოვლენის უარყოფითი მხარისა, კვლევები ადასტურებს, რომ თესლების რაოდენობის მატება ვაშლში გავლენას ახდენს თავად ვაშლის ნაყოფის ზომის მატებაზე (Garratt, Truslove, et al. 2014; Sapir et al. 2017), თესლების რაოდენობის მატება კი ჯვარედინი დამტვერვით არის შესაძლებელი.

7.1.1. ქარის მონაწილეობა ვაშლის დამტვერვაში

ხანდაკე ჩატარებულმა ექსპერიმენტმა, სადაც მთლიან ხეებზე გამოირიცხა მწერებით დამტვერვა, ყვავილების გამონასკვამ 20% მიაღწია, რაც ნამდვილად არაა ცუდი მაჩვენებელი მსხმოიარობის თვალსაზრისით, თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს ერთი მნიშვნელოვანი მომენტი, რომ აღნიშნული ბალი გაშენებულია ვაკე რელიეფზე, რომელსაც ესაზღვრება საძოვრები და ფაქტიურად ყოველდღიურად ქრის ინტენსიური ქარი, რამაც მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ნაყოფმსხოიარობაში. თუმცა მიგვაჩნია, რომ ნომალურ პირობებში ქარი ვერ შეძლებს ჩაანაცვლოს მწერებით დამტვერვა, გარდა ამისა გასათვალისწინებელია, რომ 20% წარმოადგენ მხოლოდ გამონასკვულ და არა დასრულებულ ნაყოფს, რაც თავისდავად გულისხმობ მოცემული მაჩვენებლის შემცირებას, აღნიშნული მონაცემის შეგროვება ვერ მოხერხდა, ვინაიდან მეპატრონემ წინასწარ შეთანხმებულ დროზე ადრე მოახდინა ნაყოფების შეგროვება.

7.2. ფუტკრების მიერ ვაშლის ყვავილების დამტვერვით უზრუნველყოფა

როგორც ცნობილია ვაშლის ჯიშების უმეტესობა ჯვარედინად დამტვერავია (Dennis 2009) მსოფლიოში მთავარ დამტვერავებად ვაშლის ბაღებში კი ფუტკრები და ჩუხჩუხელები გვევლინებიან (Free 1964; Delaplane and Mayer 2000; Klein et al. 2007). რეგრესიულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ფუტკრის რიცხოვნობის მატებასთან ერთად იზრდება დამტვერვის სერვისის მაჩვენებელიც, რაც თავისმხრივ გავლენას ახდენს ვაშლის ნაყოფმსხმოიარობაზე და მოსავლიანობაზე. აღნიშნული კვლევის შედეგი ნათლად გვიჩვენებს, როგორც ველური, ისე მეთაფლე ფუტკრების გავლენას ვაშლის ყვავილების დამტვერვაში. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს რომ ვაშლის მწარმოებელი ფერმერები დამტვერვის უზრუნველსაყოფად არ იყენებენ დამტვერავების შეყვანის მეთოდს ბაღებში, ამასთანავე ინტენსურად იყენებენ ჰერბიციდებს, რისი მეშვეობითაც ამუშავებენ ვაშლის რიგებს შორის არსებულ სივრცეებს და ბაღის შემოგარენს, რაც რა თქმა უნდა უარყოფითად იმოქმედებს ველურ დამტვერავებზე, რადგანაც აღნიშნული ქმედებით ხდება დამატებითი საკვები რესურსის შემცირება (Kearns, Inouye, and Waser 1998; Le Féon et al. 2010), საკვები რესურსის ოპტიმალური რაოდენობა კი გადამწყვეტ როლს თამაშობს დამტვერავების სტაბილური პოპულაციის შენარჩუნებაში, ჰერბიციდის გამოყენებაზე მხოლოდ რამოდენიმე ფერმერი ამბობს უარს და ვაშლის რიგებს შორის ადგილს თიბავს ან ხნავს რაც საბოლოო ჯამში უარყოფით ეფექტს ახდენს არამარტო საკვებ რესურზე არამედ ამცირებს იმ ადგილების რაოდენობას სადაც ბუდეების მოწყობაა შესაძლებელი (Holzschuh et al. 2007). გარდა ფუტკრებისა ვაშლის ნაყოფმსხმოიარობაზე სხვა ფაქტორებიც ახდენენ გავლენას მაგალითად როგორცაა დამამტვერიანებელი ხეები, რომლებიც თავსებადია ბაღის ძირითადი ჯიშების ვაშლებთან და უზრუნველყოფს ბაღს საჭირო რაოდენობის მტვრით.

7.3. ფუტკრის ვირუსები

ვირუსების გავრცელებას ფუტკრებში როგორც ჰორიზონტალურად ისე ვერტიკალურად სხვადასხვა ფაქტორებზეა დამოკიდებული, მაგალითად DWV-ის ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული მეთაფლე ფუტკარში (Tentcheva et al. 2004; Ellis and Munn 2005). იგი ძლიერაა დაკავშირებული ექტოპარაზიტ *Varroa destructor*-თან (Genersch and Aubert 2010; de Miranda, Cordoni, and Budge 2010; Wilfert et al. 2016) რომელიც ხელს უწყობს ვირუსის გავრცელებას მეთაფლე ფუტკრის კოლონიაში (Bowen-Walker, Martin, and Gunn 1999). სხვა ველურ ფუტკრებში DWV-ის გავრცელების უკავშირებენ საერთო საკვებ ბაზას, ყვავილი რომელსაც სტუმრობს როგორც მეთაფლე ფუტკრის დაავადებული მუშა ინდივიდი ასევე ველური ფუტკარი ნექტარის ან მტვრის შესაგროვებლად (Mazzei et al. 2014; Mcart et al. 2014).

როგორც ცნობილია DWV-ის გავრცელება ხდება მეთაფლე ფუტკრებიდან სხვა ველურ ფუტკრებში, რამაც შესაძლოა ველურ ფუტკრებში გამოიწვიოს ფიზიკური გამძლეობის შემცირება (Fürst et al. 2014), DWV ერთადრეთი ვირუსია, რომელიც გვხვდებოდა ჩვენს მიერ შეგროვებულ ყველა ჯგუფში: მეთაფლე, ბაზი (*Bombus*), ველური, და გამორიჩევა ინფიცირების ყველაზე მაღალი მაჩვენებლით (90% მდე) ყველა სხვა ვირუსისაგან განსხვავებით.

DWV-ის შემდეგ მეთაფლე ფუტკრებში ყველაზე ფართოდ BQCV-ა გავრცელებული (Chen and Siede 2007), თუმცა საქართველოში BQCV-ით დასნებოვნება საკმაოდ დაბალია როგორც მეთაფლე ფუტკრებში ისე ბაზებში, ველურ ფუტკრებში კი საერთოდ არ გვხვდება ინფიცირებული ინდივიდები. ცნობილია რომ აღნიშნული ვირუსის გავრცელებას სეზონურება ახასიათებს, რაც გულისხმობს რომ გაზაფხულსა ზაფხულში უფრო ფართო გავრცელებით ხასიათდება ვიდრე შემოდგომაზე (Tentcheva et al. 2004), ვინაიდან ინდივიდების შეგროვება ადრე გაზაფხულზე, ვაშლის ყვავილობის დროს,

მოხდა, დაავადების გავრცელება ვერ მიაღწევდა მაქსიმუმს ამიტომაც გვაქვს დაბალი მაჩვენებელი ჩვენს მასალებში.

SBPV-ის ინფიცირების შემთხვევა მეთაფლე და ველურ ფუტკრებში საკმაოდ დაბალია და 25%-ს არ ცილდება, განსხვავებით ბაზებისაგან სადაც ვირუსი მოპოვებული ინდივიდების 80% აღმოჩნდა, საყურადღებოა ის ფაქტიც, რომ ატენის ბაღში მხოლოდ ბაზების 20% აღმოჩნდა დაავადებული, ამიტომაც ვირუსის გავრცელება სხვა ჯგუფებში; მეთაფლე და ველური, არ დაფიქსირებულა. SBPV თავდაპირველად 1974 წელს იქნა აღმოჩენილი და მეთაფლე ფუტკრისთვის დამახასიათებელ დაავადებად მიიჩნეოდა (Manley, Boots, and Wilfert 2017) თუმცა შემდგომმა კვლევებმა უფრო ფართო გავრცელება ბაზებში დაგვიდასტურა (Mcmahon et al. 2015).

8. დასკვნები

1. დადგინდა რომ საქართველოში ვაშლის ბაღებში, როგორც დამმტვერავი ვიზიტორები 53 სახეობის ფუტკარია, თუმცა უფრო სიღრმისეული კვლევებია საჭირო იმის განსასაზღვრად რომელი სახეობები არიან უფრო ეფექტური და რამდგომარეობაშია მათი პოპულაცია.
2. ვაშლის ბაღებში არსებული ფუტკრების 76% პალეარქტიკული გავრცელებით ხასიათდება. კავკასიის და საქართველოს ენდემები არ გვხვდებიან, ჩვენს მიერ პირველად იქნა აღრიცხული საქართველოსათვის ფუტკრის 7 სახეობა. მოპოვებულ ნიმუშებში საქართველოს ენდემების არ არსებობა და საქართველოსთვის ახალი სახეობების პოვნა მიგვანიშნებს რომ საქართველოში ფუტკრისაწირთა ფაუნა არასრულყოფილადაა შესწავლილი და აუცილებელია შემდგომი კვლევები.
3. ფუტკრისწაირებიდან ყველაზე აქტიური ვიზიტორები ბაზები (Bombus) არიან თუმცაღა მათი რაოდენობა ბაღებში მინიმალურია.
4. ბაღებში ფუტკრების რაოდენობის ზრდა ხელს უწყობს ბაღების დამტვერვით მაქსიმალურად უზრუნველყოფას.
5. ბაღებში ბუნებრივი დამტვერვა ვერ აღწევს მაქსიმალურ მაჩვენებელს რასაც განაპირობებს ველური დამმტვერავების სიმცირე.
6. ხანდაკის საექსპერიმენტო ბაღში ჩატრებული ექსპერიმენტის შედეგად ქარისმიერი დამტვერვით გამოინასკვა ყვავილების 20% პროცენტი (დაუდგენელია რამდენი პროცენტი შენარჩუნდა დაკრეფის პერიოდამდე), ვინაიდან აღნიშულ ექსპერიმენტში გამორიცხული იყო დამმტვერავი მწერების მონაწილეობა, შეგვიძლია დავასკვნათ რომ ქარი მონაწილეობს ვაშლის დამტვერვის პროცესში და მნიშვნელოვანი ფაქტორია მსგავსი კვლევის ჩატარებისას შედეგების ინტერპრეტაციისას.
7. ვირუსული პათოგენების არსებობა როგორც მეთაფლე ასევე ველურ ფუტკრებში ცხადყოფს რომ ფუტკრისწაირთა ფაუნა საფრთხის ქვეშაა და საჭიროებს დამატებით კვლევებს

9. ბიბლიოგრაფია

ანდლულაძე დავით. 1970. ფუტკრით დამტვერვა. თბილისი: საბჭოთა საქართველო.

ზაალიშვილი მალხაზ. 1897. მოშენება და მოვლა ფუტკრისა. თბილისი: სტამბა
მ.შარაძისა და ამხანაგობისა.

ქლენტი ს. 1940. “ფუტკრების როლი სუბტროპიკული კულტურების მოსავლიანობის
ამაღლებაში.”

სხირტლაძე იზოლდა. 1967. “მასალები მესხეთ-ჯავახეთში გავრცელებული
ფუტკრისნაირთა(Apidae) ფაუნის შესწავლისათვის.” საქართველოს მეცნიერებათა
აკადემიის მოამბე. თბილისი: საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე.

———. 1983. “საქართველოს ფუტკრისნაირები(Hymenoptera, Apoidea) და მათი დაცვა.”
თბილისი: “მეცნიერება.”

———. 1988. “ფუტკრისნაირები (Hymenoptera, Apoidea), როგორც ენტომოფილურ
მცენარეთა დამამტვერიანებლები საქართველოში.” თბილისი: “მეცნიერება.”

Aizen, Marcelo A., and Lawrence D. Harder. 2009. “The Global Stock of Domesticated Honey
Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination.” *Current Biology* 19
(11): 915–18. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.071>.

Albrecht, M., B. Schmid, Y. Hautier, and C. B. Muller. 2012. “Diverse Pollinator Communities
Enhance Plant Reproductive Success.” *Proceedings of the Royal Society B: Biological
Sciences* 279 (1748): 4845–52. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1621>.

Allahverdi, Safoora, Ahmad Nadimi, and Ali Afshari. 2016. “A Survey on Family Andrenidae (
Hymenoptera : Apoidea) in Gorgan County ,” *Iranian Journal of Animal Biosystematics
(IJAB)* 12 (2): 145–56. <https://doi.org/10.22067/ijab.v12i2.51068>.

Anderson, D., I. J. East, D. Cox-Foster, S. Conlan, E. C. Holmes, G. Palacios, A. Kalkstein, et al.
2008. “The Latest Buzz About Colony Collapse Disorder.” *Science* 319 (5864): 724c-725c.

<https://doi.org/10.1126/science.319.5864.724c>.

- Ban, Cristina Maria, and Bogdan Tomozei. 2006. "NEW DATA ON THE APOID HYMENOPTERANS (HYMENOPTERA : ANDRENIDAE , ANTHOPHORIDAE , APIDAE) FROM DOBROGEA (ROMANIA)" XLIX (July 1997): 307–18.
- Bartomeus, Ignasi, Mia G. Park, Jason Gibbs, Bryan N. Danforth, Alan N. Lakso, and Rachael Winfree. 2013. "Biodiversity Ensures Plant-Pollinator Phenological Synchrony against Climate Change." *Ecology Letters* 16 (11): 1331–38. <https://doi.org/10.1111/ele.12170>.
- Bell, Jonathan R. 2008. "A Simple Way to Treat PCR Products Prior to Sequencing Using ExoSAP-IT®." *BioTechniques*. <https://doi.org/10.2144/000112890>.
- Biesmeijer, J. C. 2006. "Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands." *Science* 313 (5785): 351–54. <https://doi.org/10.1126/science.1127863>.
- Bosh, Jordi, and Marina Blas. 1994. "Foraging Behaviour and Pollinating Efficiency of *Osmia Cornuta* and *Apis Mellifera* in Almond(Hymenopter,Megachilidae and Apidae)." *Applied Entomologi and Zoology*, no. 29: 1–9.
- Bowen-Walker, P. L., S. J. Martin, and A. Gunn. 1999. "The Transmission of Deformed Wing Virus between Honeybees (*Apis Mellifera*L.) by the Ectoparasitic Mite *Varroa Jacobsoni* Oud." *Journal of Invertebrate Pathology*. <https://doi.org/10.1006/jipa.1998.4807>.
- Brutscher, Laura M., Alexander J. McMenamin, and Michelle L. Flenniken. 2016. "The Buzz about Honey Bee Viruses." *PLoS Pathogens*. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005757>.
- Buchmann, Stephen L., and Gary Paul Nabhan. 1996. "The Forgotten Pollinators." *The Forgotten Pollinators* 1 (January): 312.
- Cameron, S. A., J. D. Lozier, J. P. Strange, J. B. Koch, N. Cordes, L. F. Solter, and T. L. Griswold. 2011. "Patterns of Widespread Decline in North American Bumble Bees." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (2): 662–67. <https://doi.org/10.1073/pnas.1014743108>.

- Campbell, Lesley G., and Brian C. Husband. 2007. "Small Populations Are Mate-Poor but Pollinator-Rich in a Rare, Self-Incompatible Plant, *Hymenoxys Herbacea* (Asteraceae)." *New Phytologist* 174 (4): 915–25. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02045.x>.
- Chen, Yan Ping, and Reinhold Siede. 2007. "Honey Bee Viruses." *Advances in Virus Research*. [https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(07\)70002-7](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(07)70002-7).
- Colla, Sheila R., and Laurence Packer. 2008. "Evidence for Decline in Eastern North American Bumblebees (Hymenoptera: Apidae), with Special Focus on *Bombus Affinis* Cresson." *Biodiversity and Conservation* 17 (6): 1379–91. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9340-5>.
- core Team, R. 2018. "R: A Language and Environment for Statistical Computing." *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*.
- Cox-Foster, Diana L., Sean Conlan, Edward C. Holmes, Gustavo Palacios, Jay D. Evans, Nancy A. Moran, Phenix Lan Quan, et al. 2007. "A Metagenomic Survey of Microbes in Honey Bee Colony Collapse Disorder." *Science* 318 (5848): 283–87. <https://doi.org/10.1126/science.1146498>.
- Delaplane, Keith S, and Daniel F. Mayer. 2000. *Crop Pollination by Bees*. Wallingford: CABI Publishing.
- Dennis, F. 2009. "Flowering, Pollination and Fruit Set and Development." In *Apples: Botany, Production and Uses*. <https://doi.org/10.1079/9780851995922.0153>.
- Dzhangaliev, A. D. 2010. "The Wild Apple Tree of Kazakhstan." In *Horticultural Reviews*. <https://doi.org/10.1002/9780470650868.ch2>.
- Ellis, James D., and Pamela A. Munn. 2005. "The Worldwide Health Status of Honey Bees." *Bee World* 86 (4): 88–101. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2005.11417323>.
- FaoSTAT. 2022. "FAOSTAT_data_7-24-2022." 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Féon, Violette Le, Agnès Schermann-Legionnet, Yannick Delettre, Stéphanie Aviron, Regula

- Billeter, Rob Bugter, Frederik Hendrickx, and Françoise Burel. 2010. “Intensification of Agriculture, Landscape Composition and Wild Bee Communities: A Large Scale Study in Four European Countries.” *Agriculture, Ecosystems and Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.01.015>.
- Földesi, Rita, Anikó Kovács-Hostyánszki, Ádám Korösi, László Somay, Zoltán Elek, Viktor Markó, Miklós Sárospataki, et al. 2016. “Relationships between Wild Bees, Hoverflies and Pollination Success in Apple Orchards with Different Landscape Contexts.” *Agricultural and Forest Entomology* 18 (1): 68–75. <https://doi.org/10.1111/afe.12135>.
- Folmer, O., M. Black, W. Hoeh, R. Lutz, and R. Vrijenhoek. 1994. “DNA Primers for Amplification of Mitochondrial Cytochrome c Oxidase Subunit I from Diverse Metazoan Invertebrates.” *Molecular Marine Biology and Biotechnology*.
<https://doi.org/10.1071/ZO9660275>.
- Forsline, Philip L., Herb S. Aldwinckle, Elizabeth E. Dickson, James J. Luby, and Stan C. Hokanson. 2010. “Collection, Maintenance, Characterization, and Utilization of Wild Apples of Central Asia.” In *Horticultural Reviews*.
<https://doi.org/10.1002/9780470650868.ch1>.
- Free, J. B. 1964. “Comparison of the Importance of Insect and Wind Pollination of Apple Trees [39].” *Nature*. <https://doi.org/10.1038/201726b0>.
- Fründ, Jochen, Karl Eduard Linsenmair, and Nico Blüthgen. 2010. “Pollinator Diversity and Specialization in Relation to Flower Diversity.” *Oikos* 119 (10): 1581–90.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18450.x>.
- Fürst, M A, D P McMahon, J L Osborne, R J Paxton, and M J F Brown. 2014. “Disease Associations between Honeybees and Bumblebees as a Threat to Wild Pollinators.” *Nature*.
<https://doi.org/10.1038/nature12977>.
- Gallai, Nicola, Jean Michel Salles, Josef Settele, and Bernard E. Vaissière. 2009. “Economic Valuation of the Vulnerability of World Agriculture Confronted with Pollinator Decline.”

Ecological Economics 68 (3): 810–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>.

Gardner, K. E., and J. S. Ascher. 2006. “Notes on the Native Bee Pollinators in New York Apple Orchards.” *Journal of the New York Entomological Society* 114 (May 2002): 86–91.

[https://doi.org/10.1664/0028-7199\(2006\)114\[86:NOTNBP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1664/0028-7199(2006)114[86:NOTNBP]2.0.CO;2).

Garibaldi, Lucas A., Luísa G. Carvalheiro, Sara D. Leonhardt, Marcelo A. Aizen, Brett R. Blaauw, Rufus Isaacs, Michael Kuhlmann, et al. 2014. “From Research to Action: Enhancing Crop Yield through Wild Pollinators.” *Frontiers in Ecology and the Environment* 12 (8): 439–47.

<https://doi.org/10.1890/130330>.

Garibaldi, Lucas A., Ingolf Steffan-Dewenter, Claire Kremen, Juan M. Morales, Riccardo Bommarco, Saul A. Cunningham, Luísa G. Carvalheiro, et al. 2011. “Stability of Pollination Services Decreases with Isolation from Natural Areas despite Honey Bee Visits.” *Ecology Letters* 14 (10): 1062–72. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01669.x>.

Garibaldi, Lucas A., Ingolf Steffan-Dewenter, Rachael Winfree, Marcelo A. Aizen, Riccardo Bommarco, Saul A. Cunningham, Claire Kremen, et al. 2013. “Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance.” *Science*.

<https://doi.org/10.1126/science.1230200>.

Garratt, M.P.D., T.D. Breeze, N. Jenner, C. Polce, J.C. Biesmeijer, and S.G. Potts. 2014.

“Avoiding a Bad Apple: Insect Pollination Enhances Fruit Quality and Economic Value.” *Agriculture, Ecosystems & Environment* 184: 34–40.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.032>.

Garratt, M P D, C L Truslove, D J Coston, R L Evans, E D Moss, C Dodson, N Jenner, J C Biesmeijer, and S G Potts. 2013. “Pollination Deficits in Uk Apple Orchards.” *Journal of Pollination Ecology* 0.

———. 2014. “Pollination Deficits in UK Apple Orchards.” *Journal of Pollination Ecology* 12 (2): 9–14.

- Gauthier, Laurent, Scott Cornman, Ulrike Hartmann, François Cousserans, Jay D. Evans, Joachim R. De Miranda, and Peter Neumann. 2015. "The *Apis Mellifera* Filamentous Virus Genome." *Viruses*. <https://doi.org/10.3390/v7072798>.
- Genersch, Elke, and Michel Aubert. 2010. "Emerging and Re-Emerging Viruses of the Honey Bee (*Apis Mellifera* L.)." *Veterinary Research*. <https://doi.org/10.1051/vetres/2010027>.
- Goulson, D., G.C. Lye, and B. Darvill. 2008. "Decline and Conservation of Bumble Bees." *Annual Review of Entomology* 53 (1): 191–208.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093454>.
- Goulson, Dave, Elizabeth Nicholls, Cristina Botías, and Ellen L. Rotheray. 2015. "Bee Declines Driven by Combined Stress from Parasites, Pesticides, and Lack of Flowers." *Science*.
<https://doi.org/10.1126/science.1255957>.
- Gruber, Bernd, Katharina Eckel, Jeroen Everaars, and Carsten F. Dormann. 2011. "On Managing the Red Mason Bee (*Osmia Bicornis*) in Apple Orchards." *Apidologie* 42 (5): 564–76.
<https://doi.org/10.1007/s13592-011-0059-z>.
- Hallmann, Caspar A., Martin Sorg, Eelke Jongejans, Henk Siepel, Nick Hofland, Heinz Schwan, Werner Stenmans, et al. 2017. "More than 75 Percent Decline over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas." *PLoS ONE*.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.
- Hartmann, Ulrike, Eva Forsgren, Jean Daniel Charrière, Peter Neumann, and Laurent Gauthier. 2015. "Dynamics of *Apis Mellifera* Filamentous Virus (AmFV) Infections in Honey Bees and Relationships with Other Parasites." *Viruses*. <https://doi.org/10.3390/v7052654>.
- Hegland, Stein Joar, Anders Nielsen, Amparo Lázaro, Anne Line Bjercknes, and Ørjan Totland. 2009. "How Does Climate Warming Affect Plant-Pollinator Interactions?" *Ecology Letters*.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01269.x>.
- Holzschuh, Andrea, Ingolf Steffan-Dewenter, David Kleijn, and Teja Tscharntke. 2007.

“Diversity of Flower-Visiting Bees in Cereal Fields: Effects of Farming System, Landscape Composition and Regional Context.” *Journal of Applied Ecology*.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01259.x>.

Jackson, John E. 2005. *Biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511542657>.

Janick, J, JN Cummins, SK Brown, and M Hemmat. 1996. “Apples.” In *Fruit Breeding*, I:1–77.

Kearns, Carol A., David W. Inouye, and Nickolas M. Waser. 1998. “ENDANGERED

MUTUALISMS: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions.” *Annual Review of Ecology and Systematics* 29 (1): 83–112. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83>.

Kearse, Matthew, Richard Moir, Amy Wilson, Steven Stones-Havas, Matthew Cheung, Shane

Sturrock, Simon Buxton, et al. 2012. “Geneious Basic: An Integrated and Extendable Desktop Software Platform for the Organization and Analysis of Sequence Data.”

Bioinformatics. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts199>.

Kevan, Peter G., Carlos F. Greco, and Svenja Belaoussoff. 1997. “Log-Normality of Biodiversity

and Abundance in Diagnosis and Measuring of Ecosystemic Health: Pesticide Stress on Pollinators on Blueberry Heaths.” *The Journal of Applied Ecology*.

<https://doi.org/10.2307/2405226>.

Kirkitaдзе, G., M. Husemann, R.J. Paxton, R. Radzevičiūtė, and G. Japoshvili. 2017. “Records of

Bees (Hymenoptera: Apoidea) New to Both Georgia and Transcaucasia Revealed by DNA Barcoding.” *Zoology in the Middle East* 63 (2).

<https://doi.org/10.1080/09397140.2017.1305517>.

Kirkitaдзе, G., and G. Japoshvili. 2015. “RENEWED CHECKLIST OF BEES (HYMENOPTERA :

APOIDEA) FROM GEORGIA.” *Annals of Agrarian Science* 13 (1): 20–32.

Kirkitaдзе, Giorgi, Martin Husemann, Robert J. Paxton, Rita Radzevičiūtė, and George

Japoshvili. 2017. “Records of Bees (Hymenoptera: Apoidea) New to Both Georgia and

- Transcaucasia Revealed by DNA Barcoding.” *Zoology in the Middle East* 63 (2): 154–60.
<https://doi.org/10.1080/09397140.2017.1305517>.
- Klatt, B. K., A. Holzschuh, C. Westphal, Y. Clough, I. Smit, E. Pawelzik, and T. Tscharntke. 2013. “Bee Pollination Improves Crop Quality, Shelf Life and Commercial Value.” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281 (1775): 20132440–20132440.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2440>.
- Klein, A.-M., B. E Vaissiere, J. H Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A Cunningham, C. Kremen, and T. Tscharntke. 2007. “Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops.” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274 (1608): 303–13.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>.
- Koch, Hauke, Mark JF Brown, and Philip C. Stevenson. 2017. “The Role of Disease in Bee Foraging Ecology.” *Current Opinion in Insect Science*.
<https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.05.008>.
- Kosior, Andrzej, Waldemar Celary, Paweł Olejniczak, Jan Fijał, Wiesław Król, Wojciech Solarz, and Piotr Płonka. 2007. “The Decline of the Bumble Bees and Cuckoo Bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of Western and Central Europe.” *ORYX* 41 (1): 79–88.
<https://doi.org/10.1017/S0030605307001597>.
- Kraus, F. Bernhard, H. Szentgyörgyi, E. Rozej, M. Rhode, D. Moroń, M. Woyciechowski, and R. F A Moritz. 2011. “Greenhouse Bumblebees (*Bombus Terrestris*) Spread Their Genes into the Wild.” *Conservation Genetics* 12 (1): 187–92. <https://doi.org/10.1007/s10592-010-0131-7>.
- Kremen, Claire. 2005. “Managing Ecosystem Services: What Do We Need to Know about Their Ecology?” *Ecology Letters* 8 (5): 468–79. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00751.x>.
- Kwon, Yong Jung, and Shafqat Saeed. 2003. “Effect of Temperature on the Foraging Activity of *Bombus Terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on Greenhouse Hot Pepper (*Capsicum Annuum* L.)” *Applied Entomology and Zoology* 38 (3): 275–80.

<https://doi.org/10.1303/aez.2003.275>.

- Lauring, Adam S., and Raul Andino. 2010. "Quasispecies Theory and the Behavior of RNA Viruses." *PLoS Pathogens*. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1001005>.
- Loreau, M. 2001. "Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenges." *Science* 294 (5543): 804–8. <https://doi.org/10.1126/science.1064088>.
- Losada, Juan M., and María Herrero. 2013. "Flower Strategy and Stigma Performance in the Apple Inflorescence." *Scientia Horticulturae* 150: 283–89. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.11.031>.
- LOSEY, JOHN E., and MACE VAUGHAN. 2006. "The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects." *BioScience* 56 (4): 311. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[311:TEVOES\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[311:TEVOES]2.0.CO;2).
- Manley, Robyn, Mike Boots, and Lena Wilfert. 2017. "Condition-Dependent Virulence of Slow Bee Paralysis Virus in *Bombus Terrestris*: Are the Impacts of Honeybee Viruses in Wild Pollinators Underestimated?" *Oecologia*. <https://doi.org/10.1007/s00442-017-3851-2>.
- Marini, Lorenzo, Marino Quaranta, Paolo Fontana, Jacobus C. Biesmeijer, and Riccardo Bommarco. 2012. "Landscape Context and Elevation Affect Pollinator Communities in Intensive Apple Orchards." *Basic and Applied Ecology* 13 (8): 681–89. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2012.09.003>.
- Matsumoto, Shogo, Ayumi Abe, and Tsutomu Maejima. 2009. "Foraging Behavior of *Osmia Cornifrons* in an Apple Orchard." *Scientia Horticulturae*. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.01.003>.
- Mazzei, Maurizio, Maria Luisa Carrozza, Elena Luisi, Mario Forzan, Matteo Giusti, Simona Sagona, Francesco Tolari, and Antonio Felicioli. 2014. "Infectivity of DWV Associated to Flower Pollen: Experimental Evidence of a Horizontal Transmission Route." *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113448>.

- Mcart, Scott H., Hauke Koch, Rebecca E. Irwin, and Lynn S. Adler. 2014. "Arranging the Bouquet of Disease: Floral Traits and the Transmission of Plant and Animal Pathogens." *Ecology Letters*. <https://doi.org/10.1111/ele.12257>.
- McGregor, S.E. 1976. "Insect Pollination Of Cultivated Crop Plants." *Usda*, 849.
- Mcmahon, Dino P., Matthias A. Fürst, Jessica Caspar, Panagiotis Theodorou, Mark J.F. Brown, and Robert J. Paxton. 2015. "A Sting in the Spit: Widespread Cross-Infection of Multiple RNA Viruses across Wild and Managed Bees." *Journal of Animal Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12345>.
- Memmott, Jane, Paul G. Craze, Nickolas M. Waser, and Mary V. Price. 2007. "Global Warming and the Disruption of Plant-Pollinator Interactions." *Ecology Letters*. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01061.x>.
- Michener, Charles Duncan. 2007. *The Bees of the World*. *The Johns Hopkins University Press*. Vol. 85. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2002\)085\[0290:FMBLZH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2002)085[0290:FMBLZH]2.0.CO;2).
- Millennium Ecosystem Assessment. 2003. *Ecosystems and Human Well-Being*. *Ecosystems*. Vol. 5. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>.
- Miranda, Joachim R. de, Guido Cordoni, and Giles Budge. 2010. "The Acute Bee Paralysis Virus-Kashmir Bee Virus-Israeli Acute Paralysis Virus Complex." *Journal of Invertebrate Pathology*. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.014>.
- Mitroiu, Mircea-Dan. 2013. "Fauna Europaea: Apoidea." *Faua Europea Version 2019.06*, <https://Fauna-Eu.Org/>. 2013.
- Morris, Oscar Matison. 1921. "Studies in Apple Pollination." *State College of Washington, Agricultural Experiment Station*, no. 163: 32.
- Morse, Roger a, and Nicholas W Calderone. 2000. "The Value of Honey Bees As Pollinators of U . S . Crops." *Bee Culture*, 1–15.

- NADIMI, Ahmad, Ali Asghar TALEBI, and Yaghoub FATHIPOUR. 2009. "The Tribe Osmiini (Hymenoptera: Megachilidae) in the North of Iran: New Records and Distributional Data." *Biological Conservation* 142 (1): 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.09.027>.
- NationMaster. 2022. "Georgia - Apples Production." 2022. <https://www.nationmaster.com/nmx/timeseries/georgia-apples-production>.
- Ollerton, Jeff. 2017. "Pollinator Diversity: Distribution, Ecological Function, and Conservation." *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919>.
- Ollerton, Jeff, Rachael Winfree, and Sam Tarrant. 2011. "How Many Flowering Plants Are Pollinated by Animals?" *Oikos* 120 (3): 321–26. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>.
- Pauw, Anton, and William J. Bond. 2011. "Mutualisms Matter: Pollination Rate Limits the Distribution of Oil-Secreting Orchids." *Oikos* 120 (10): 1531–38. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19417.x>.
- Pauw, Anton, and Julie A. Hawkins. 2011. "Reconstruction of Historical Pollination Rates Reveals Linked Declines of Pollinators and Plants." *Oikos* 120 (3): 344–49. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.19039.x>.
- Paxton, R. J., P. A. Thorén, J. Tengö, A. Estoup, and P. Pamilo. 1996. "Mating Structure and Nestmate Relatedness in a Communal Bee, *Andrena Jacobi* (Hymenoptera, Andrenidae), Using Microsatellites." *Molecular Ecology*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1996.tb00343.x>.
- Peck, David T., Michael L. Smith, and Thomas D. Seeley. 2016. "Varroa Destructor Mites Can Nimbly Climb from Flowers onto Foraging Honey Bees." *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167798>.
- Pereira-Lorenzo, S., A. M. Ramos-Cabrer, and M. Fischer. 2009. "Breeding Apple (*Malus* ×

- Domestica Borkh).” In *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species*.
https://doi.org/10.1007/978-0-387-71203-1_2.
- Pesenko, Yu.A. 2006. “Contributions to the Halictid Fauna of the Eastern Palaearctic Region: Genus *Lasioglossum* Curtis (Hymenoptera: Halictidae, Halictinae).” *Zoosystematica Rossica* 15 (1): 133–66.
- Pickering, John, and John S. Ascher. 2019. “Discover Life.” Discover Life Bee Species and World Checklist. 2019. <https://www.discoverlife.org/>.
- Potts, Simon G., Jacobus C. Biesmeijer, Claire Kremen, Peter Neumann, Oliver Schweiger, and William E. Kunin. 2010. “Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers.” *Trends in Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.
- Potts, Simon G, Stuart P M Roberts, Robin Dean, Gay Marris, Mike A Brown, Richard Jones, Peter Neumann, and Josef Settele. 2010. “Declines of Managed Honey Bees and Beekeepers in Europe.” *Journal of Apicultural Research* 49 (1): 15–22.
<https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.02>.
- Pratt, Charlotte. 1988. “Apple Flower and Fruit: Morphology and Anatomy.” In *Horticultural Reviews, Volume 10*. <https://doi.org/10.1002/9781118060834.ch8>.
- Ps, Walsh, Metzger Da, and Higuchi R. 1991. “Chelex 100 as a Medium for Simple Extraction of DNA for PCR-Based Typing from Forensic Material.” *BioTechniques*.
- Rasko, J, and D. D Millner. 2010. “Intra-Inflorescence Pattern of the Opening of Apple (*Malus Domestica* Borkh.) Flowers.” 65–67.
- Rasmont, Pierre, Markus Franzén, Thomas Lecocq, Alexander Harpke, P. M. Roberts Stuart, Jacobus Biesmeijer, Leopoldo Castro, et al. 2015. “Climatic Risk and Distribution Atlas of European Bumblebees.” *BioRisk* 10: 1–236. <https://doi.org/10.3897/biorisk.10.4749>.
- Ratnasingham, Sujeevan, and Paul D N Hebert. 2007. “Bold: The Barcode of Life Data System (Http://Www.Barcodinglife.Org).” *Molecular Ecology Notes* 7 (3): 355–64.

<https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>.

Remnant, Emily J., Mang Shi, Gabriele Buchmann, Tjeerd Blacquièrè, Edward C. Holmes, Madeleine Beekman, and Alyson Ashe. 2017. "A Diverse Range of Novel RNA Viruses in Geographically Distinct Honey Bee Populations." *Journal of Virology*.

<https://doi.org/10.1128/jvi.00158-17>.

Ricketts, Taylor H., James Regetz, Ingolf Steffan-Dewenter, Saul A. Cunningham, Claire Kremen, Anne Bogdanski, Barbara Gemmill-Herren, et al. 2008. "Landscape Effects on Crop Pollination Services: Are There General Patterns?" *Ecology Letters*.

<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01157.x>.

Sánchez-Bayo, Francisco, and Kris A.G. Wyckhuys. 2019. "Worldwide Decline of the Entomofauna: A Review of Its Drivers." *Biological Conservation*.

<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>.

Sapir, G., Z. Baras, G. Azmon, M. Goldway, S. Shafir, A. Allouche, E. Stern, and R. A. Stern. 2017. "Synergistic Effects between Bumblebees and Honey Bees in Apple Orchards Increase Cross Pollination, Seed Number and Fruit Size." *Scientia Horticulturae*.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.010>.

Schmidt, Stefan, Christian Schmid-Egger, Jérôme Morinière, Gerhard Haszprunar, and Paul D.N. Hebert. 2015. "DNA Barcoding Largely Supports 250 Years of Classical Taxonomy: Identifications for Central European Bees (Hymenoptera, Apoidea Partim)." *Molecular Ecology Resources*. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12363>.

Schoonvaere, Karel, Lina De Smet, Guy Smaghe, Andy Vierstraete, Bart P. Braeckman, and Dirk C. De Graaf. 2016. "Unbiased RNA Shotgun Metagenomics in Social and Solitary Wild Bees Detects Associations with Eukaryote Parasites and New Viruses." *PLoS ONE*.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168456>.

Schwarz, H. H., and K. Huck. 1997. "Phoretic Mites Use Flowers to Transfer between Foraging Bumblebees." *Insectes Sociaux*. <https://doi.org/10.1007/s000400050051>.

- Sidorov, D.A., M.Yu. Proshchalykin, O.L. Konusova, K.A. Belova, and A.M. Byvaltsev. 2017. "Contribution to the Fauna of the Genus *Andrena* Fabricius (Hymenoptera: Apoidea: Andrenidae) of Western Siberia." *Proceedings of the Russian Entomological Society* 88 (2): 66–80.
- Spears, E.Eugene. 1983. "A Direct Measure of Pollinator Effectiveness." *Oecologia*, 196–99.
- Tamura, K., G. Stecher, D. Peterson, a. Filipiński, and S. Kumar. 2013. "MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0." *Molecular Biology and Evolution* 30 (12): 2725–29. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst197>.
- Tehel, Anja, Mark J.F. Brown, and Robert J. Paxton. 2016. "Impact of Managed Honey Bee Viruses on Wild Bees." *Current Opinion in Virology*. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2016.06.006>.
- Tentcheva, Diana, Laurent Gauthier, Nathalie Zappulla, Benjamin Dainat, François Cousserans, Marc Edouard Colin, and Max Bergoin. 2004. "Prevalence and Seasonal Variations of Six Bee Viruses in *Apis Mellifera* L. and *Varroa Destructor* Mite Populations in France." *Applied and Environmental Microbiology*. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.12.7185-7191.2004>.
- Thomson, James D., and Karen Goodell. 2001. "Pollen Removal and Deposition by Honeybee and Bumblebee Visitors to Apple and Almond Flowers." *Journal of Applied Ecology* 38 (5): 1032–44. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00657.x>.
- Velthuis, Hayo H.W., and Adriaan van Doorn. 2006. "A Century of Advances in Bumblebee Domestication and the Economic and Environmental Aspects of Its Commercialization for Pollination." *Apidologie* 37 (4): 421–51. <https://doi.org/10.1051/apido:2006019>.
- Westrich, P. 1996. "Habitat Requirements of Central European Bees and the Problems of Partial Habitats." *The Conservation of Bees*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.46.12022>.
- Whitehorn, P. R., M. C. Tinsley, M. J. F. Brown, B. Darvill, and D. Goulson. 2011. "Genetic

- Diversity, Parasite Prevalence and Immunity in Wild Bumblebees.” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 278 (1709): 1195–1202.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1550>.
- Wickham, Hadley. 2009. *Ggplot2*. *Ggplot2*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-98141-3>.
- Wilfert, L, G Long, H C Leggett, P Schmid-Hempel, R Butlin, S J M Martin, and M Boots. 2016. “Deformed Wing Virus Is a Recent Global Epidemic in Honeybees Driven by *Varroa* Mites.” *Science*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1126/science.aac9976>.
- Winfree, Rachael. 2010. “The Conservation and Restoration of Wild Bees.” *Annals of the New York Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05449.x>.
- Witte, K. De, J. Vercammen, G. Van Daele, and J. Keulemans. 1996. “Fruit Set, Seed Set and Fruit Weight in Apple as Influenced by Emasculation, Self-Pollination and Cross-Pollination.” In *Acta Horticulturae*. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1996.423.23>.
- Woodcock, B. A., M. Edwards, J. Redhead, W. R. Meek, P. Nuttall, S. Falk, M. Nowakowski, and R. F. Pywell. 2013. “Crop Flower Visitation by Honeybees, Bumblebees and Solitary Bees: Behavioural Differences and Diversity Responses to Landscape.” *Agriculture, Ecosystems and Environment* 171 (June 2016): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.03.005>.

10. დანართები

დანართი 1. გამოქვეყნებული სტატიები

1. Giorgi Kirkitadze, George Japoshvili, Renewed checklist of bees (Hymenoptera: Apoidea) from Georgia, *Annals of Agrarian science*, 13 (2015): 20-32.
2. Giorgi Kirkitadze, Martin Husemann, Robert J Paxton, Rita Radzevičiūtė, George Japoshvili, Records of bees (Hymenoptera: Apoidea) new to both Georgia and Transcaucasia revealed by DNA barcoding, *Zoology in the Middle East*, 63 (2017): 154-160.
3. Rita Radzevičiūtė, Panagiotis Theodorou, Martin Husemann, George Japoshvili, Giorgi Kirkitadze, Aigul Zhusupbaeva, Robert J Paxton, Replication of honey bee-associated RNA viruses across multiple bee species in apple orchards of Georgia, Germany and Kyrgyzstan, *Journal of Invertebrate Pathology*, 146 (2017): 14-23.
4. Michael P. D. Garratt, G. Arjen de Groot, Matthias Albrecht, Jordi Bosch, Tom D. Breeze, Michelle T. Fountain, Alexandra M. Klein, Megan McKerchar, Mia Park, Robert J. Paxton, Simon G. Potts, Gesine Pufal, Romina Rader, Deepa Senapathi, Georg K. S. Andersson, Olivia M. Bernauer, Eleanor J. Blitzer, Virginie Boreux, Alistair J. Campbell, Claire Carvell, Rita Földesi, Daniel García, Lucas A. Garibaldi, Peter A. Hambäck, Giorgi Kirkitadze, Anikó Kovács-Hostyánszki, Kyle T. Martins, Marcos Miñarro, Rory O'Connor, Rita Radzeviciute, Laura Roquer-Beni, Ulrika Samnegård, Lorraine Scott, Nicolas J. Vereecken, Felix Wäckers, Sean M. Webber, George Japoshvili, Aigul Zhusupbaeva, Opportunities to reduce pollination deficits and address production shortfalls in an important insect-pollinated crop, *Ecological Applications*, 0(0), (2021): e02445

დანართი 2. მოხსენება სამეცნიერო კონფერენციაზე

Giorgi Kirkitadze, George Japoshvili 2018. Pollination features on the local apple variety in Georgia. Materials of Conference devoted to 80th anniversary of Institute of Zoology, Azerbaijanian Academy of Sciences At: Baku, Azerbaijan