



შოთა რუსთაველის ეროვნული
სამეცნიერო ფონდი

SHOTA RUSTAVELI NATIONAL
SCIENCE FOUNDATION

სამეცნიერო პოპულარული ლექცია სკოლის პედაგოგებისთვის



ფუტკრის მეტყველი დუმილი

ირაკლი ჯანაშია (ბმდ)
საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი
2019-2020 წ.

მეთაფლე ფუტკარი - *Apis mellifera* - სიცოცხლის ერთ-ერთი საინტერესო ფორმის მოდელი და გარემოს პრობლემების უტყუარი ინდიკატორი

ძნელად თუ მოიძებნება დისციპლინა, რომლის სწავლების დროსაც ფუტკრის ცხოვრებიდან რომელიმე საკითხი თვალსაჩინო მაგალითად არ გამოდგებოდა.

ფერომონებისა და ფერმენტების „ჯადოქრობა“
ქიმია

სოციალური მწერი, ანთროპომორფიზმი, გენეტიკური პლასტიკურობა...
ბიოლოგია

ე. მუხტი, აეროდინამიკა, თბორეგულაცია...
ფიზიკა

გეოგრაფია, ისტორია ... ყოველ მათგანს შეუძლია ფუტკრის მეცნიერება თავის სამსახურში ჩააყენოს.

ლექციის სხვადასხვა მონაკვეთში შეამჩნევთ ამა თუ იმ მაგალითს, რომელსაც

მუშა



დედა



მამალი



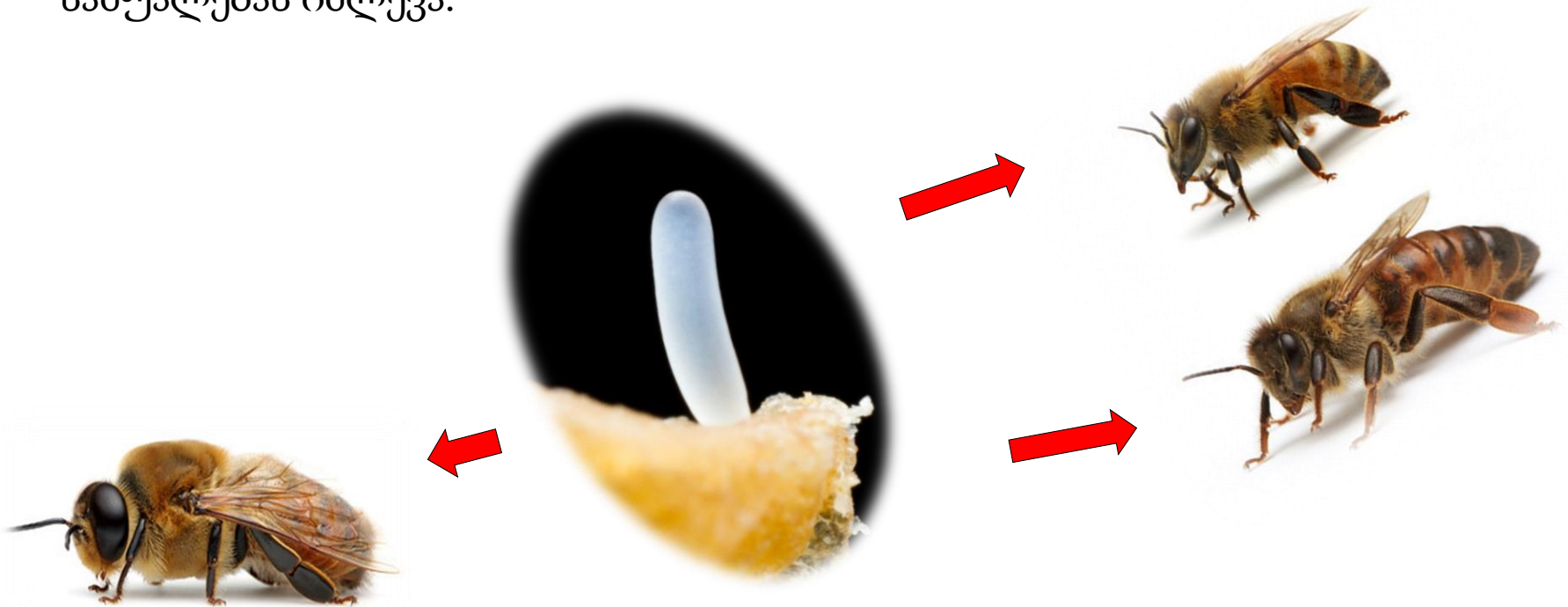
სოციალური მწერის მრავალრიცხოვანი ოჯახი მრავალფეროვანი
შემადგენლობით

ტერმინი - ორგანიზმი - რომელიც კონტექსტ-დამოკიდებულ ცნებად მიიჩნევა ფუტკრის ოჯახის შემთხვევაში **სუპერორგანიზმის** სახით არის ხოლმე ნახსენები, სწორედ სუპერორგანიზმის - სახით არსებობს ეს მწერი ბუნებაში და მხოლოდ ასეთი ფორმით მიიჩნევა გამრავლების უნარის მქონე **ბიოლოგიურ ერთეულად**.

ფუტკრის ოჯახის წევრები და გენეტიკური მოქნილობა

დედა ფუტკარი დებს კვერცხს გაუნაყოფიერებელი კვერცხუჯრედით, მისი განაყოფიერების შემთხვევაში მდედრი არსება ვითარდება, რომელიც თავის მხრივ შესაძლოა მუშა ფუტკრად ან სრულფასოვან მდედრად - **დედა ფუტკრად** ჩამოყალიბდეს.

გენეტიკური პლასტიკურობა სწორედ აქ ვლინდება - ერთი გენოტიპი ამ შემთხვევაში ორი მკვეთრად განსხვავებული ფენოტიპის ჩამოყალიბების საშუალებას იძლევა.

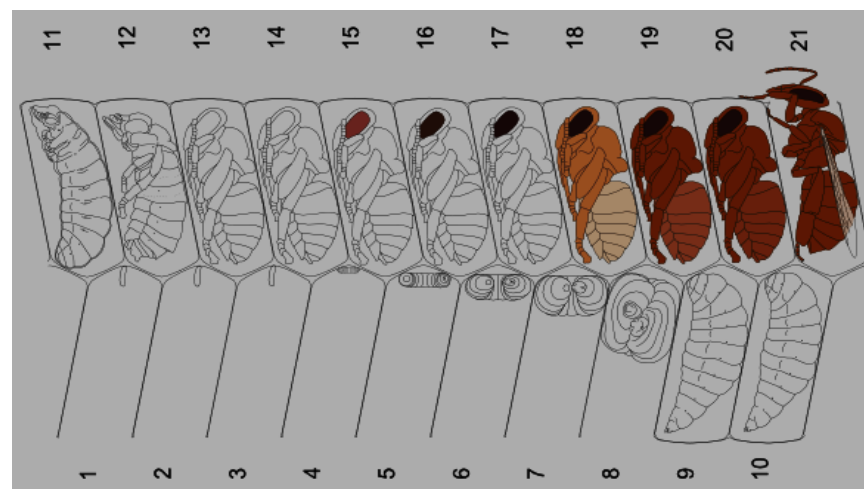
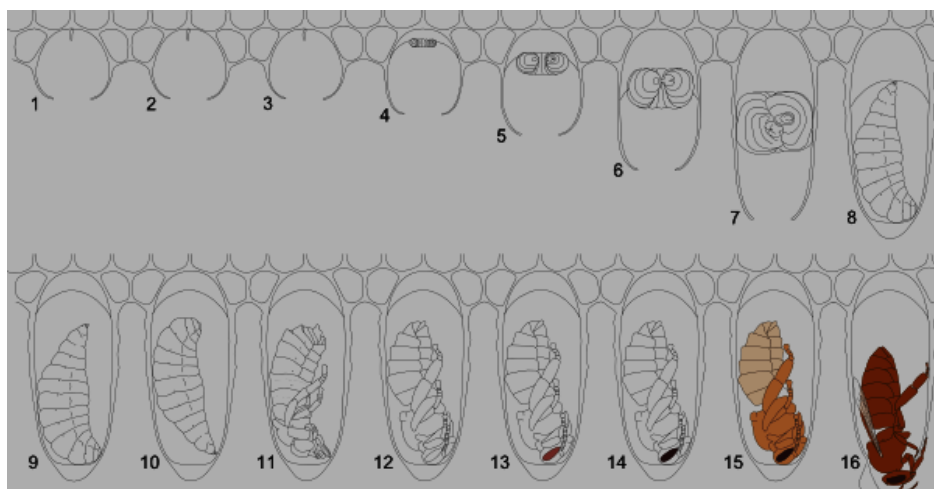


გაუნაყოფიერებელი კვერცხიდან კი მხოლოდ მამალი ფუტკარი ვითარდება, გამრავლების ამ ფორმას პართენოგენეზის მოვლენის სახელით ვიცნობთ.

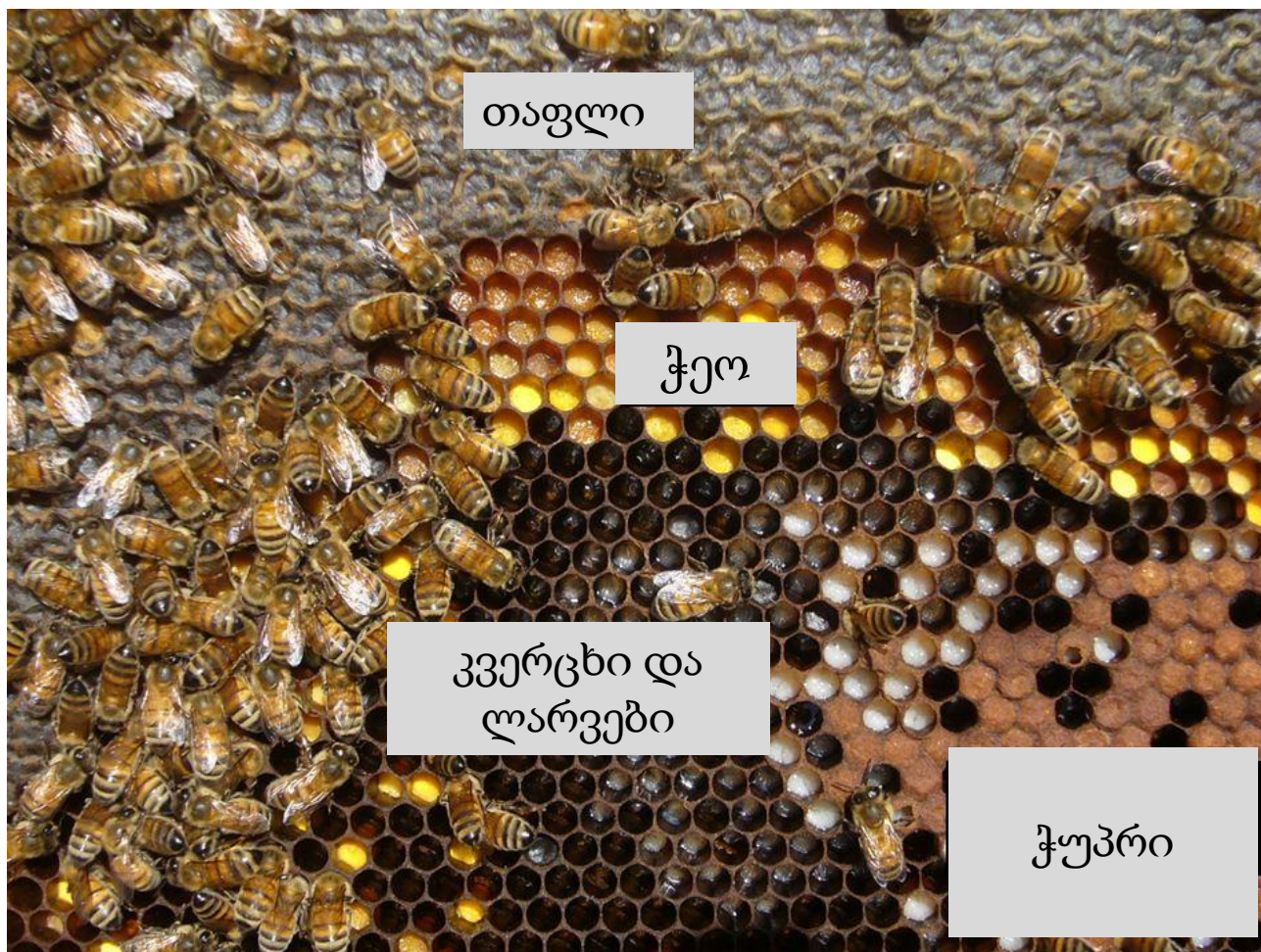


დედა ფუტკრის ლარვები რძით სავსე ჯამში ვითარდებიან, მუშა ფუტკრის ლარვები კი შედარებით მცირე და საკვები ნივთიერებებით ღარიბ ულუფას ღებულობენ.

კვების რეჟიმის ასეთი განსხვავება მეტამორფოზის ხანგრძლივობასაც ცვლის, დედა ფუტკრის განვითარებას დაახლოებით 16 დღე სჭირდება, რაც 5 დღით ნაკლებია მუშა ფუტკრის ფორმირებისთვის საჭირო დროზე.



მეთაფლე ფუტკრის ბუდე და ბუდის სივრცის ფუნქციური დატვირთვა



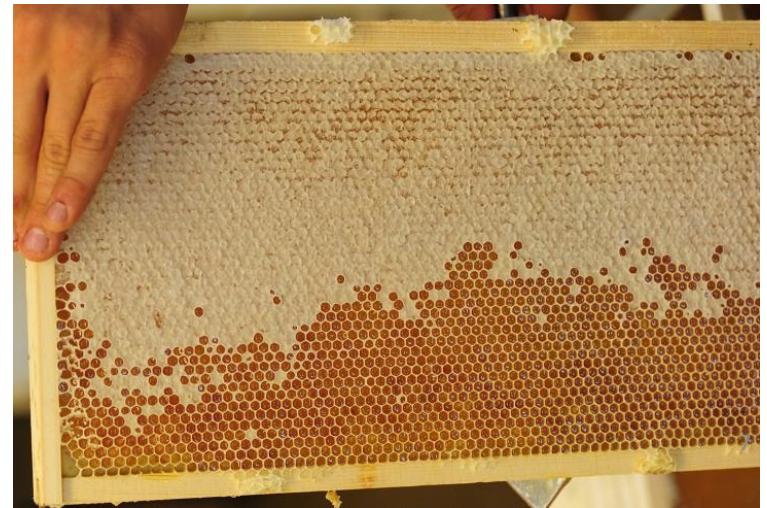
ფუტკრის ოჯახის მიერ აგებული ფიჭა საინჟინრო/არქიტექტურული თვალსაზრისით ერთ-ერთ სანიმუშო ფუნქციურ ნაგებობად მიიჩნევა. ფუტკრის ოჯახის შემთხვევაში ის უნივერსალური სათავსოა თაობების აღსაზრდელად, საკვები მარაგის გადასამუშავებლად და დასაბინავებლად.



მეთაფლე ფუტკარი საკუთარი ბუდის ასაშენებელ მასალას თავისივე საცვილე ჯირკვლებით გამოიმუშავებს.

საინტერესოა, რომ კრაზანებს მსგავსი კონსტრუქციის ბუდე აქვთ, თუმცა სამშენებლო მასალად ცელულოზას იყენებენ.

თუკი ამ ორ მწერს ერთმანეთს კარგად შევადარებთ, შეგვიძლია ვიმსჯელოთ მათ ევოლუციაზე და საერთო წინაპრიდან განსხვავებული სახეობების აღმოცენებაზე.



ფუტკრის საკვები



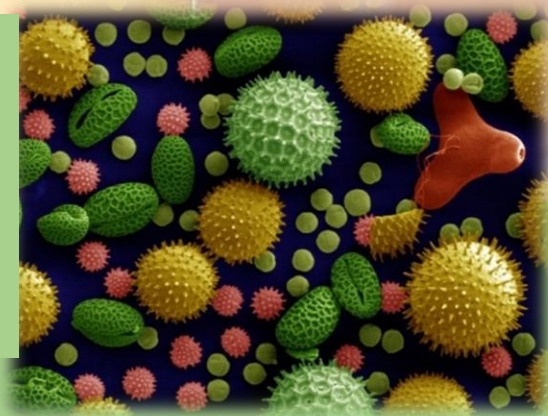
მეთაფლე ფუტკრის რაციონი მცენარეული საკვებისგან შედგება, მუშა შემგროვებელი ფუტკრები მთელი ოჯახისთვის აგროვებენ ორი ტიპის საკვებ მცენარეულ სუბსტანციას: ყვავილის მტვერსა და ნექტარს.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს ნექტრის თაფლად გარდაქმნის პროცესი, როდესაც ხვა რთულ პროცესებთან ერთად დისაქარიდ საქაროზას ფერმენტული დაშლა ხდება გლუკოზად და ფრუქტოზად.

თაფლი ნახშირწყლების ზენაჯერი ხსნარია, სწორედ ამიტომ ახასიათებთ მასში მყოფ ნახშირწყლებს გამოკრისტალების ტენდენცია.



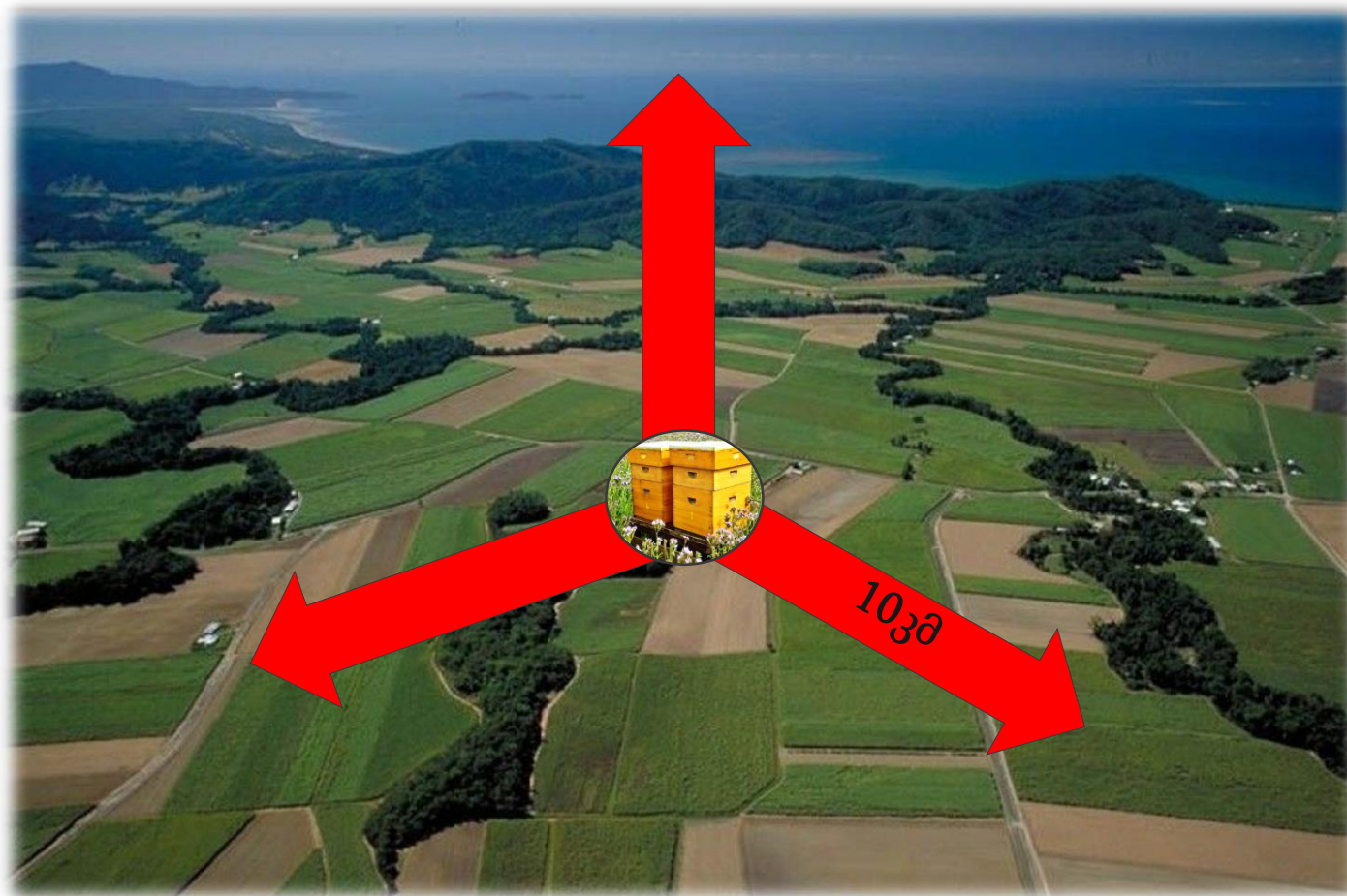
თაფლის ბოტანიკურ წარმოშობაზე მსჯელობა მასში შემავალი ყვავილის მტვრის მარცვლების მორფოლოგიის შესწავლით არის შესაძლებელი. თაფლში ყვავილის მტვრის სახეობრივ შესწავლას **მელისოპალინოლოგია** ეწოდება.



საინტერესოა, რომ ყვავილის მტვრის შესწავლას იყენებენ იყენებენ. კოდინის მთის ძირში აღმოჩენილ 5500 წლის ყორღანში ორი ცალი ცარიელი ჭურჭელი იქნა აღმოჩენილი, სწორედ მათში ნაპოვნი ყვავილის მტვრის მარცვლების კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ამ ჭურჭლებში, მიცვალებულს ჩატანებული თან თაფლი ჰქონდა.

ორი ძირითადი პრობლემა, რომელიც ფუტკრისთვის საკვების პრობლემას განაპირობებს:

- საარსებო გარემოს ფრაგმენტაცია
- მონოკულტურების გაშენების ტენდენცია





ყვავილოვანი მცენარეების დიდი ნაწილი ჰერმაფროდიტია და ერთდროულად ნექტრისა და მტვრის წყაროს წარმოადგენს .

თუმცა, არსებობენ მცენარეთა ისეთი სახეობებიც, რომლებიც მხოლოდ ყვავილის მტვერს ან ნექტარს გამოყოფენ, რაც პრობლემურ საკითხად შეიძლება იქცეს საფუტკრისთვის.

ასეთ დროს მეფუტკრეს შესაბამისი გადაწყვეტილებების მიღება (მთაბარობა, საკვები მარაგის ხელოვნურად შევსება) უხდება.



მაგალითად: ლავანდის გარკვეული ჯიშები მხოლოდ ნექტარს გამოყოფენ.

სუპერორგანიზმის ნაკვებობის მდგომარეობას (სტატუსს) ფუტკრის ოჯახი კომპლექსურად აფასებს და ამ შეფასებაში ორი ძირითადი მექანიზმია ჩართული:

1. ძიძებისა და მოზარდების (ლარვების) კვებითი კავშირი



2. ტროფალაქსისური ურთიერთობა ზრდასრულ ფუტკრებს შორის

ფუტკრის ოჯახის, როგორც ერთიანი სისტემის ნაკვებობის გამოსახატად ფუტკრის ოჯახის საერთო სტომაქის ცნებაც კი გამოიყენება.

ალტრუისტული ქცევები და „დემოკრატიული საზოგადოება“ საინტერესო ფაქტები

ფუტკრის ოჯახში გადაწყვეტილების მიღება „კოლექტიური გონის“ პრინციპით მიმდინარეობს. მაგალითად ახალი ოჯახის - ნაყარის არჩევანი - სად დაბინავდეს მზვერაფი ფუტკრების მიერ მოტანილი მრავალფეროვანი ინფორმაციის შეჯერებით ხდება.



მუშა ფუტკრები ცხოვრების უმეტეს ნაწილს ძილში ატარებენ, საჭიროებისას მზვერაფი ფუტკრები მათ შეღვიძებას შენჯერებით ახდენენ.

დედა ფუტკარი სკაში არ მბრძანებლობს, მისი აქტივობა - კვერცხდება მუშა ფუტკრების გადაწყვეტილებაზეა დამოკიდებული, კერძოდ იმაზე თუ რა ინტენსივობით კვებავენ.

დედა ფუტკარი ძალაუფლებურად წარმოქმნის ქიმიურად აქტიურ ნაერთს - ფერომონს, რომელიც მუშა ფუტკრების რეპროდუქციულ ინსტინქტებს თრგუნავს, მხოლოდ ამგვარად ვლინდება მისი დომინანტური როლი ოჯახში.



კომუნიკაცია ფუტკრის ოჯახში

ფუტკრის მრავალრიცხოვან ოჯახში წევრებს შორის ინფორმაციის გაცვლა ორი ძირითადი გზით მიმდინარეობს:

გზავნილ-სპეციფიური დატვირთვის მქონე ქიმიური ნაერთებით -ფერომონებით და

„ფუტკრის ცეკვით“ რაც თავის მხრივ კომპლექსური და გაშიფვრადი ქცევაა.



ფუტკრები ცეკვისას შესრულებლი ვიბრაციების ინტენსივობითა და ტრაექტორიით გადასცემენ ოჯახის სხვა წევრებს ინფორმაციას ნაპოვნ საკვების წყაროს ან ახალი ბუდის ლოკაციის და მისი მიმზიდველობის შესახებ.

კომუნიკაციის ამ ტიპის გაშიფვრამ მეცნიერ კარლ ფონ ფრიშს 1973 წელს დიდი აღიარება და ნობელის პრემია მოუტანა.

ფერომონების სამყარო

უმრავლეს შემთხვევაში ფუტკრის ოჯახში წევრებს შორის კომუნიკაცია -- ქიმიური სიგნალების -- **ფერომონების** წარმოქმნითა და აღქმით მიმდინარეობს.

ფერომონებში ვგულისხმობთ იმ „სურნელსა თუ სუნს“, რომელიც ადამიანისთვის შეუმჩნეველია, მაგრამ ფუტკრები აღიქვამენ. მათი დანიშნულება ოჯახის წევრებს შორის გარკვეული ინფორმაციის გაცვლა და სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პროცესების კონტროლია.



რამდენიმე ფერომონის მაგალითი

განგაშის ფერომონი



მას მუშა ფუტკრები საგანგაშო ვითარებისას გამოყოფენ, ერთი ფუტკრის მიერ მისი გამოყოფა მთელს ოჯახს ატყობინებს, რომ თავდაცვისთვის მზადებაა დასაწყები.

დედა ფუტკრის ფერომონი

დედა ფუტკრის მიერ გამოყოფილი ფერომონი ქიმიურად კომპლექსური სეკრეტია და ორი ძირითად ფუნქციას ასრულებს: მუშა ფუტკრების რეპროდუქციული უნარის კონტროლი და ოჯახის გაერთიანება.



ფუტკრის ბარტყის ფერომონი



განგაშის ფერომონთან შედარებით, რომელიც ადვილად აქროლადი, მცირე მოლეკულური მასის მქონე ნაერთია ბარტყის მიერ გამოყოფილი ფერომონი უფრო მძიმე ნაერთია, მისი აღქმისთვის მიძა ფუტკარს ბარტყთან ანტენით მიახლოება სჭირდება. ბარტყი ამგვარად გამოსცემს სიგნალს იმის შესახებ, რომ მას საკვები სჭირდება.

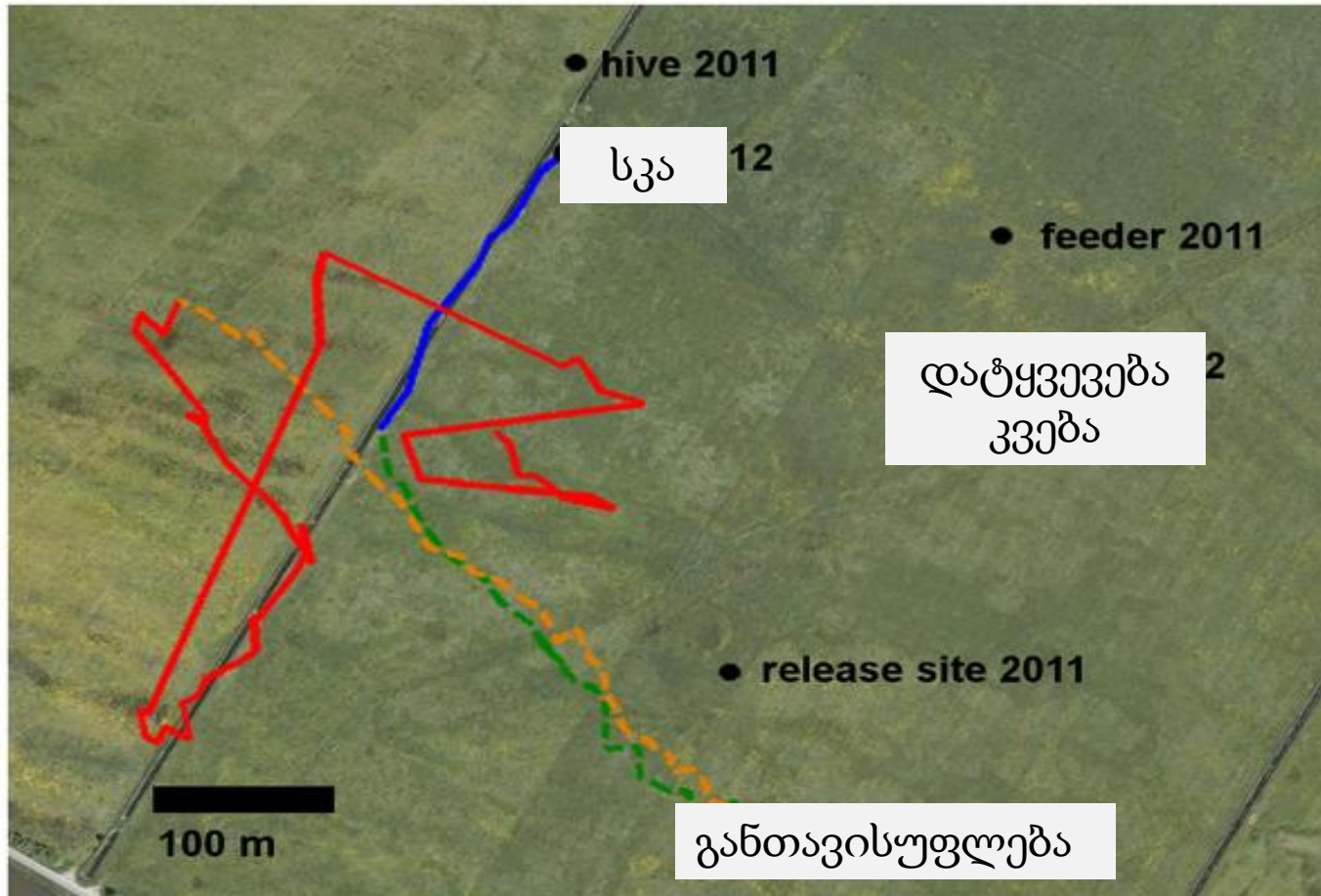
მეთაფლე ფუტკრის კოგნიტური უნარები

პირობითი რეფლექსის მაგალითი ფუტკრებში და მისი გამოყენებადობა



რა განაპირობებს ოლფაქტორული მგრძნობელობის მოშლას?

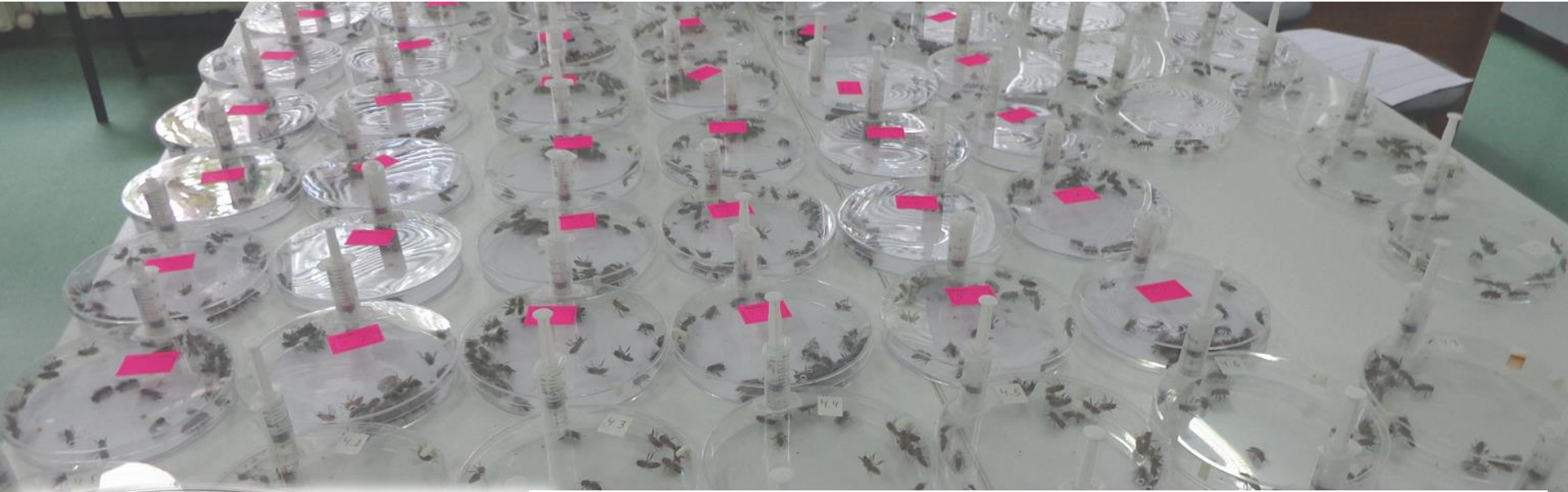
ნარინჯისფერი და წითელი ხაზები პესტიციდით დამუშავებული ფუტკრის მიერ შესრულებულ ტრაექტორიებს ასახავს.



მწვანე და ლურჯი ხაზები მხოლოდ სიროფით ნაკვები ფუტკრის მიერ შესრულებულ ტრაექტორიებს აღნიშნავს.

სინერგიული ტოქსიკური ეფექტი

ფუტკრებს გარემოდან მრავამხრივი ქიმიური შეტევის მოგერიება უწევთ, ხშირად ერთი მომწამლავი ნაერთი მეორე ნაერთის ტოქსიკურობის გაზრდას განაპირობებს, რაც სინერგიზმის სახელით არის ცნობილი.



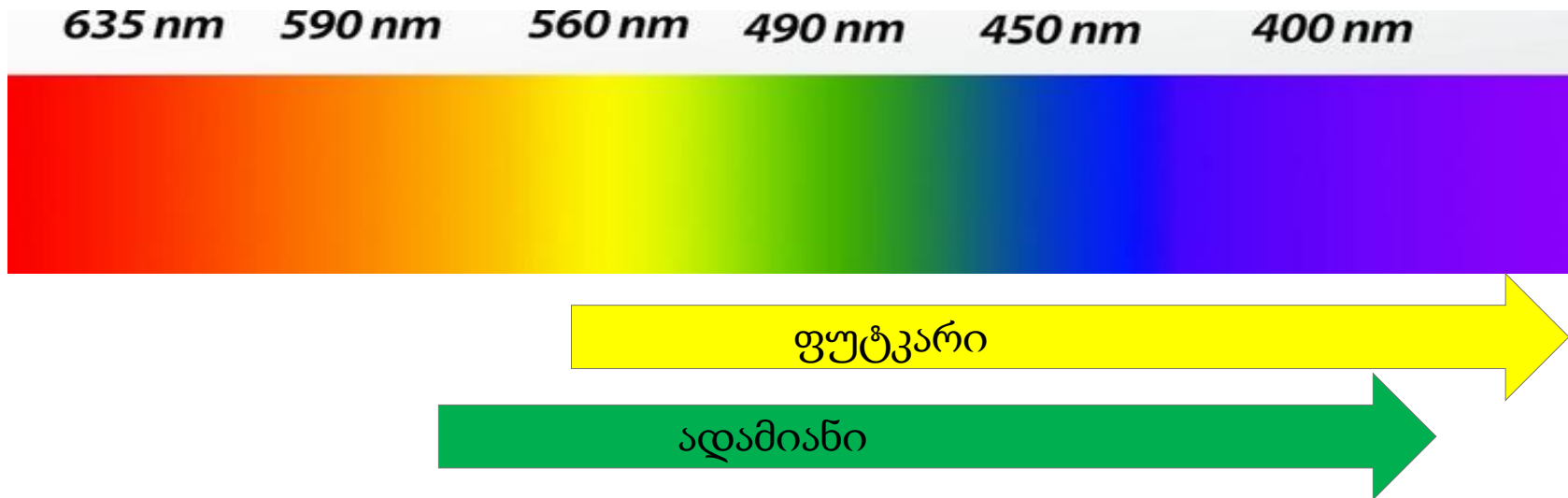
ფუტკრებზე პესტიციდების მოქმედების ლაბორატორიული კვლევის შედეგები ხშირად ხდება მათი აკრძალვის მიზეზი.



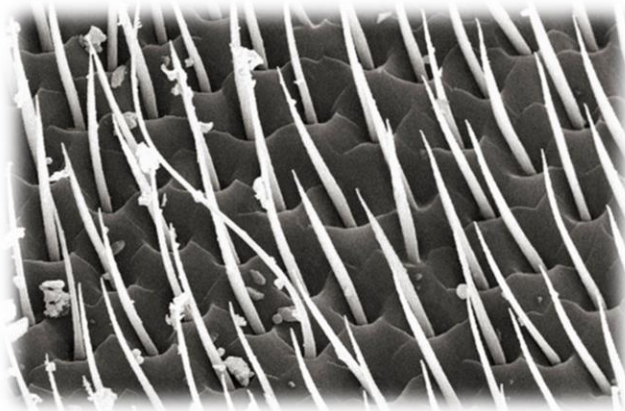
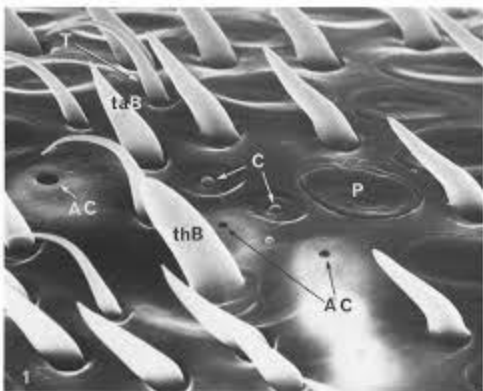
ფუტკრის მიერ შეგროვებული ყვავილის მტვერი (ფეხგუნდა) ფუტკრის ოჯახის მიმდებარე ტერიტორიაზე გამოყენებული პესტიციდების განსაზღვრის საშუალებას იძლევა.

როგორ აღიქვამს ფუტკარი გარემო პირობებს ?

ფუტკრებს კარგად განვითარებული მხედველობა აქვთ და სინათლის აღქმადი სპექტრის ადამიანისგან განსხვავებული დიაპაზონი გააჩნიათ.



ასევე ფუტკრის ორგანიზმი აღჭურვილია სუნის, გემოს, ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და შეხების (ვიბრაციის) აღმქმელი რეცეპტორებით



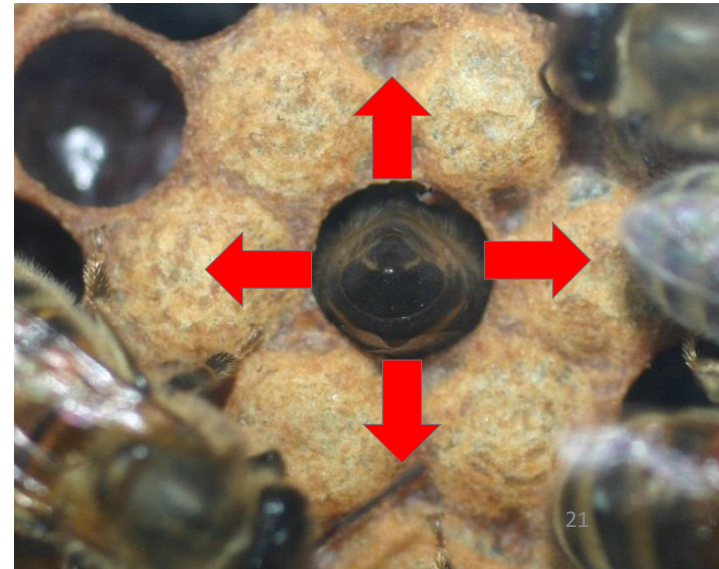
თბორეგულაცია ფუტკრის ოჯახში

მეთაფლე ფუტკარს საკუთარი სხეულის ტემპერატურის მომატება შეუძლია, თუმცა მისი ზომის სიმცირის გამო მარტოხელა ფუტკრის შემთხვევაში თერმორეგულაცია არარაციონალური მცდელობა იქნებოდა. სწორედ ოჯახად ცხოვრების ფორმა იძლევა ბუდის ზუსტი და ეფექტური თბორეგულაციის შესაძლებლობას.



ბუდის გასაგრილებლად მუშა ფუტკრი გარემოდან მოტანილ წყალს აპკურებს ბუდის ზედაპირებზე, მუშა ფუტკრების მეორე კასტა - გამნიავებლები ამ დროს ჰაერის ნაკადთა სისტემას ქმნის, რომელიც წყლის აორთქლებას აჩქარებს. ამ გზით ბუდის სუბსტრატი სითბოს კარგავს და გრილდება.

ბუდის ტემპერატურის გასათბობად ფუტკრები საინტერესო ხერხს მიმართავენ: მათი გარკვეული ნაწილი ააქტიურებს გულმკერდის კუნთების გარკვეულ ჯგუფს. კუნთების მიერ შესრულებული მუშაობის დროს დიდი რაოდენობით სითბო თავისუფლდება ფუტკრის სხეულიდან, რომელიც ირგვლივ მყოფ მატერიას ათბობს



ფუტკრის ოჯახი ხშირად ავადმყოფობს

მეთაფლე ფუტკრის ოჯახს ხშირად აწუხებს პარაზიტული დაავადება - ვაროოზი, რომელიც ექტოპარაზიტი ტკიპით *Varroa destructor* -ით არის გამოწვეული. ის ობლიგატური პარაზიტია - სიცოცხლის ყველა ფაზას მასპინძელ ორგანიზმზე ატარებს.

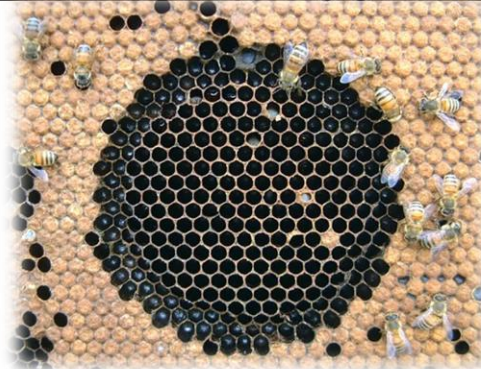
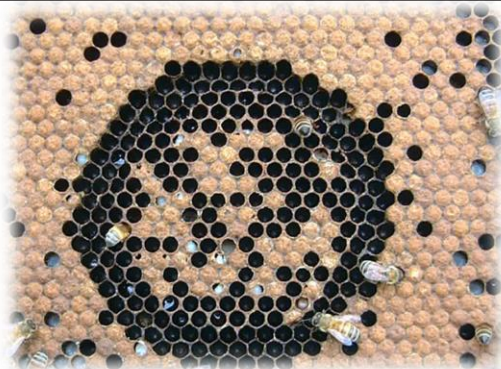
რატომ უჭირთ ზემგრძნობიარე „ყნოსვის“ მეონე ფუტკრებს პარაზიტის ამოცნობა და მასთან ბრძოლა?

აქ საინტერესო მოვლენასთან გვაქვს საქმე - ტკიპს **ქიმიური მიმიკრიის** უნარი ახასიათებს.



სხვაგვარად რომ ვთქვათ: ის მასპინძლის „სუნს“ მიაღწევს საკუთარი სხეულის სურნელებას და ინიღბება.

პარაზიტის წნეხი ასევე განაპირობებს ისეთი ჰიგიენური ფუტკრების ევოლუციას, რომლებიც მას ეფექტურად ებრძვიან. თანამედროვე სამომშენებლო პროგრამებში სწორედ დაავადებების მიმართ მდგრადი ფუტკრების სელექცია მიმდინარეობს.



მადლობა ყურადღებისთვის