

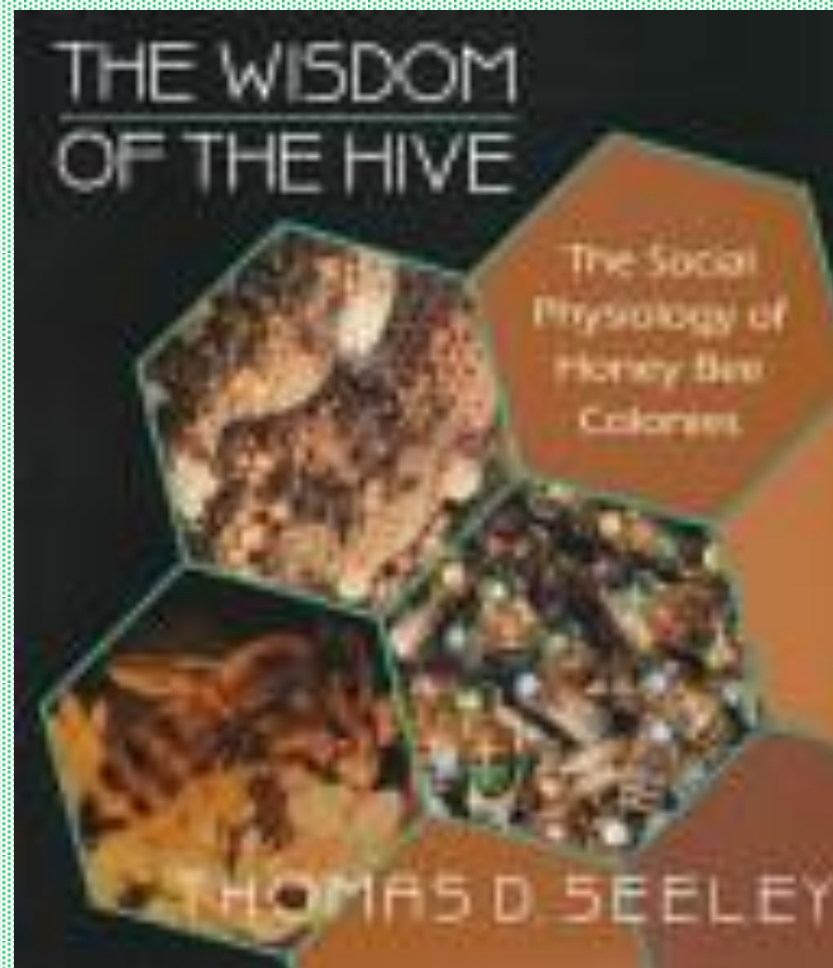
# Mesilaspere sotsiofüsioloogia ehk kuidas nad teavad, mida ja millal teha?

Tallinn

08.12.2015

“Tarutarkus”:  
mesilasperede  
sotsiaalfüsioloogia”

Thomas D. Seeley,  
Cornelli Ülikooli  
neurobioloogia ja  
käitumisteaduste  
teaduskonna  
professor



# Teadus täie rauaga!

$$GR = \sum g_x r_x \quad x \text{ in } F \quad (5.12)$$

Thus, of all foragers reentering the foraging process, the fraction  $g_x r_x / GR$  are recruited to patch  $x$  on average (see Section 5.10).

Since foragers abandon patch  $x$  at rate  $f_x n_x$ , to ensure that the number of employed foragers remains fairly constant, workers must reenter the foraging process at the average rate

$$fN = \sum f_x n_x \quad x \text{ in } F \quad (5.13)$$

Thus, the system of differential equations

$$dn_x / dt = fN \frac{g_x r_x}{GR} - f_x n_x \quad \text{for each } f_x \text{ in } F \quad (5.14)$$

describes the allocation process.

In a steady state, the average rates of recruitment and abandonment must balance, and so

$$\frac{n_x}{r_x} = g_x \frac{f}{f_x} \frac{N}{GR} \quad (5.15)$$

for each active patch  $x$ . Thus, in a steady state the average trip-time of each active patch  $x$  must be proportional to  $v_x = g_x (f/f_x)$ , that is,

$$T_x = v_x \frac{N}{GR} \quad (5.16)$$

for each patch  $x$ . The term  $v_x$  is a measure of the value of patch  $x$ , since as patch quality increases,  $g_x$  (the average dance duration) will rise and  $f$  and  $f_x$  (the per capita abandonment rate) will fall. In summary, over time a colony converges to the allocation with

$$\frac{v_x}{T_x} = \frac{GR}{N} \quad (5.17)$$



# Radiofitseeritud mesilased teaduse rakkes



# Superorganism

Mesilaspere on superorganism:

- Üksikisenditena on mesilased vaieldamatult putukad
- Mesilaspere tervikuna on täiesti võrreldav imetajatega

# Superorganism

- Järelkasvu hoitakse kontrollitud tingimustes (sotsiaalne üs)
- Järelkasvu jaoks valmistatakse erilist toitu (piim vs. toitepiim)
- Suhteliselt väike arv järeltulijaid (sülem)
- (Keha)temperatuuri hoidmine
- Ei/jah otsustusprotsessid neuroloogilisel tasandil analoogsed nii mesilasperel kui ka primaatidel



# Superorganism

Mesilaspere on eusotsiaalne organism:

- Täiskasvanud isendid teevad koostööd (nt. haudme eest hoolitsemisel)
- Peres on korraga vähemalt 2 põlvkonda isendeid (mesilasema ja tütreid)
- Pere sees on tööjaotus:
  - Paljunemisvõime alusel
  - Lähtuvalt pere ees seisvatest ülesannetest

# Superorganism - kastid

Sipelgate ja termiitide puhul on tööisenditel arenenud kehaline kohastumine teatud funktsioonide täitmiseks. Nad sünnivad ja surevad sellistena.

See tähendab, et sipelgatel ja termiitidel on lisaks jaotusele paljunemisvõime alusel veel ka jaotumine füüsilise kohastumise alusel.

Töomesilastel esineb samuti jaotumine füüsilise kohastumise alusel, aga see on "libisev" – nad pole oma alamkasti "kinni keevitatud".



# Kastid

Sotsiaalsete putukate puhul eristatakse kahte jaotumist: sugu ja kastid.

Kastid on eristatavused kas:

- Käitumise/funktsioonide alusel või
- Mingite funktsioonide täitmiseks arenenud morfoloogilise/füsioloogilise kohastumise alusel

Sotsiaalsete putukate puhul esineb meessoost kastidesse jagunemist ainult termiitide puhul.

# Kastid - tööjaotus

- Universaalne tööjaotus lähtub emaste isendite puhul suguvõimelisuse kriteeriumist: mesilasema on paljunemisvõimeline, töomesilased mitte.
- Suguvõimetute tööisendite puhul on erandlikum tööjaotuse võimalus morfoloogiline kohandumine (suurem/väiksem; sõdalane/aam jne.)
- Levinum viis on isendi vanusest sõltuv ehk temporaalne kast.

# Tööjaotus – temporaalne kast

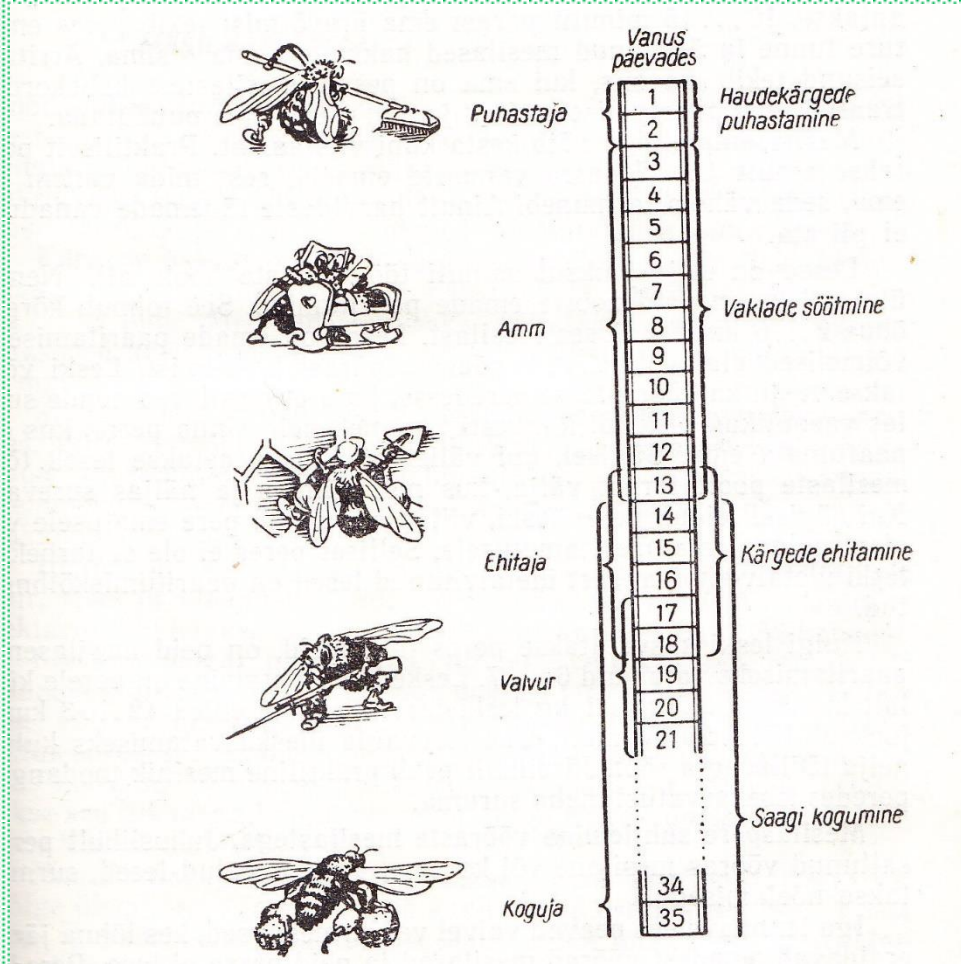
Töomesilaste jaotumine kastidesse põhineb nende organismis toimuvatel füsioloogilistel muutustel (näärmete väljaarenemine, toimimahakkamine, toimimast lakkamine)

Üldjuhul on see seotud vanusega.

Aga mitte ilmtingimata – töomesilane võib lähtuvalt toitumisest areneda kiiremini või aeglasemalt; võib vastavalt mesilaspere vajadustele jätta mõne funktsiooni vahele või püsida mõnel tööl pikemalt.

Seega on vanuselise kasti asemel õigem rääkida temporaalsest – ajalisest (ajutisest?) – kastist.

# Tööjaotus – temporaalne kast



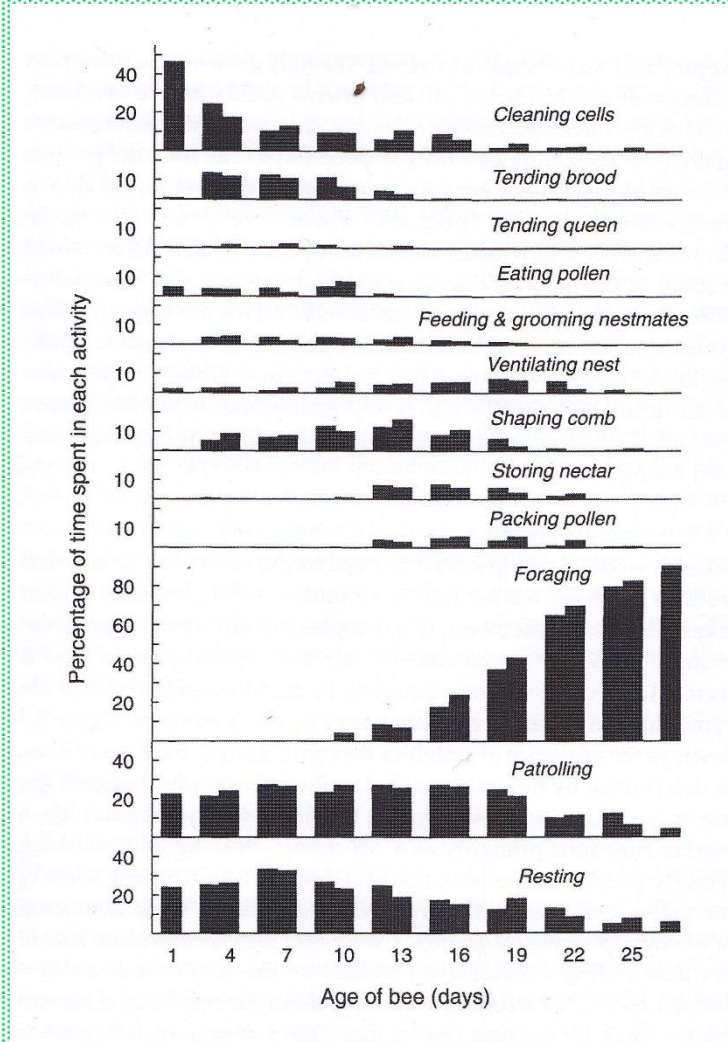


# Tööjaotus – temporaalne kast

Tänapäeval eristatakse töomesilase puhul üldjuhul nelja füsioloogilisest võimekusest lähtuvat temporaalset kasti:

- Kannupuhastajad
- Amm-mesilased
- Vastuvõtja-/laomesilased
- Korjemesilased (sh. luuremesilased)

# Tööjaotus – temporaalne kast



# Tööjaotus – temporaalne kast

Töomesilase kastijaotus on väga paindlik.

Võib küll tähendada üldist tendentsi, aga see pole absoluutne:

- Keskealine mesilane võib täita kõiki funktsioone (kirvereegel)
- Terve ja hästi toidetud mesilane võib igal eluperioodil täita ükskõik millist ülesannet (sülem)

# Temporaalne kast ja paindlikkus

Töomesilaste võime kiirelt elukutset vahetada, tagab mesilaspere võime muutuvate keskkonnaoludega kiirelt kohaneda.

Morfoloogiline kast (erinev kehakuju erinevate ülesannete jaoks) on kasulikum siis, kui superorganism elab stabiilsetes oludes (kliima jms.) ja tööjõuvajadust on võimalik pikemaks ajaks ette näha.

Meemesilasel sellist võimalust pole – elab sõltuvalt aastatsüklist, peab ilmamuutustega sammu pidama ja on selleks suurepäraselt kohastunud.



# Kommunikatsioon

Tööjaotus eeldab kommunikatsiooni.

Mesilastel pole käsuaahelat:

- Mesilasema ei anna korraldusi - teavitab kahe feromooniga a) et ta on olemas ja b) ta suudab jätkuvalt piisavalt palju munedada.
- Tööjõu jaotus kastide vahel toimub vastavalt tarus liikuvale teabele, mis on (tungivalt) soovituslik
- Tarusisene sotsiaalne mudel on anarho-sündikalistlik

# Kommunikatsioon

Mesilastel on kolm suhtlusviisi:

- Õhu teel leviv keemiline: nt. emaine, hääreferomoon jne.
- Audiovisuaalne: mesilastants jne.
- Trofallaksis e. suust-suhu toitmine

Tööjaotuse seisukohalt on need kõik olulised

# Kommunikatsioon - mesilastants

Karl Ritter von Frisch 1886-1982

Austria etoloog

Nobeli preemia 1973 – füsioloogia ja meditsiin (koos Nikolaas Tinbergeni ja Konrad Lorenziga)

1927 – *Aus dem Leben der Bienen*

*ingl. The Dancing Bees*

# Kommunikatsioon - mesilastants

Ringtants –  
luurajamesilane teavitab  
teisi taru vahetus  
läheduses (25-100m)  
asuvast korjest (nektar,  
õietolm, vesi).

Suunda ega kaugust ei  
mainita, korjeobjektist  
saab aimu lõhna järgi:





# Kommunikatsioon - mesilastants

Vibavtants –  
luurajamesilane annab  
teada tarust kaugemal  
asuvast korjest.

Edastatakse:

a) Energiakulu korjeni  
(aeg, mis kulub ühe ringi  
tegemiseks – mida vähem  
ringe ajaühiku jooksul,  
seda kaugem korje)

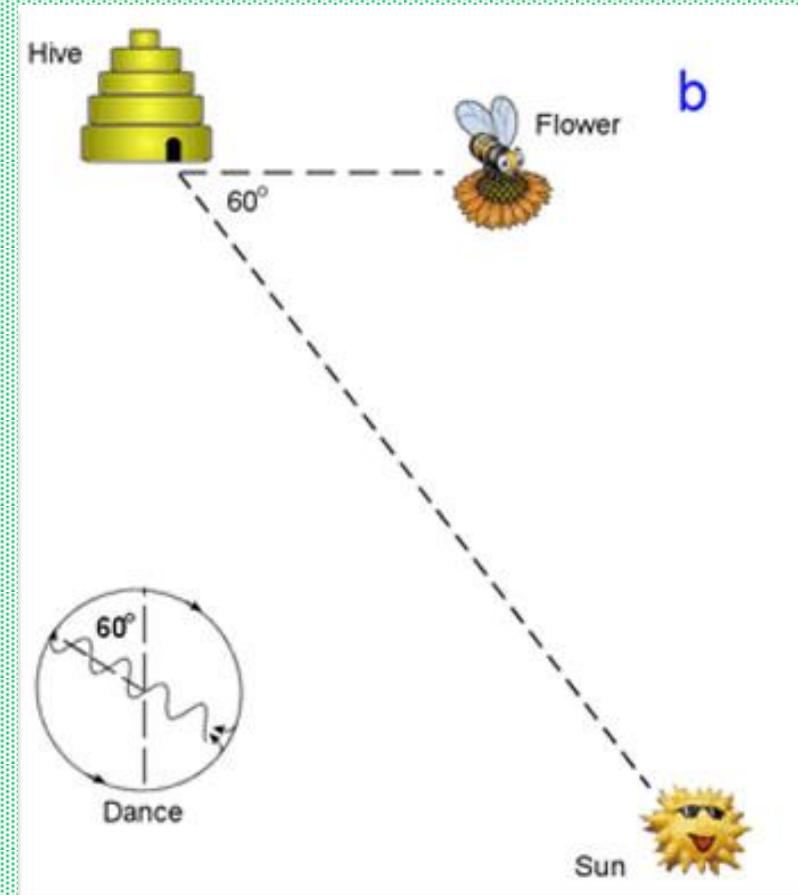


# Kommunikatsioon - mesilastants

Vibavtants –  
Edastatakse:

b) Suund korjeni – nurk  
päikese suhtes, millel  
luurajamesilane tantsu  
vibamiseosa ajal seisab.

Kui seisab püstloodis,  
asub korje päikese  
suunal.





# Kommunikatsioon - mesilastants





# Kommunikatsioon - mesilastants

Mesilastants toimub feromoonidega märgistatud kindlal alal lennuava vahetus läheduses asuva kärje peal - tantsuplatsil.

Selline kärg on raami küljest servadest “lahti ühendatud”, et raam (või pesaõõnsuse sein) tantsu tekitatud vibratsiooni ei summutaks.

Tantsiv mesilane hoiab kuue jalaga kärjest kinni, et vibratsioon kärjele üle kanda ja “publik” hoiab kuue jalaga kinni, et eristada konkreetse tantsu signaali taustamürast (6 antenni nõrga signaali püüdmiseks)



# Kommunikatsioon - mesilastants



# Kommunikatsioon - mesilastants

Mesilastants on audiovisuaalne kommunikatsioon, aga visuaalne osa on mesilaste jaoks tähtsusetu.

- Tarus on pilkane pimedus.
- Mesilaste liitsilmade jaoks on tants üks puder ja kapsad.

Tantsust saadav teave võetakse vastu:

- Kärjel leviva vibrosignaalina jalgade kaudu
- Kuulmise teel (äralõigatud tiibadega tantsijate info ei jõua jälgijateni)



# Kommunikatsioon - mesilastants

Inimene kuuleb heli, mis levib õhus lainetena ja kandub kaugele.

Mesilane kuuleb heli, mis levib õhuosakeste liikumise teel ja kandub ainult 6mm kaugusele. Seepärast koonduvad tantsu jälgijad tihedalt tantsija ümber.

Heli tekitatakse tiibadega, aga see pole tavapärane lennusumin.

Heli võetakse vastu tunnalde kahe osa liitekohas paikneva Johnstoni organiga.

# Erinevad tööd tarus

Laias laastus jagunevad töömesilased oma temporaalsete kohustuste järgi nelja rühma:

- Kannupuhastajad
- Amm-mesilased
- Vastuvõtja-/laomesilased
- Korjemesilased (sh. luuremesilased)

Lisaks on kitsama erialaga rühmasid, nagu:

- Soojendaja/kütja/haudujamesilased
- Matusemesilased



# Erinevad tööd tarus

- Puhastajate, ammede ja laomesilaste kohta kasutatakse kokkuvõtlikku nimetust tarumesilased.
- Kärjeehitajad ei moodusta omaette rühma – nad on osa laomesilastest või ka ajutiselt sellele tööle värvatud ammed või korjemesilased.
- Alalisi valvureid ei ole – mesilane, kes avastab hädaohu, eritab hääreferomooni, mis mobiliseerib kõik läheduses olevad, väljaarenenud mürginäärmega mesilased
- Mesilasema saatjamesilased on osa ammede rühmast.
- Luuremesilased on osa korjemesilastest.

# Kobar, kui tööjaotuse alus

Mesilaspere on pidevalt kobar, mille keskme moodustavad mesilasema ja haue

Töomesilase vanuselised kohustused hakkavad kulgema kobara keskmest suunaga väljapoole:

- Puhastaja – vastkoorunu koristab enda järelt
- Amm – sünnikannu juurest edasi liikunud lahtise haudme juurde
- Laomesilane – haudmepesa äärealadel ehitamas ja ladustamas
- Korjemesilane – maailm on suur ja lai

# Puhastaja

Vastkoorunud mesilasel on kaks ülesannet, mille täitmiseks ta on suuteline:

- Süüa oma rasvkeha võimalikult paksuks, et neelunääre tööle hakkaks ja ta oleks võimeline ammena toitepiima tootma. Rasvkeha on ka toitainete reserv puhuks, kui korjeilma pole, aga haue vajab ikka toitu
- Puhastada enda järelt kärjekannud, et valmistada need munemiseks (või laopinnaks) ette. Selleks vajavad nad jalgu, suiseid ja toimivat alalõuanääret (sülg). Sülge on vaja ka õietolmu seedimiseks.

Nende ülesannete täitmiseks ei vaja vastkoorunud mesilased mingeid korraldusi ega signaale

# Amm

Amm-mesilaseks kvalifitseerub töömesilane, kelle süljenäärmed (peas ja rindmikus asuvad näärmed) töötavad täie jõuga ja kel on väljaarenenud rasvkeha.

Need kaks on eelduseks täisväärtusliku toitepiima tootmisele.

Amm-mesilaste tööd juhib avashaue keemiliste signaalide abil.



# Amm

Avashaue eritab kaht feromooni:

- Haudme-estri feromoon (*brood ester pheromone* – *BEP*) reguleerib amm-mesilastel toitepiima tootmist (rohkem hauet-rohkem feromooni-rohkem toitepiima), surub alla munasarjade arengut töomesilastel ja annab märku vajadusest hakata hauet kinni kaanetama. Seda eritavad 4-5 päeva vanused vaglad ja see levib kontaktelt
- E- $\beta$ -ocimene-feromoon reguleerib taru- ja korjemesilaste suhet mesilasperes. Seda eritavad just munast koorunud vaglad, see on väga lenduv ja levib õhu kaudu kiiresti kogu tarus.

Ammede juurde tuleme hiljem seoses õietolmuga tagasi.

# Laomesilased

Laomesilaste töö sõltub eelkõige korjemesilaste tegevusest – kui korjet pole, pole ka neil midagi teha.

Sestap läheme praegu edasi korjemesilaste juurde.

# Korjemesilased

Mesilased toovad tarusse peamiselt kolme sorti kraami. Aastas tassib keskmine (teadusuuringute mõistes) mesilaspere kokku:

- 120 kg nektarit
- 20 kg õietolmu
- 25 l vett
- (100g taruvaiku)

Sellise keskmise mesilaspere jääk-meetoodang on ca 20kg ehk talvetoit.

# Korjemesilased

Korje puhul peab mesilaspere kiiresti ja adekvaatselt reageerima nii muutustele keskkonnas kui ka tarusisestele (haudme) vajadustele:

- Kui peres on palju hauet, vajavad ammed palju õietolmu
- Palavate ilmadega vajatakse palju vett haudme jahutamiseks
- Soodsate ilmade ja rohke korje puhul on vaja mobiliseeruda nektarikorjele



# Korjemesilased - luurajad

Iga päev on uus elu:

- Korjemesilaste mass ei pea meeles oma eelmise päeva korjealasid. Pole mõtet, sest üleöö võib olukord olla kardinaalselt muutunud.
- Päeva alustavad luurajamesilased, kes lendavad välja just sel hetkel kasumlikke korjealasid otsima.
- Nad tegutsevad kogu päeva jooksul, sest korjesituatsioon võib muutuda tundidega.

# Korjemesilased - luurajad

- Luurajad toovad hangitud teabe tarusse ja esitavad selle korjajate värbamiseks kas ring- või vibavantsuna.
- Töötud korjemesilased saavad kihutust tantsu intensiivsusest. Mida parem korjeala, seda intensiivsem tants ja seda rohkem “nekruteid” õnnestub luurajal värvata
- See kehtib ühtmoodi nii nektari, õietolmu kui ka vee puhul

# Korjemesilased - luurajad

- Luurajad on üldjuhul vanemad korjemesilased, kes on keskkonnaga hästi tuttavad ja suudavad paremini orienteeruda
- Teisalt on nad vanaduse tõttu ka lihtsamalt ohverdatavad (mine tea, mis õnnetusi hommikuti jahedama ilmaga juhtub!)
- Luurajaid on mesilasperes ca 0,5% mesilaste hulgast. Heal korjeperioodil on luurajaid vähem, sest korjet lihtsam leida – kehva korje puhul on luurajaid rohkem.

# Töö korraldamine nektarikorjel

- Nektarikorje puhul sõltub kõik ümbritsevast keskkonnast (ilm, korje olemasolu) ning mesilaspere võimekusest soodsaid olusid maksimaalselt (ja pere hetkevajadustega arvestades) ära kasutada
- Nektarit kogutakse kas a) sülemlemiseks või b) talvitumiseks valmistudes. Kui pere hetkevajadus on haudme kasvatamine (kevadine ülesehitus), siis toimub õietolmu kogumine nektari arvelt.



# Töö korraldamine nektarikorjel

Soodsate olude (ilm, korje) ja pere vajaduste kokkulangemisel mobiliseerub mesilaspere nektarikorjele:

- Haudet on vähem, mistap see eritab vähem E- $\beta$ -ocimene-feromooni, mis annab rohkem amm-mesilasi vabaks täitma laomesilase ülesandeid või siirduma korjele
- Tekib suurem töötute korjemesilaste mass, keda luurajad saavad kiiresti korjele värvata

# Töö korraldamine nektarikorjel

- Nektarikorjel teeb korjemesilane päevas 5-15 korjelendu
- Korjeala ei jää nende lendude ajal kogu aeg samaks – korjemesilane “unustab” peale paari lendu oma töö ja jääb ootama uut huvitavat tantsu, millel end värvata lasta. See tagab, et mesilaspere reageerib päeva jooksul muutuvatele oludele.
- Kui hommikul avastatud ala on produktiivne kogu päeva jooksul, ei jää see unustusse, sest alati leidub mõni luuraja, kes selle päeva jooksul uuesti “avastab”.

# Laomesilaste tegevus nektarikorjel

Mesilaspere võimekus soodsaid olusid maksimaalselt ära kasutada sõltub lisaks välistele teguritele ka suutlikkusest saabuv nektarilaadung vastu võtta ja ära mahutada (eeldusel, et mesinik on oma töö ka ära teinud)

Korjemesilane ei vii ise nektarit kärjekannu, sest:

- See madaldaks tema tööviljakust
- Ta “unustaks” suurema tõenäosusega oma korjeala
- Korjemesilased toovad välisilmast kaasa mustust ja haigustekitajaid – neid ei tohi lubada lennuavast palju kaugemale.

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (nektar)

Laomesilased peavad tagama, et:

- Korjemesilased kiiresti oma laadungist lahti saaksid
- Oleks olemas piisavalt ülesehitatud kärke, kuhu nektar ära mahutada
- Korjemesilased saaksid trofallaksise kaudu ampsu proteiinirikast toitu ja kõrge energiasisaldusega mett (nektar on lahja suhkrulahus).

Selleks peab korje- ja laomesilaste suhtarv olema õige. Ja seda läbi kogu päeva ja kogu korjeperioodi.



# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (nektar)

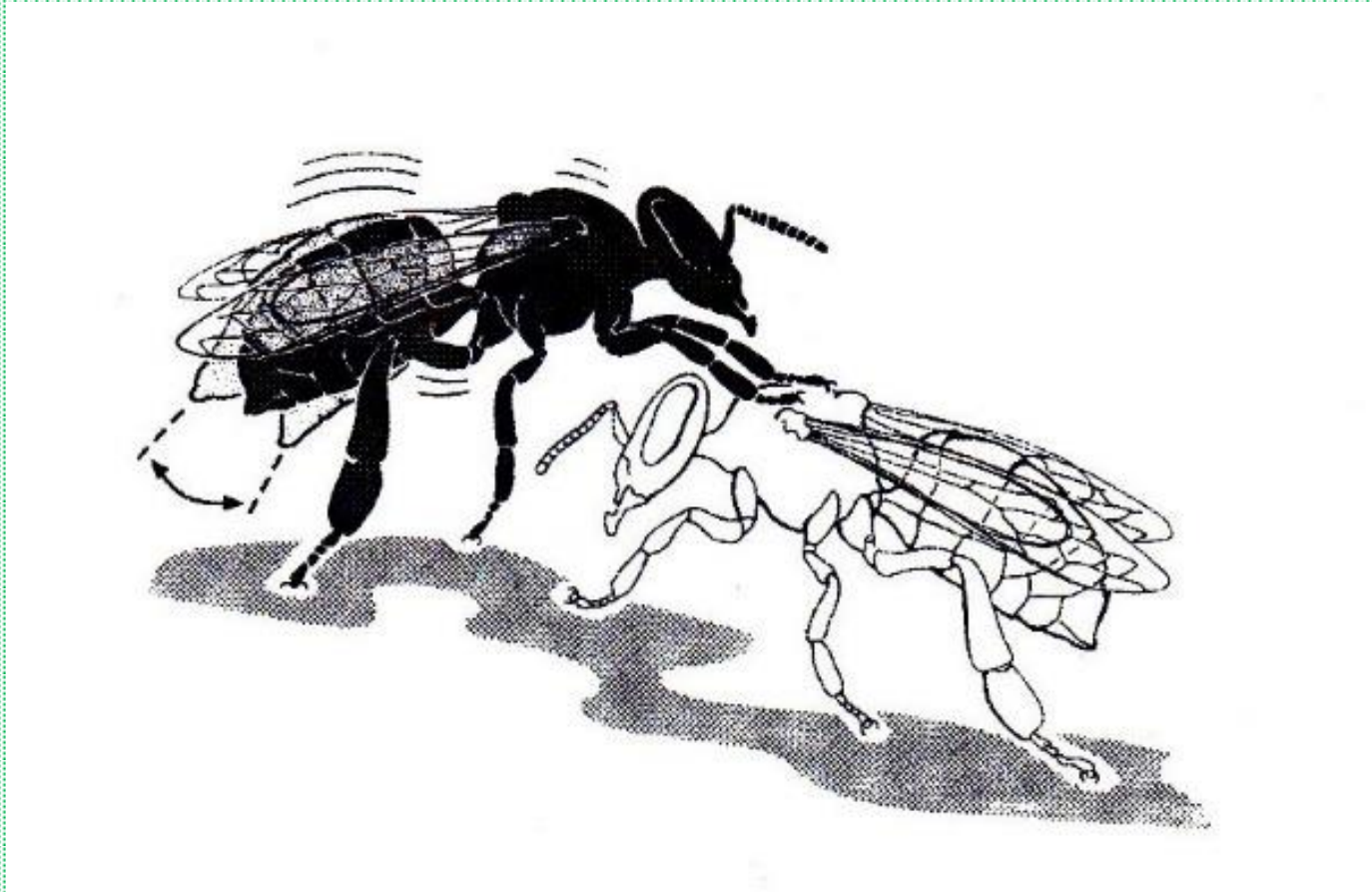
## Probleem 1

Olemasolevaid korjemesilasi on liiga vähe, et korjet maksimaalselt ära kasutada.

Tegevused:

- Aktiivne tantsimine (mitte ainult luurajad), et maksimaalselt värvata kõik töötud korjemesilased
- Raputamissignaali: korjemesilased hakkavad tarumesilasi "raputama", et neid korjele värvata

# Raputamissignaal



# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (nektar)

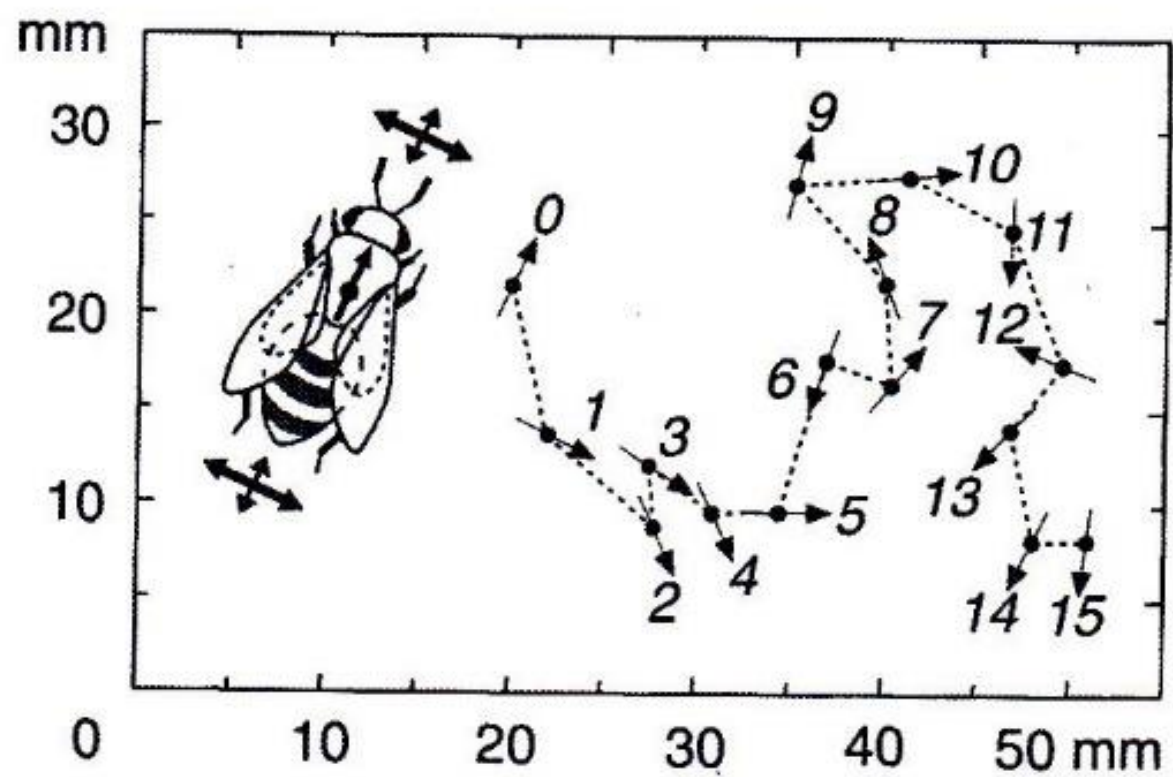
## Probleem 2

Laomesilasi on liiga vähe, et korjemesilased kiirelt koormast vabastada.

Tegevused:

- Värinatants: korjemesilased hakkavad ennast väristades neljal tagumisel jalal käregele ringi tormama, et leida juurde vastuvõtja-mesilasi. Tantsu alustatakse lennuava läheduses ja liigutakse edasi taru sügavustesse.
- Kui olukord pikemat aega ei parane, suunatakse tants samal ajal vibavantsu tegevatele luurajatele ja korjemesilastele. See toob lõpuks kaasa korjele värbamise kahanemise, nii et olemasolevad laomesilased saavad tööga hakkama.

# Värinatants





# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (nektar)

## Probleem 2

Seega on värinatantsul 2 potentsiaalsed mõju:

- Positiivne: tarus on kasutamata ressursse ja õnnestub juurde värvata laomesilasi – korjemesilased saavad jätkuvalt kiiresti oma laadungist lahti ja korje jätkub
- Negatiivne: kasutamata ressursse pole, mistõttu lõpetatakse korjajate värbamine ja korje stabiliseerub tasemele, millega laomesilased hakkama saavad

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (nektar)

## Probleem 3

Piisav kärjeruum nektari ladustamiseks.

Katseliselt on tõestatud, et kärke ehitavad 10-20 päeva vanused mesilased, st. laomesilased.

Mesilased hakkavad uusi kärke ehitama, kui:

- On olemas aktiivne nektarikorje
- Kui olemasolevad kärjed on nektarit peaaegu täis

Aktiivse korje jätkumisel jätkub kärgede ehitamine ka siis, kui on juba tekkinud ka hulk tühja uut kärge

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (nektar)

## Probleem 3

Kuidas potentsiaalsed kärje-ehitajad teavad, et on vaja ehitama hakata?

- Kui tarus napib laopinda, talletavad laomesilased vastuvõetud nektari oma meepõies – pikemat aega täis meepõis on signaal alustada uute pindade ehitamisega. Täis meepõis paneb vahanäärmed tööle.
- Teine võimalus: kui laomesilastel tekib raskusi tühja kärjekannu leidmisega, vallandub neis ehitamiskirg.

Ilmselt need kaks mehhanismi täiendavad üksteist.

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (nektar)

Kas tühja laoruumi olemasolu mõjutab nektarikorje aktiivsust?

- Katseliselt on tõestatud, et suure hulga tühja laopinna olemasolu tarus muutis korje aktiivsemaks, nii et mesilased kogusid 10-20% rohkem nektarit
- Tühja pinna (ülesehitatud kärjed) olemasolu tähendab, et laomesilased ei kuluta aega kärgede ehitamisele – nad saavad kogu oma aja pühendada nektari vastuvõtmisele. See tähendab, et korjemesilased saavad kiiresti oma laadungist lahti ja värbavad uusi korjemesilasi juurde.

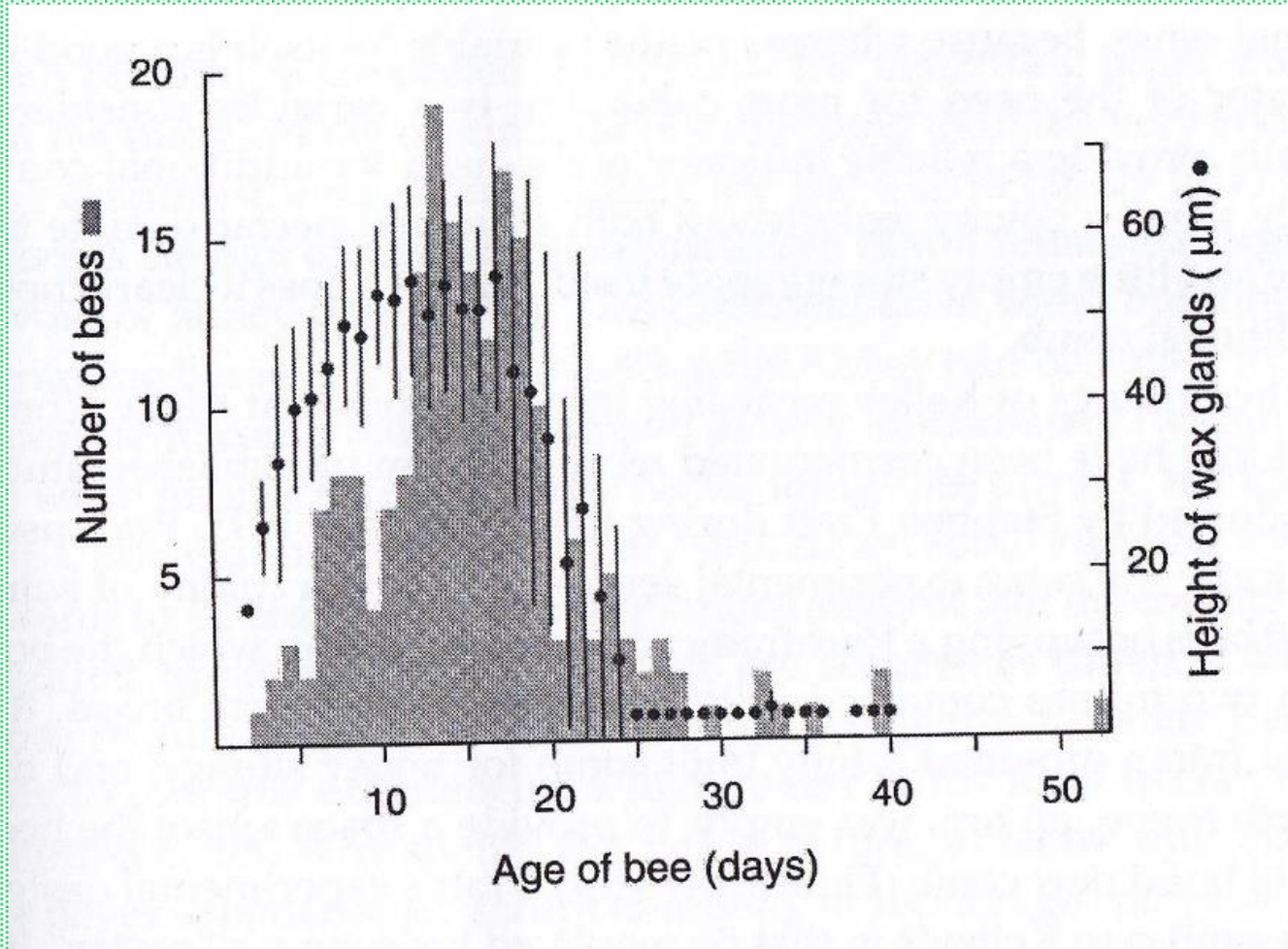


# Kärjeehitus haudmepesas

Haudmepesas kärgede juurdeehitamiseks pole vaja muid signaale kui:

- Haudmepesas pole mesilasemal munemiseks enam ruumi
- On tühja kohta, kuhu kärge ehitada
- Mesilaspere on veel kasvu- (kevad) või stabiliseerumisfaasis (suvi). Kahanev (sügis) mesilaspere enam ei ehita. Tegelikult tähendab see ikkagi nektarikorje olemasolu, kui ehitamise eeltingimust.

# Kes on kärjeehitajad?





# Ehitajad töös - vanik





# Ehitajad töös - vahapeeglid





# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (õietolm)

Õietolmu vajab mesilaspere

- Toitepiima valmistamiseks vajalike valkude, rasvade jms. jaoks
- Vastkoorunud mesilaste toiduks (rasvkeha ülesehitamine)

Normaalne mesilaspere ei kogu õietolmu suurtes hulkades varuks – keskmiselt on kasvavas või stabiliseeruvas mesilasperes varuks 1-2 kg õietolmu/suira, millest piisab, et saada hakkama nädalase korjepausi ajal.

Aretusega on saadud nii selliseid tõuliine, kes koguvad taru õietolmu täis, kui ka selliseid, kes vajavad kindlasti suiraasendajaga lisa söötmist.

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (õietolm)

Õietolmu kogumise puhul on peamiseks määravaks teguriks mesilaspere-sisesed vajadused:

- Kui palju on hauet ja noori mesilasi, kes õietolmu vajavad?
- See, kui palju oleks võimalik õietolmu soodsates oludes koguda, on ebaoluline.

Kuidas saavad korjemesilased teada mesilaspere õietolmuvajadustest?

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (õietolm)

- Korjemesilased ei käi inspekteerimas, kui suured on mingil ajahetkel õietolmuvarud.
- Isegi kui käiksid, ei suudaks nad vajadust hoomata, sest üksikmesilase närvisüsteemi võimekus nii kaugele ei ulata.
- Selliseid lao inventuure ei vii läbi ka lao- ja amm-mesilased (sama põhjus – mõistus ei võta).
- Pole ühtegi “tantsu”, millega lao- või amm-mesilased korjemesilastele õietolmuvajadusest märku annaksid

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (õietolm)

Kuidas siis korjemesilased ikkagi teada saavad, et nüüd tuleb osa tegevusest suunata õietolmukorjele?

Vastus on mesilaspere toitumises.

Ka korjemesilased vajavad vahetevahel lõuatäit toitepiima, et täisväärtuslikult edasi tegutseda.

Toitepiima mõjul rasvkehas tekkiv vitellogeniin on aine, mille lõppedes saab mesilasisendi eluiga otsa.



# Trofallaksis

- Mesilastel esineb ainult suust-suhu trofallaksis (stomodeal)
- Trofallaksist rakendatakse
  - Nektari edasiandmiseks korjemesilaselt tarumesilasele
  - Pidevaks toidu edasiandmiseks tarusiseselt
- Korjemesilased saavad trofallaksise kaudu osa tarusisesest suhtlusest (nt. mesilasema on olemas) ja toitepiimast, mis võimaldab neil oma rasvkeha taastada ja seeläbi eluiga pikendada
- Korjemesilased võivad aktiivsel korjeperioodil vajada sama palju toitepiima, kui haue

# Trofallaksis

Kuuele korjemesilasele söödeti katse käigus 20 kuupsentimeetrit radioaktiivset siirupit, mille need mitme reisiga tarusse kandsid.

Viie tunni pärast oli 27% mesilastest tarus radioaktiivsed, 24 tunni pärast 55%.

Kõigis kaanetamata kärjekannudes oli radioaktiivne mesi ja suurem osa vakladest olid samuti radioaktiivsed.

Seega: trofallaksis on väga efektiivne meetod sõnumi edastamiseks.

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (õietolm)

Katseliselt tõestati, et kui kahekordse võrk-vaheplaadi abil tõkestada kontakt haudmepesa ja korjemesilaste vahel (trofallaksis) ei hakka korjemesilased õietolmu koguma ka siis, kui see haudmepesas täiesti otsas on.

Järeldus: sõnum edastatakse toitepiimaga, mille algallikaks on amm-mesilased ja mis levib neilt laomesilaste kaudu suust-suhu korjemesilasteni.

# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (õietolm)

Küsimus on toitepiima koostises:

- Kui tarus on piisavad õietolmuvarud, on toitepiim proteiinirikas (kõige parem nii haudme kui ka teiste mesilaste jaoks)
- Kui õietolmuvarud hakkavad kokku kuivama, siis
  - Kasutavad amm-mesilased oma rasvkeha varusid toitepiima tootmiseks
  - See tähendab toitepiima koostise muutust ja lahjenemist

**See ongi sõnum!**



# Lao- ja korjemesilaste omavaheline koordineerimine (õietolm)

- Kui korjemesilased hakkavad oma toitumispauside ajal saada lahjemat toitepiima, on see signaaliks asuda ümber õietolmukorjele.
- Aktiivne õietolmukorje tähendab seda, et õietolmu parasjagu napib. See omakorda tähendab lahjemat toitepiima ja nõrgemaid järeltulijaid.
- Kohe, kui korjemesilased hakkavad saada normaalset rammusat toitepiima (taru õietolmuvarud on taastunud), langeb õietolmukogujate arv järsult.

# Õietolmu- ja nektarikogujate omavaheline koordineerimine

- Taru õietolmuvarude ammendudes ei asu sugugi kõik korjemesilased õietolmu koguma. Osa korjab ikka nektarit ja osa vett.
- Katseliselt pole veel uuritud, kuidas sellisel puhul tööjaotus paika pannakse.
- On olemas hüpotees, mis tundub tõenäoline

# Õietolmu- ja nektarikogujate omavaheline koordineerimine

- Mängu tuleb jälle mesilastants
- Korjemesilaste hulgas on alati nii nektari- kui ka õietolmukogujaid
- Proteiiniinälja (lahja toitepiim) tingimustes hakkavad õietolmukogujad tantsima pikemalt ja aktiivsemalt (rohkem värvatuid) ja nektarikogujad lühemalt ja laisemalt (vähem värvatuid).
- Kui kõhud on jälle korralikult täis, tehakse vastupidi.



# Ventileerimine

Ventileerijad  
normaaltemperatuuril



Ventileerijad palava  
ilmaga





# Vesi

- Aktiivse nektarikorje ajal tuleb tarusse vett nektariga (heal juhul 50-60% suhkruid, ülejäänu vesi).
- Külmade ilmadega, kui nektarikorje on kesine, vajatakse vett kompenseerimaks tekkinud puudujääki
- Kuumade ilmade puhul vajatakse rohkem vett haudme jahutamiseks.

# Vesi

Haudmepesa temperatuuri hoitakse kivalt vahemikus 33-36° C (keskmine 34,5° C ).

Kui haudmepesa temperatuur jõuab 37-38° C , aktiveerub järsult veekogumine.

Kogutud vesi paigutatakse kaanetatud haudme (nukud) kaanetise vahele tekkinud lohkudesse, väikeste tilgakestena avashaudme kannudesse ja piserdatakse avashaudmele.

Järgnev ventileerimine põhjustab vee aurustumist. Aurustumine on energiamahukas protsess – vajalik energia võetakse pindadelt, kus aurustumine toimub (kärjed), mistõttu need jahtuvad.

# Vesi - tööjaotus

Vee toovad tarusse korjemesilased, aga edasi tegelevad sellega tarumesilased:

- Toitepiima (kuni 80% vett) valmistavad amm-mesilased
- Haudmealale jaotavad vett amm-mesilased
- Laomesilased vahendavad vett korjemesilastelt ammedele

Kuidas korjemesilased teavad, kui palju tuleks vett korjata (kui paljud neist peaksid sellele keskendumata)?

# Vesi - tööjaotus

Nii nektari kui ka vee puhul võivad tööjõuvajadused kiirelt muutuda:

- Nektari puhul on määravaks taruväline asjaolu – korjetingimuste pidev muutumine, mille tõttu tuleb aktiivsete nektarikorjajate ja laomesilaste arvu pidevalt varieerida, et korjet maksimaalse efektiivsusega ära kasutada
- Vee puhul on määravaks tingimused taru sees – tarusse tuleb tuua just niipalju vett, kui antud hetkel vaja (sõltumata sellest, kuipalju vett oleks teoorias võimalik koguda)



# Vesi - tööjaotus

- Korjemesilased ei käi amm-mesilastel uurimas, kas vett on vaja.
- Nad ei käi ka haudmepesa temperatuuri kontrollimas, vaid püsivad tarus olles lennuava läheduses.
- Kuna mesilasperel läheb ka pidevalt vaja mingit kogust vett, on osa korjemesilastest (alla 1%) pidevalt veekogumisele spetsialiseerunud
- Nad võivad sooritada kuni 100 veekogumislendu päevas ja nii mitu päeva järjest

# Vesi - tööjaotus

- Need alla 1% korjemesilastest on algne seeme, kellest vajadusel lähtub veekogujate arvu kiire kasvatamine vanade heade mesilastantsude abil
- Tantsima ajendab neid
  - (katseliselt kinnitamata teooria) meepõies oleva toidu suhkrukontsentratsiooni suurenemine (rohkem suhkrut tähendab vähem vett)
  - Kui nad saavad oma veelaadungi hästi kiiresti laomesilasele üle antud (märk kasvavast veevajadusest)

# Vesi - tööjaotus

- Tähelepanu väärib, et mesilaspere suurem veevajadus (rohkem veekogujaid ja -vastuvõtjaid) ei mõjuta oluliselt samaaegselt toimuvat aktiivset nektarikorjet
- See on märk sellest, et tarus on alati mingi hulk töötuid keskealisi mesilasi, keda saab vajadusel rakendada nõ. erakorraliste ülesannete täitmiseks
  - Vee vastuvõtmine kuumadel päevadel
  - Uute kärgede ehitamine laoruumi lõppemise korral
  - Reservtööjõud eriti hea nektarikorje puhul

# Kokkuvõtteks

- Mesilaspere on superorganism, mis on kujundanud välja mehhanismid ümbritseva keskkonnaga toimetulekuks
- Superorganismi sees püsivad kõik toimingud tasakaalus, hoolimata sellest, millised on tingimused väljaspool taru
- See on võimalik tänu välja kujunenud kommunikatsioonimehhanismidele, mis aitavad reguleerida tööjaotust (tõuaretusega on muidugi võimalik need mehhanismid ära rikkuda)



# Kokkuvõtteks

- Mesilasema muneb ainult nii palju, kui talle selleks pinda ette valmistatakse (või jaksab)
- Haue reguleerib keemiliselt toitepiima tootmist ja amm- ning korjemesilaste suhet
- Ammed saadavad toitepiimaga signaale korjemesilastele (rohkem/vähem õietolmu) ja veekogujatele (rohkem/vähem suhkruid toitepiimas)
- Korje- ja laomesilastel on omavaheline signaalide süsteem, et panna paika optimaalne tööjaotus
- Laomesilased hakkavad kärgi juurde ehitama, kui nende meepõied on liiga kaua pungis olnud
- Korjemesilased innustavad üksteist mesilasantude abil korjele
- Tarus on alati “puutumatu tagavara” keskealisi tarumesilasi, mis lülitub tööle eriolukordades.

# Kokkuvõtteks

- Kuna tegu on sellise omavahel ristsõltuvuses olevatest “ametiühingutest” koosneva tervikuga, mõjub ühe osa kahjustumine rängalt kogu tervikule.
- Klassikaline CCD algab korjemesilaste kadumisest (haigus, pestitsiid, halb ilm, mis-iganes)
  - Allesjäänud korjemesilased tantsitavad laomesilasi korjele
  - Värinatantsuga kutsutakse ammesid laomesilasteks
  - Vähem ammesid tähendab vähem elujõulist hauet
  - Vähem hauet tähendab vähem koorujaid, kellest saavad puhastajad
  - Vähem puhastajaid - vähem pinda mesilasemale munemiseks ette valmistatud

# Kokkuvõtteks

## Homöostaas/homöodünaamika

- **Homöostaas** tähendab bioloogias organismi parameetrite hoidmist teatud piiratud vahemikus. Isegi väike muutus keemilistes või füüsilistes raku sisekeskkonna omadustes võib organismi biokeemilisi protsesse häirida ning ekstreemjuhtudel koguni organismi tappa (Vikipeedia).
- Mesilaspere puhul tähendab sellise tasakaaluoleku saavutamine/hoidmine pidevat tagasiside andmist ja sellest lähtuvat tegutsemist, mille eesmärk on saavutada teatud optimaalne tasakaaluolukord.
- Kuna homöostaas on termin mis tähendab staatilist olukorda, sobib mesilasperet (ja üldse sotsiaalseid putukaid) kirjeldama paremini termin **homöodünaamika**.

# Pildid ja skeemid

- Thomas D. Seeley:
  - Wisdom of the Hive
  - Honeybee Democracy
- Jürgen Tautz: The Buzz about Bees
- H. Talts: Tegelik mesindus



Aitäh!

