



## **Chemická ekologie**

### **Chemická komunikace**

Vědní obor: chemicky zprostředkované interakce mezi organismy

- komunikace mezi organismy
- obranné látky

# Veškeré organismy vypouštějí chemické signály a reagují na pachy ostatních

- chemické signály slouží pro rychlé, jednoduché a jednoznačné předání informací nezbytných pro život



- u člověka nemá chemická komunikace rozho



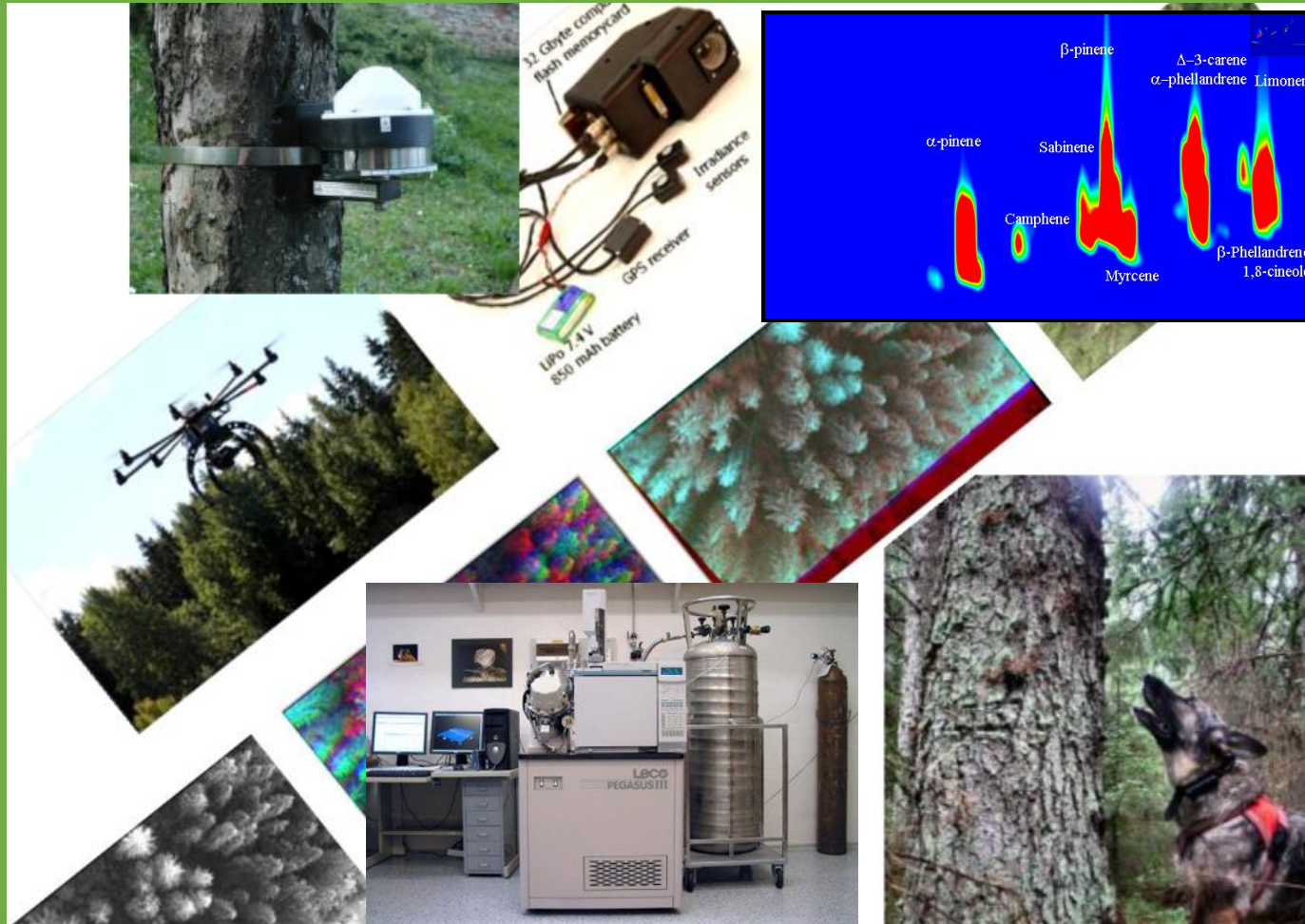
- u rostlin je chemická komunikace nejmladší disciplinou



# Vědecká laboratoř chemické ekologie

## EXTEMIT-K - exceletní tým pro mitigaci

### Zahlazování následků klimatických změn v lesnictví



- Prof. RNDr. Jan Žďárek: Hmyzí rodiny a státy, 2013, Academia ISBN 978-80-200-2225-7
- Jan Žďárek, Petr Zahradník, Jan Liška Feromony v ochraně lesa, 1993, Ministerstvo zemědělství ISBN 80-7084-068-4
- Pheromones and Animal Behaviour, T. D. Wyatt (2014) Cambridge University Press, Cambridge, 2003. 978-0-521-11290-1
- Pine Bark Beetles. C. Tittiger and GJ. Blomquist (Eds.) Academic Press Elsevier 2019, Hardcover ISBN: 780128027233 eBook ISBN: 9780128027448
- Techniques in Pheromone Research, Hummel HE and Miller TA (Eds.) (1984) Part of the Springer Series in Experimental Entomology book series (SSEXP)  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5220-7> . PRINT ISBN 978-1-4612-9743-7 Online ISBN 978-1-4612-5220-



**Ohrožení hmyzem? - Neobvyklá setkání po 40 letech**  
[Jan Žďárek](#)

Academia 2021

# Komunikace

- předávání nebo výměna informací mezi organismy
- je zprostředkována souborem znaků nebo signálů sdílených odesilatelem i příjemcem



# Komunikační prostředky živočichů

## optické

pohyby, posunky, mimika, výrazné zbarvení části těla



## akustické

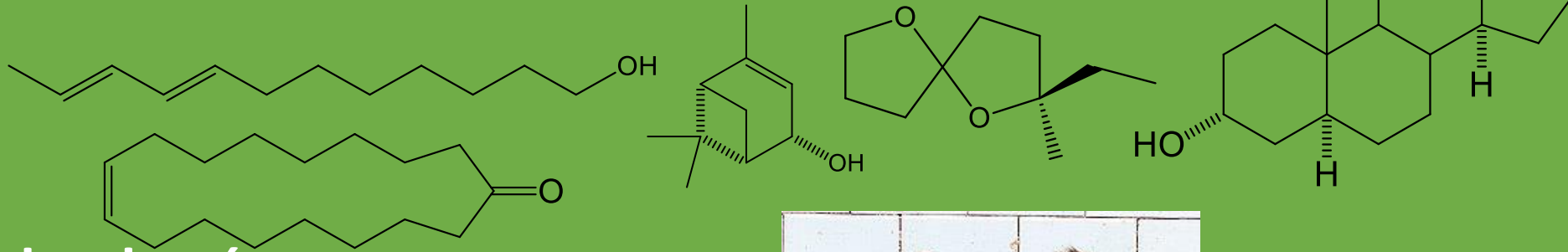
zpěv ptáků, bubnování do ozvučných předmětů, stridulace hmyzu



# Komunikační prostředky živočichů

## chemické

semiochemikálie ze sekretů exokrinních žláz



## dotykové

kontaktní signály při páření,  
péče o tělní pokryv



## elektrické

známé u některých čeledí ryb





## **Ekologie (ecology)**

vzájemné vztahy mezi organismy či skupinami organismů a jejich prostředím

## **Environmentální vědy (environmental science)**

škodlivé vlivy na životní prostředí

## **Chemická ekologie (chemical ecology)**

chemicky zprostředkované interakce mezi organismy  
komunikace mezi organismy

### **Typy interakcí:**

hmyz - hmyz (feromony, allomony, kairomony)

hmyz - rostlina (atraktanty z hostitelské rostliny, květní vůně)

rostlina - rostlina ("SOS signály")

interakce mezi mikroorganismy

tritrofické interakce (rostlina-hmyz-hmyz; rostlina-hmyz-rostlina;

rostlina-hmyz-pathogen)



# International Society of Chemical Ecology

[About](#)[Membership](#)[Meetings](#)[Awards](#)[Employment](#)[News & Media](#)[Publications](#)[Contact & Feedback](#)

**Welcome!** The International Society of Chemical Ecology (ISCE) is organized exclusively for scientific purposes, and specifically to promote the understanding of interactions between organisms and their environment that are mediated by naturally occurring chemicals. Research areas include the chemistry, biochemistry and function of natural products, their importance at all levels of ecological organization, their evolutionary origin, and their practical application.

**Donate to the ISCE!** Visit the [donations page](#) for details.

## Recent News

**14 September 2022:** The [USDA-ARS Chemistry Research Unit](#) at the [Center for Medical, Agricultural, and Veterinary Entomology](#) is seeking a postdoctoral researcher to study defensive compounds of maize and other crops. [\[view listing\]](#)

**18 August 2022:** A postdoctoral position is available in the [Department of Entomology](#) at [Texas A&M University](#) to study chemical ecology in crop-pest systems. [\[view listing\]](#)

**13 July 2022:** The [second issue](#) of the 2022 ISCE newsletter is published and available for viewing online! [\[view newsletters\]](#)

<https://www.chemecol.org/>

Chemická ekologie /  
Chemical ecology



[Twitter@ChemEcol\\_org](#)



[Instagram](#)



[WeChat](#) (ID: chemecol\_org, or [QR code](#))



[Facebook](#)

# Semiochemikálie

(chemická řeč, přenos informace mezi organismy)

**buňky** (imunitní odpověď)

**hmyz** (sexuální chování,  
regulace sociálního života)

**bakterie** (chemotaxe)

**obratlovci** (dominance,  
označení teritoria)

**řasy** (atrakce pohlavních buněk, gamet) **člověk** (imunita, sexuální chování)

**rostliny** (lákání opylovačů)

## Feromony

πηρειν (nésti) ηορμαν (vzrušovat)  
(Karlson a Lüscher, 1959)

mezi jedinci stejného druhu

## Allelochemikálie

kairomony, allomony  
synomony

mezi různými druhy

# Čichové a chuťové smysly hmyzu

- hledání potravy (kořisti)
- výběr partnera a páření
- výběr místa nebo hostitele pro kladení vajíček
- agregace pro překonání odporu hostitele
- regulace dostatečného prostoru a výživy
- poplach, obrana nebo útok
- organizace sociálního života

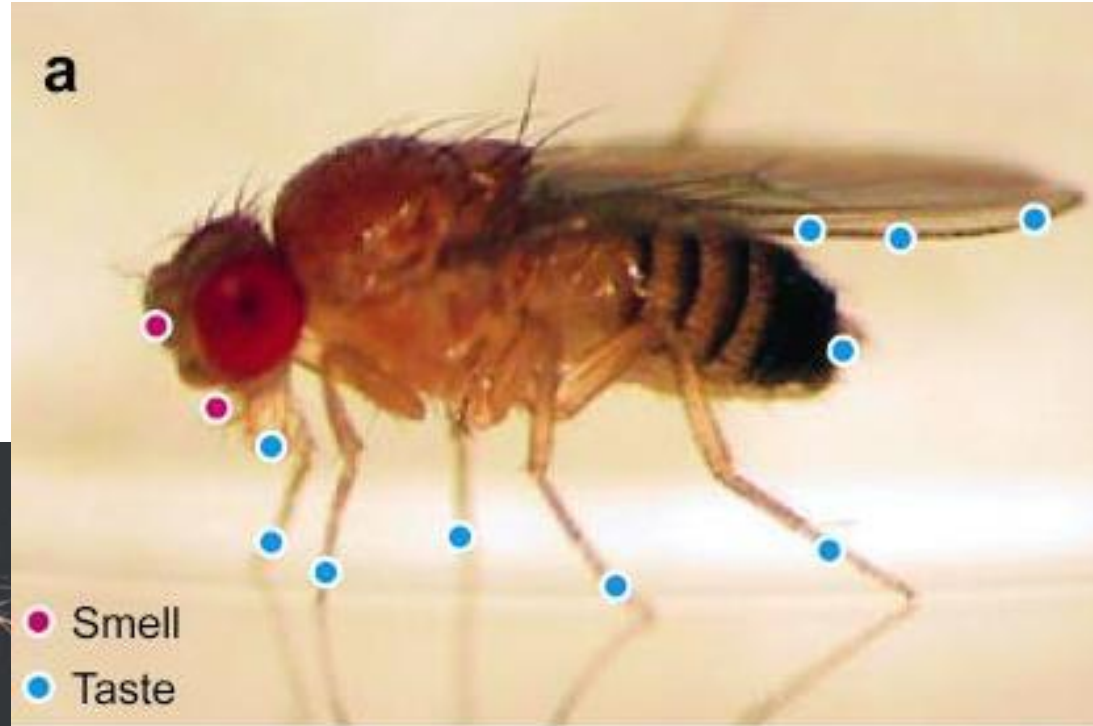
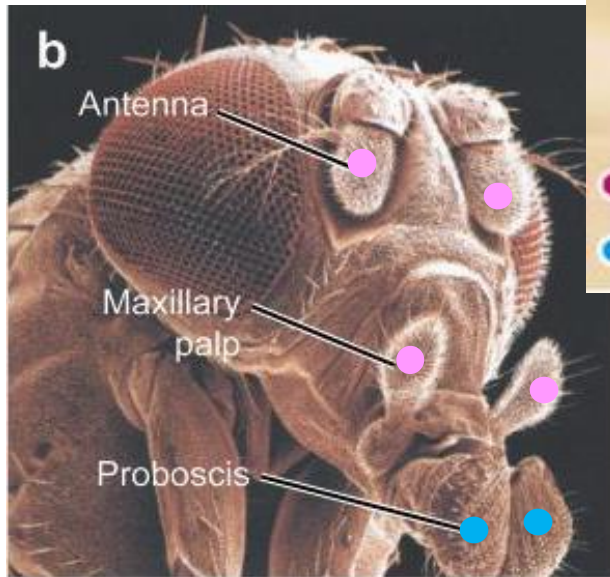
**čich** – přenos vzduchem (těkavé látky)

**chut'** – kontakt (netěkavé látky, rozpustné ve vodě)

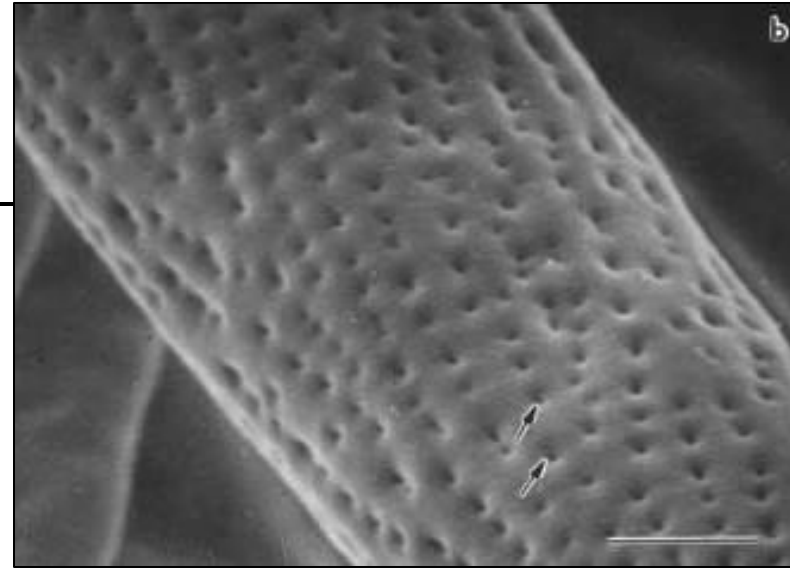
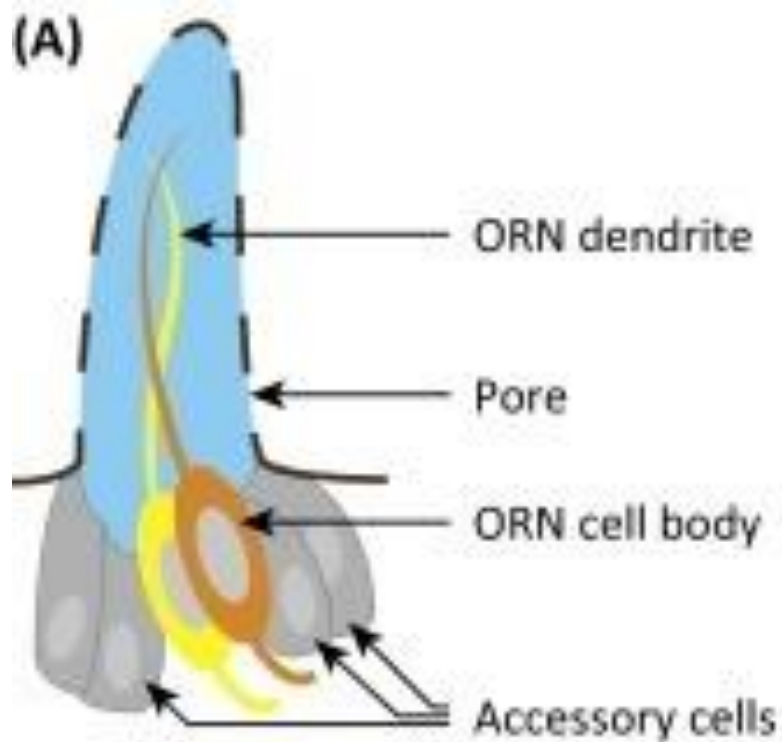
# Chemické smysly

---

- Čich
- Chut'



# Čichové sensily

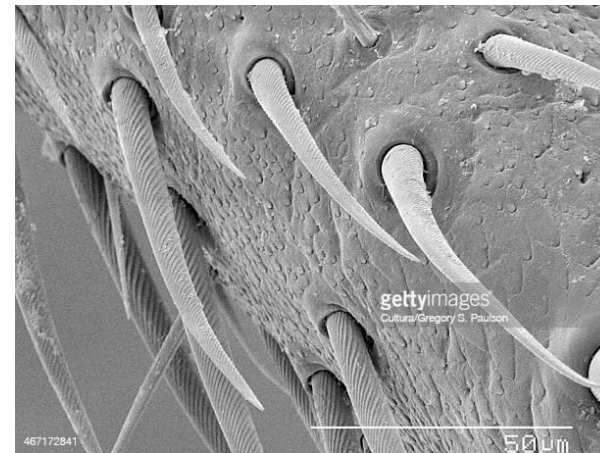
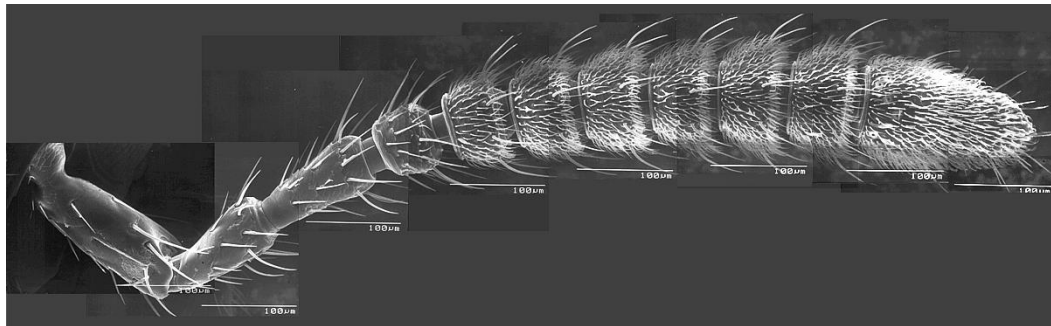
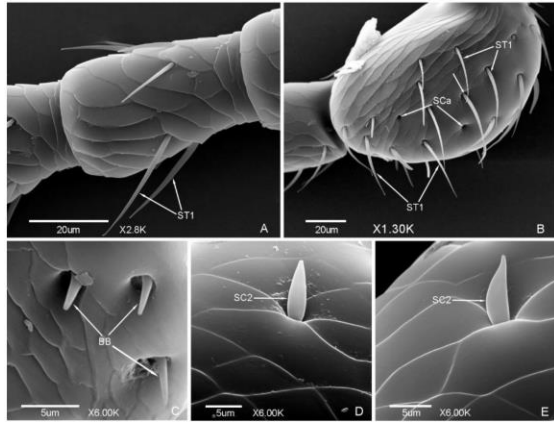


- Vůně difundují póry do nitra sensily a
- reagují s čichovými receptory na dendritech smyslových neuronů
- Vzniklé podráždění vedeno antenálním nervem do čichového laloku mozku (AL)
- Čichové smyslové neurony končí synapsemi na
- lokálních neuronech AL

**Tykadla** a palpy (Diptera)

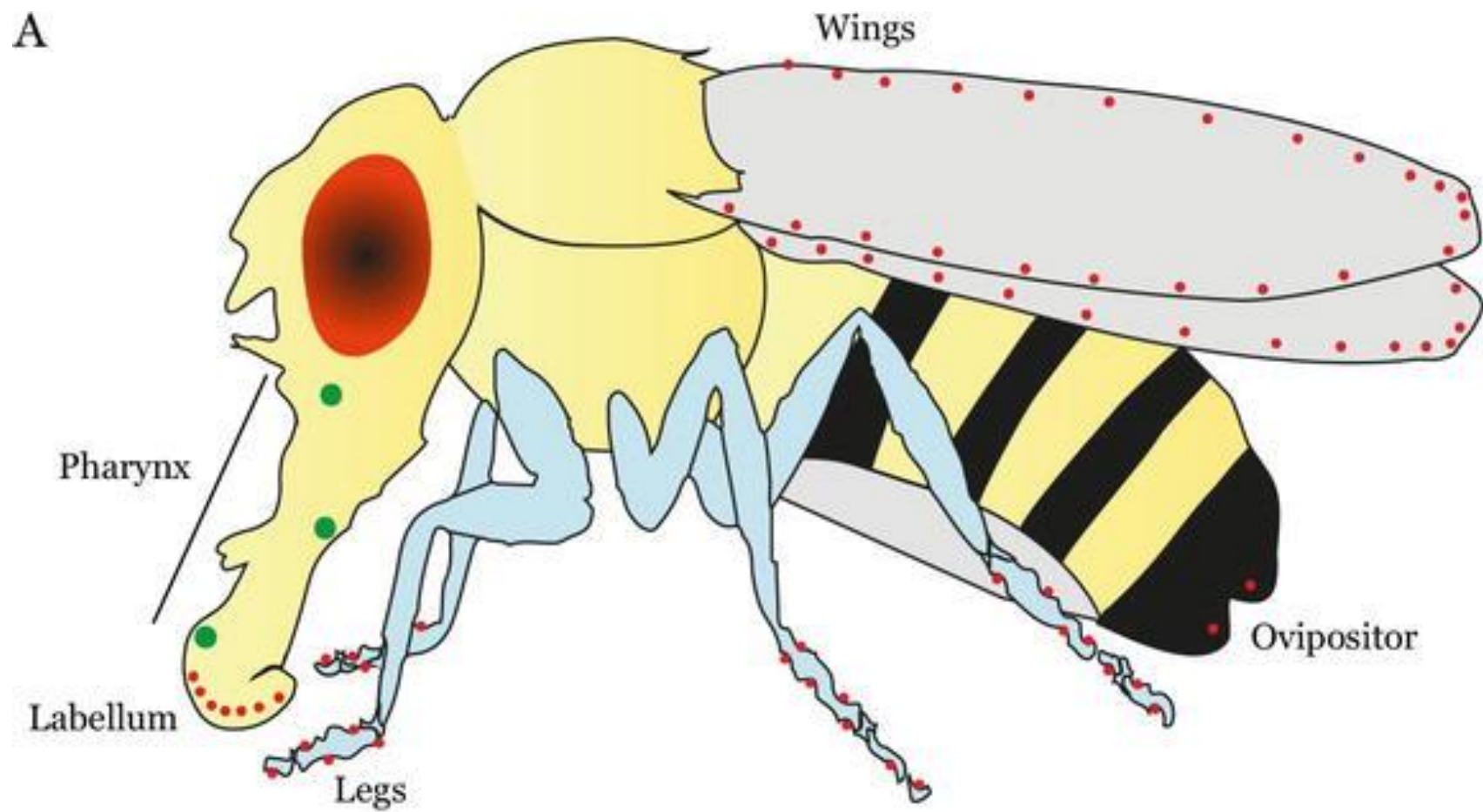
Různé morfologie: trichoidní, basikonická, coelokonická, ampullacea, placodea etc.

# Tykadla



# Chuť

---





# Semiochemikálie

**Feromony**  
vnitrodruhová komunikace



**Spouštěče (releasers)**  
Chování

**Působky (primers)**  
Změny fyziologie  
(exohormony)

**Identifikační signály**  
Komplexní CHCs směsi

**Allomony**  
benefit pro vysílatele

**Kairomony**  
benefit pro příjemce

**Synomony**  
oboustranně  
prospěšné



**Allelochemikálie**  
mezidruhová komunikace



# Feromony

Poplašné



Sexuální



Královské



Stopovací



Agregační



# Historie feromonů

- 1914 Fabre J.H. samci nočních motýlů jsou schopni lokalizovat samice na velké vzdálenosti
- 1925-1939 biologické důkazy vysoké druhové specifity samičích atraktantů
- 1939 Butenant A. první pokusy izolace atraktantu bource morušového
- 1950-1961 izolace a identifikace bombykolu
- 1961 syntéza všech 4 možných isomerů
- 1959 Karlson+Lüscher zavedli pojem „feromon“ (Nature 183, 55)



bourec  
morušový



# Historie

rok 1959- bombykol

Bourec morušový (*Bombix mori*)



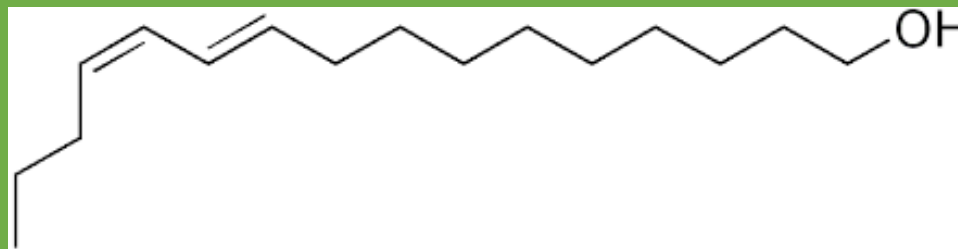
Adolf Butenandt

10 tun, 500 000 feromových žláz → 12mg



dnes 1 feromonová žláza →

0,1ng-100ng feromonu



# Typy feromonů



- Sexuální
  - Atraktanty
  - Afrodisiaka
  - Identifikační signály



- Značkovací
- Agregáční
- Poplašné, disperzní atd...

Klasifikace není vždy jednoznačná  
Jedna látka – může mít více funkcí



# Sexuální feromony



- Atraktanty - velké vzdálenosti
- Afrodiziaka - nablízko – ovlivňují chování partnera
- Identifikační - nablízko
- Druhově specifické
- Produkce - feromonové žlázy (na křídlech, zadečku, *de novo*, sekvestrace, kutikulární uhlovodíky
- Cirkadiánní rytmicita – produkce i odpovědi často časově vymezeny – mimo toto „okénko“ na feromony nereagují

# Agregační feromony



Shromáždění jedinců - potrava, páření, zimování, obrana



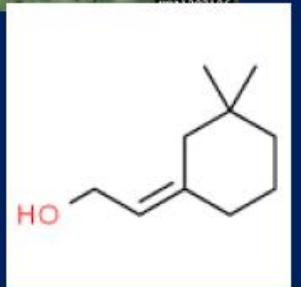
Švábi – periplanone

Kůrovci....podle druhu produkován samci/samicemi

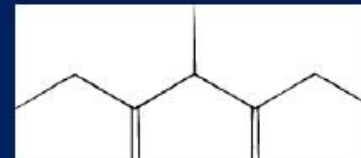
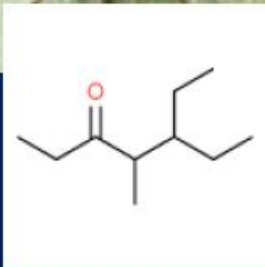
Nosatec bavlníkový, *Anthonomus grandis* – glandure



Listopas čárkovaný, *Sitona lineatus* (L) - 4-methyl-3,5-heptanoide

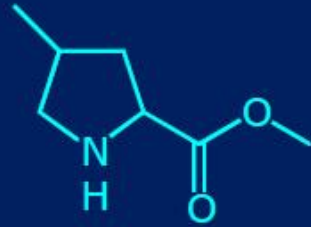


Pilousi - *Sytophylus* spp. - male-produced aggregation pheromones



# Stopovací feromony

- Nesociální hmyz – housenky přástevníčků, bourovců
- Sociální hmyz - mravenci, termiti



methyl 4-methylpyrrol-2-karboxylát  
„stopa“ mravenců *Atta*



Bourovec trnkový  
*Eriogaster catax*  
Feromon nebyl identifikován



© - josef hlasek  
www.hlasek.com  
*Eriogaster catax* am



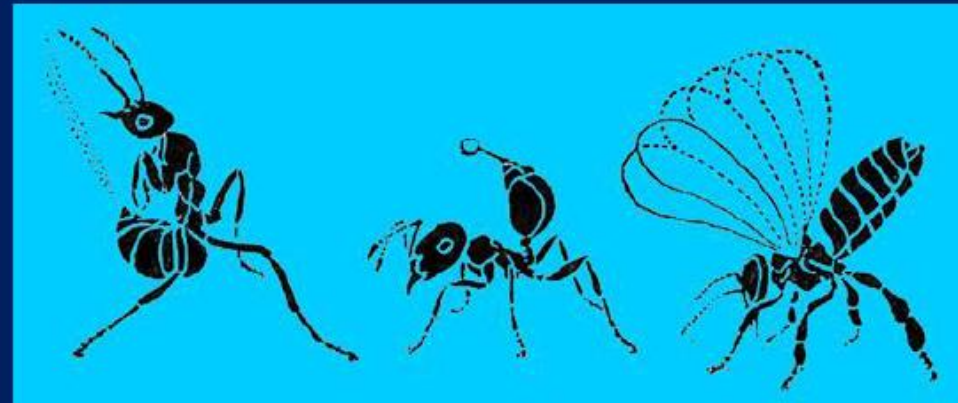
# Poplašné (disperzní) feromony



- **Mšice** ( $\beta$ -farnesen)- reagují na něj i mravenci
- **Kříši** - samice ostnohřbetek *Umbonia* zahánějí nepřátele) atd.
- **Sociální hmyz**: kromě vosíků a čmeláků

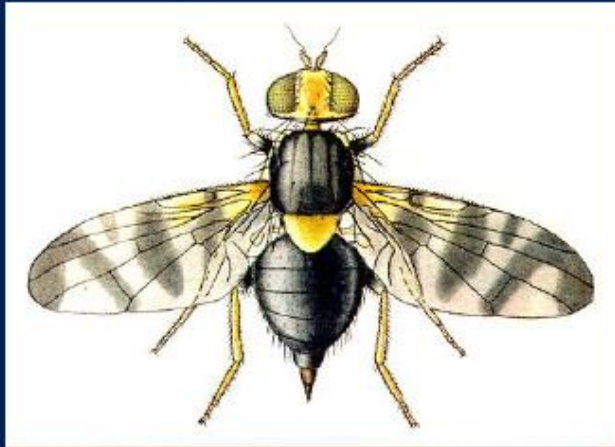
Reakce podle koncentrace - disperze, excitace, agregace, volání posil

Obranná látka (jed) je někdy zároveň poplašný feromon - včely a vosy



# Značkovací feromony

Regulují populační hustotu



*Vrtule třešňová (Rhagoletis cerasi)*

Značkovací ovipoziční feromon



# Feromonová komunikace velmi variabilní

---

Variabilita je umožněna unikátností čichu  
- utvářen tak, aby téměř

**KAŽDÁ TĚKAVÁ MOLEKULA BYLA DETEKOVATELNÁ**

Detekce vůní je zprostředkována velkým souborem  
± specifických čichových receptorů

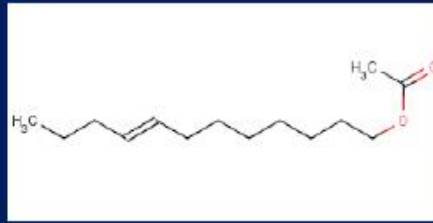
Je-li schopnost detekovat signál spojena s  
vyšším reprodukčním úspěchem nebo zvyšuje pravděpodobnost přežití  
selekční tlak působí na vývoj

citlivějších receptorů, expresi většího množství, ev. vznik specializovaných center v  
mozku

*Příklad: Lepidoptera – vývoj vysoce specializovaných receptorů na tykadlech samců a  
specifických center v mozku*

# Další příklady.....

## (Z)-7-Dodecen-1-yl acetate



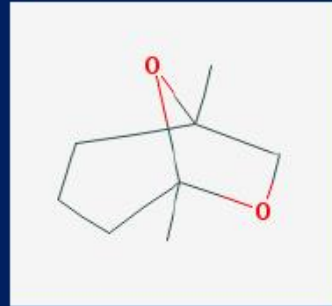
Samčí sexuální feromon slona asijského

Sexuální feromon samic Lepidopter

## (1S,5R)-(-)-Frontalin

Agregační feromon kůrovců

Samčí sexuální feromon slona asijského



# Sekreční orgány feromonů – feromonové žlázy



*Cretonotus gangis*  
Arctidae  
M. Boppré

- Rozmanitost feromonů
- Variabilita specializovaných sekrečních orgánů – feromonových žláz
- V druhově specifických oblastech
  - savci: kolem očí, genitálií a řitního otvoru...,
  - hmyz: specializované štětičky, vějířky a nafukovací struktury (coremata) na zadečku, křídlech, nožičkách, aj.)



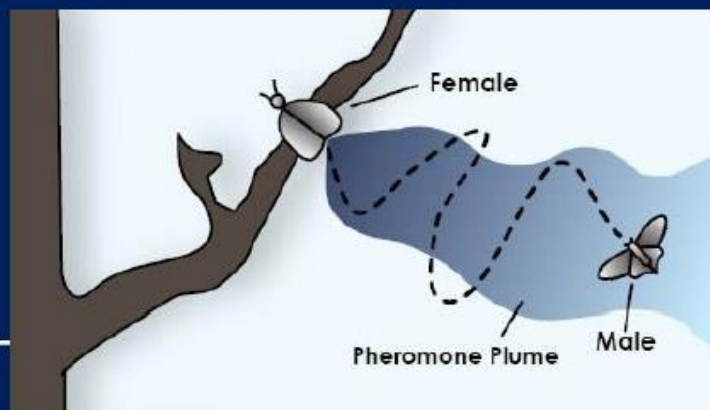
# Syntéza feromonů ve žlázách

---

Feromony jsou syntetizovány:

- *de novo*
- získávány z **externích zdrojů** (např. agregační feromon kůrovců obsahuje komponenty získané z hostitelského stromu a látky produkované symbiotickými bakteriemi ve střevě)
- vznikají **bakteriální modifikací** primární sekrece savčí feromony)

# Vlastnosti feromonů



Z uvedeného vyplývá, že

- Chemický signál nemusí působit hned
- Dokáže obcházet bariéry
- Může být nesen na velké vzdálenosti – vzduch, vodní proud
- Může informovat i poté, co původce je pryč (x zvuk a zrak) – značkovací feromony



Znázornění feromonového signálu  
Unášeného vzduchem

# Feromony přenášené kontaktem

---

- **Mravenci** se dotýkají tykadly a analyzují složité směsi chemikálií na kutikule
- Tyto tzv. **identifikační signály** se liší mezi koloniemi a jsou rozdílné mezi kastami a jedinci jedné kolonie





# Vodní feromony

- Velikost molekuly a rozpustnost
- Látky:

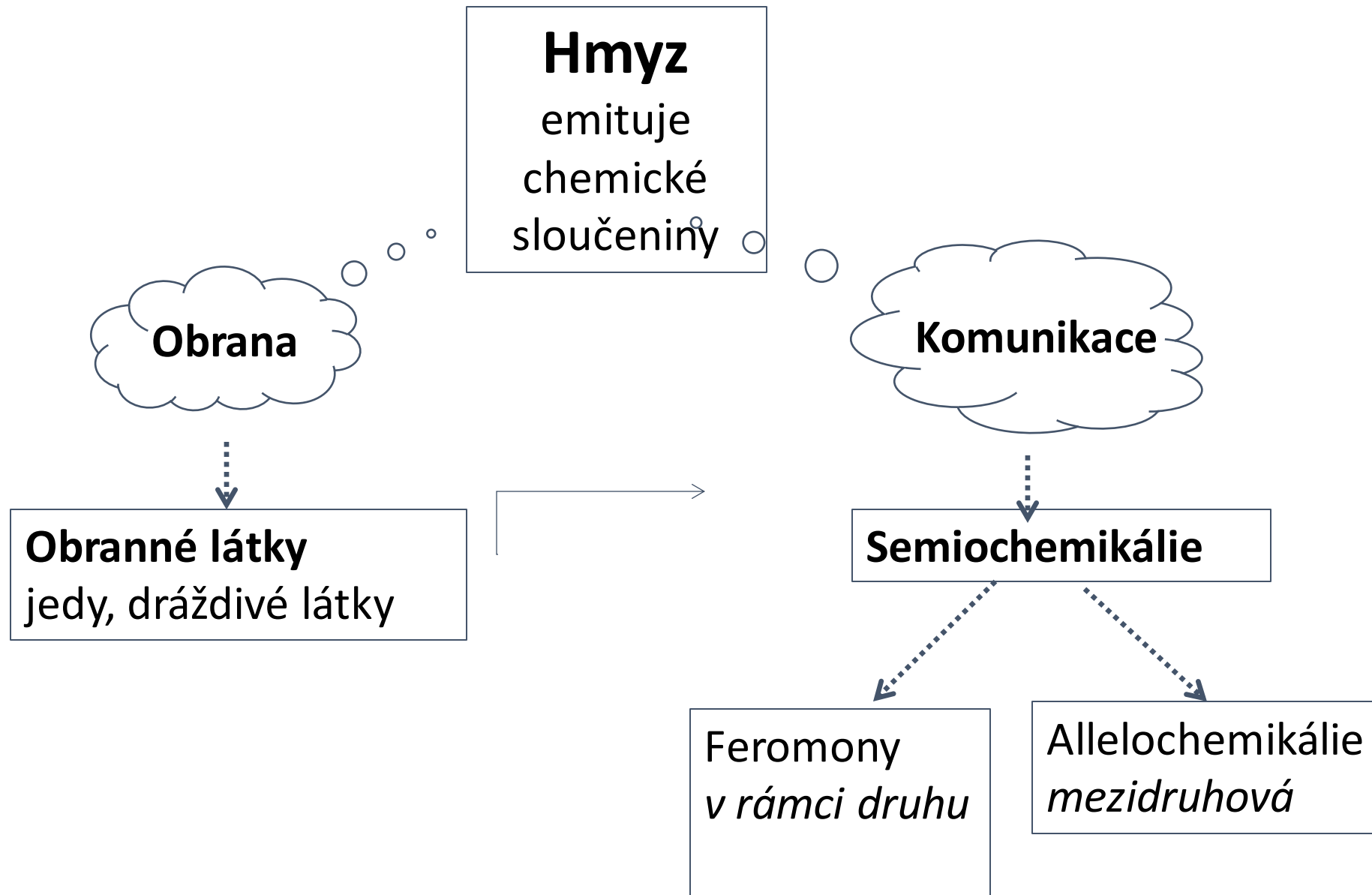
steroidy - rybí sexuální feromony – synchronizace tření

velké polární molekuly - anthopleurin - poplašný feromon mořských sasanek

Polypeptidy - shlukování larev ústřic, synchronizace larvipozice krabů, sex feromon mlže *Aplysia*, sodefrin - samčí feromon čolků.....



Podvodní páření  
Samci vylučují decapeptidový feromon  
sodefrin z kloakální žlázy - na nozdry samic....



# Chemosemanty – mediátory chemické interakce

## Obrana

- sekundární metabolity u rostlin (alkaloidy etc.)
- toxiny u hub a živočichů
- obranné sekrety
- komplexní chemické obranné strategie

## Komunikace

- infochemikálie

- obě skupiny se navzájem prolínají a doplňují
- často spojeno s nechemickými typy obrany a komunikace (mimetismus, optická a akustická komunikace)

## Chemická obrana

- chemická obrana ve formě intenzivně páchnoucích sekretů vyvinuta u většiny druhů
- složení: spektrum těkavých organických sloučenin (kyselin, aldehydů, ketonů, esterů a alkoholů)



*Coreus marginatus* (vroubenka smrdutá)

- kyseliny: octová, hexanová
- aldehydy: hex-2*E*-enal, oct-2*E*-enal, hexanal
- estery: hexyl acetát, hexyl butenoát, hexyl hexenoát
- alkoholy: hexan-1-ol, oktan-1-ol

## Ploštice (Heteroptera)



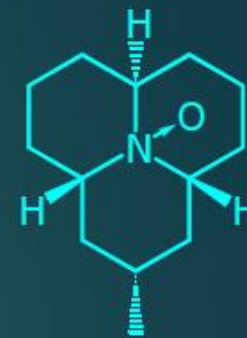
*Pyrrhocoris apterus* (ruměnice pospolná)

- aldehydy: hex-2*E*-enal, oct-2*E*-enal, 4-oxohex-2*E*-enal, hexa-2*E*,4*E*-dienal, dekanal
- ketony: 4-hydroxy-4-methyl-2-pentanon, 4-methylpent-3-en-2-on



## slunéčka rodu *Coccinella*

- při podráždění reflexní krvácení
- obranné látky v lymfě
- hlavní aktivní složka alkaloid coccinellin
- účinný proti predátorům
- biosyntéza v organismu slunéčka

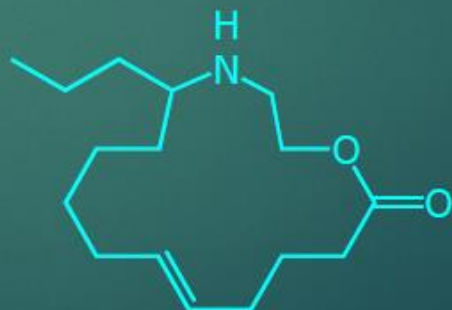


coccinellin

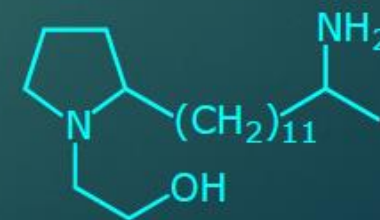


## slunéčko *Epilachna varivestris*

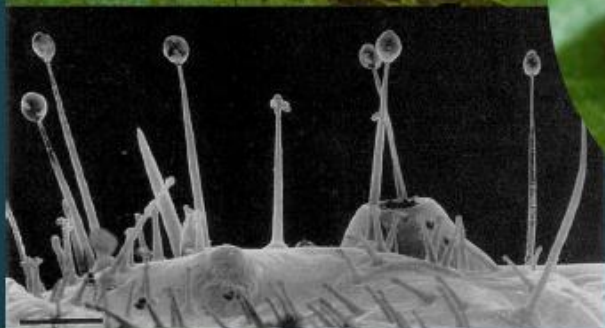
- dospělec: při podráždění reflexní krvácení
- kukla: žlaznaté choučky vylučují obranný sekret
- toxin: množství strukturně zajímavých alkaloidů



kukla (epilachnen)



lymfá dospělce



# Allelochemikálie – mezidruhové komunikační prostředky

Allomony

Kairomony

Synomony



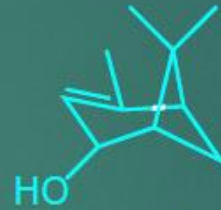
- obrana
- symbiotické soužití
- hledání hostitele nebo kořisti
- zneužití chemických signálů
  - chemická propaganda
  - chemické lsti
  - chemické mimikry a maskování
  - sociální parazitismus a otrokářství

## Kairomony, příklad I: lýkožrout × pestrokrovečník



### *Ips typographus* (lýkožrout smrkový)

- nejvýznamnější škůdce smrku (*Picea abies*)
- primární atraktant - terpeny emitované oslabenými stromy
- účinný vícesložkový agregační feromon



*cis-verbenol*



2-methyl-3-buten-2-ol



### *Thanasimus formicarius* (pestrokrovečník mravenčí)

- hlavní přirozený predátor lýkožrouta smrkového
- vyhledává kořist podle emise agregačního feromonu
- po navigaci na napadený smrk loví larvy, kukly i imaga
- jde tedy o **kairomon** (z pohledu pestrokrovečníka)

## Chemické lsti, příklad II: orchideje rodu *Ophrys* (tořič)



- tořiče *Ophrys* lákají samce samotářských včel rodů např. *Eucera* (stepnice) či *Andrena* (pískorypka) tvarem květů a vůní
- aroma květů obsahuje látky identické se složkami sexuálních feromonů samic (mimeze) - komplexní směsi vyšších alkoholů, esterů a terpenů
- při kontaktu se nalepí na čelo samců brylky s pylem pro dokonalé opylení
- po opylení květy začnou emitovat infochemikálie odpovídající tlumícím feromonům oplodněných včelích samic
- druhová specializace: každý z desítek druhů orchidejí rodu *Ophrys* má svého specializovaného opylovače ➤ snížení populace včel (ničení diverzity krajiny + insekticidy) ➤ vyhynutí tořičů
- vůně tořičů: **allomon**



## Chemické lsti, příklad III: b) falešná "vůně smrti"

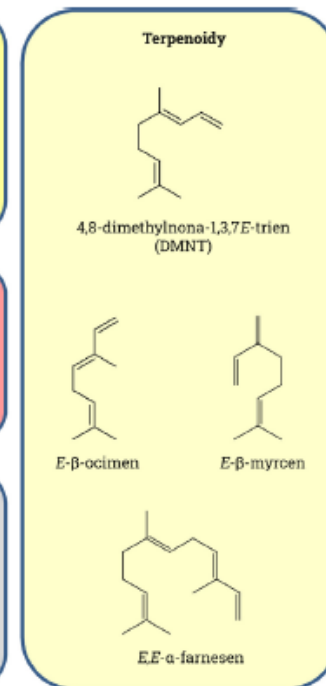
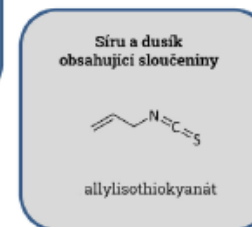
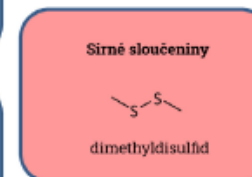
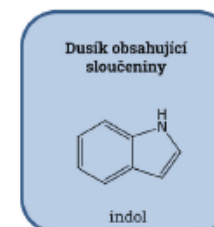
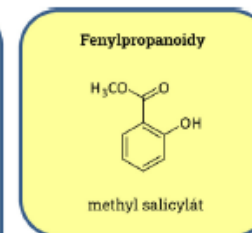
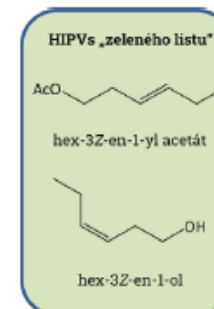
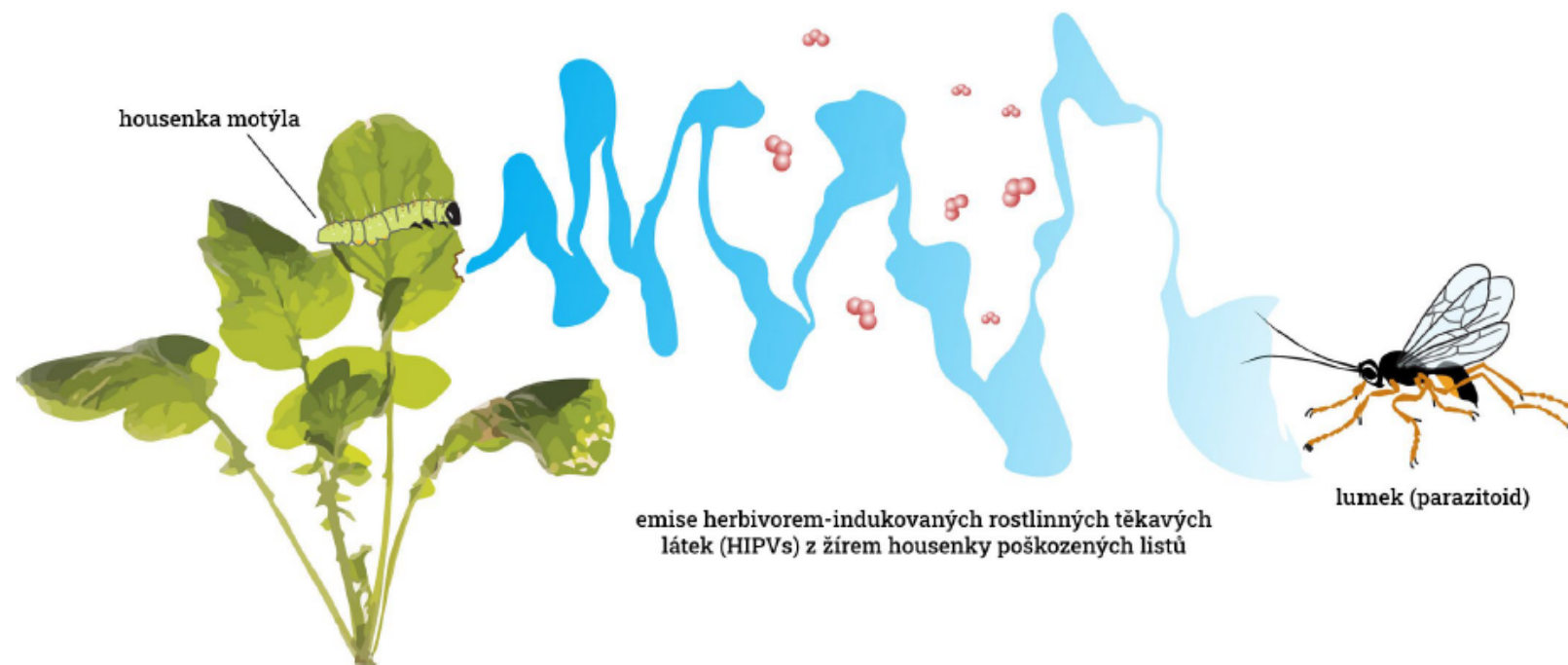


- arónovité rostliny (Araceae, např. *Helicodiceros muscivorus*) emitují stejné organosírné látky jako mrtvoly obratlovců a lákají jimi hmyz, především mouchy jako jsou bzučivky (*Lucilia* sp.)
- hadovkovité houby (Phallaceae, video: *Phallus impudicus*, hadovka smrdutá) používají stejný "falešný" mrtvolný zápach k nalákání hmyzu (opět much, ale i mrchožroutovitých brouků a chrobáků)
- atrahovaný hmyz pak zprostředkuje opylení či transport výtrusů
- klasický příklad použití **allomonu** (i když lze uvažovat že jde o **synomon** = oboustraný benefit, atrahpvaný hmyz získává zdroj potravy)



# Allelochemikálie: Chemická komunikace hmyz × rostlina

## Ditrofická interakce: lumek (parazitoid) × motýlí housenka

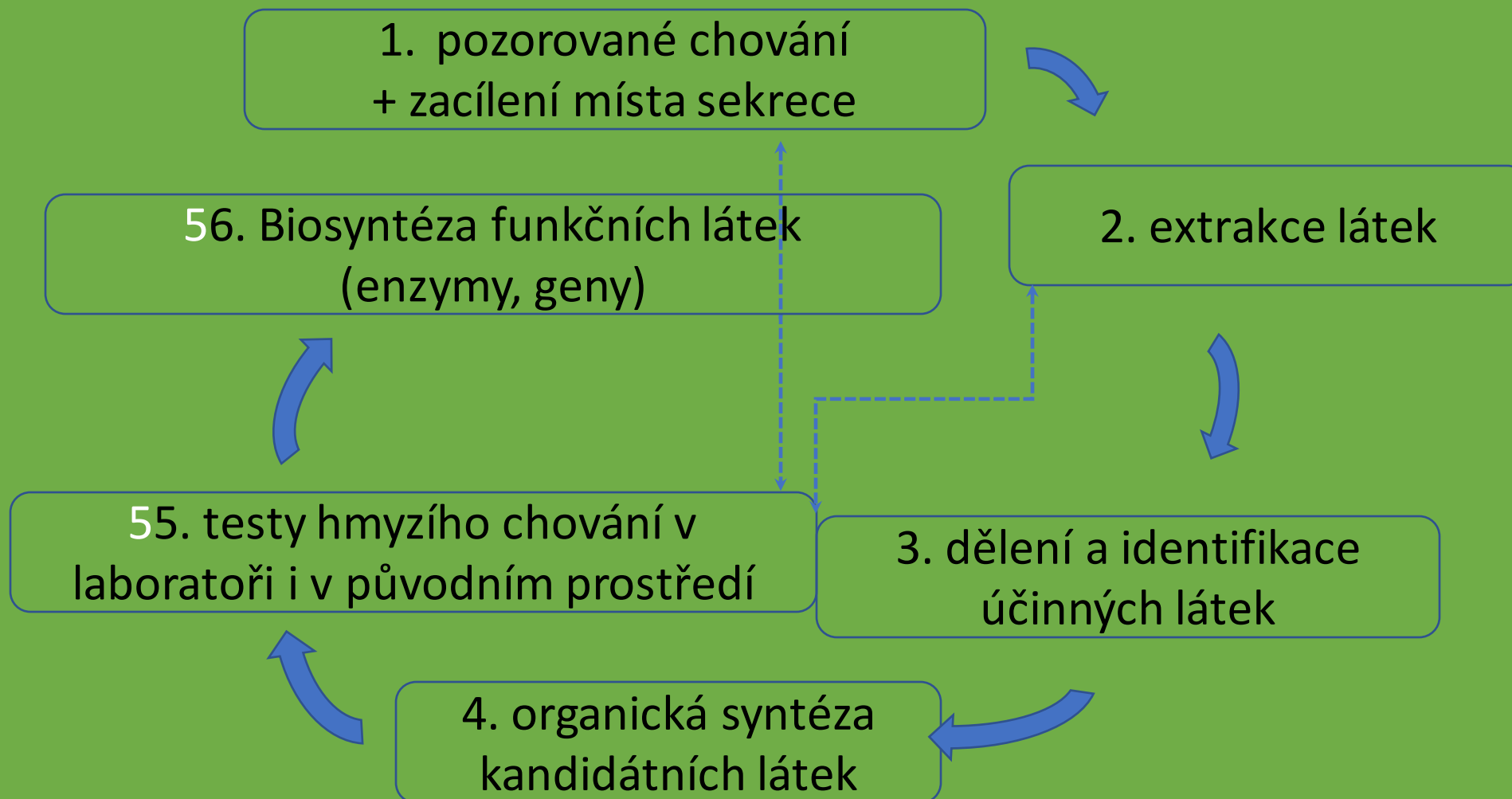


**První přiblížení:** parazitoid detekuje housenku pomocí těkavých látek emitovaných housenkou během úživného žíru (HIPVs: herbivore-induced plant volatiles)

# Postup při výzkumu v oboru chemické ekologie

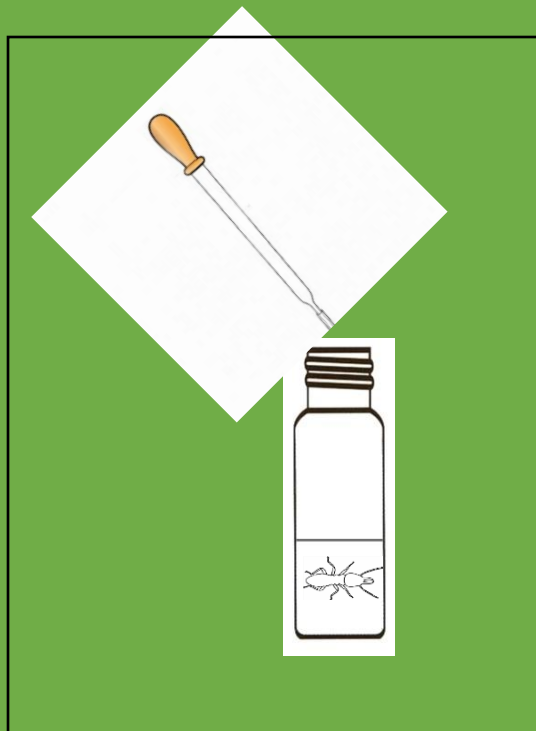
- těsná spolupráce biologa a chemika
- dobrá znalost chování živočicha, jehož chemické signály chceme studovat
- konkrétní představa o biologickém testu
- izolace aktivních sloučenin
- chemická analýza
- určení struktury
- syntéza aktivních látek
- biologický test - v laboratoři
- **biologický test - v polních podmínkách**

# Práce chemicko-ekologického týmu



## 2. extrakce látek

Extrakce rozpouštědlem



Dynamický/ statický  
headspace



SPME



### 3. dělení a identifikace účinných látek

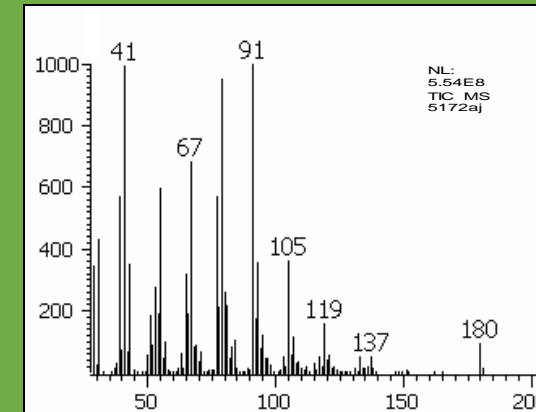
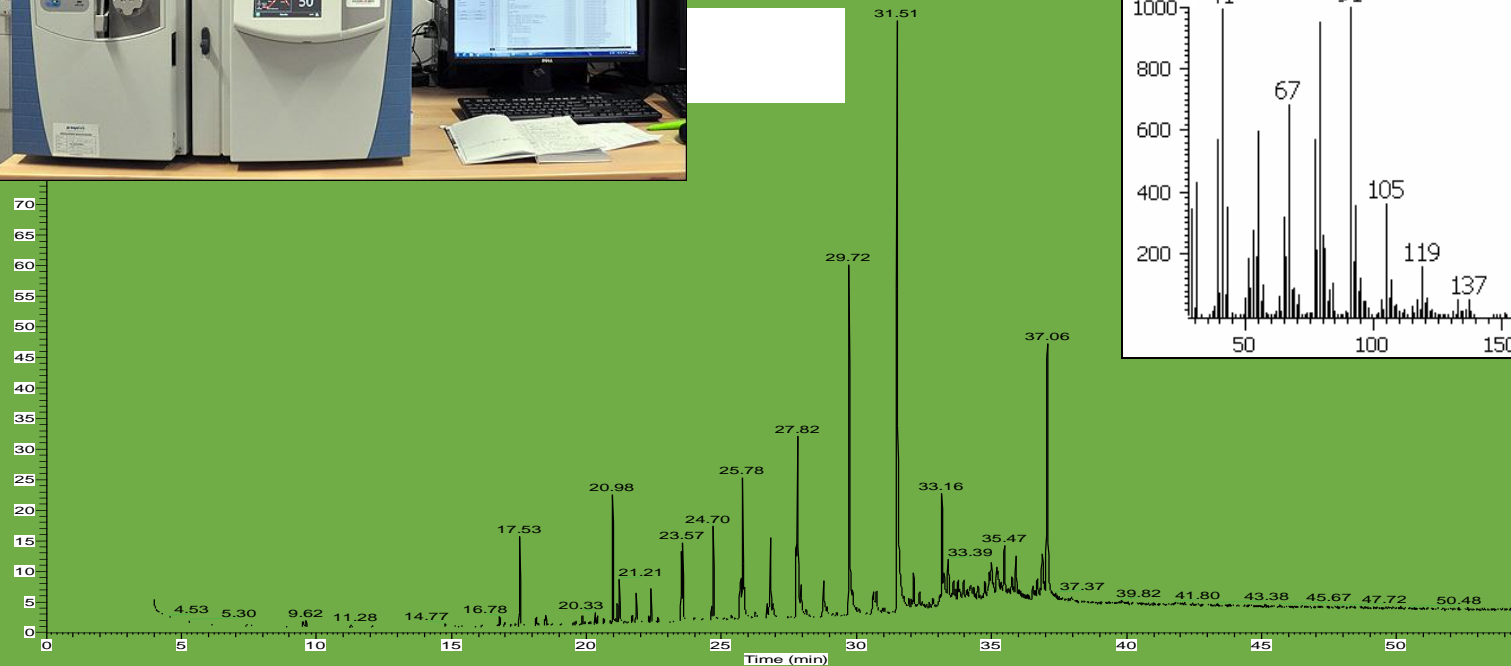
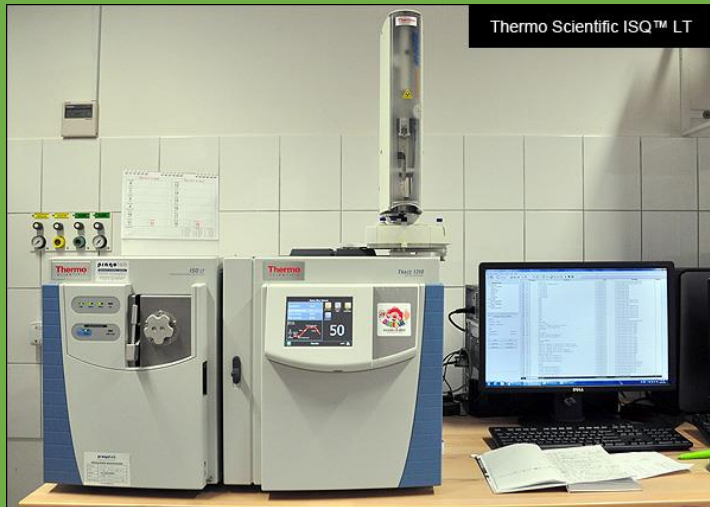
Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí

Strukturní analýza

El ionizace

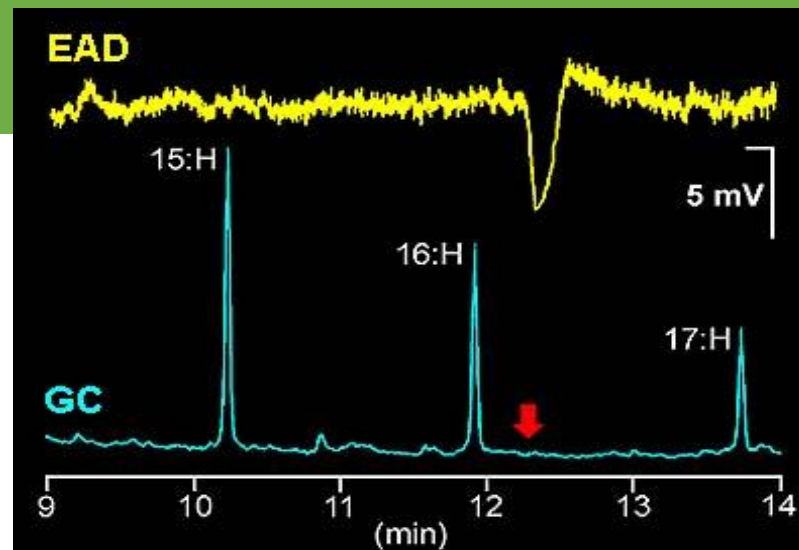
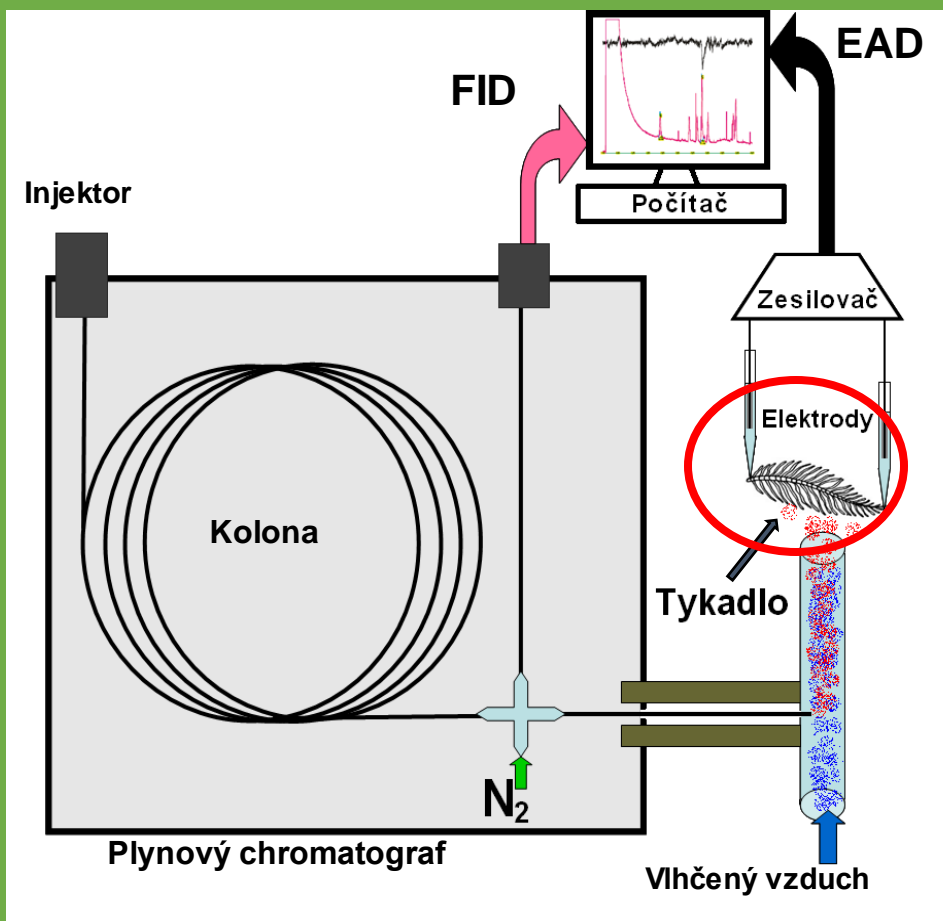
Identifikace na základě MS spektra

NIST knihovna + porovnání s RI



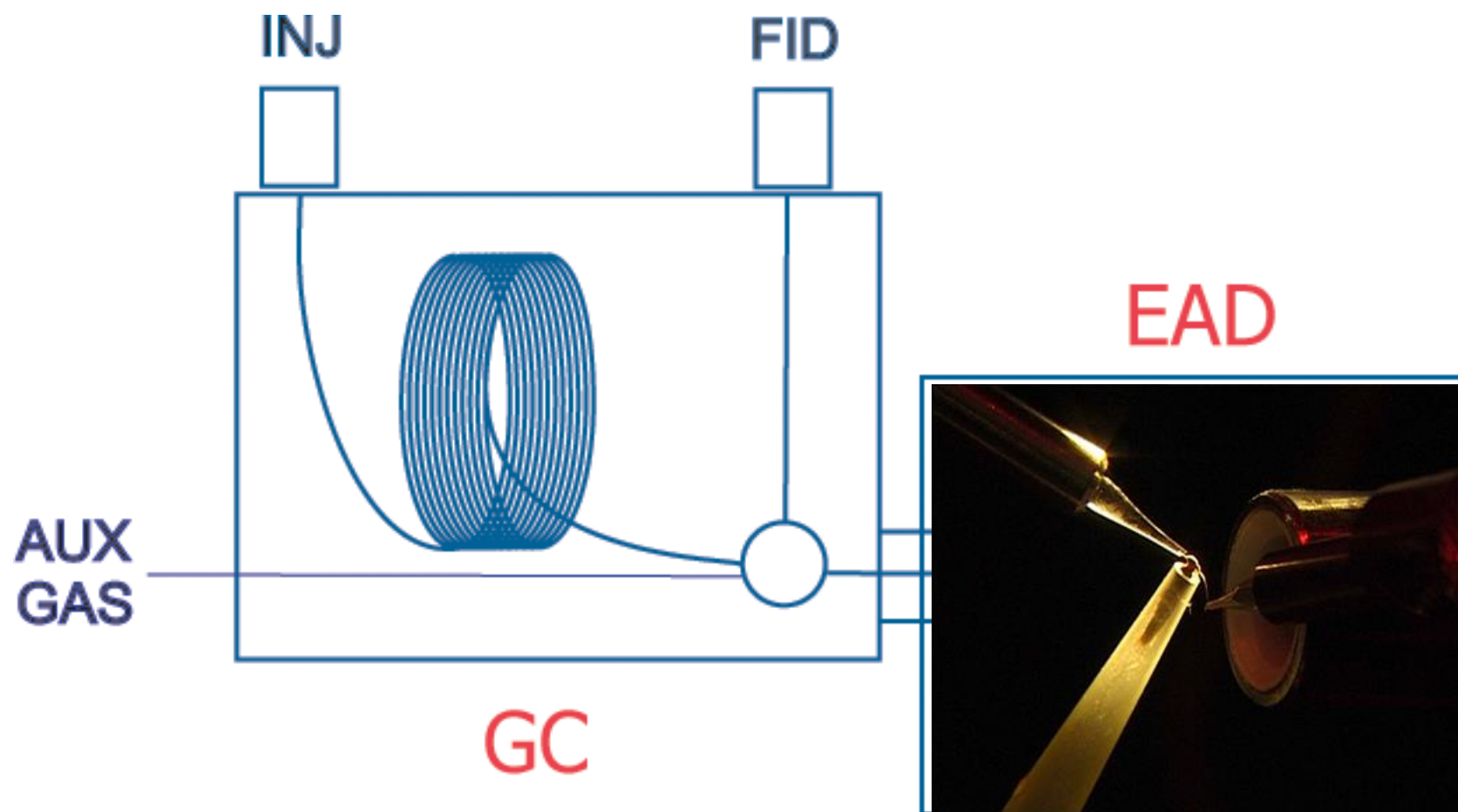
### 3. dělení a identifikace účinných látek

#### Electroantennography-EAD



# Tykadlo jako biologický detektor GC-EAD

---



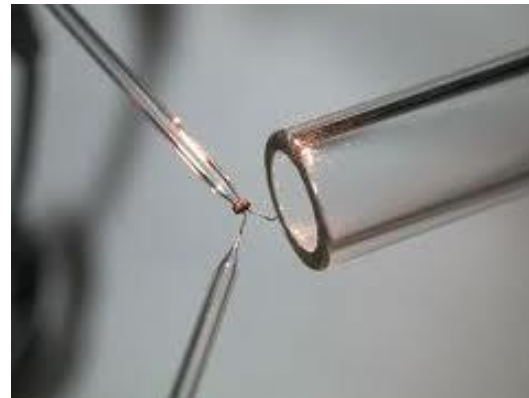
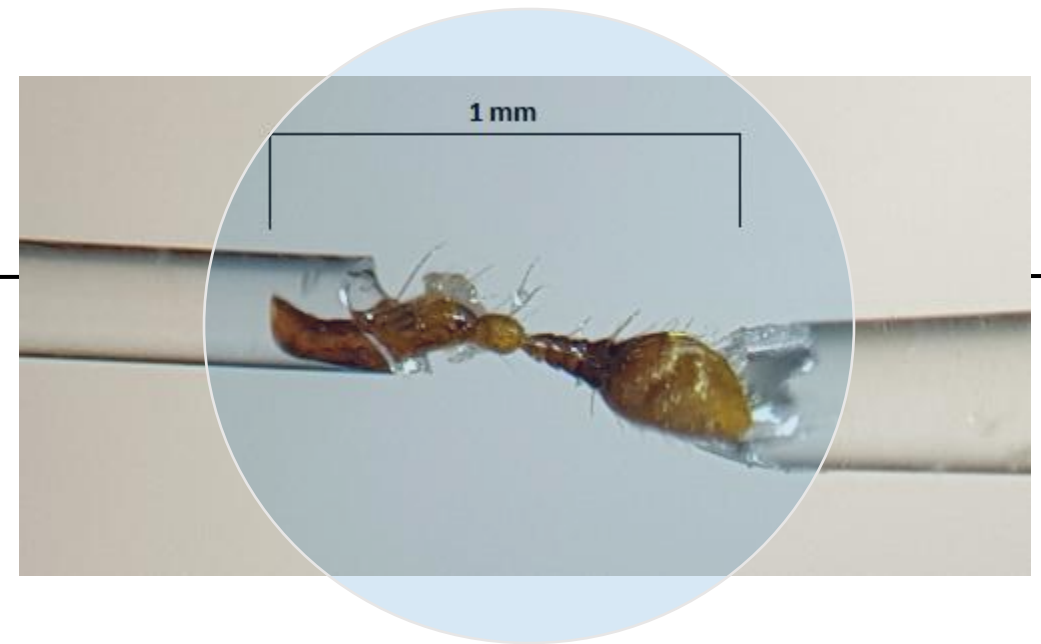


# EAG

1957 – **Schneider** – napětí  
mezi špičkou a bazí tykadla

Mění se po stimulaci

Relativně snadné



# Proč studujeme semiochemikálie?

- mnoho druhů hmyzu jsou **vážní škůdci**, způsobující značné škody na zemědělských produktech:
  - obilí
  - ovoci a zelenině
  - skladovaných potravinách (mouka)
  - lesích a dřevě
  - látkách a šatech (vlna, kožišiny)

- **Insekticidy** - chemikálie hubící hmyz (neselektivně)
- Potřeba vyvinout metody ochrany rostlin, které by neškodily životnímu prostředí.
- **Integrovaná ochrana rostlin** (Integrated Pest Control *nebo* Integrated Pest Management)



# Insekticidy 1950's - 1960's

- **DDT – 1939**
- Trvanlivé, levné, neškodné pro rostliny, široké spektrum, nízká akutní toxicita
- Vedlejší efekty :
  - Selektce rezistentních druhů
  - Poškození necílových druhů
  - Nové sekundární druhy
  - Kumulace v potravním řetězci
- Stále hlavní taktika
- Poškození škůdci roste navzdory úsilí
- Začarovaný kruh (Pesticide treadmill)-



# Výhody použití feromonů

- nízké koncentrace
- specifická k cílovému druhu hmyzu
- netoxické

# Nevýhody použití feromonů

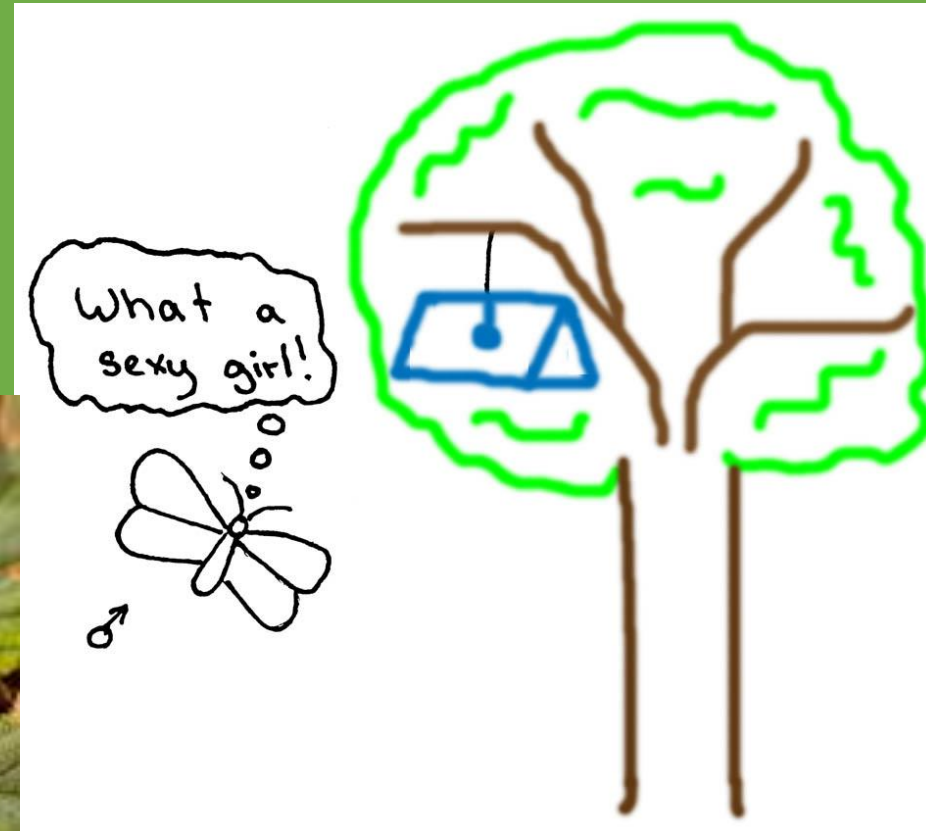
- drahá výroba
- nároky na aplikaci, obsluhu lapáků, vyhodnocení

# Způsoby využití feromonů

- **Monitorování** (*monitoring*) doby letu a hustoty populace škůdce; feromonový odparník nahrazuje samičku a láká samce; feromonový lapák
- **Desorientace** (*mating disruption*) - nasycení atmosféry sexuálním feromonem; samci nejsou schopni lokalizovat samičku, proto nedojde ke spáření.
- **Masový odchyt** (*mass trapping*) - použití agregačního feromonu při vysoké hustotě populace; láká obě pohlaví (*attract and kill*)

**Monitorování** (*monitoring*) doby letu a hustoty populace škůdce; feromonový odparník nahrazuje samičku a láká samce; feromonový lapák

Klíněnka jírovcová/jírovec maďal



Samičí feromon:  $(E,Z)$ -8,10-tetradekadienal

# Monitorování – feromony





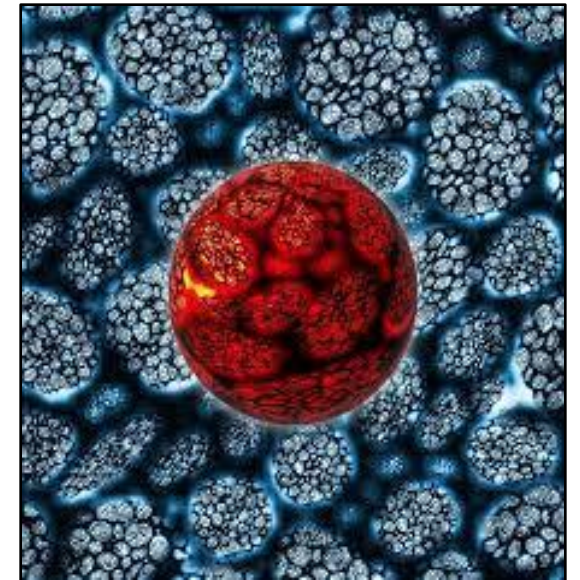
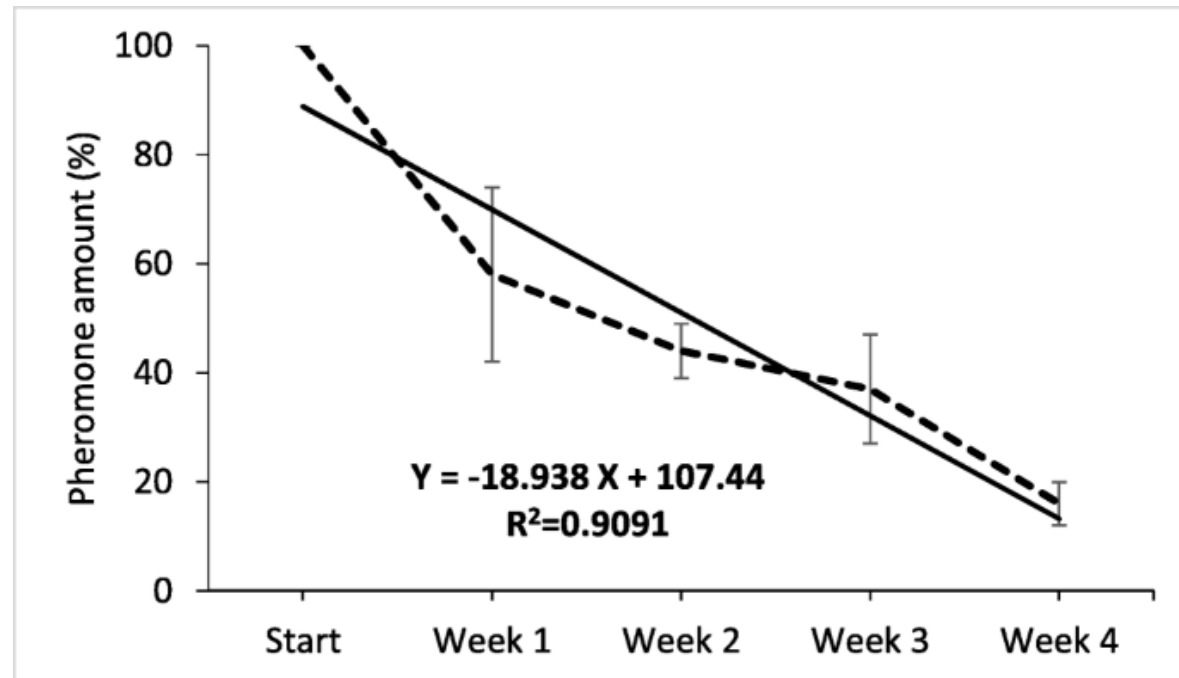
# Odparníky

Složení

Stabilita

Míra uvolňování

Tzv. release rate



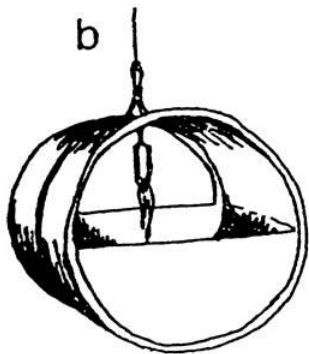
Nanopartikule

# Pheromone traps

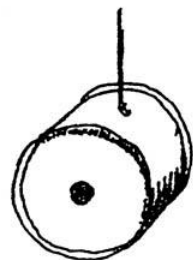
a



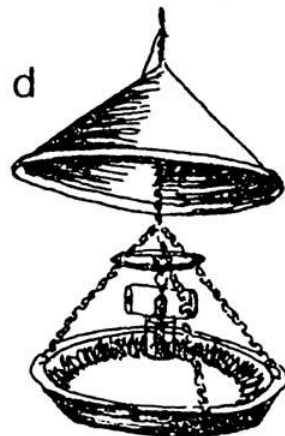
b



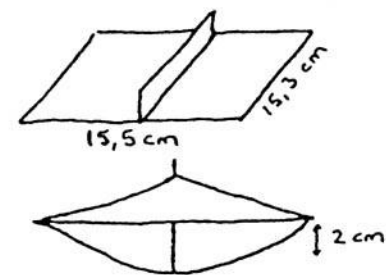
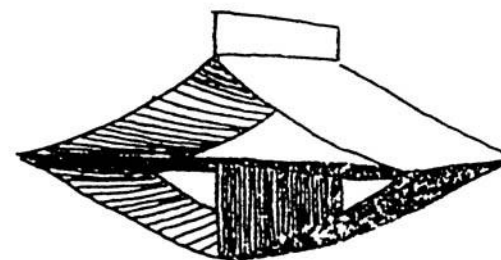
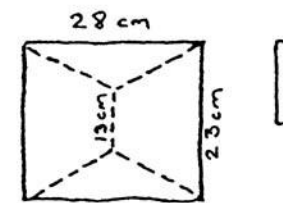
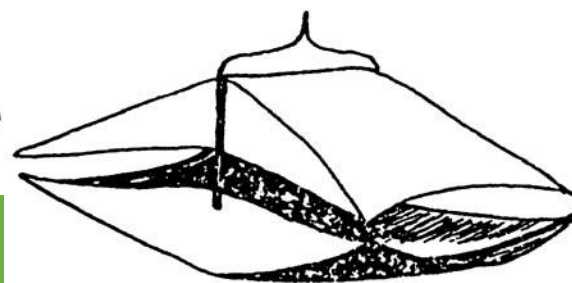
c



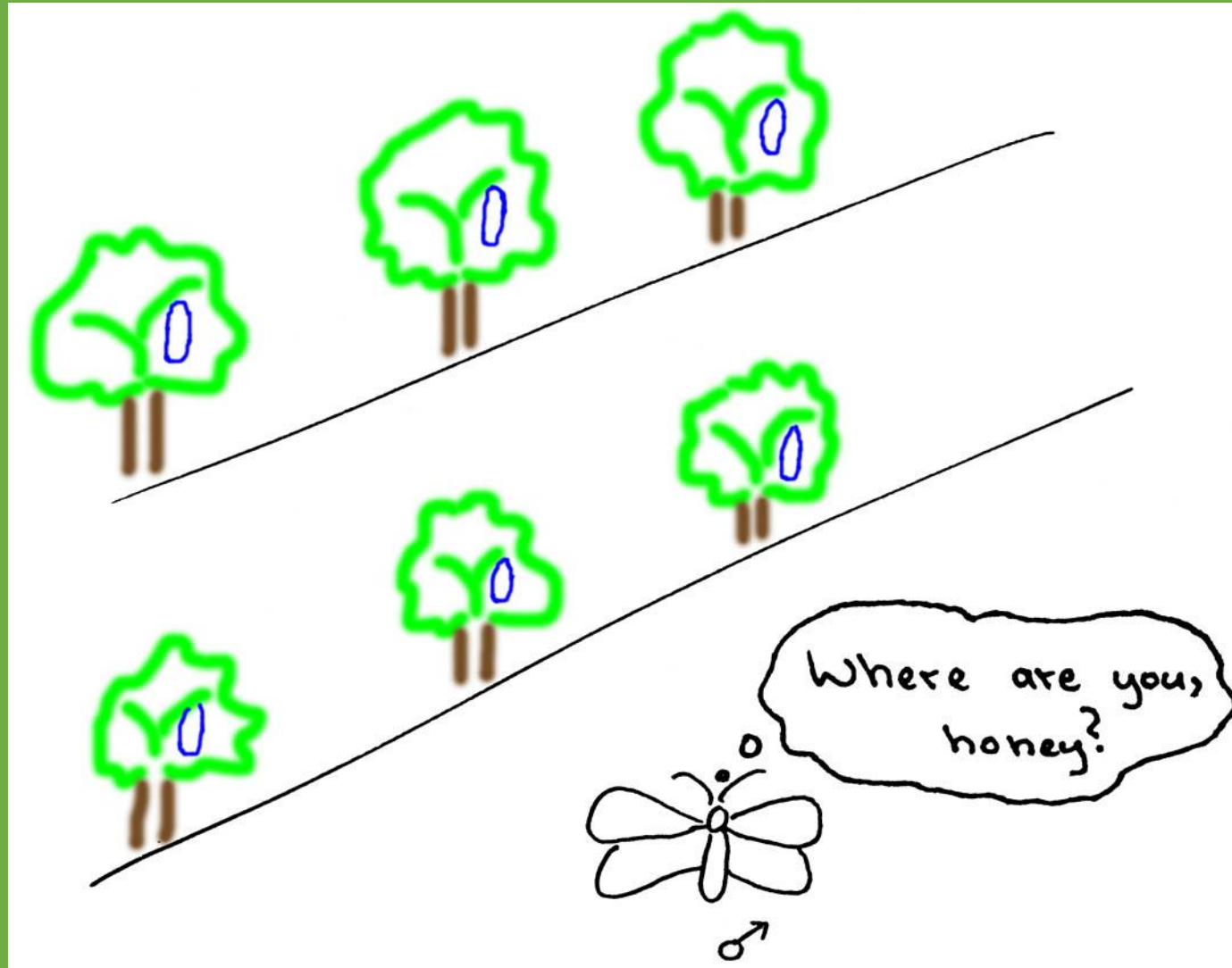
d



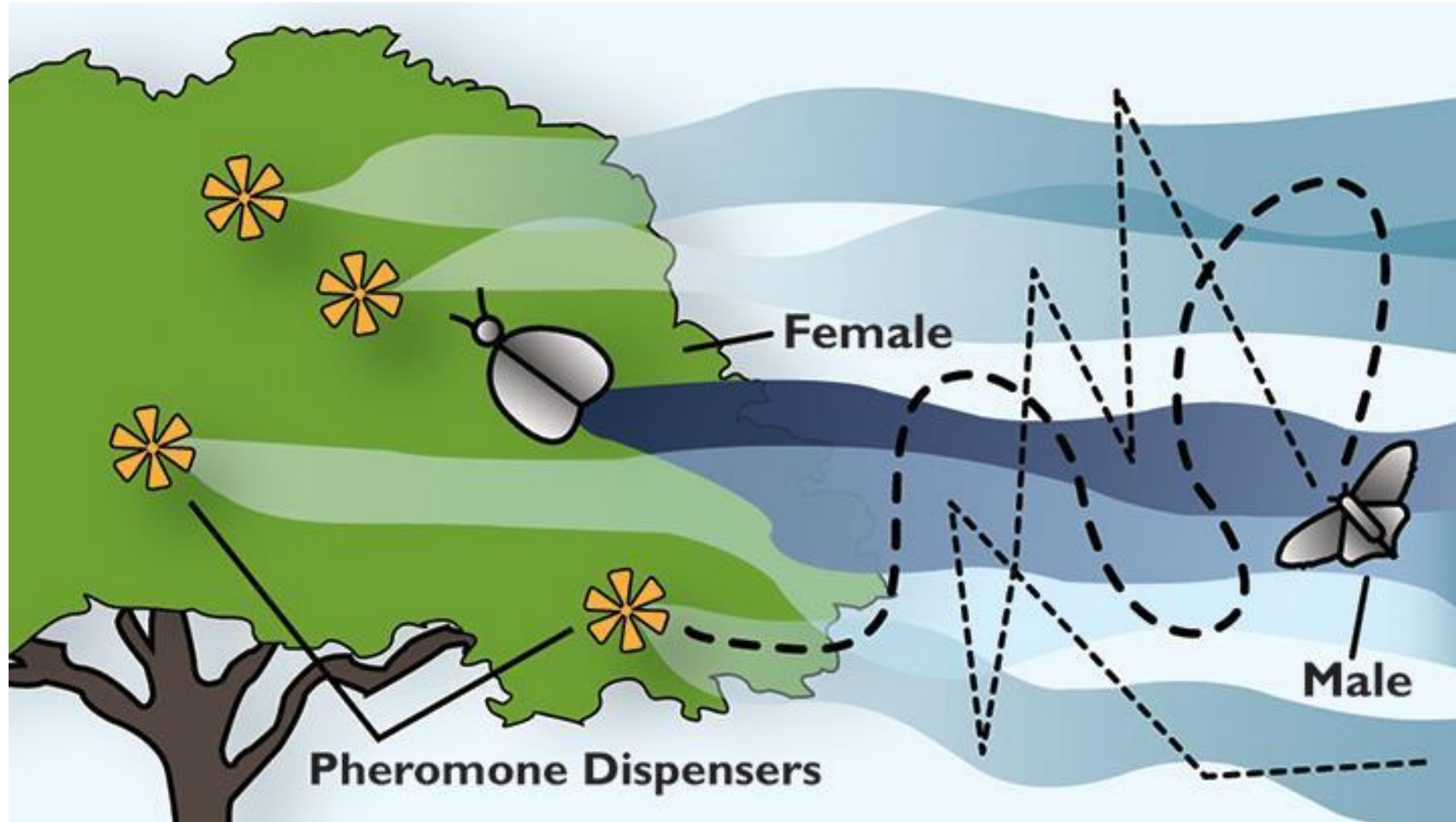
## Feromonový odparník a lapač



**Desorientace** (*mating disruption*) - nasycení atmosféry sexuálním feromonem; samci nejsou schopni lokalizovat samičku, proto nedojde ke spáření



# Mating disruption



# Agregační feromony kůrovců

*Ips acuminatus, I. amitinus, I. cembrae, I. duplicatus, I. sexdentatus,  
I. typographus, Pytiogenes chalcobraphus, P. curvidens, P. spinidens,  
Pytiophthorus pytyographus,*

*Telobius vittatus*

*Scolytus multistriatus, S. pigmeus, S. scolytus*

*Xylocleptes bispinus, X. domesticum, X. lineatum, X. signatus*

*Taphrorychus bicolor*

# Kůrovci



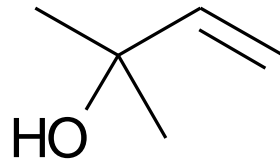
# Feromon *Ips typographus*



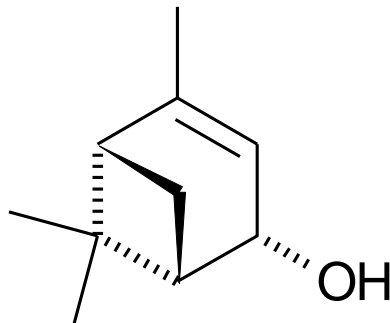
*Ips typographus*, European spruce bark beetle

## Feromon

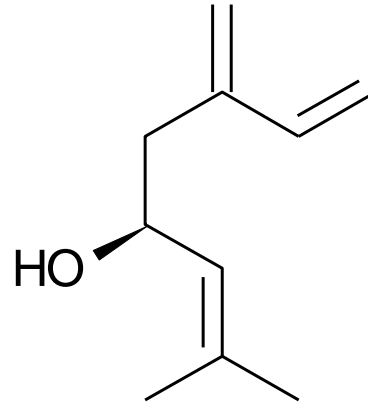
2-Methyl-3-buten-2-ol



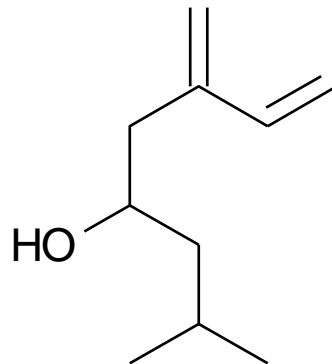
(-)-(4S)-*cis*-Verbenol



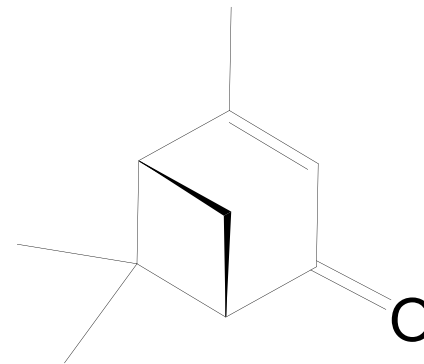
Ipsdienol



Ipsenol



## Switch feromon

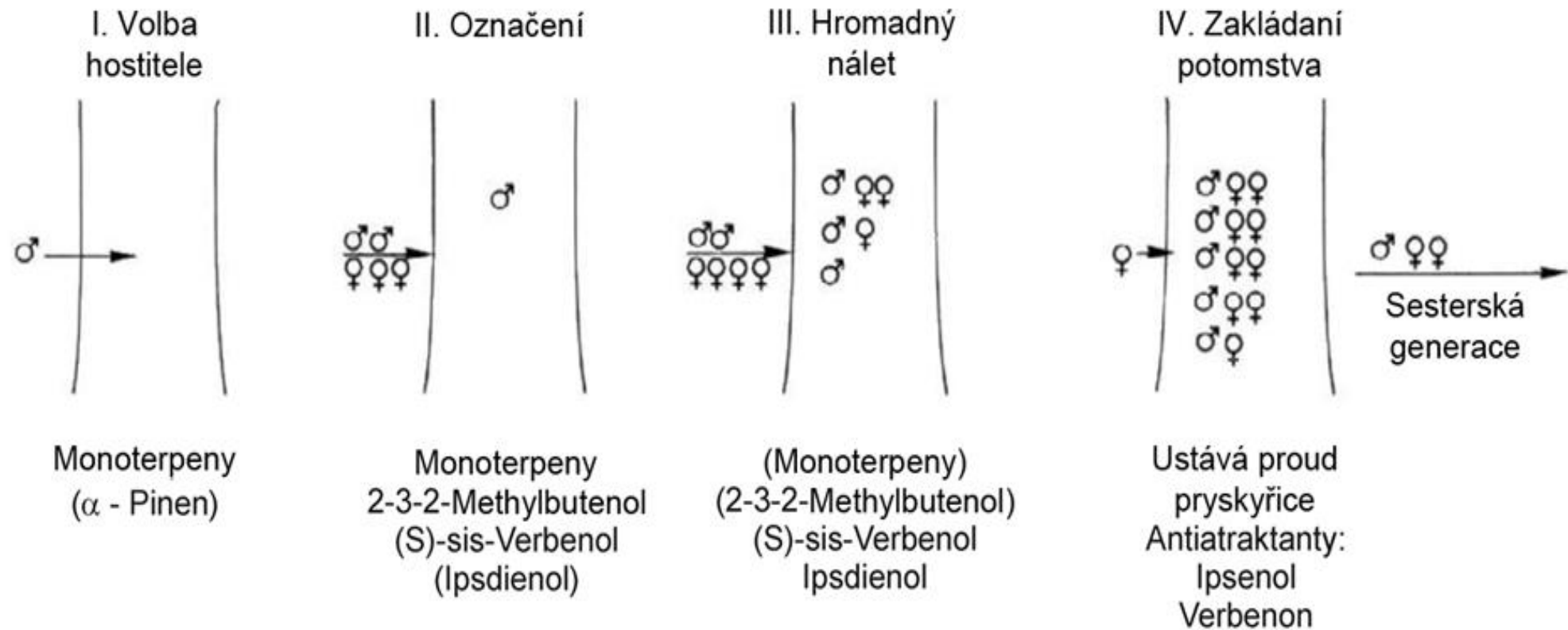


verbenone

Wermelinger B.: *Forest Ecology and Management*, 202,67, (2004)

Schiebe C., Attraction and Resistance in the *Picea abies* – *Ips typographus* System. PhD. THESIS, Acta Universitatis agriculturae Sueciae (2012)

# A. Mechanismus náletu *Ips typographus* na hostitelský smrk



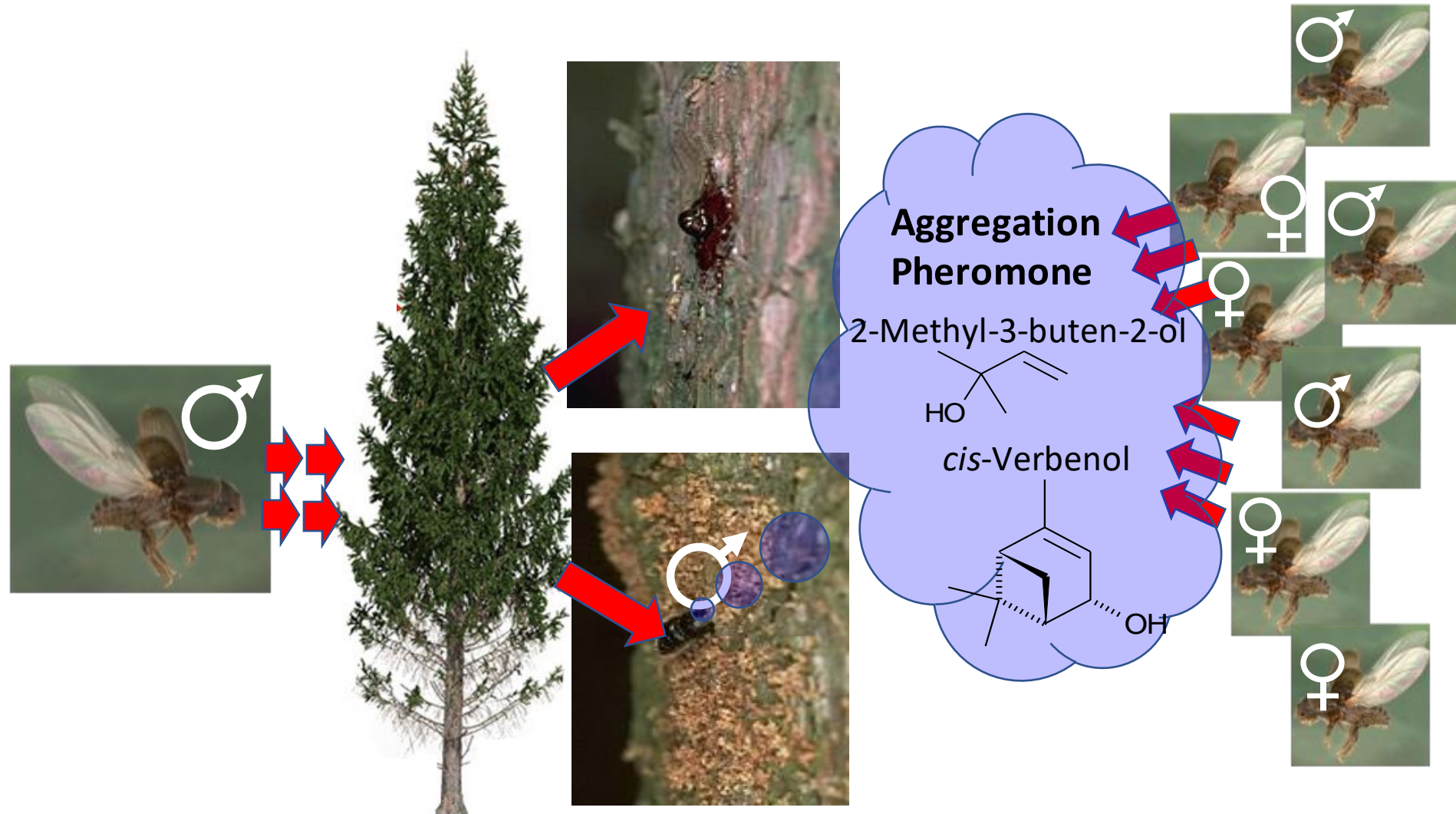
**Primární atrakce  
(náhodné přistání)**

**Agregační feromon**

**Antiatraktant  
Switch feromon**

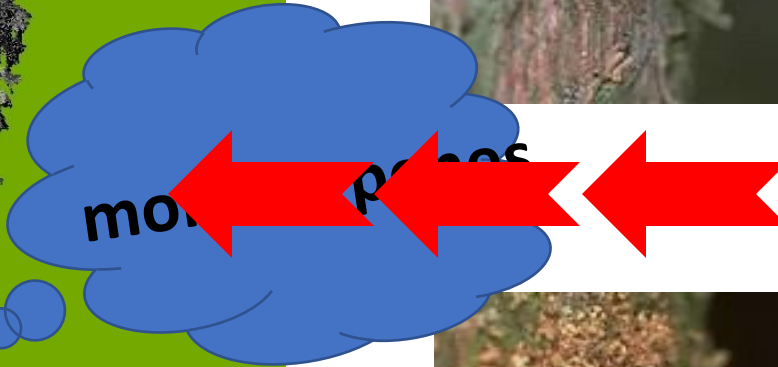
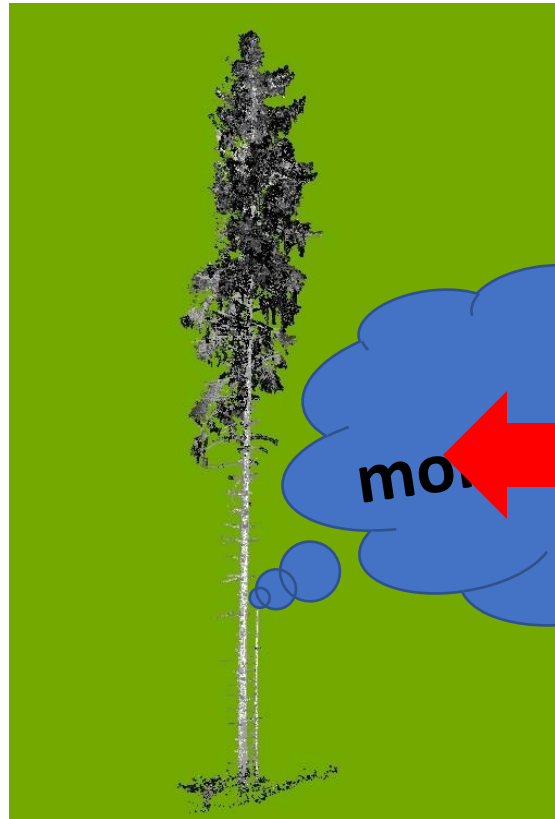


# Attack dynamic of Norway spruce by the *Ips typographus*



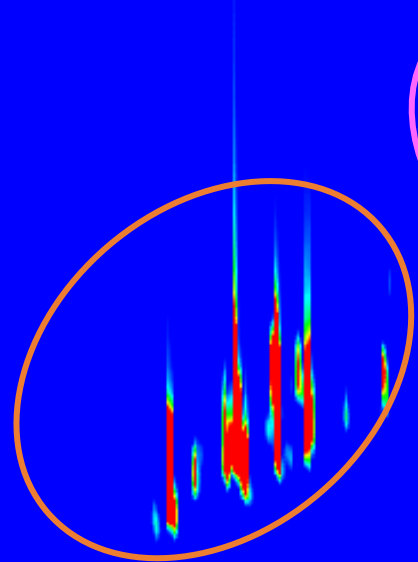
# Mechanismus výběru hostitelského stromu

## A. primární atrakce

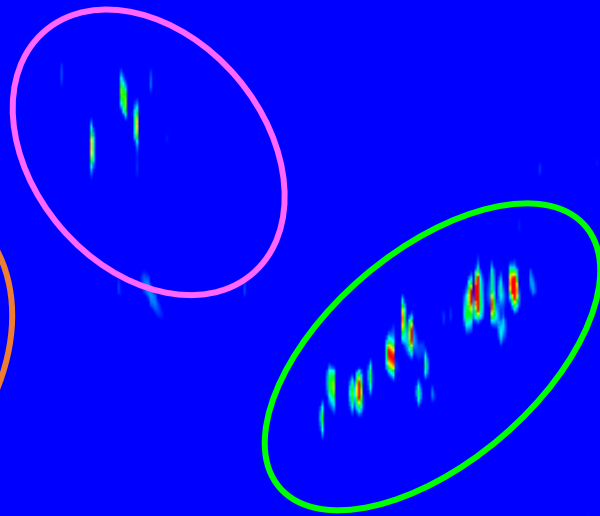


# GC×GC-TOFMS analýza těkavých látek smrku

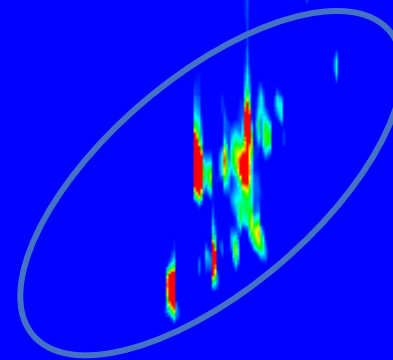
---



Monoterpenes

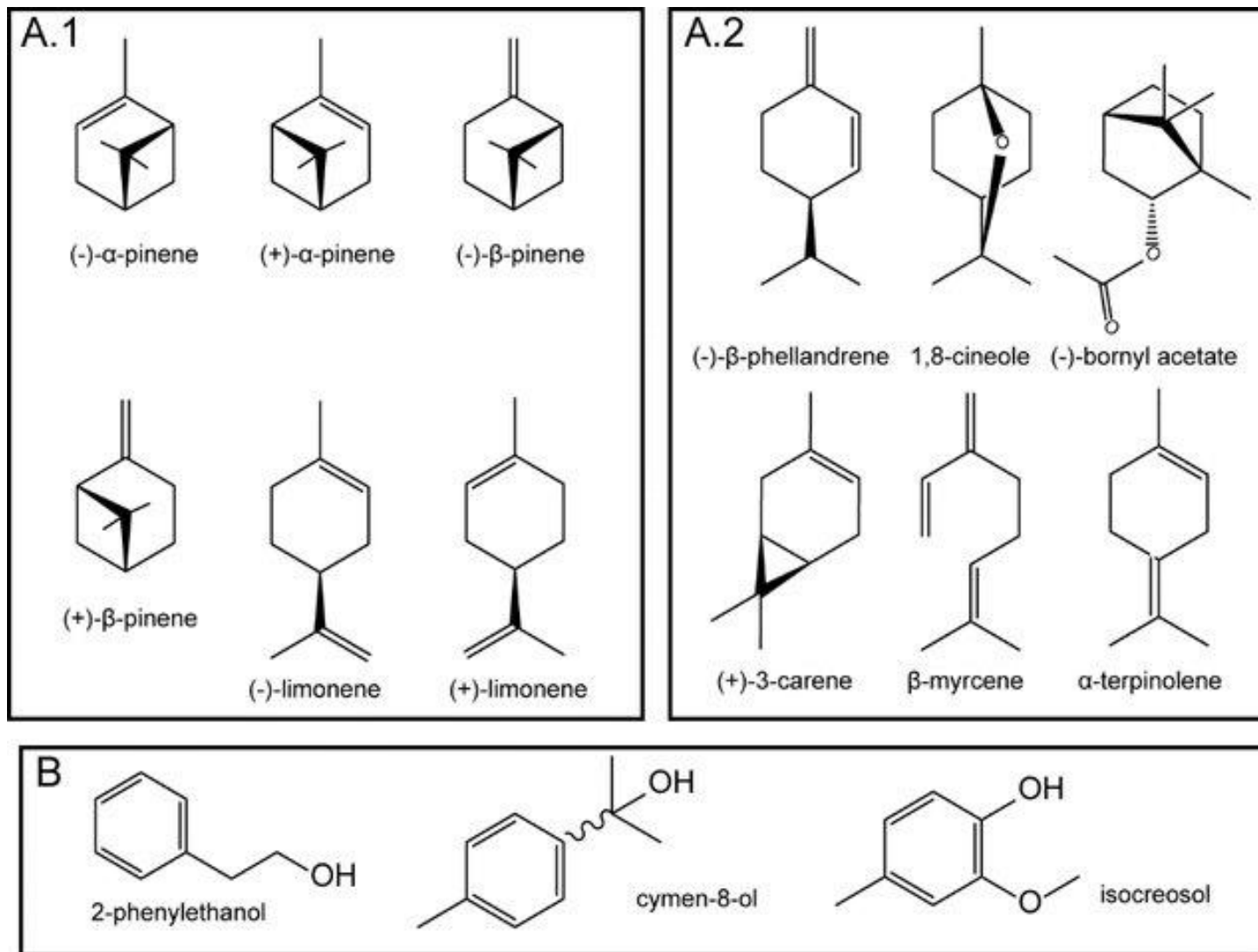


Sesquiterpenes

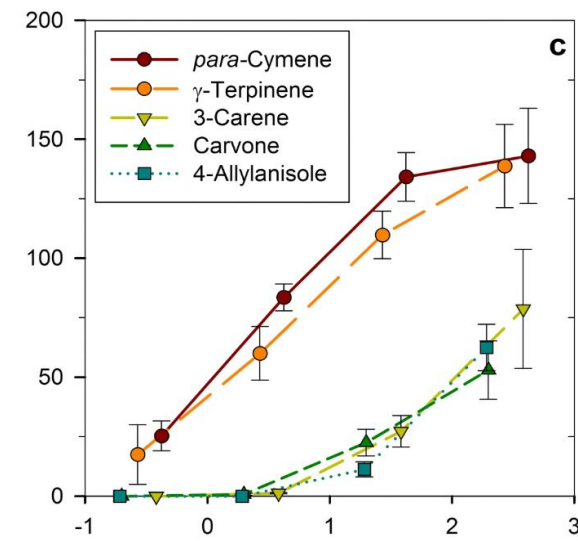
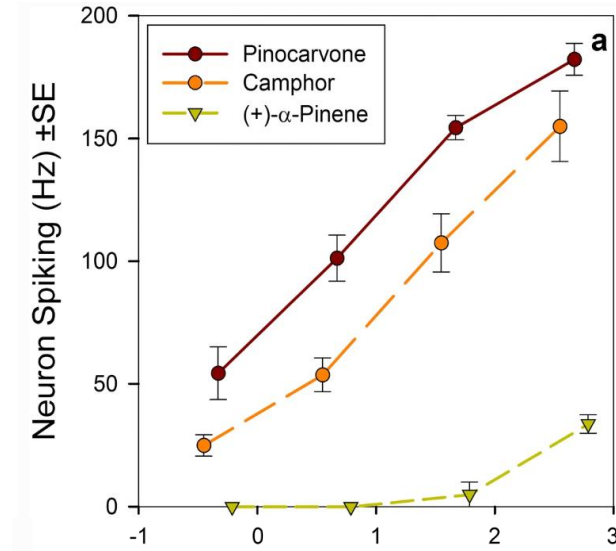
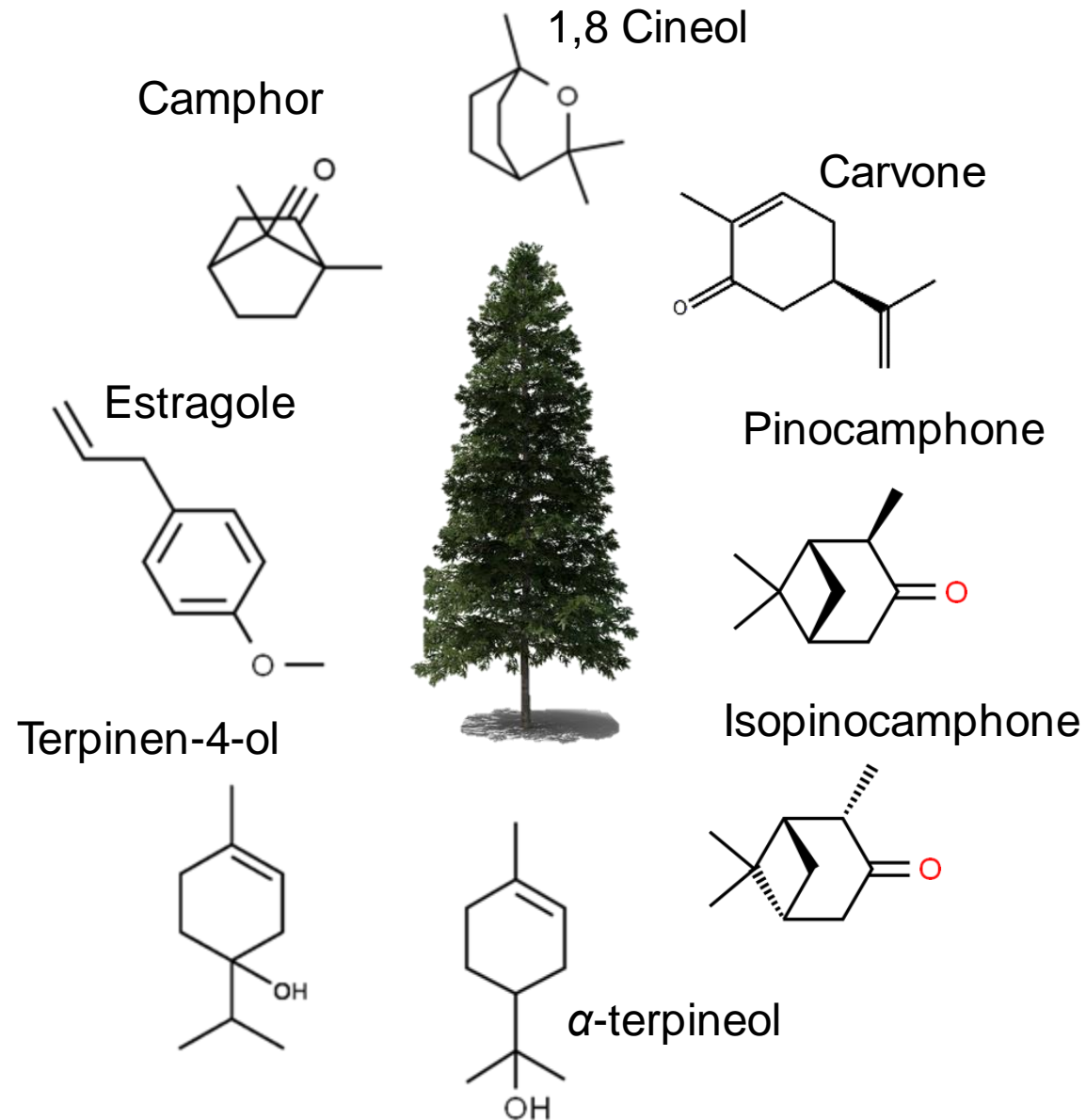


Diterpenes

# Monoterpenické uhlovodíky + oxidované monoterpeny + krátké fenoly



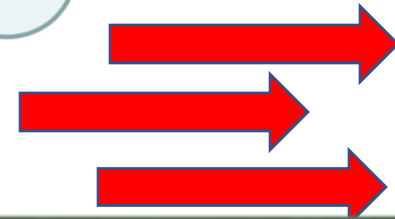
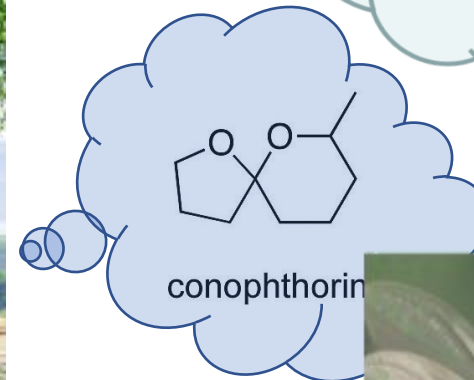
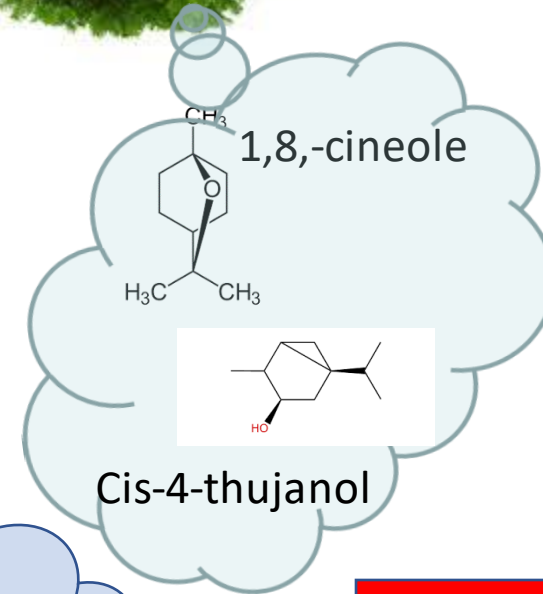
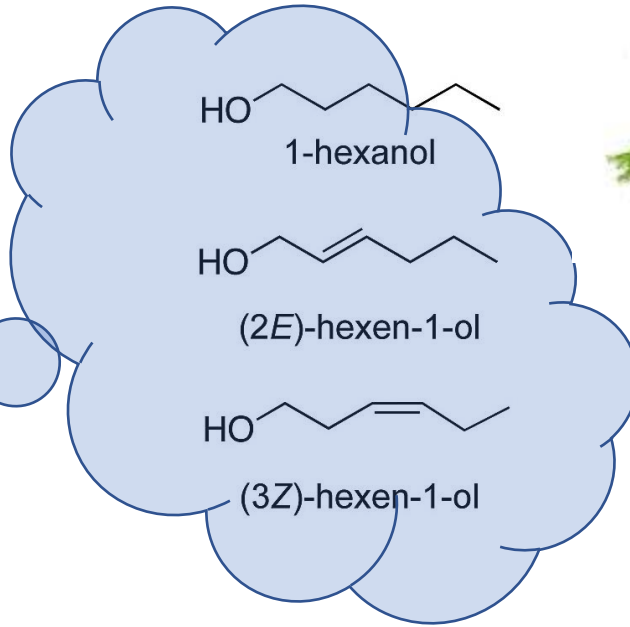
# Oxidované monoterpeny, látky s malým zastoupením, ale velkou odezvou na broučím tykadle



Host elicit responses via antenna of *I. typographus*

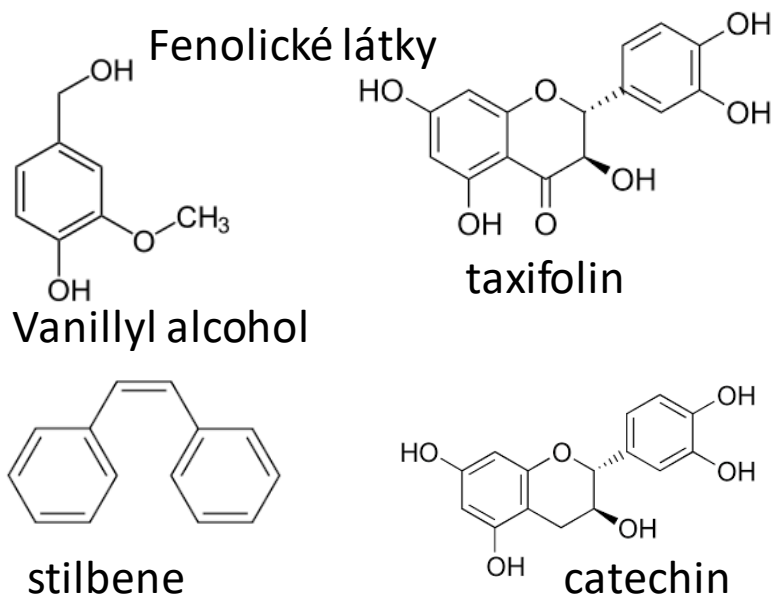
# Mechanismus výběru hostitelského stromu

## B. Vyhýbání se nevhodnému habitatu

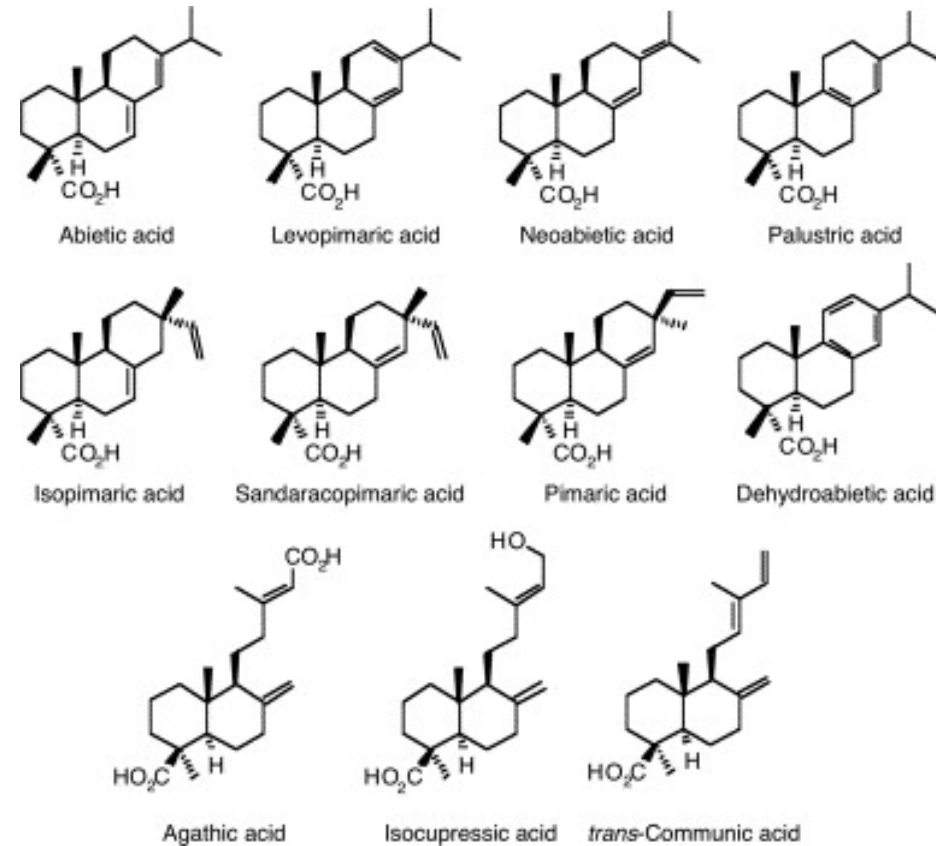


# Mechanismus výběru hostitelského stromu

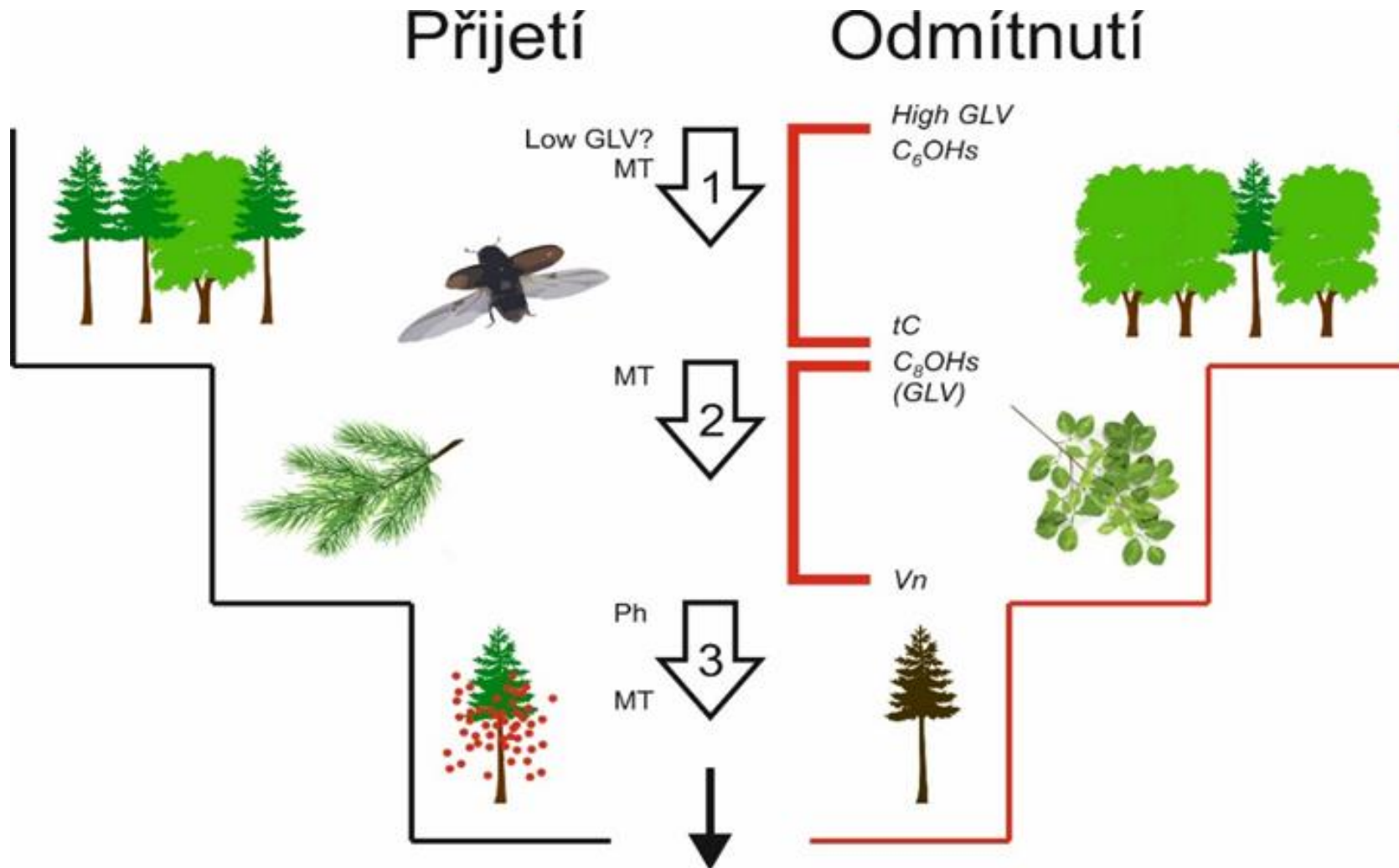
## B. Teorie náhodného přistání a „ochutnání“ vhodnosti hostitele (short range)



### Dieterpenické kyseliny z pryskyřice



# Interakce hostitelského prostředí s lýkožroutem smrkovým



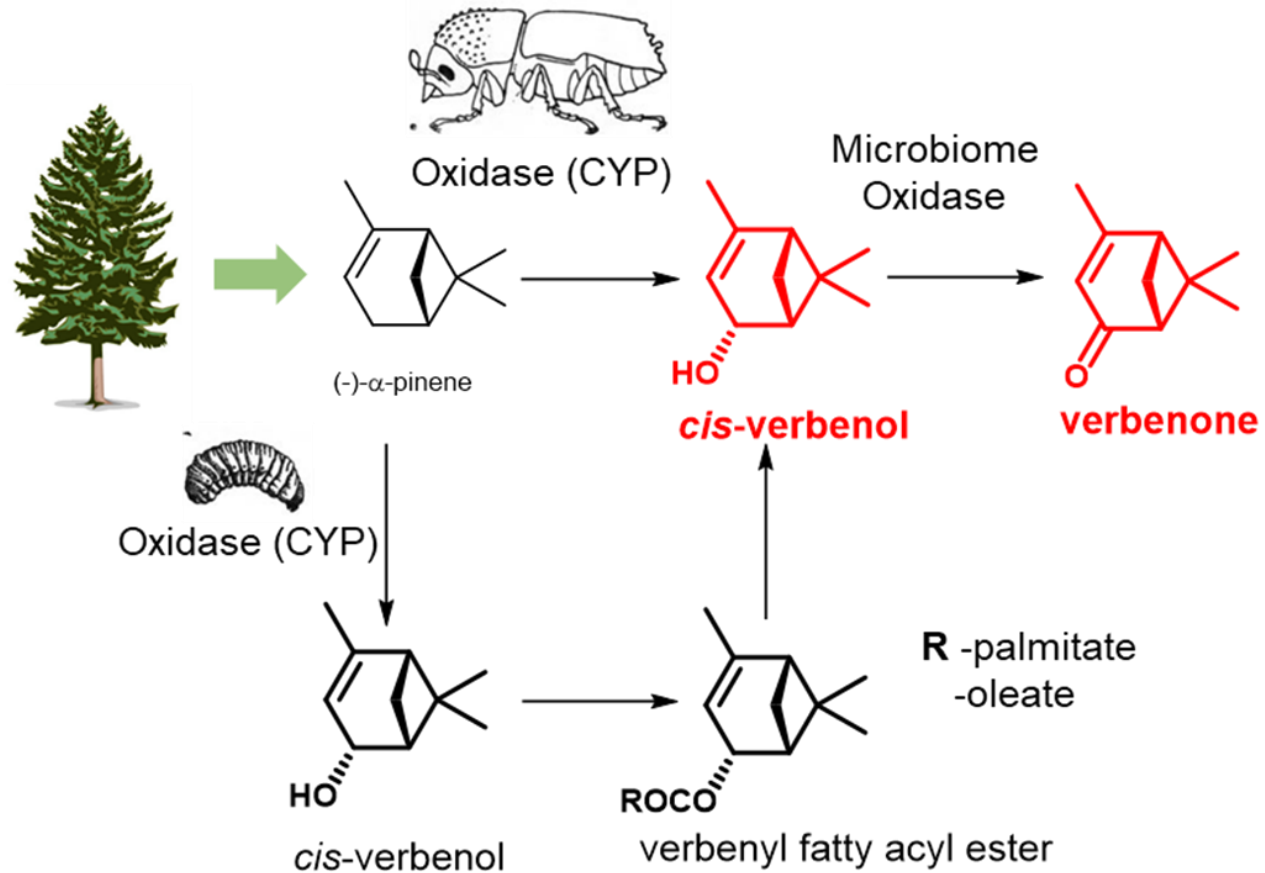
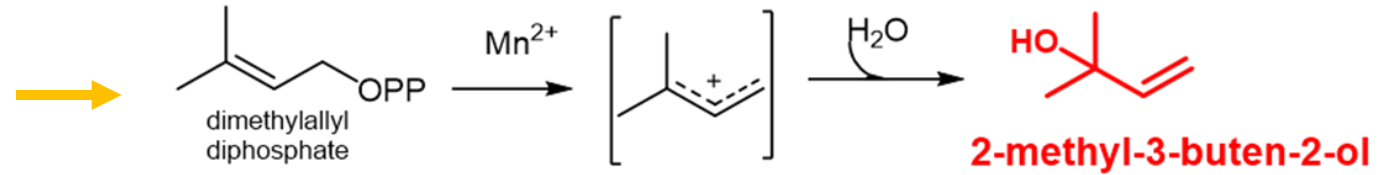


Biosyntéza agregačního feromonu  
*Ips typographus*



*de novo*, Methylbutenol synthase

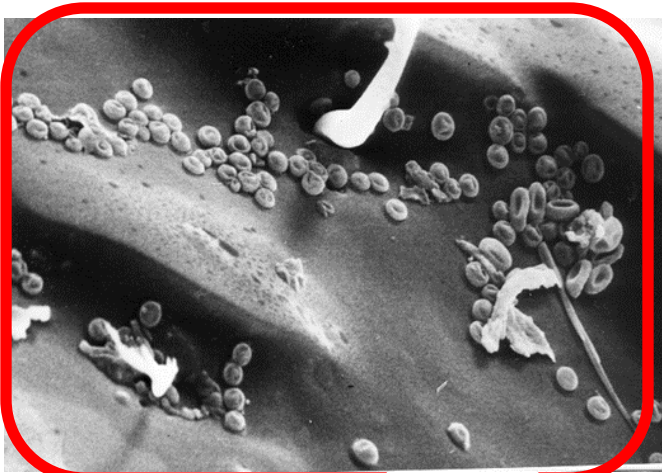
Mevalonatový řetězec





## Chemicko ekologická nika *Ips typographus* -další aspekty z prostředí

- **Ophistomatoidní houby**



Symbiotické, asociované houby (blue stain fungi, Ophiostoma, Ceratostyis – Endoconodiophora. Leptographium atp.



2-Phenyl ethanol,

2-Phenylethyl acetate

3-Methyl-1-butanol (isopentenylalcohol)

2-Methyl-1-butanol

3-Methyl-1-butyl acetate (isoamylacetate)

2-Methyl-1-butyl acetate, (2-methylbutylacetate)

Geranyl acetone

Geranyl acetate

**Typographus pheromone**

**+ Volatiles emitted by ophiostomatoid symbiotic fungi**

Chemical structures shown:

- CC(C)C(=O)OCC(C)C
- CC(C)C(=O)OCC(C)C
- CC(C)C(=O)OCC(C)C
- CC(C)C(=O)OCC(C)C
- CC(C)C(=O)OCC(C)C
- CC(C)C(=O)OCC(C)C

**Fungi mycelia inoculated on agar in perforated Petri dish**

**Dispensers with fungi compounds**



## Parazity, mites



## Predátoři



- Brouci (Cleridae)
- mouchy (Dolichopodidae)
- Parazitické vosičky (Pteromalidae, Braconidae) –lákány těkavými látkami ze stromů 9oxidované monoterpeny)

*Thanasimus*, petrokorečník, lákán feromonem