



VETERINÁRNÍ UNIVERZITA BRNO
FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE

Anatomie a histologie včely medonosné (*Apis mellifera*)

Ústav ekologie a chorob zoozvířat, zvěře, ryb a včel

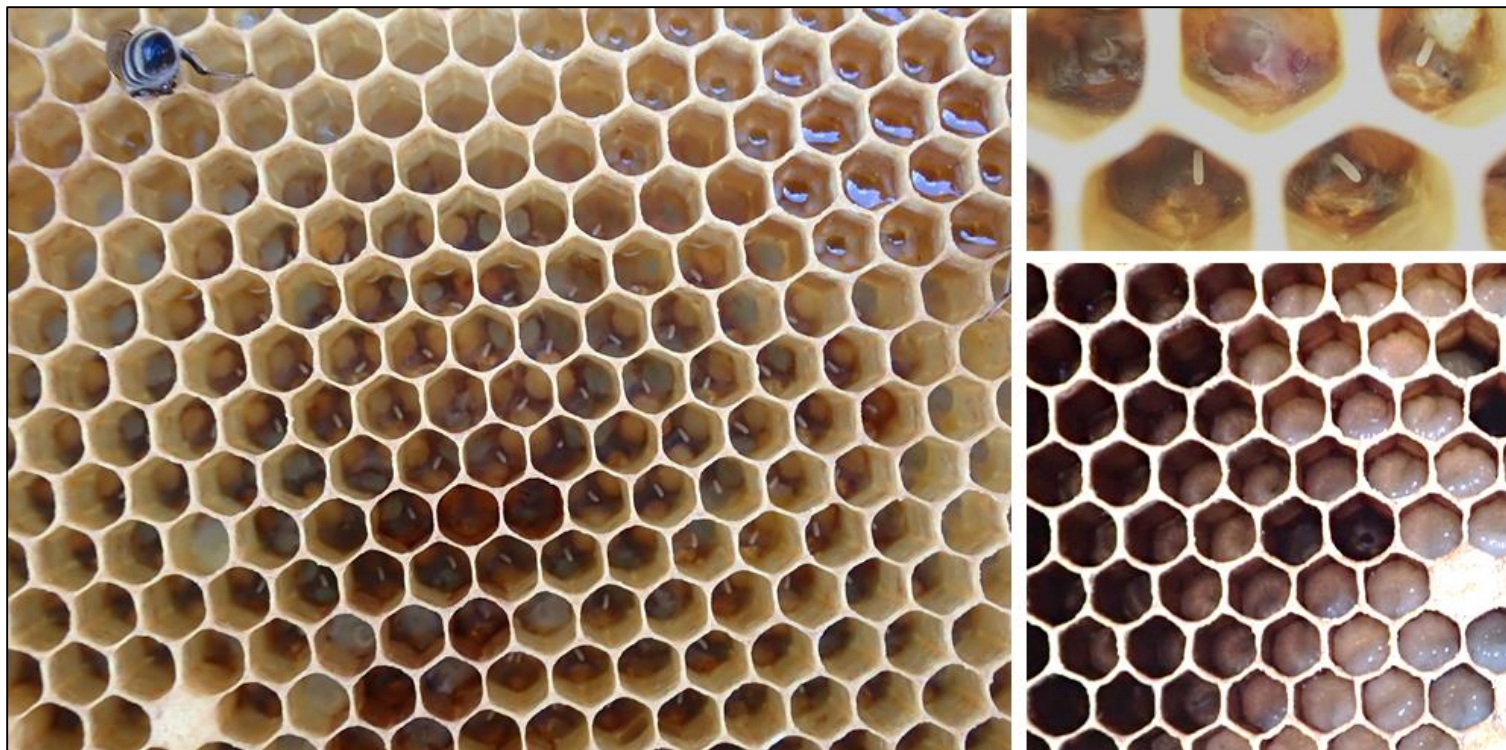
Kristýna Kubínková, Ivana Papežíková

IVA VETUNI Brno, 2023

Včelstvo a jeho součásti

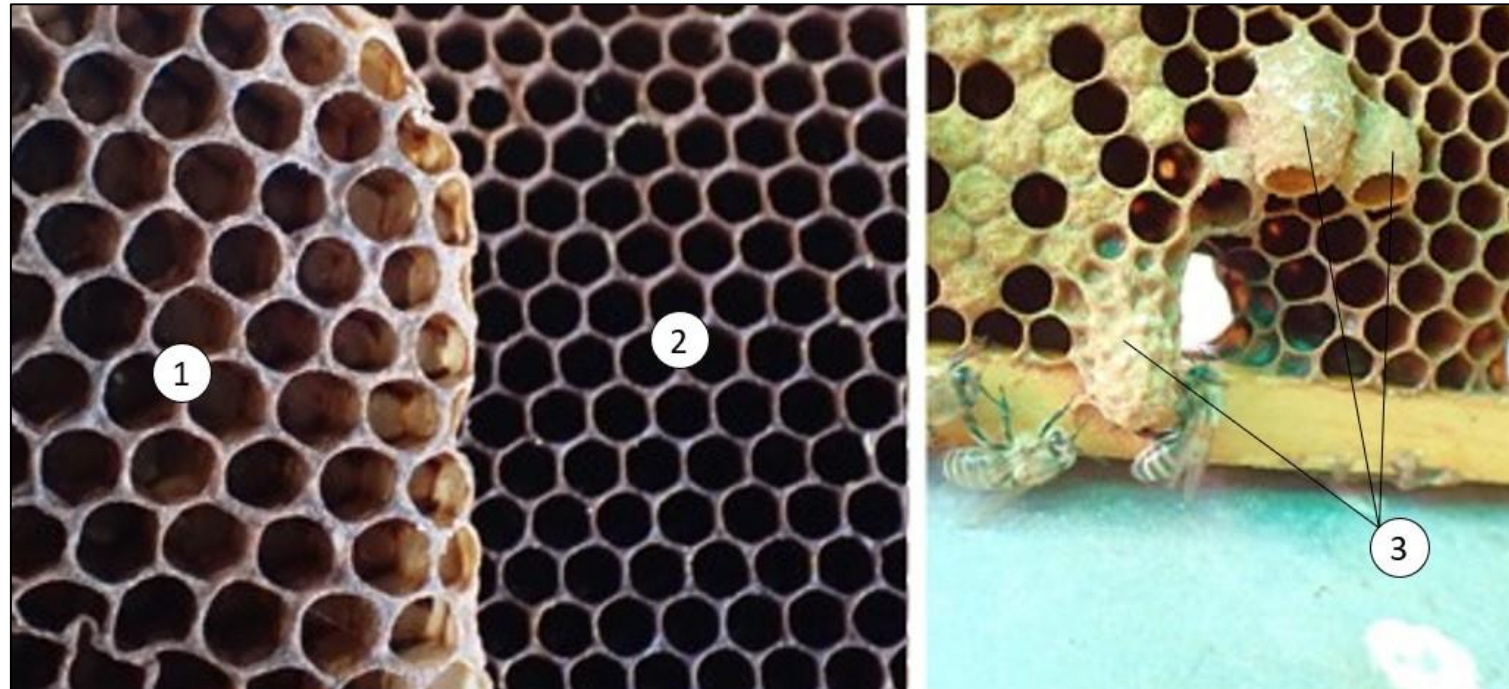
- Základní biologická jednotka – včelstvo
- Tři kasty včel – rozdílná morfologie i funkce ve včelstvu
 - Matka, dělnice – součást včelstva celoročně
 - Trubec – ve zdravém včelstvu obvykle jen v jarním a letním období
- Součást včelstva
 - Včelí plod – juvenilní jedinci (vajíčka, larvy, předkukly a kukly)
 - Včelí dílo – voskové plásty, tři typy buněk – dělničí, trubčí a mateří

Včelstvo a jeho součásti



Včelí plod. Vlevo: vajíčka. Vpravo nahoře: detail vajíček a čerstvě vylíhlých larev. Vpravo dole: stočené larvy těsně před zavíčkovaním

Včelstvo a jeho součásti



Včelí dílo. 1: trubčí buňky, 2: dělničí buňky, 3: matečnický

Včelstvo a jeho součásti

- Dělnice
 - Velikost 12–14 mm
 - Vývoj v šestibokých buňkách o průměru přibližně 5,5 mm
 - V úlu desítky tisíc
 - Zakrnělá pohlavní soustava

Včelstvo a jeho součásti

- Matka
 - Velikost 20–25 mm
 - Vývoj ve velké vejčité buňce – matečnicku (na plástu umístěna vertikálně)
 - Dlouhý zadeček, kaudálně přesahuje za konec složených křídel – kladení vajíček až na dno plástové buňky
 - V úlu obvykle pouze jedna

Včelstvo a jeho součásti

- Trubci
 - Velikost cca 20 mm
 - Vývoj v šestibokých nebo válcovitých buňkách o průměru 6,15 – 6,90 mm
 - Zavalité tělo, tupě zakončený zadeček, zepředu kulatá hlava a velké oči
 - Není vyvinut žihadlový aparát
 - V úlu stovky až tisíce

Včelstvo a jeho součásti



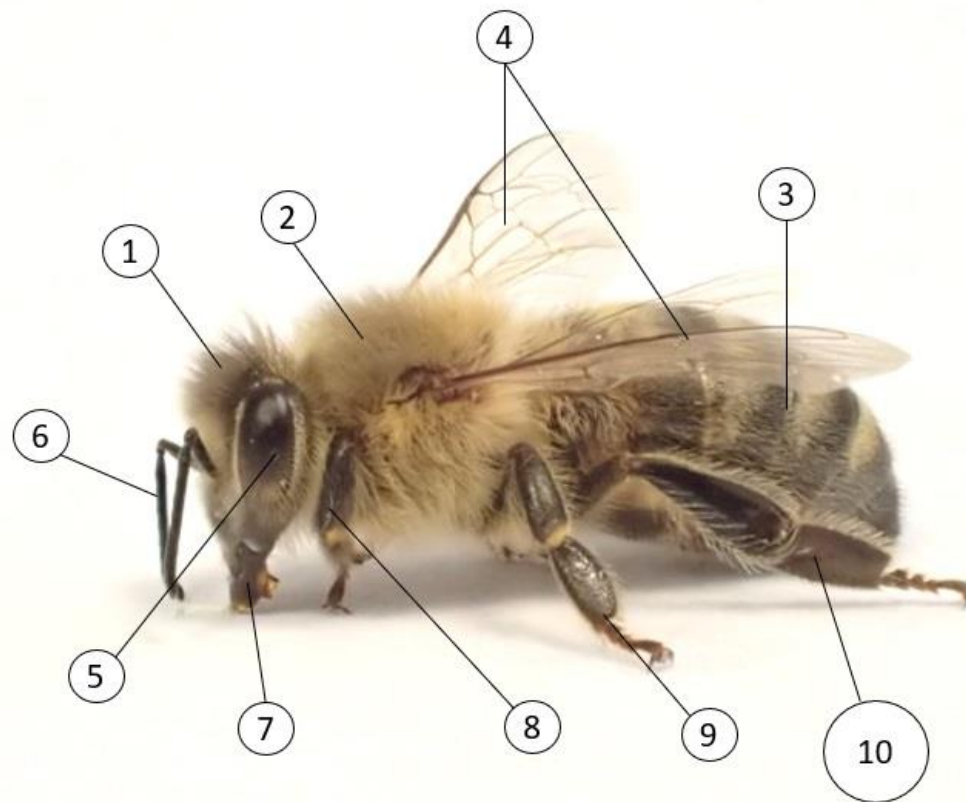
Porovnání velikosti a morfologie jednotlivých včelích kast. Zleva: trubec, matka, dělnice

Anatomie dospělých včel

TĚLO (*corpus*)

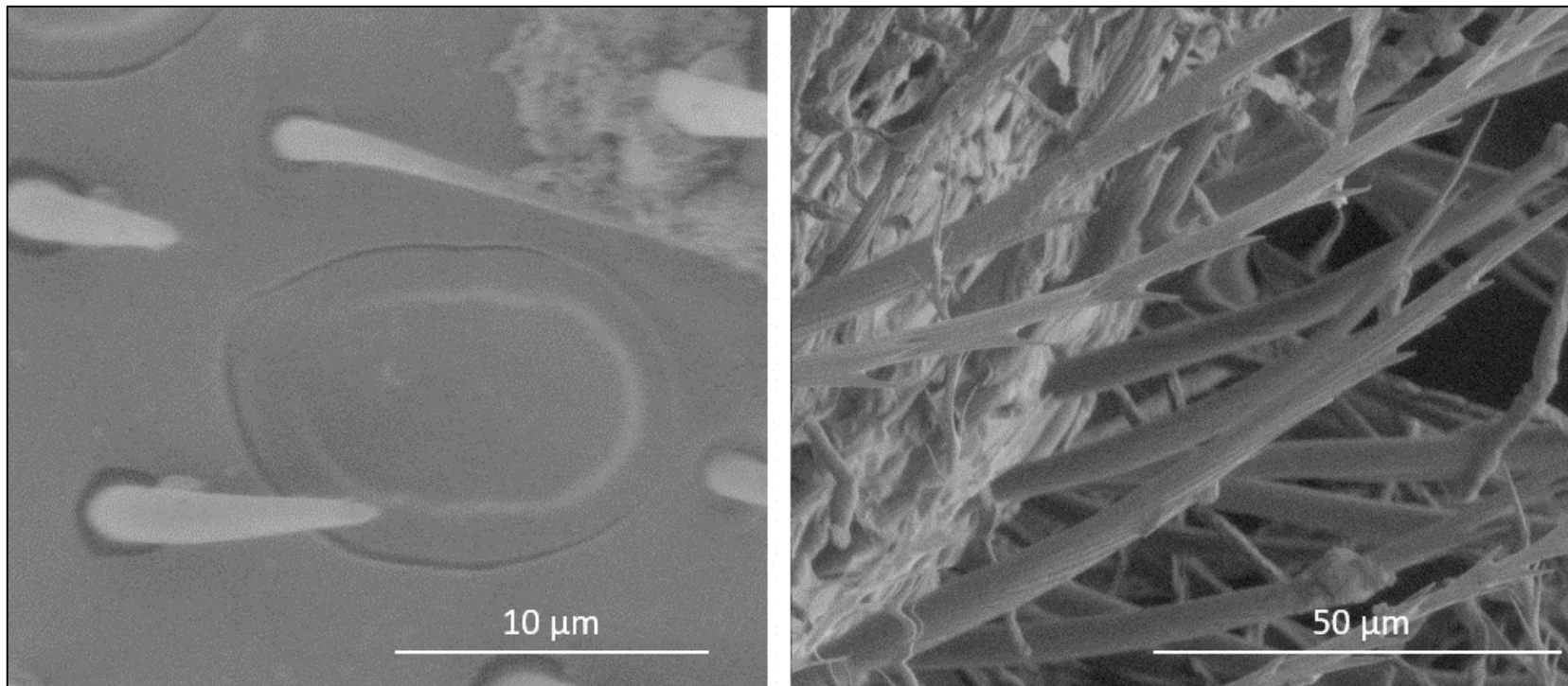
- Děleno na hlavu (*caput*), hrud' (*thorax*) a zadeček (*abdomen*)
- Kryto kutikulou
 - Opora těla, ochrana před mechanickým poškozením a vysycháním
 - Základem polysacharid – chitin
 - Funkční rozdělení – pevné štítky (sklerity), pružné intersegmentální membrány
- Na povrchu několik typů chloupků (*setae*)
 - Funkce – senzorická, ochranná, sběr pylu

Anatomie dospělých včel



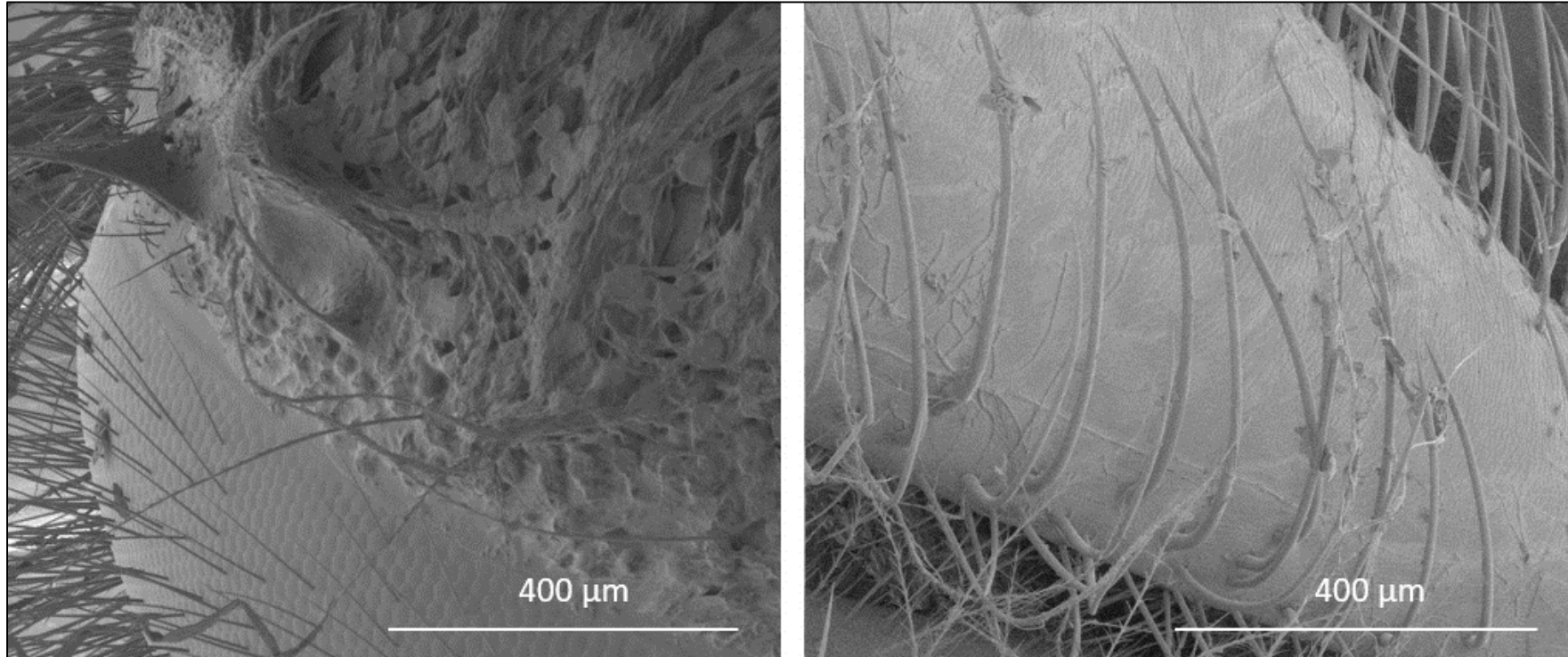
Vnější anatomie dospělé včely. 1: hlava, 2: hrud', 3: zadeček, 4: křídla, 5: složené oči, 6: tykadla, 7: ústní ústrojí, 8: noha 1. páru, 9: noha 2. páru, 10: noha 3. páru

Anatomie dospělých včel



Vlevo: detail krátkých sensorických chloupků, které jsou součástí vlasovitého smyslového ústrojí (*sensillum trichodeum*) a detail destičkového smyslového ústrojí (*sensillum placodeum*) na tykadle včely. **Vpravo:** detail rozvětvených chloupků, které se uplatňují při sběru pylu

Anatomie dospělých včel



Vlevo: řídké nerozvětvené chloupky na povrchu složeného oka. **Vpravo:** silné nerozvětvené chloupky pylového košíčku

Anatomie dospělých včel

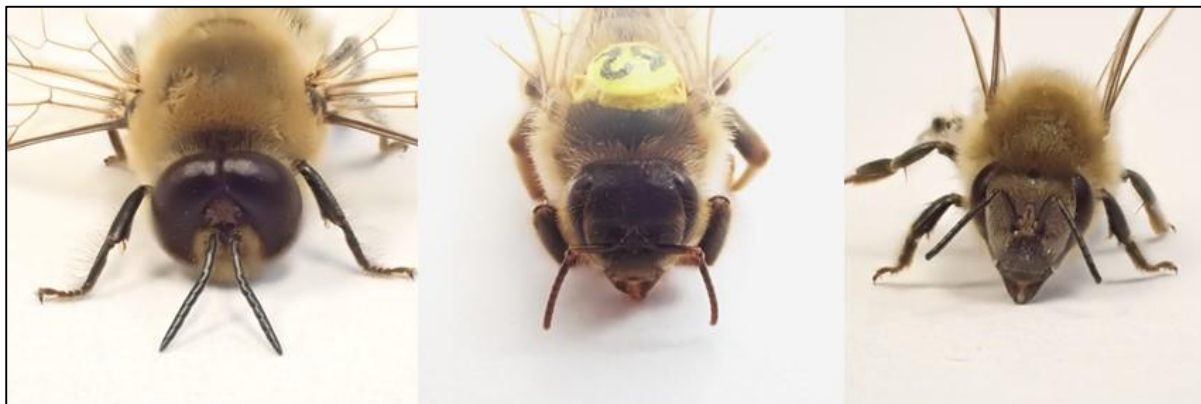


Na rozvětvených chloupkách na povrchu těla se při pohybu v květech snadno zachycují pylová zrna

Anatomie dospělých včel

HLAVA

- Dělnice – trojúhelníkovitý tvar
- Matka – srdcovitý tvar
- Trubec kruhový tvar



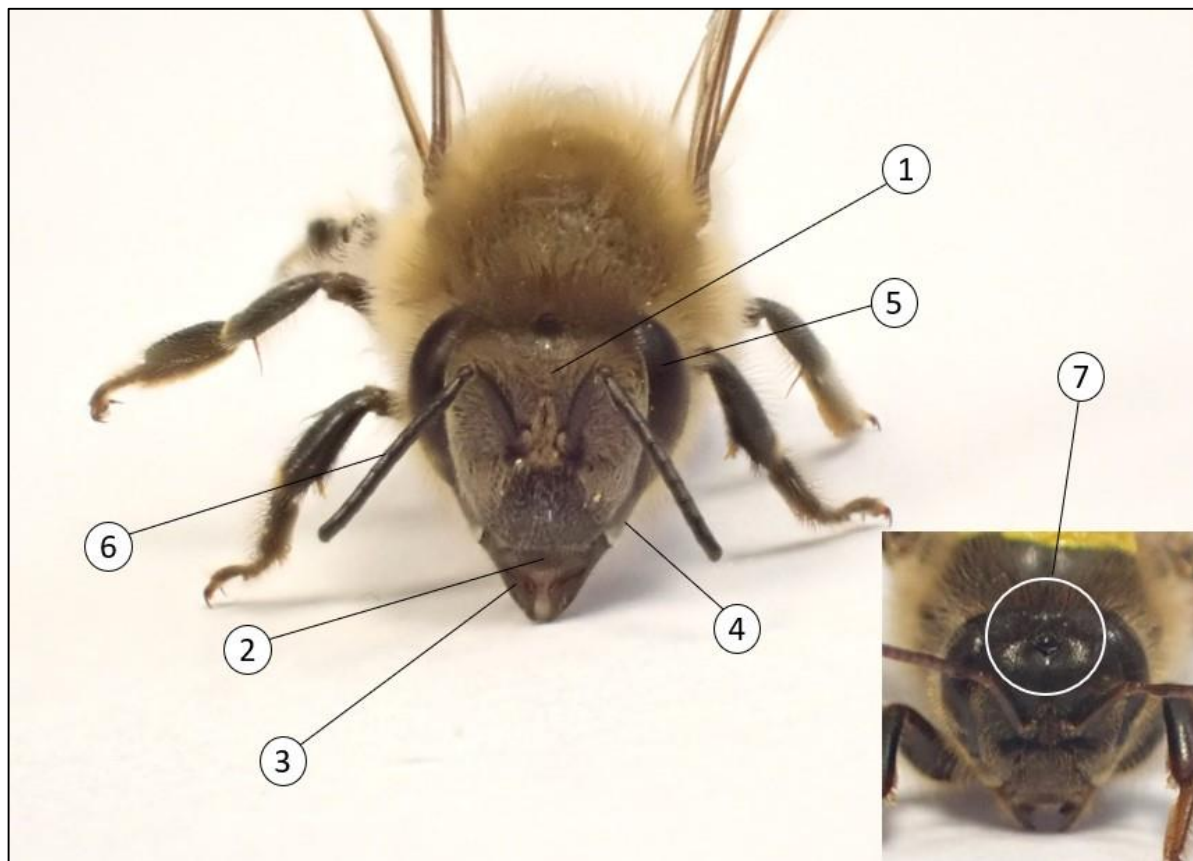
Zleva: hlava trubce, matky a dělnice

Anatomie dospělých včel

HLAVA

- Chitinový čelní štítek (*clypeus*) – dolní část se kloubí s horním pyskem (*labrum*)
- Laterálně líce (*genae*) – ve spodní části se kloubí s kusadly (*mandibulae*)
- Po stranách hlavy dvě velké složené oči (*oculi compositi*)

Anatomie dospělých včel



Hlava. 1: čelní štítek, 2: horní pysk, 3: kusadla, 4: líce, 5: složené oko, 6: tykadlo, 7: tři jednoduchá očka na hlavě matky

Anatomie dospělých včel

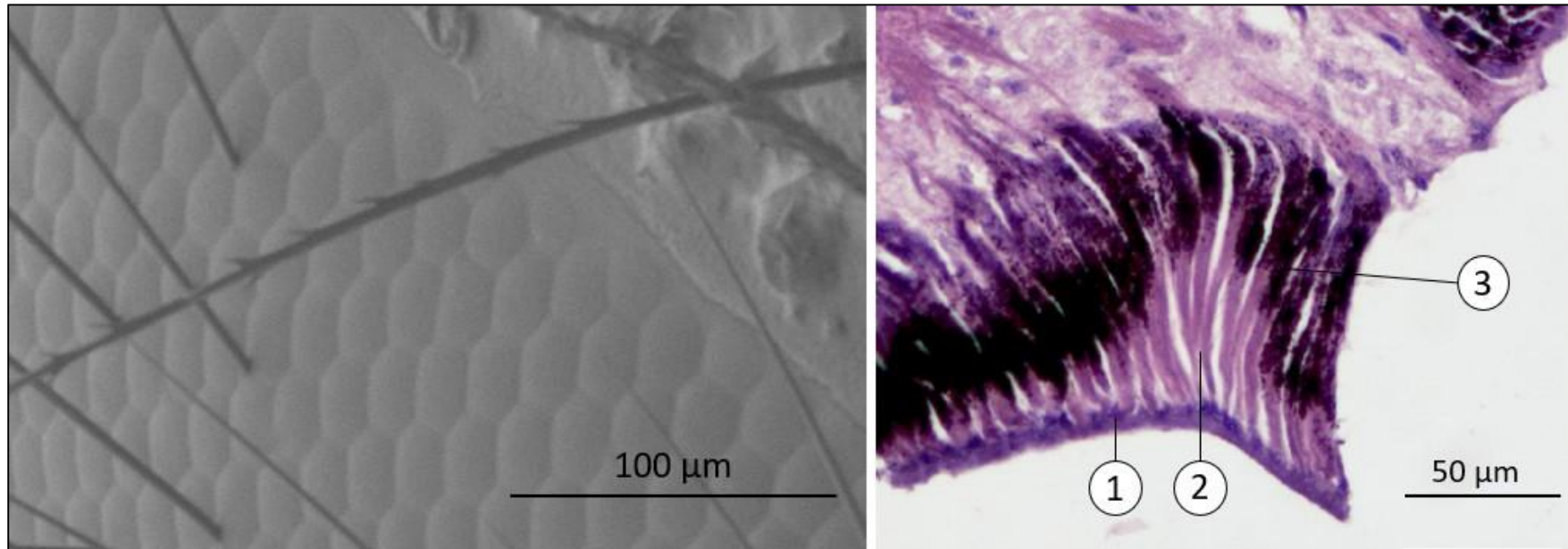
- **Složené oči**

- Z malých šestibokých oček (*ommatidií*) – každé je samostatným jednoduchým okem
- Tvar úzkého dlouhého kuželu
- Transparentní šestiboká rohovka, krystalinní kužel, senzorické a pigmentové buňky a optický nerv
- Povrch porostlý řídkými jednoduchými chloupky – mechanická ochrana
- Složené oči trubců výrazně větší, dvojnásobný počet ommatidií

- **Tři jednoduchá očka (*ocelli*)**

- Vnímání intenzity světla
- U dělnic a matek na temeni hlavy
- U trubců těsně nad tykadly

Anatomie dospělých včel

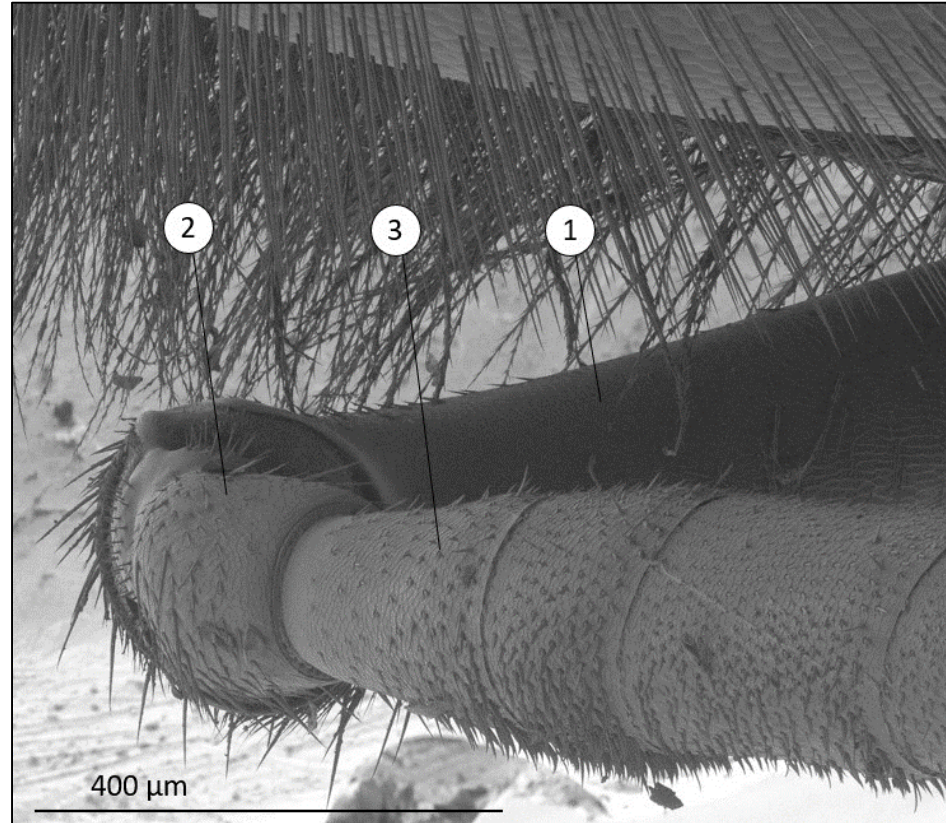


Vlevo: detail složeného oka pod skenovacím elektronovým mikroskopem. **Vpravo:** příčný řez složeným okem. 1: čočka, 2: krystalinní kužel, 3: pigmentové buňky

Anatomie dospělých včel

- **Párová tykadla (*antennae*)**
 - Násadec (*scapus*), prstenec (*pedicellus*), bičík (*flagellum*)
 - Bičík u matek a dělnic složen z 10 dutých chitinových článků, u trubce z 11 článků
 - Smyslová ústrojí čichu a hmatu - fungují zejména prostřednictvím drobných chloupků
 - Chemoreceptory a mechanoreceptory – reakce na pachové, chemické, mechanické a další podněty
- **Senzorické chloupky**
 - Po celém těle, nejvíce na hlavě a tykadlech
 - Ke kutikule připojeny kulovitým kloubkem
 - Pohyb dráždí nervová zakončení na spodní straně kloubu
 - Další funkcí – detekce feromonů, hledání potravy a vody, hledání vhodného místa pro kladení vajíček

Anatomie dospělých včel



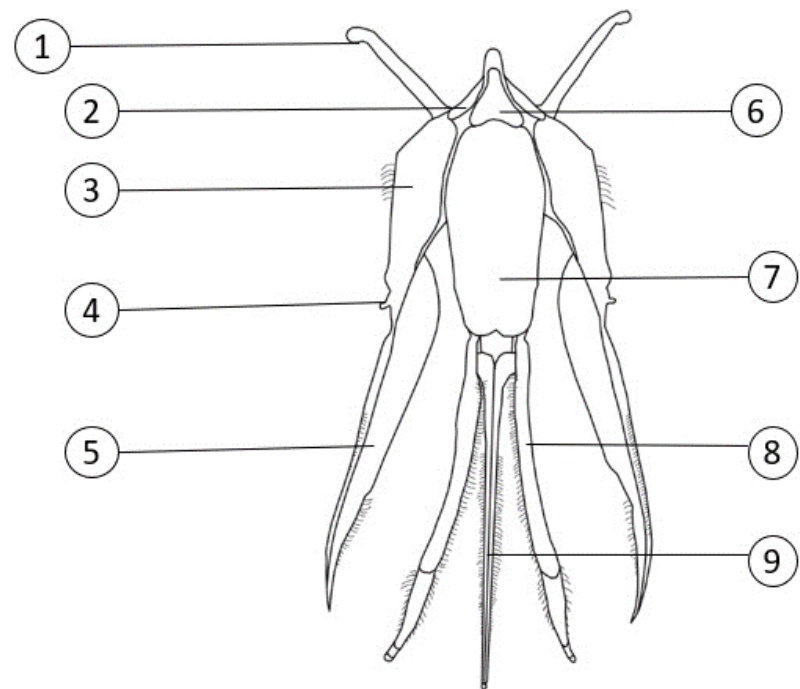
Detail tykadla pod skenovacím elektronovým mikroskopem. 1: násadec, 2: prstenec, 3: bičik složený z článků

Anatomie dospělých včel

- **Ústní ústrojí**

- **Horní pysk** (*labrum*) – plochá destička kryjící bázi párových kusadel, která jsou kloubně napojena na líce a čelní štítek
- **Kusadla** (*mandibulae*) – vybíhají v dlátovitou kousací plochu, ohraničují ze svrchní strany ústní otvor
- **Sosák** (*proboscis*) – ústrojí lízavě savé
 - Párové čelisti, nepárový dolní pysk
 - Klidový stav – sosák složen do tvaru písmene Z v mělké prohlubni na spodině hlavy (ústní pole)
 - Při vysunutí sosáku se přiloží pysková makadla (*palpi labiales*) k dásním (*galeae*) a vytvoří vzduchotěsnou rourku, ve které se pohybuje nepárový jazýček (*glossa*) zakončený lžičkou (*labellum*)

Anatomie dospělých včel



Stavba sosáku včely (upraveno podle Snodgrass, 2010). Čelisti (*maxillae*, 1–5) a dolní pysk (*labium*, 6–9). 1: stěžej (*cardo*), 2: uzdička (*lorum*), 3: násadec (*stipes*), 4: makadlo čelisti (*palpus maxillaris*), 5: dáseň (*galea*), 6: podbradek (*submentum*), 7: brada (*mentum*), 8: pyskové makadlo (*palpus labialis*), 9: jazýček (*glossa*)

Anatomie dospělých včel



Vlevo: ústní ústrojí dělnice. 1: čelisti, 2: pysková makadla, 3: jazýček.

Vpravo: nahore: ústní ústrojí matky (sosák je výrazně kratší než u dělnic); dole: detail jazýčku dělnice

Anatomie dospělých včel

HRUĎ (*thorax*)

- Tři hrudní články
 - Předohrud' (*prothorax*)
 - Středohrud' (*mesothorax*)
 - Zadohrud' (*metathorax*)
- K nim se kaudálně přikládá tzv. krycí článek (bedro, *propodeum*)
 - Patří vývojově k zadečku
- Kaudální část bedra – stopkovité zúžení mezi hrudí a zadečkem (*petiola*)
 - Ohýbání zadečku (např. při použití žihadla)
- Každý článek tvořen částí dorsální (*tergit, notum*) a ventrální (*sternit*), spojeny částí boční (*pleura*)
- Kloubně připojeny tři páry nohou a dva páry křídel
- Z každého hrudního článku jeden pár nohou, křídla ze středohrudi a zadohrudi

Anatomie dospělých včel

KOSTRA NOHOU

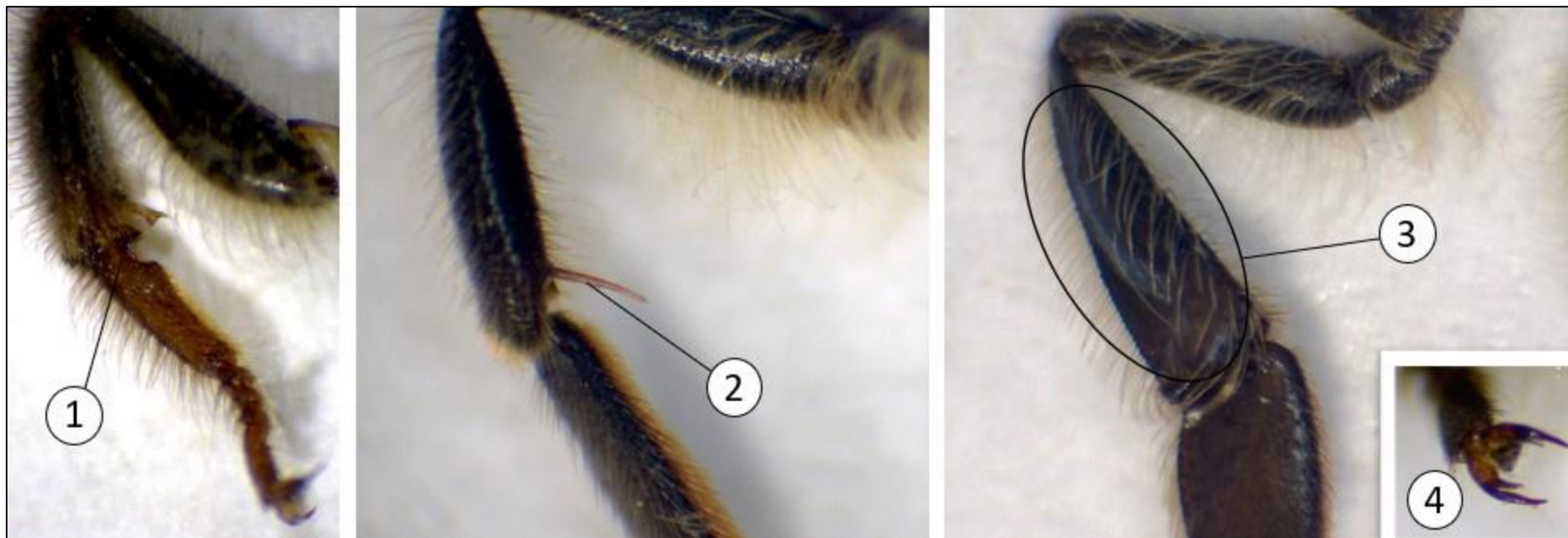
- Z chitinových článků
- Kyčel (*coxa*), příkyčlí (*trochanter*), stehno (*femur*), holeň (*tibia*), pata (*metatarsus*), chodidlo (*tarsus*)
- Chodidlo – pět článků, poslední opatřen přilnavým polštářkem a dvěma drápkami
- Proximální konec paty prvního páru nohou – půlkruhovitý žlábek s chitinovými tuhými chlupy (čištění tykadel)
 - Vyvinut u dělnic, u matek i u trubců
- Druhý pár nohou dělnic vybaven dlouhým trnem k vypichování rouskového pylu z košíčku
- Třetí pár nohou – nejmohutnější, u dělnic pylový košíček
- Pohyb ovládají svaly uvnitř některých článků

Anatomie dospělých včel



Vlevo noha 3. páru. 1: kyčel, 2: příkyčlí, 3: stehno, 4: holeň, 5: chodidlo složené z pěti článků, 6: pata (první a největší článek chodidla). **Uprostřed noha 2. páru.** **Vpravo noha 1. páru**

Anatomie dospělých včel



1: detail ústrojí na čištění tykadel na noze prvního páru, 2: trn na vypichování pylové rousky na noze 2. páru, 3: pylový košíček na noze třetího páru, 4: poslední článek chodidla s přilnavým polštářkem a drápky

Anatomie dospělých včel



Vlevo: dělnice s pylovou rouskou v košíčku. **Vpravo:** dělnice s pylovým košíčkem naplněným pryskyřicí

Anatomie dospělých včel

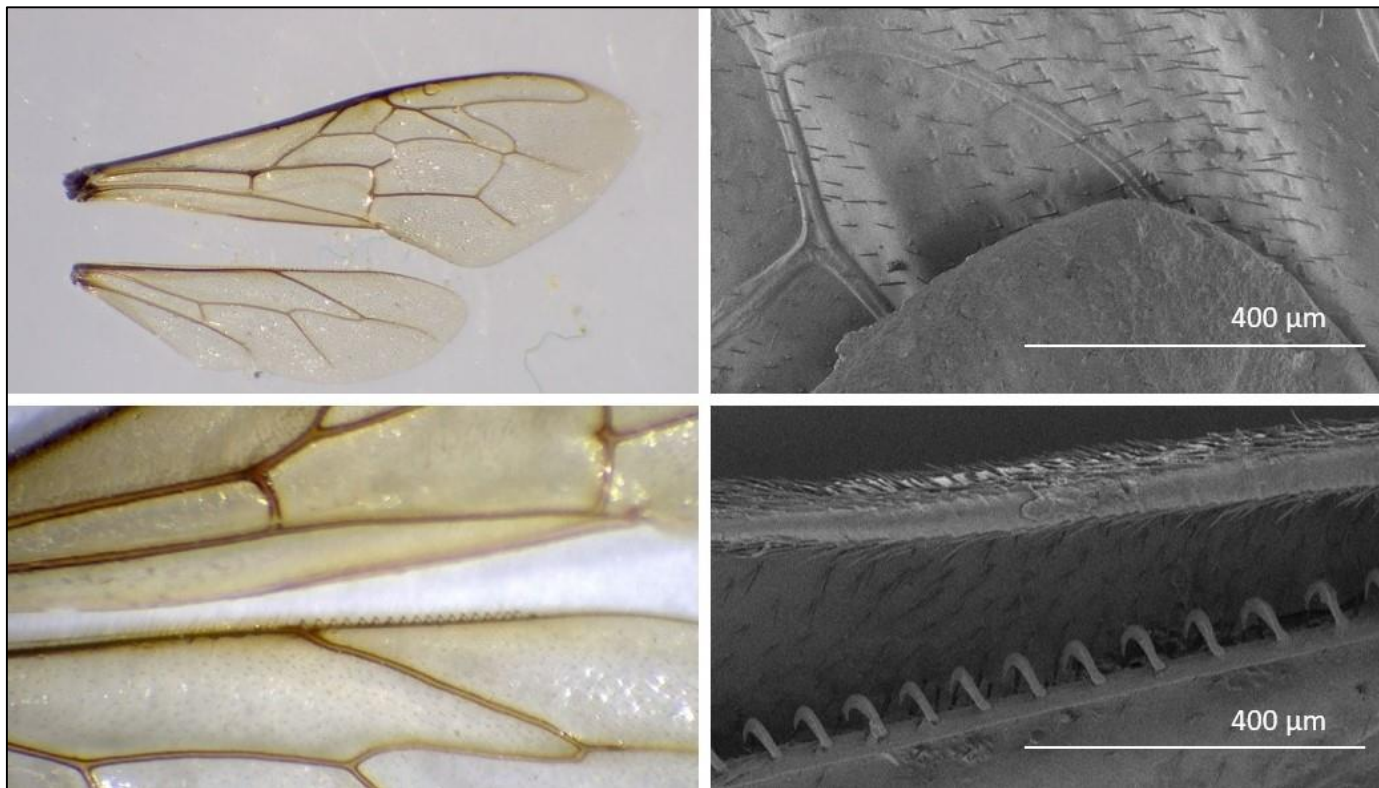
- **Pylový košíček (*corbicula*)**
 - Na vnější straně holeně dělnic
 - Mělká lysá prohlubeň orámovaná tuhými chloupky
 - Na distálním konci trn, kolem něhož včela začíná nabalovat pyl a formovat tzv. pylovou rousku
 - Přenos pryskyřice pro tvorbu propolisu
 - U trubců a matek chybí
 - Kartáčky na vnitřní straně pat - zachycují pyl později ukládaný do košíčků
- **Strunkový orgán (*sensillae chordotinales*)**
 - V holeních všech párů nohou
 - Smyslové ústrojí sluchu a rovnováhy

Anatomie dospělých včel

BLANITÁ KŘÍDLA

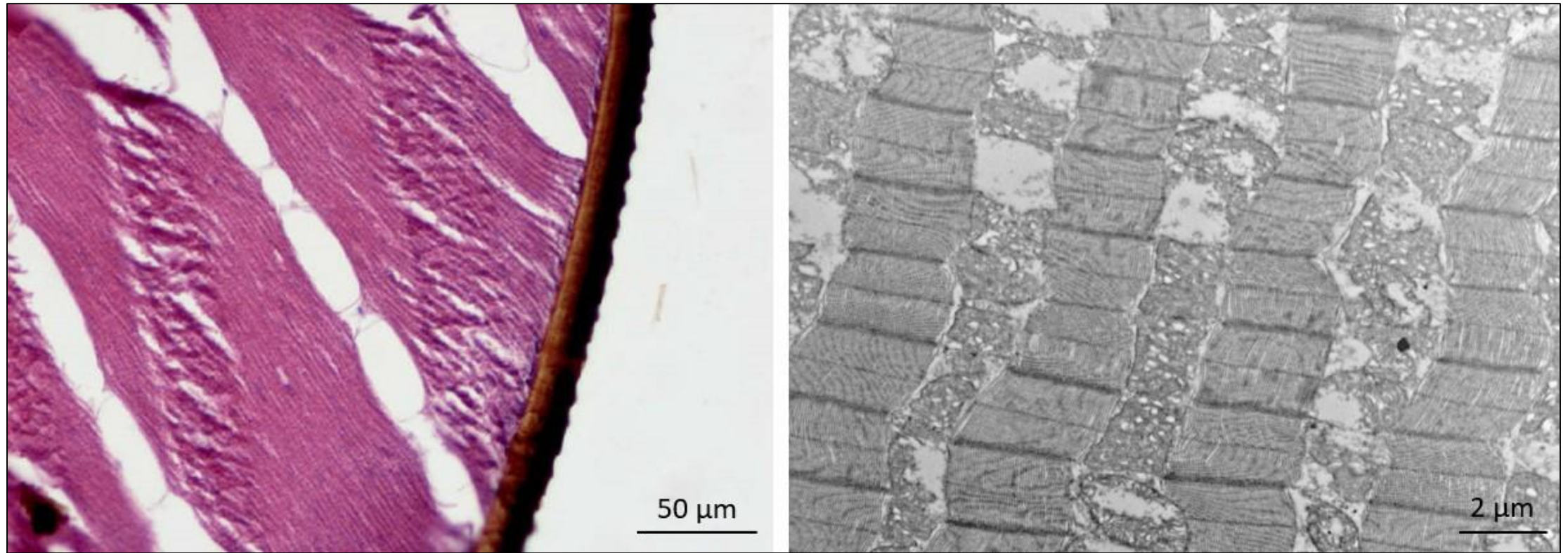
- Vychlípeniny kutikuly
- Žilnatina - žilky, jimiž do křídel vedou vzdušnice a nervy a proudí hemolymfa
- Žilnatina také slouží jako výztuž křídel
- Povrch křídel řídce porostlý krátkými jednoduchými chloupky
- Zadní pár křídel na předním okraji vybaven řadou háčků – při letu se zaklesnou do žlábků na zadním okraji předního páru křídel, spojení křídel, zajištěna koordinace pohybu
- Pohyb pomocí létacích svalů – vyplňují téměř celou hrud'
- Přímé létací svaly se upínají na klouby křídel
- Nepřímé létací svaly se upínají na vnitřní stěny a kostru hrudi

Anatomie dospělých včel



Vlevo nahoře: křídlo prvního a druhého páru. **Vlevo dole:** řada háčků na přední hraně zadního křídla, pod preparačním mikroskopem. **Vpravo nahoře:** detail žilnatiny křídel, **Vpravo dole:** detail háčků pod skenovacím elektronovým mikroskopem

Anatomie dospělých včel



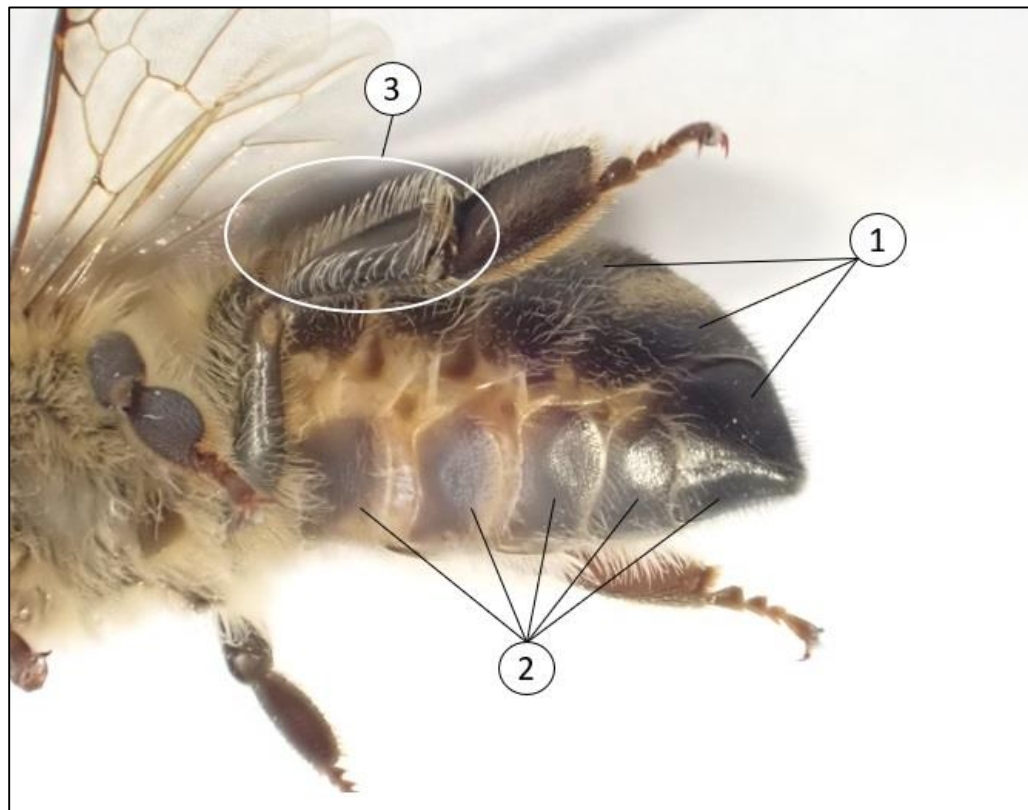
Vlevo: nepřímé létací svaly upínající se na vnitřní stranu kutikuly hrudi. **Vpravo:** příčně pruhovaná svalovina včely pod transmisním elektronovým mikroskopem

Anatomie dospělých včel

ZADEČEK (abdomen)

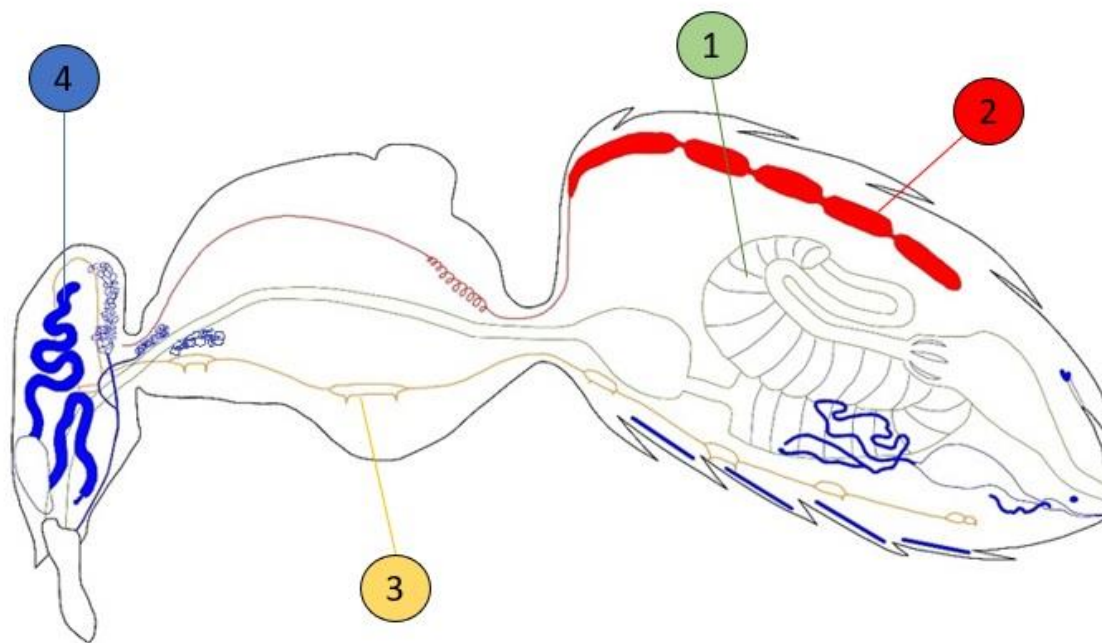
- Tvořen články
- Složen z dorsálních štítků (*tergitů*) a ventrálních štítků (*sternitů*)
 - Vzájemně spojeny pružnými intersegmentálními membránami (*membranae intersegmentales*)
- Spojení poměrně volné – velké roztažení zadečku při zvětšování objemu vnitřních orgánů
- Matky a dělnice šest viditelných článků
- Trubci sedm viditelných článků tergálních, osm sternálních
 - (tj. z osmého článku je viditelný pouze sternit)
- U dělnice a matky žihadlový aparát

Anatomie dospělých včel



Zadeček dělnice z ventrolaterálního pohledu, tergity a sternity spojené intersegmentárními membránami. 1: tergity, 2: sternity, 3: pylový košíček na noze 3. páru

Anatomie vnitřních orgánů



Topografie vnitřních orgánů u dělnice 1: trávicí soustava, 2: oběhová soustava, 3: nervová soustava, 4: žlázy. Upraveno podle A. Tofilski (www.honeybee.drawwing.org)

Anatomie vnitřních orgánů

TRÁVICÍ SOUSTAVA

- Přijímání potravy, přenášení, zpracování a vylučování nestrávených zbytků potravy (případně jejich hromadění)
- Ústní otvor na spodině hlavy, vede přímo do hltanu
- Ústa opatřena kusadly a sosákem
- Vlastní trávicí soustava složena ze tří částí:
 - **Stomodeum** – ektodermální původ
 - Žaludek, tzv. **mesenteron** – entodermální původ
 - Zadní střevo, tzv. **proctodeum** - ektodermální původ

Anatomie vnitřních orgánů

- ***Stomodeum***

- Nejsou přítomny žlázy
- Nedochází k sekreci trávicích enzymů a vstřebávání živin
- Hltan (*pharynx*), jícen (*oesophagus*), medný váček/medné volátko (*ingluvies*), česlo (*proventriculus*)

- **Medný váček**

- Tenká, silně roztažitelná stěna
- Přenášení nektaru, medovice a vody
- Nejsou přítomny žlázy, nedochází ke vstřebávání potravy
- Začíná zde **přeměna nektaru/medovice na med** za účasti enzymu **invertázy** (produkován hltanovými žlázami vyúsťujícími do hltanu)
- Obsah medného váčku může včela zpětně vyvrhovat

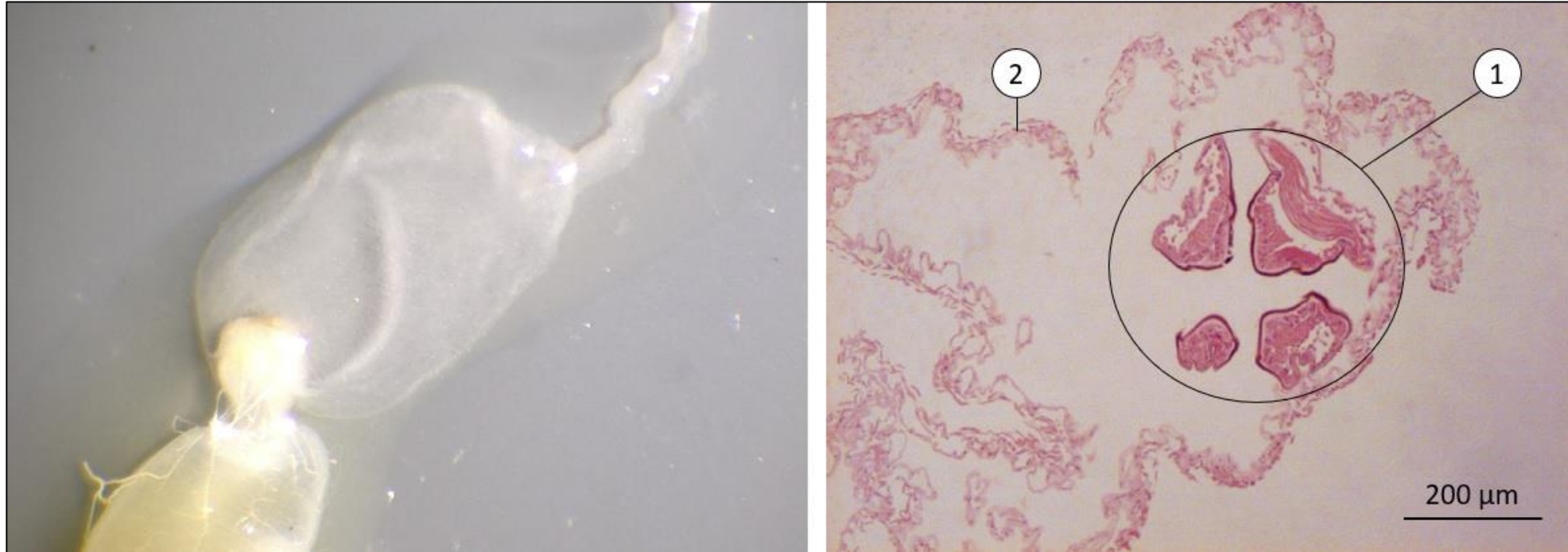
Anatomie vnitřních orgánů

- ***Stomodeum***

- **Česlo (*proventriculus*)**

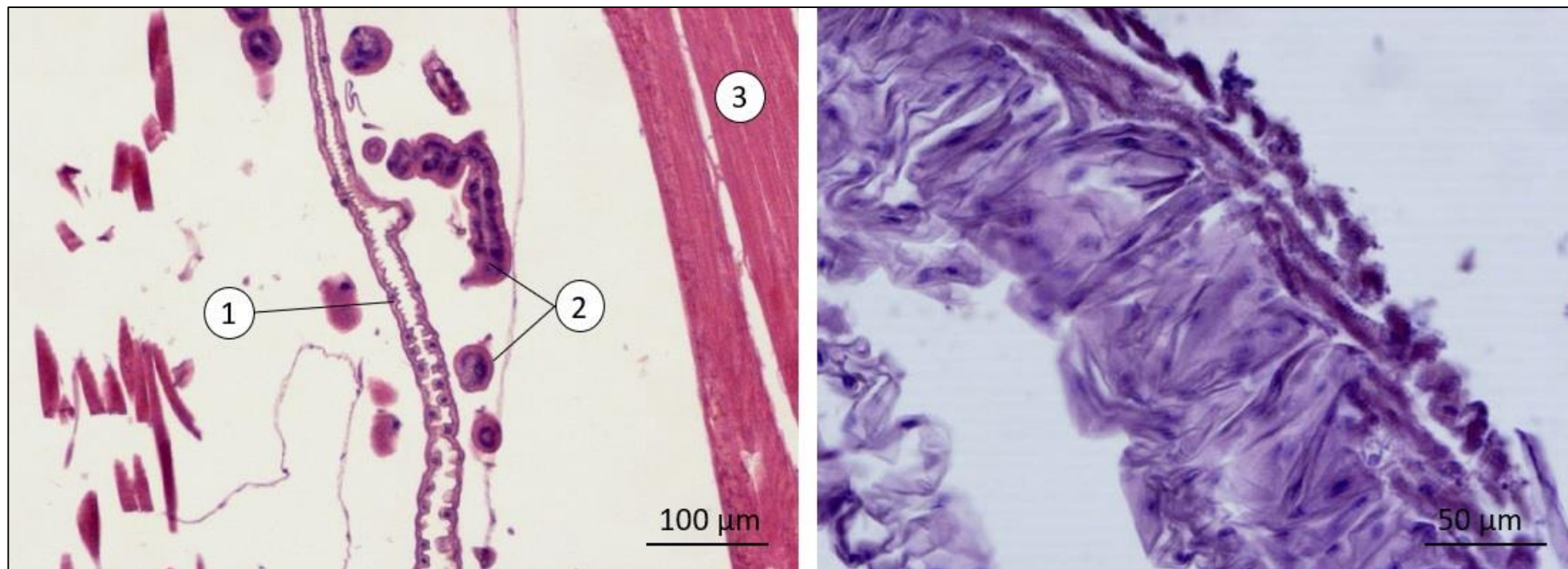
- Brání zpětnému pronikání obsahu žaludku do medného váčku
 - Nálevkovitý tvar, rozšířená kraniální část se vchlipuje do medného váčku
 - Tato část tvořena čtyřmi laloky opatřenými silnou vrstvou svaloviny – dokáží česlo těsně uzavřít
 - Kaudálním směrem zúžené
 - Dále jako česlová rourka – kaudální konec volně ční do dutiny žaludku

Anatomie vnitřních orgánů



Vlevo: detail jícnu, medného váčku a česla. **Vpravo:** příčný řez česlem (1) a medným váčkem (2)

Anatomie vnitřních orgánů



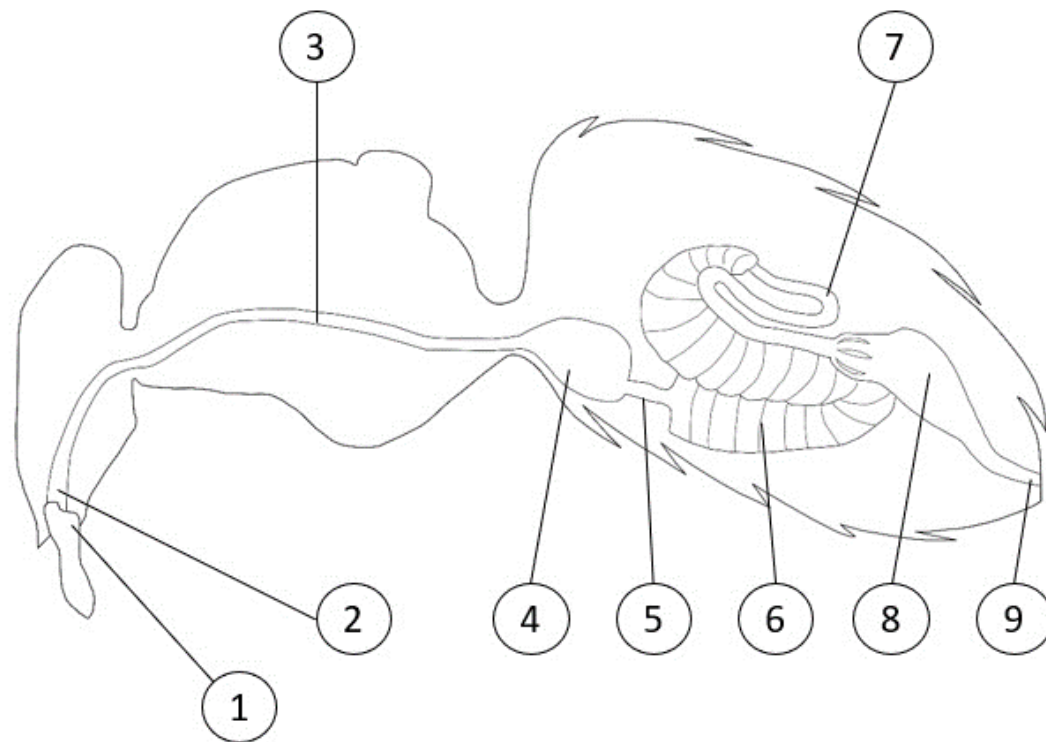
Vlevo: podélný řez jícnem. 1: jícnem, 2: hrudní část pyskové žlázy, 3: hrudní svalovina. **Vpravo:** stěna medného váčku zřasená do záhybů

Anatomie vnitřních orgánů

- **Žaludek (*mesenteron*)**

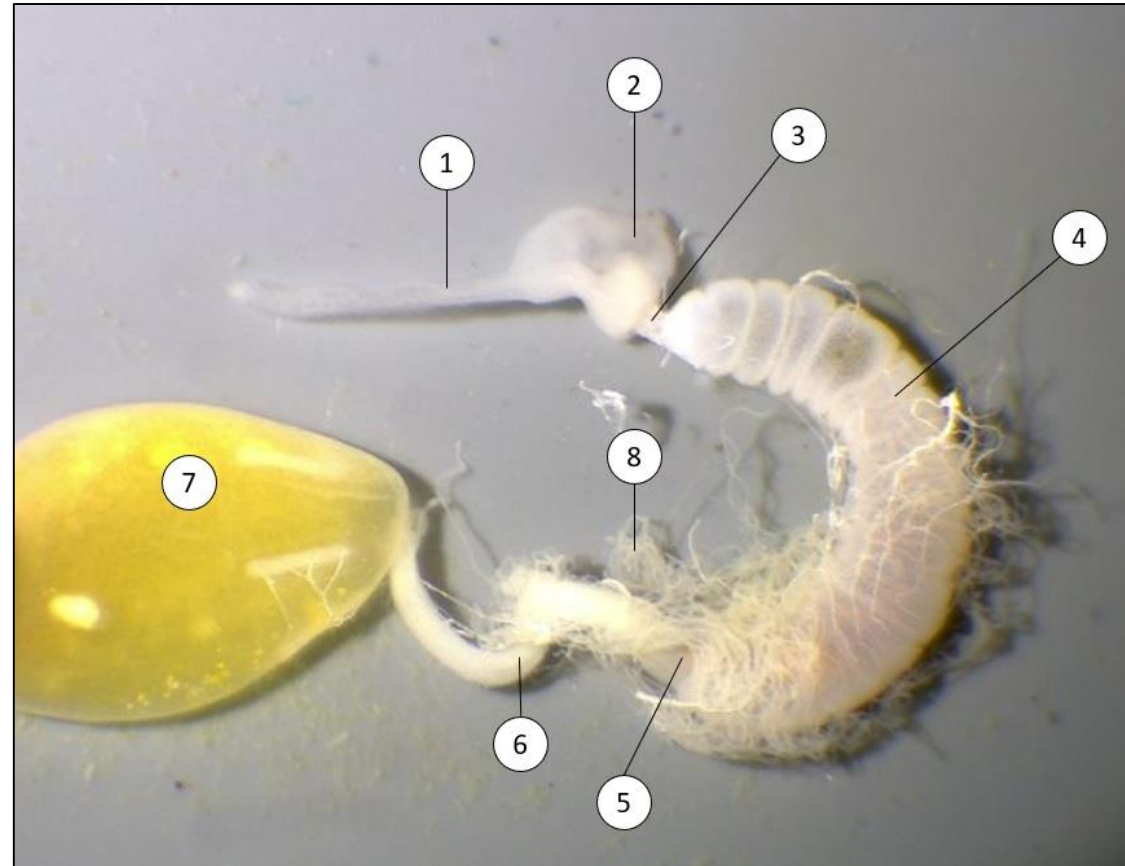
- Hlavní část trávení
- Protáhlý ohnutý váček, na povrchu příčně zřasený
- Na vnějším povrchu podélné a okružní svalové buňky – peristaltické pohyby žaludku
- Pod svalovými buňkami bazální membrána, nasedají epiteliální buňky – produkce trávicích enzymů, vstřebávání živin
- Žaludeční epitel bohatě zřasený – velká resorpční plocha
- Obnova epiteliálních buněk v regeneračních kryptách
- Epiteliální buňky žaludku produkují chitinová vlákna, která se na sebe skládají ve vrstvách
 - Společně s glykoproteinovou a proteoglykanovou matrix vytvářejí komplexní strukturu – tzv. peritrofickou membránu

Anatomie vnitřních orgánů



Topografie orgánů trávicí soustavy. 1: ústní otvor, 2: hltan, 3: jícen, 4: medný váček, 5: česlo, 6: žaludek, 7: tenké střevo, 8: výkalový vak, 9: konečník. Upraveno podle A. Tofilski (www.honeybee.drawing.org)

Anatomie vnitřních orgánů



Trávicí a vylučovací soustava dělnice. 1: jícen, 2: medný váček, 3: česlo, 4: žaludek, 5: pylorus, 6: tenké střevo, 7: výkalový vak, 8: Malpighiho tubuly

Anatomie vnitřních orgánů

- **Žaludek (*mesenteron*)**

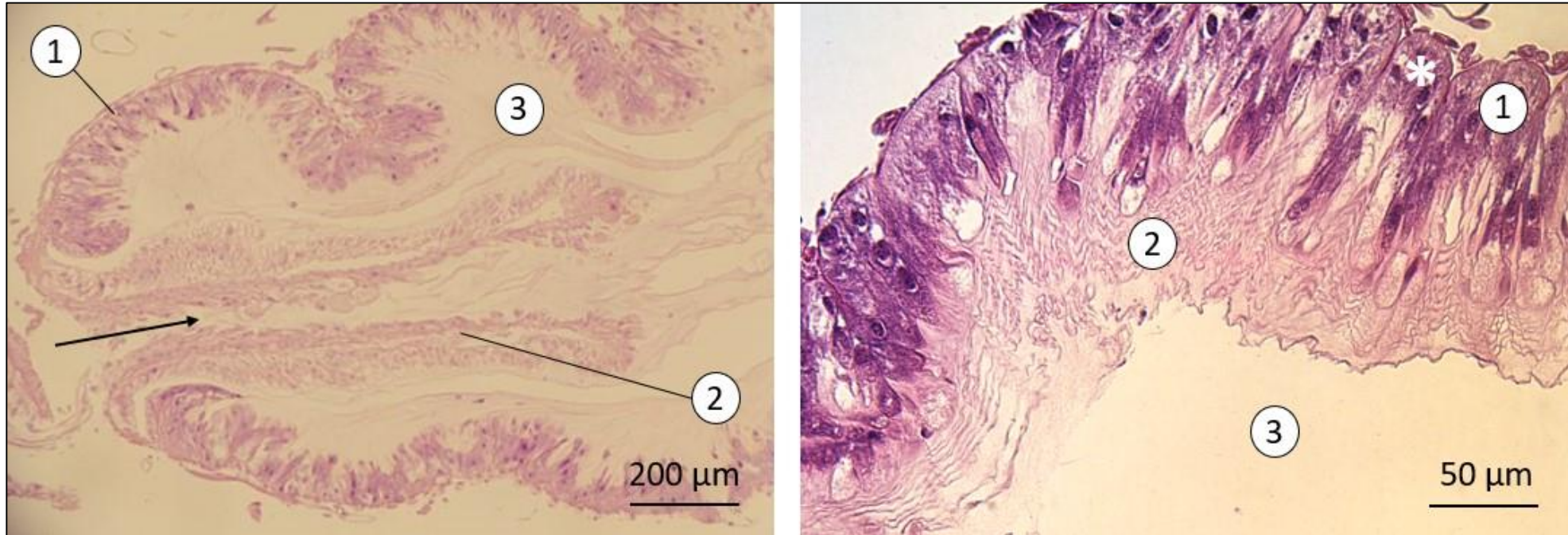
- Peritrofická membrána

- Mechanická bariéra mezi pozřenou potravou a epitelem žaludku
 - Brání poranění žaludečního epitelu ostrými částicemi (např. výběžky pylových zrn)
 - Brání průniku některých patogenů k epiteliálním buňkám
 - Mohou volně procházet trávicí enzymy, živiny a voda

- Žaludek zakončen krátkým pylorem opatřeným pylorickou chlopní (*valvula pylorica*)

- Regulace pasáže obsahu žaludku do tenkého střeva

Anatomie vnitřních orgánů



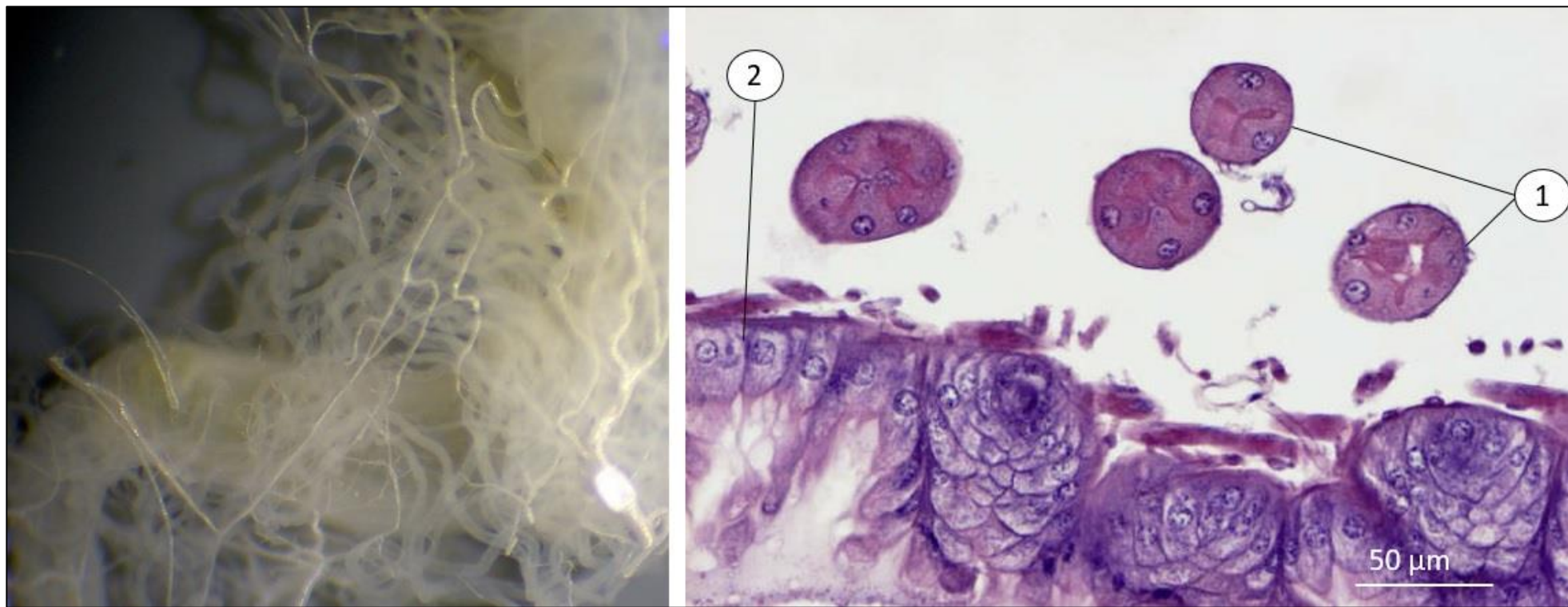
Vlevo: podélný řez žaludkem. 1: stěna žaludku, 2: česlová rourka, 3: peritrofická membrána. Šipka naznačuje směr pasáže potravy. **Vpravo:** příčný řez stěnou žaludku. 1: epiteliální buňky, hvězdičkou je označena regenerační krypta. 2: peritrofická membrána, 3: lumen žaludku

Anatomie vnitřních orgánů

- **Žaludek (*mesenteron*)**

- V oblasti pyloru ústí do trávicí trubice Malpighiho tubuly (*vasa Malpighii*)
 - Slouží k exkreci
 - Shluk 100–150 jemných slepě zakončených trubiček délky až 20 mm
 - Jsou v kontaktu s hemolymfou
 - Zajišťují osmoregulaci a odvádějí škodliviny z hemolymfy do střeva

Anatomie vnitřních orgánů



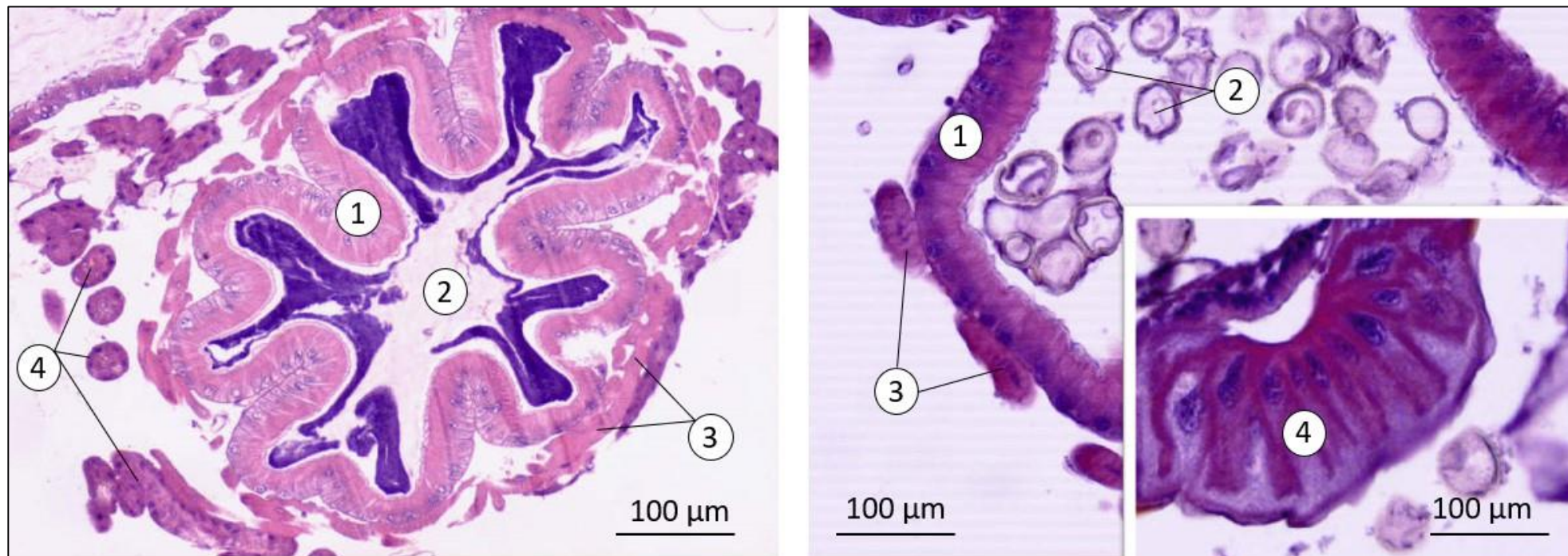
Vlevo: detail Malpighiho tubulů ústících do pyloru. **Vpravo:** příčný řez Malpighiho tubuly (1) a žaludkem (2)

Anatomie vnitřních orgánů

- **Zadní střevo (*proctodeum*)**

- Nedochozí k sekreci trávicích enzymů
- Bohatě osídleno mikroorganismy, využívají nestrávené zbytky potravy a produkují řadu metabolitů, které včela využívá
- Začíná tenkým střevem (*ileum*)
- Přechází ve výkalový vak – přední část konečníku (*rectum*)
 - Schopen velkého rozšíření
 - V zimním období hromadí nestrávené zbytky potravy
 - V přední části konečnickové žlázy (*glandulae rectales*)
 - Tvoří je šest proužků dlouhých 1,0 až 1,5 mm
 - Jejich sekret brzdí rozvoj hnilobných bakterií přítomných ve výkalovém vaku
- Trávicí soustava zakončena análním otvorem

Anatomie vnitřních orgánů



Vlevo: příčný řez tenkým střevem. 1: epitel, 2: lumen, 3: okružní svalovina, 4: Malpighiho tubuly. **Vpravo:** příčný řez výkalovým vakem. 1: epitel, 2: nestrávené obaly (*exiny*) pylových zrn v lumen výkalového vaku, 3: svalové buňky. Vpravo dole: rektální žláza (4)

Anatomie vnitřních orgánů

TUKOVÉ TĚLESO

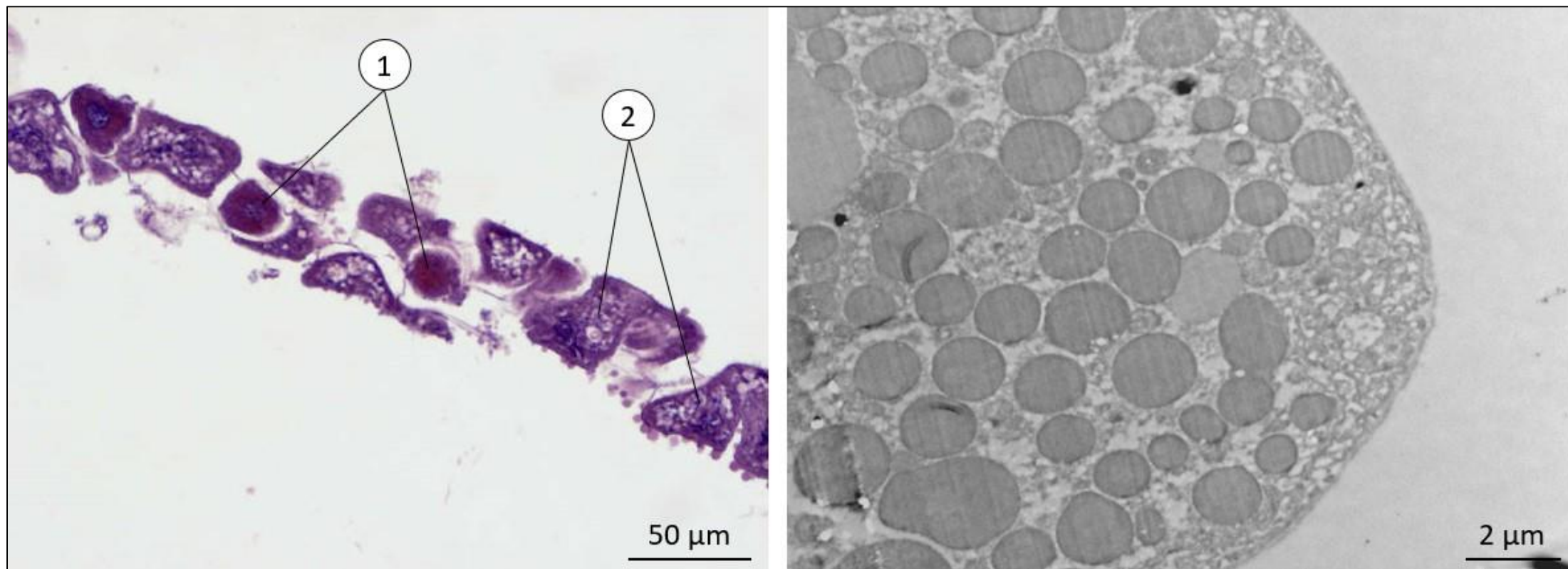
- Zásobárna živin
- Zásadní role v ukládání a využívání energie
- Tkáň s velkou biosyntetickou a metabolickou aktivitou
- Syntéza většiny proteinů hemolymfy a mnoha molekul, které jsou součástí imunitního systému
- Hormonální řízení ukládání a mobilizace energetických zásob (triglyceridy a glykogen)
 - Zásadní pro reprodukční procesy a pro schopnost přezimování včelstva
- Akumulace toxických látek, detoxikace dusíkatých metabolitů

Anatomie vnitřních orgánů

TUKOVÉ TĚLESO

- Dvě části:
 - Viscerální část – obklopuje vnitřní orgány
 - Subkutikulární část – uložena těsně pod kutikulou
 - Buňky díky volnému uspořádání hojně omývány hemolymfou – výměna metabolitů
- Dva typy buněk:
 - Oenocyty – sekreční a metabolická funkce
 - Trofocyty – zásobní, sekreční a detoxikační funkce

Anatomie vnitřních orgánů



Vlevo: subkutikulární tukové těleso z ventrální strany zadečku dělnice. 1: oenocyty, 2: trofocyty. **Vpravo:** detail trofocytu s vakuolami pod transmisním elektronovým mikroskopem

Anatomie vnitřních orgánů

DÝCHACÍ SOUSTAVA

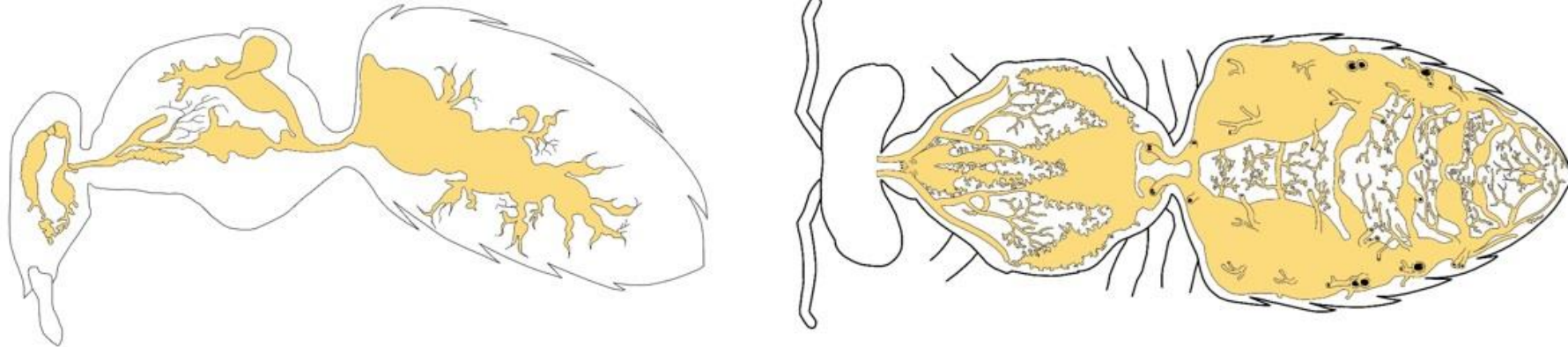
- Vzdušnicová
- Průduchy (*spiraculi, stigmata*), vzdušné vaky (*cellae*), vzdušnice (*tracheae, tracheolae*)
- **Průduchy**
 - Uzavíratelné otvory na laterální straně těla, jimiž proudí vzduch do dýchací soustavy a ven z těla
 - 10 párů, v dospělosti 3 páry na hrudi, 7 párů na zadečku
 - Průduchy prvního hrudního páru největší, opatřeny hustými chloupky
 - Umístěny ve spojovací blance předohrudi a středohrudi
 - Druhý pár hrudních průduchů – nejmenší, vyúsťuje v horním rozštěpu švu středohrudi a zadohrudi
 - Třetí pár hrudních průduchů vyúsťuje na tergitu bedra (morfologicky součástí hrudi, vývojově patří k zadečku)
 - Průduchy zadečku vyúsťují na zadečkových tergitech - vedou do malé předsínky (*atrium*) pokryté jemnými chloupky
 - Na předsíň navazují krátké **vzdušnice** – vedou vzduch do vzdušných vaků

Anatomie vnitřních orgánů

DÝCHACÍ SOUSTAVA

- **Vzdušné vaky**
 - Párové
 - V hlavě, v hrudi a v zadečku
 - Ze vzdušných vaků vycházejí vzdušnice
- **Vzdušnice**
 - Přivádějí vzduch ke tkáním
 - Větší vzdušnice (*tracheae*) – složité větvení až na jemné terminální tracheoly
 - Tracheoly opřádají vnitřní orgány, zajišťují přísun kyslíku a odvod oxidu uhličitého
 - Větší vzdušnice vyztuženy chitinovou spirálou, u tracheol chybí

Anatomie vnitřních orgánů

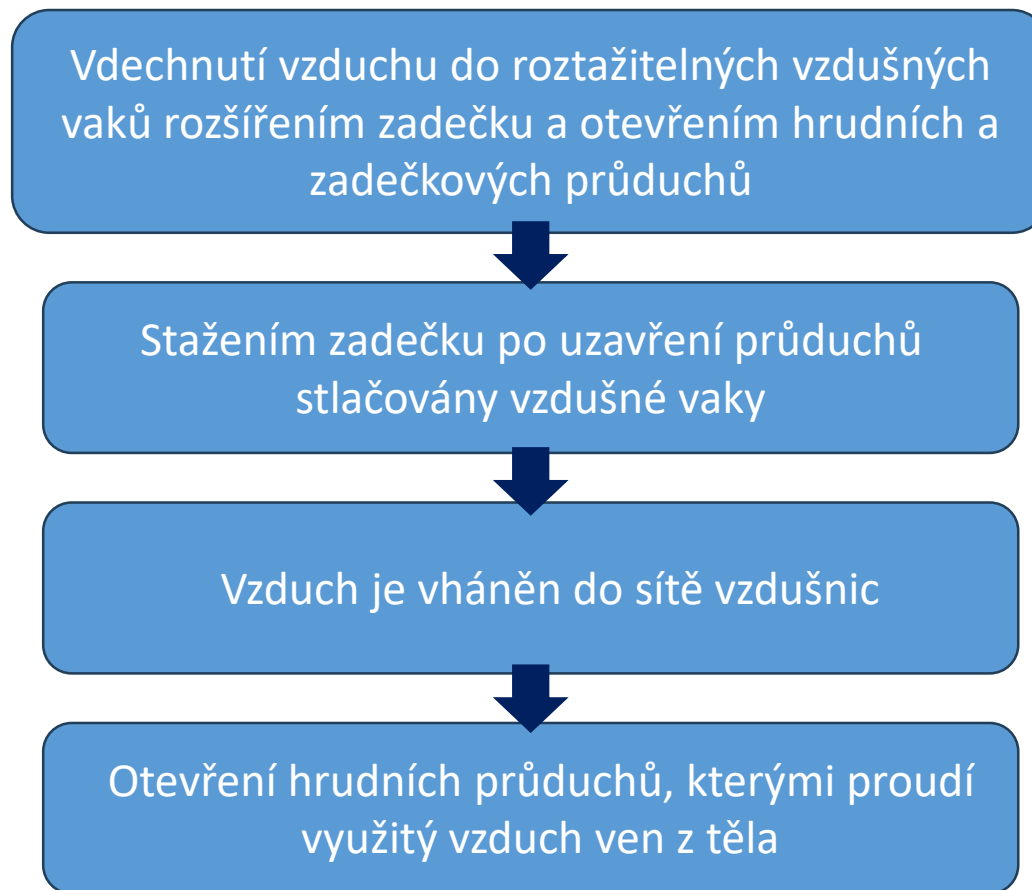


Soustava vzdušných vaků v těle dělnice (vyznačeny žlutě). Upraveno podle Snodgrass, 1910

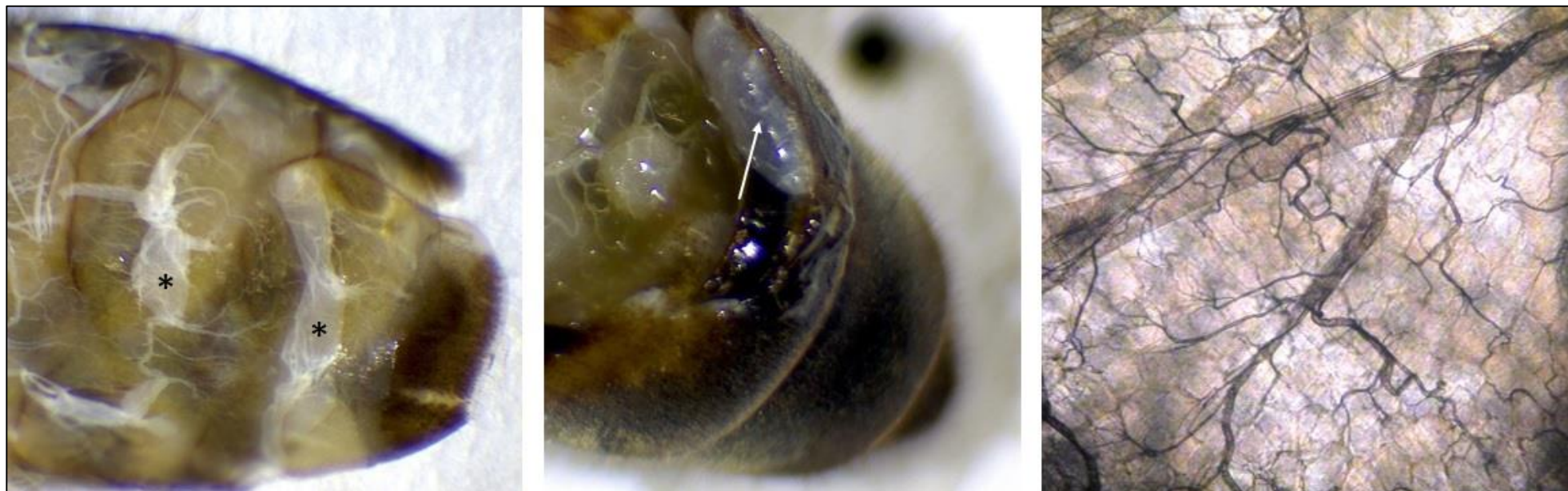
Anatomie vnitřních orgánů

DÝCHACÍ SOUSTAVA

- Mechanismus dýchání:



Anatomie vnitřních orgánů



Vlevo: zkolabované vzdušné vaky pod kutikulou zadečku včely, po odstranění trávicí soustavy (označeny hvězdičkami). **Uprostřed:** detail neporušeného vzdušného vaku v zadečku včelí matky (označen šipkou). **Vpravo:** síť vzdušnic, nativní kompresní preparát ze žaludku včely

Anatomie vnitřních orgánů

CÉVNÍ SOUSTAVA

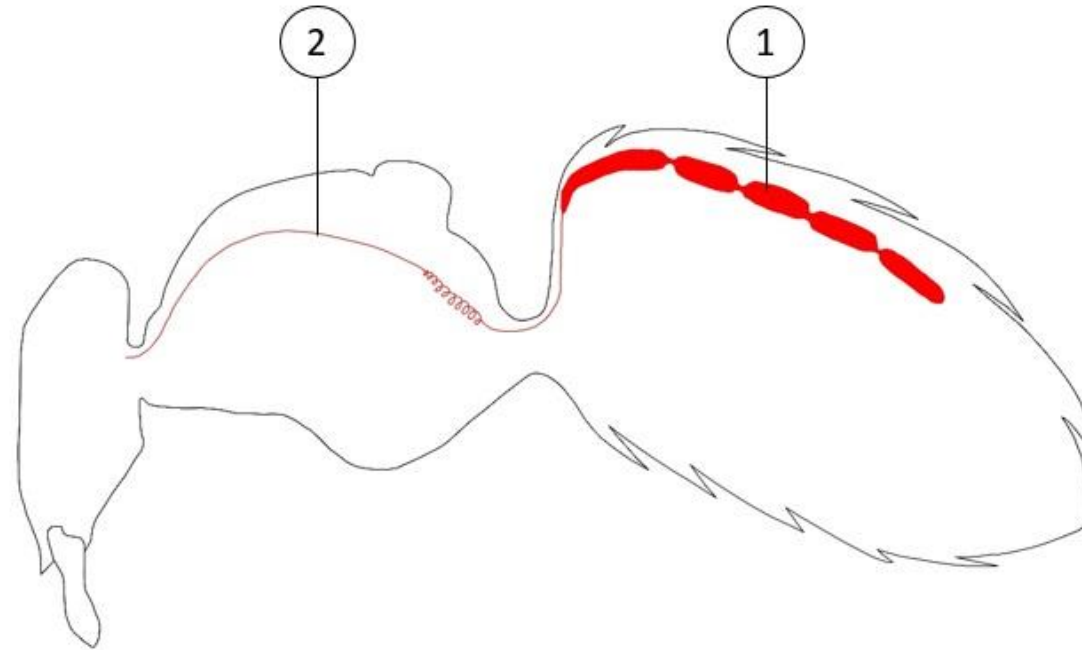
- Otevřený systém
- Tělní tekutina hemolymfa
- Několik typů buněk – hemocytů
 - Součást imunitního systému, podobně jako leukocyty u obratlovců
- Neobsahuje buněčné elementy s krevním barvivem – neslouží k okysličování
- Přináší tkáním živiny, odvádí metabolity

Anatomie vnitřních orgánů

CÉVNÍ SOUSTAVA

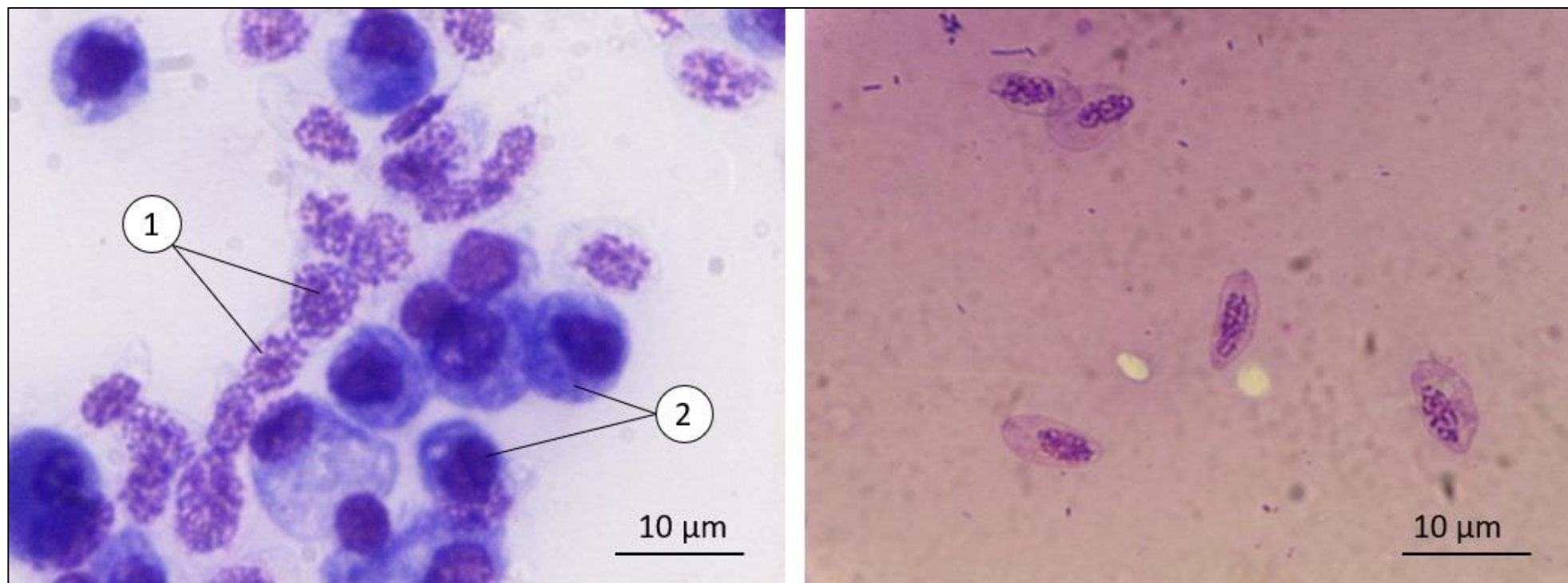
- **Propulzativní orgán**
 - Zajišťuje cirkulaci
 - Céva začínající slepě v pátém zadečkovém článku
 - Vede kraniálně pod tergity zadečkových článků přes hrud' až do hlavy, kde se hemolymfa vylévá do okolí nadjícnové nervové uzliny
 - Odtud do hrudi a zpět do zadečku
- **Vlastní „srdce“**
 - Zadečková část cévy, rozdělena na pět komor oddělených chlopněmi
 - Vybaveny postranními štěrbinovitými otvory, rovněž s chlopněmi, kterými je hemolymfa nasávána.
 - Pulzem „srdce“ hemolymfa vytlačována do aorty, přes hrud' až do hlavy

Anatomie vnitřních orgánů



Topografie oběhového systému. 1: srdce, 2: aorta. Upraveno podle A. Tofilski
(www.honeybee.drawing.org)

Anatomie vnitřních orgánů



Hemocyty včely. Vlevo: plazmatocyty (1) a granulocyty (2). Vpravo: plazmatocyty

Anatomie vnitřních orgánů

NERVOVÁ SOUSTAVA

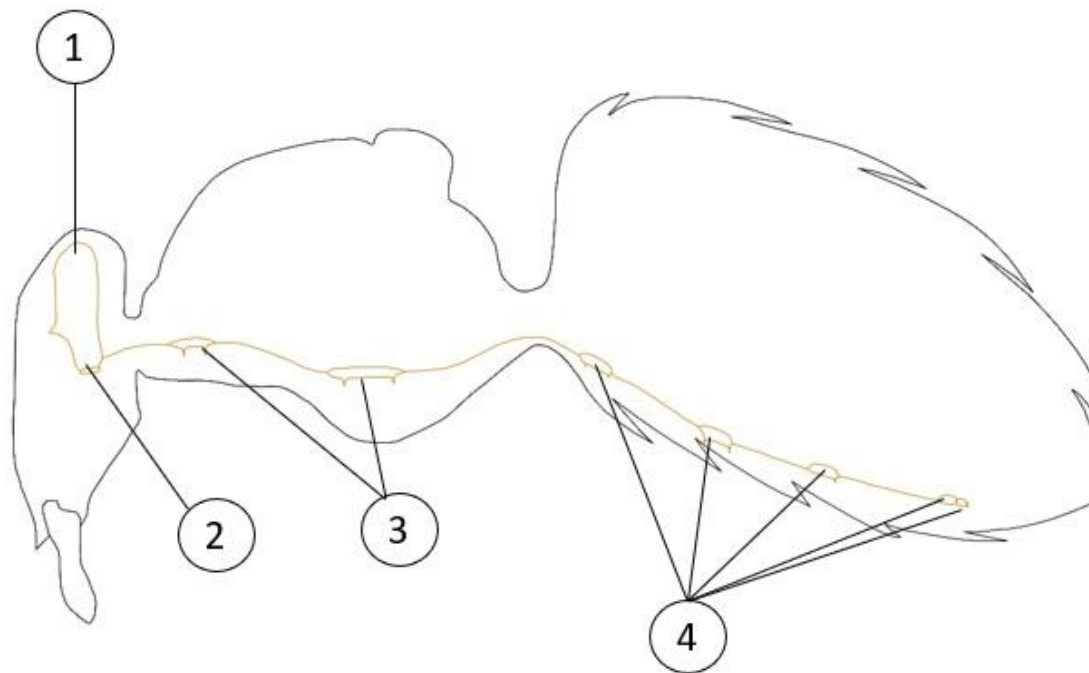
- Žebříčkovitého typu
- Centrální, periferní část a viscerální část
- **Centrální nervový systém**
 - Několik ganglií propojených nervovou páskou.
 - Největší a nejsložitější je nadjícnové ganglion – vlastní mozek
- **Podjícnové ganglion** – v hlavě, inervuje kusadla a sosák
- V hrudi dvě ganglia inervující křídla a nohy
- V zadečku pět ganglií inervující orgány zadečku
 - Poslední zadečkové ganglion inervuje žihadlový aparát

Anatomie vnitřních orgánů

NERVOVÁ SOUSTAVA

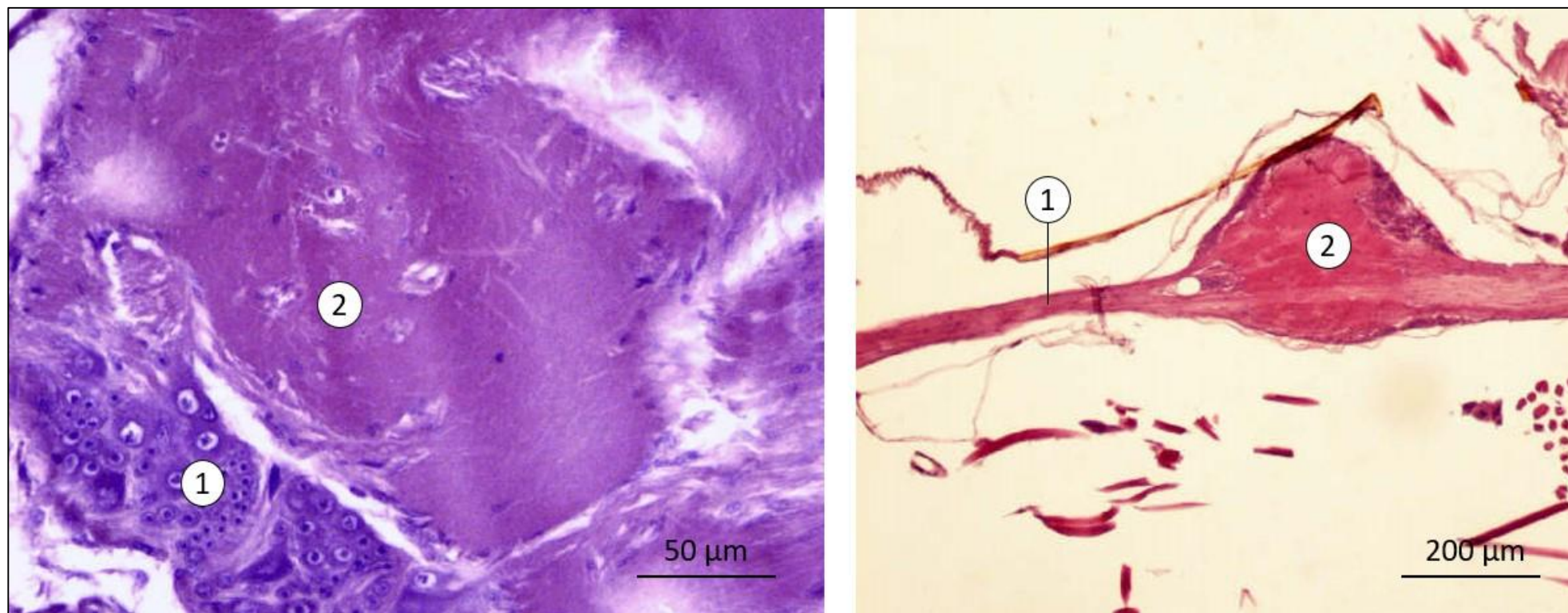
- S nervovou soustavou úzce souvisejí smyslové orgány
 - Příjem a vedení vzruchu k centrální nervové soustavě
 - Základem je tzv. *sensillum* – tvořeno jednou nebo více smyslovými buňkami

Anatomie vnitřních orgánů



Topografie nervového systému. 1: mozek (nadjícnové ganglion), 2: podjícnové ganglion, 3: dvě hrudní ganglia, 4: pět zadečkových ganglií. Upraveno podle A. Tofilski (www.honeybee.drawwing.org)

Anatomie vnitřních orgánů



Vlevo: řez mozem včely. 1: těla neuronů, 2: nervová vlákna. **Vpravo:** podélný řez hrudí včely. 1: nervová páska, 2: první hrudní ganglion

Anatomie vnitřních orgánů

ŽLÁZOVÁ SOUSTAVA

- Důležitá pro chod celého včelstva
- V rámci včelstva není vyvinuta jednotně
 - Značné rozdíly mezi kastami i věkovými kategoriemi
- **Hltanová žláza (*glandula pharyngealis*)**
 - Párová, vyvinutá jen u dělnic
 - V hlavě mezi mozkem a čelním kutikulárním štítkem
 - Dokonale rozvinutá především u mladých včel krmících larvy
 - Vyústíje v hltanu, sekret je hlavní součástí mateří kašičky

Anatomie vnitřních orgánů

ŽLÁZOVÁ SOUSTAVA

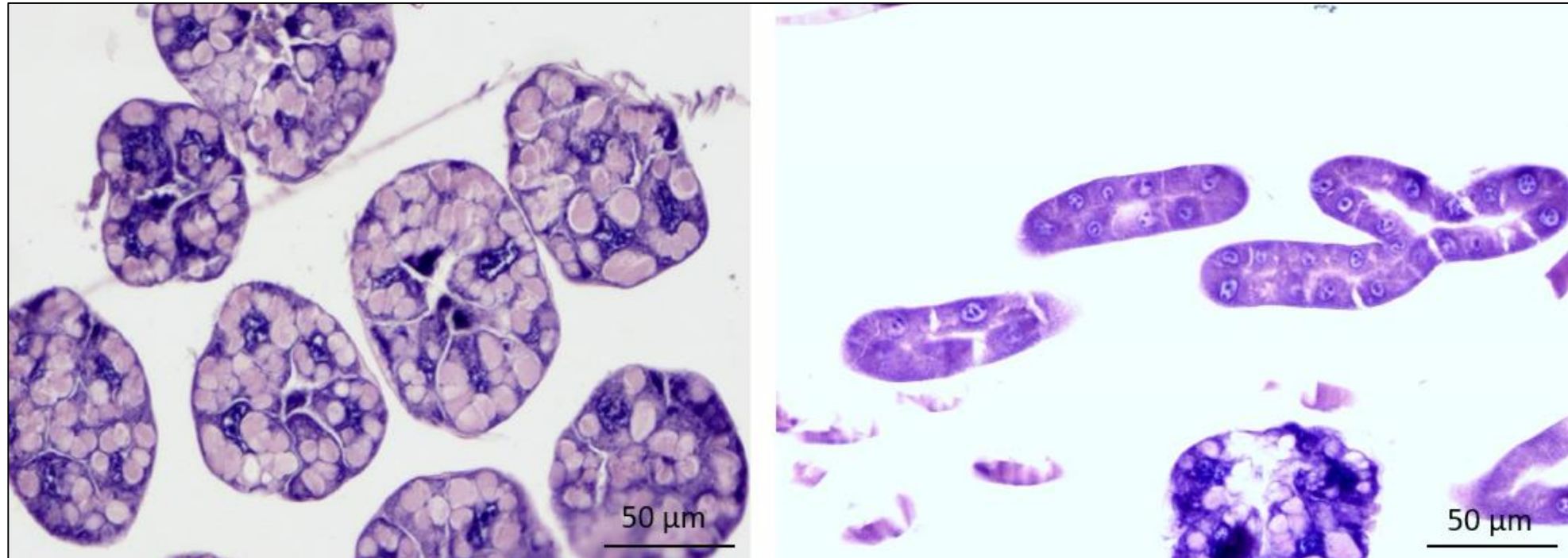
- Kusadlová žláza (*glandula mandibularis*)
 - Párová, nejvíce vyvinuta u matky
 - U trubců rudimentární
 - Na hlavě v blízkosti lící, ústí na bázi kusadel
 - Sekret u matek – „mateří feromon“ – silný sexuální atraktant
 - Vyhledávání matky trubci během snubních proletů
 - Informace včel o přítomnosti matky ve včelstvu
 - Brzdí rozvoj vaječnicků dělnic
 - Dělnice přidávají sekret do krmné kašičky
 - Při stavbě plástů k rozpouštění vosku a k rozpouštění propolisu při jeho zpracování

Anatomie vnitřních orgánů

ŽLÁZOVÁ SOUSTAVA

- **Pysková žláza (*glandula labialis*)**
 - Vyvinuta u všech tří kast včel
 - Párová
 - Hlavová a hrudní část
 - Vývody obou částí se v hlavě spojují do společného vývodu
 - Vyústíje na spodním pysku těsně pod kořenem jazýčku
 - Sekret slouží k navlhčování jazýčku a tuhé potravy
- **Konečnickové žlázy (*glandulae rectales*)**
 - Po obvodu výkalového vaku
 - Sekret brzdící kvašení zbytků potravy ve výkalovém vaku

Anatomie vnitřních orgánů



Vlevo: hltanová žláza. **Vpravo:** hlavová pysková žláza

Anatomie vnitřních orgánů

ŽLÁZOVÁ SOUSTAVA

- **Voskotvorné žlázy**
 - Jen u dělnic
 - Na proximálních koncích sternitů 3. až 6. zadečkového článku
 - Okrsky oválného tvaru – vosková zrcátka
 - Zcela zakryta kaudální částí předcházejících sternitů (zevně nejsou patrná)
 - Vosk vylučován na povrch sternitů jako tekutina – na vzduchu tuhne v tenké průsvitné šupinky, tvarem kopírují tvar voskových zrcátek, zůstávají částečně zasunuty mezi zadečkovými sternity
 - Sekret (včelí vosk) využíván především ke stavbě díla

Anatomie vnitřních orgánů

ŽLÁZOVÁ SOUSTAVA

- **Nasonovova (vonná) žláza** (*glandula nassonovi*)
 - Pouze u dělnic
 - V přední části posledního tergitu zadečku ve formě bělavého proužku
 - Vůně každého včelstva specifická, napomáhá včelám v orientaci a zjišťování příslušnosti ke včelstvu
- **Jedová žláza**
 - V zadečku, vyvinuta u matky a dělnic (kasty s vyvinutým žihadlem)
 - Tvar trubičky, u dělnic dlouhé až 25 mm
 - Větví se ve dvě ramena stočená do klubíčka
 - Před vyústěním do žihadla se rozšiřuje v jedový váček
 - U dělnic k obraně včelstva, u matek především k přilepování vajíček na dno buněk při kladení

Anatomie vnitřních orgánů

ŽLÁZOVÁ SOUSTAVA

- **Dufourova žláza**
 - Připojena k žihadlovému aparátu
 - Ústí v blízkosti pochvy, sekret usnadňuje kladení vajíček
- **Koschevnikova žláza**
 - V blízkosti žihadlového aparátu
 - Poplašný feromon, uvolňuje se především při použití žihadla
 - Pro ostatní včely ve včelstvu signalizuje nebezpečí

Anatomie vnitřních orgánů

ŽIHADLOVÝ APARÁT

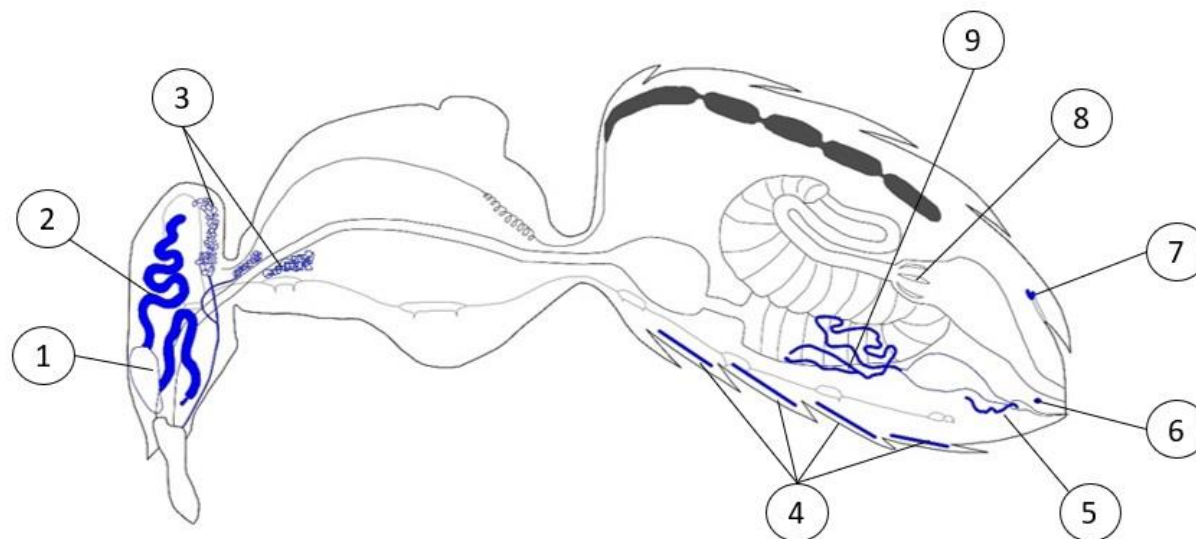
- Vyvinut jen u matek a dělnic
- Žihadlový žlábek, dvě žihadlové štětinky, žihadlová pochva
- Štětinky se žlábkem tvoří uzavřenou rourku – při bodnutí vstřikování jedu do ranky
- Soustava destiček – upínají se zde svaly žihadlového aparátu – ovládají pohyb žihadla
- Žihadlové štětinky dělnic – na hrotech zpětné háčky – po bodnutí uvíznou v kůži
 - Vytrhnutí žihadlového aparátu i s posledním zadečkovým gangliem – inervace svalů
 - Jed je dále aktivně vstřikován do rány
- Žihadlo matky - jen tři nevýrazné zpětné háčky, slouží především jako kladélko

Anatomie vnitřních orgánů



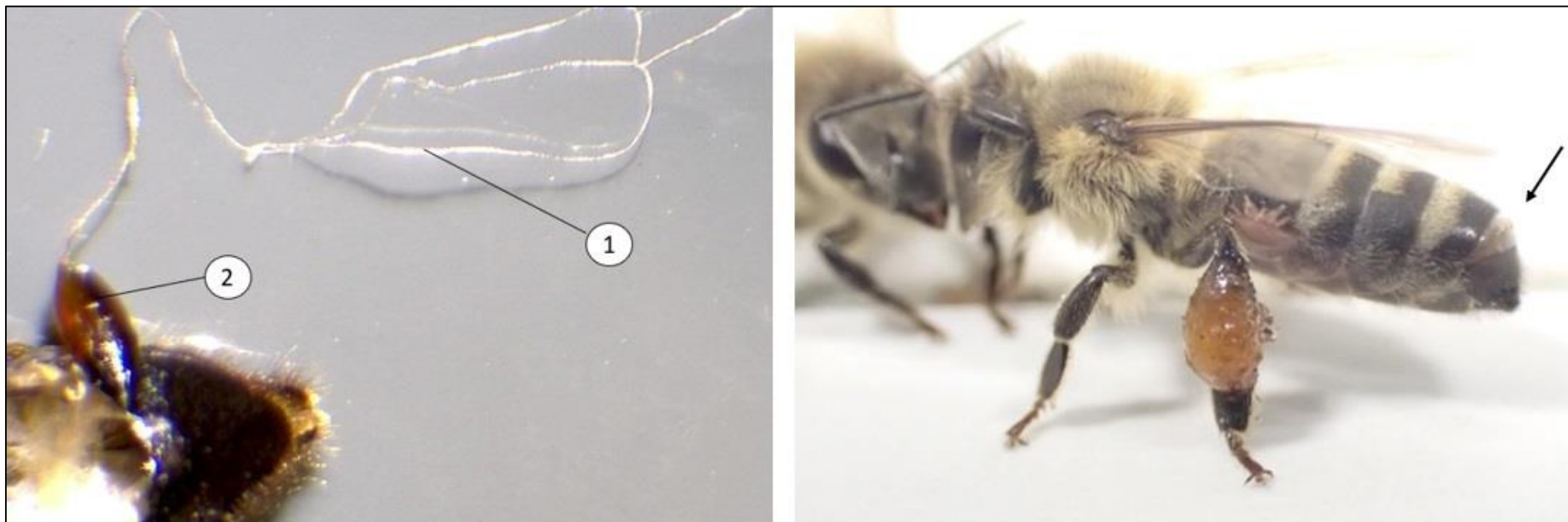
Vlevo: žihadlo dělnice se zpětnými háčky. **Vpravo:** žihadlo matky

Anatomie vnitřních orgánů



Topografie žláz u včelí dělnice. 1: kusadlová žláza, 2: hltanová žláza, 3: pysková žláza (hlavová a hrudní část), 4: voskotvorné žlázy, 5: Dufourova žláza, 6: Koschevnikova žláza, 7: Nasonovova žláza, 8: rektální žlázy, 9: jedová žláza. Upraveno podle A. Tofilski (www.honeybee.drawing.org)

Anatomie vnitřních orgánů



Vlevo: jedová žláza (1) a jedový váček (2) včelí matky po vytažení ze zadečku. **Vpravo:** včelí dělnice s obnaženou Nasonovovou žlázou (označena šipkou)

Anatomie vnitřních orgánů

POHLAVNÍ SOUSTAVA

- **Samičí pohlavní orgány**
 - Dokonale vyvinuty jen u matky
 - U dělnic jsou v důsledku působení feromonů matky zakrnělé
 - Délka cca 3 mm, leží pod 2., 3. a 4. tergitem po stranách zadečku

Anatomie vnitřních orgánů

POHLAVNÍ SOUSTAVA

- **Samičí pohlavní orgány**
 - Pohlavní orgány matky:
 - Vaječníky, vejcovody, pochva, pohlavní vývod, semenný váček a kladélko (žihadlo)
 - Vaječníky (ovaria) – párové žlázy hruškovitého tvaru, 5 mm
 - Složeny z vaječných rourek (*ovariolae*), v každém vaječníku 130 až 200
 - Uloženy v zadečku
 - Vaječné rourky ústí do vejcovodu (*oviductus*)

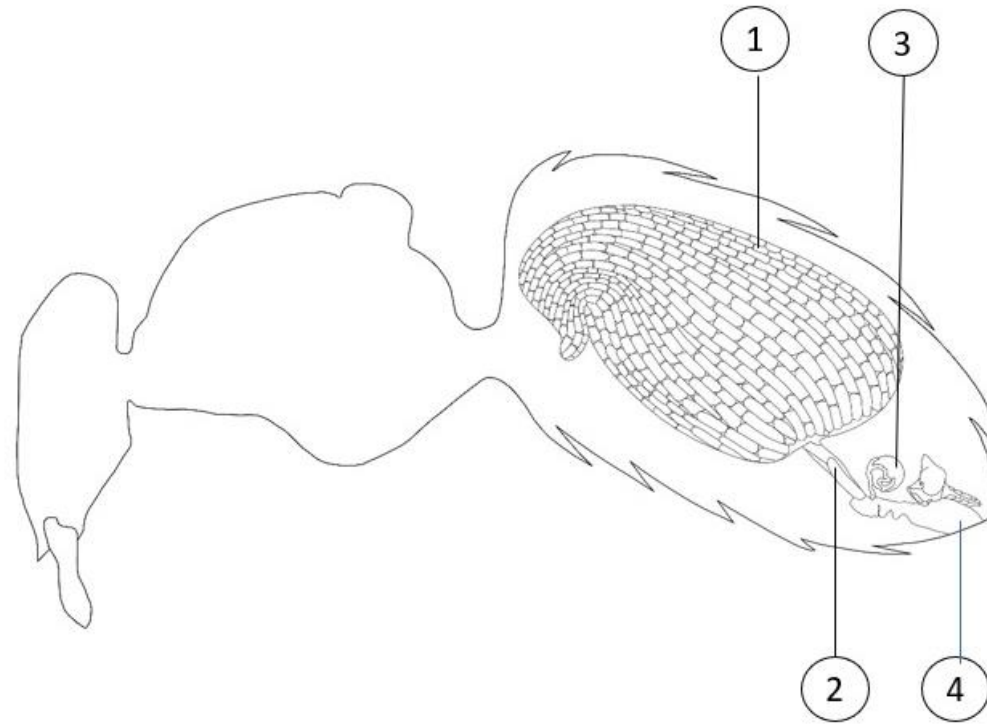
Anatomie vnitřních orgánů

POHLAVNÍ SOUSTAVA

- Samičí pohlavní orgány

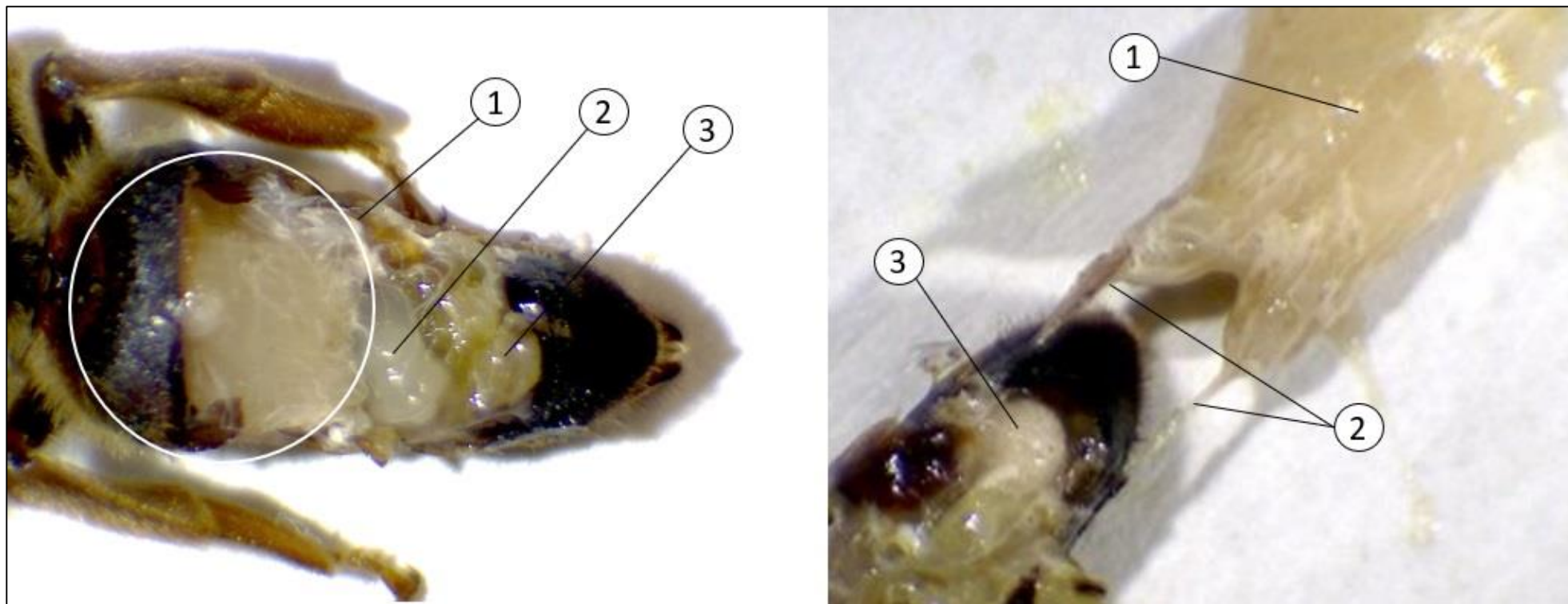
- Vejcovody ústí do pochvy (*vagina*)
 - Po bocích pochvy předsíňky, do kterých se při páření zaklesne kopulační orgán trubce
 - V dorsální části do pochvy vyústuje semenný váček neboli spermatéka (*receptaculum seminis*) 1,5 až 1,8 mm – uloženo sperma
- Vlastní pohlavní vývod (*gonopor*) – mezi žihadlem (kladélkem) a posledním sternitem zadečku
- Vajíčko (ovum) – tvar tyčinky se zaoblenými konci, hlavový konec je širší
 - Délka okolo 1,6 mm, šířka 0,3 až 0,4 mm
 - Hmotnost 0,10 až 0,15 mg

Anatomie vnitřních orgánů



Pohlavní soustava matky. 1: vaječník, 2: vejcovod, 3: spermatéka, 4: pochva.
Upraveno podle A. Tofilski (www.honeybee.drawwing.org)

Anatomie vnitřních orgánů



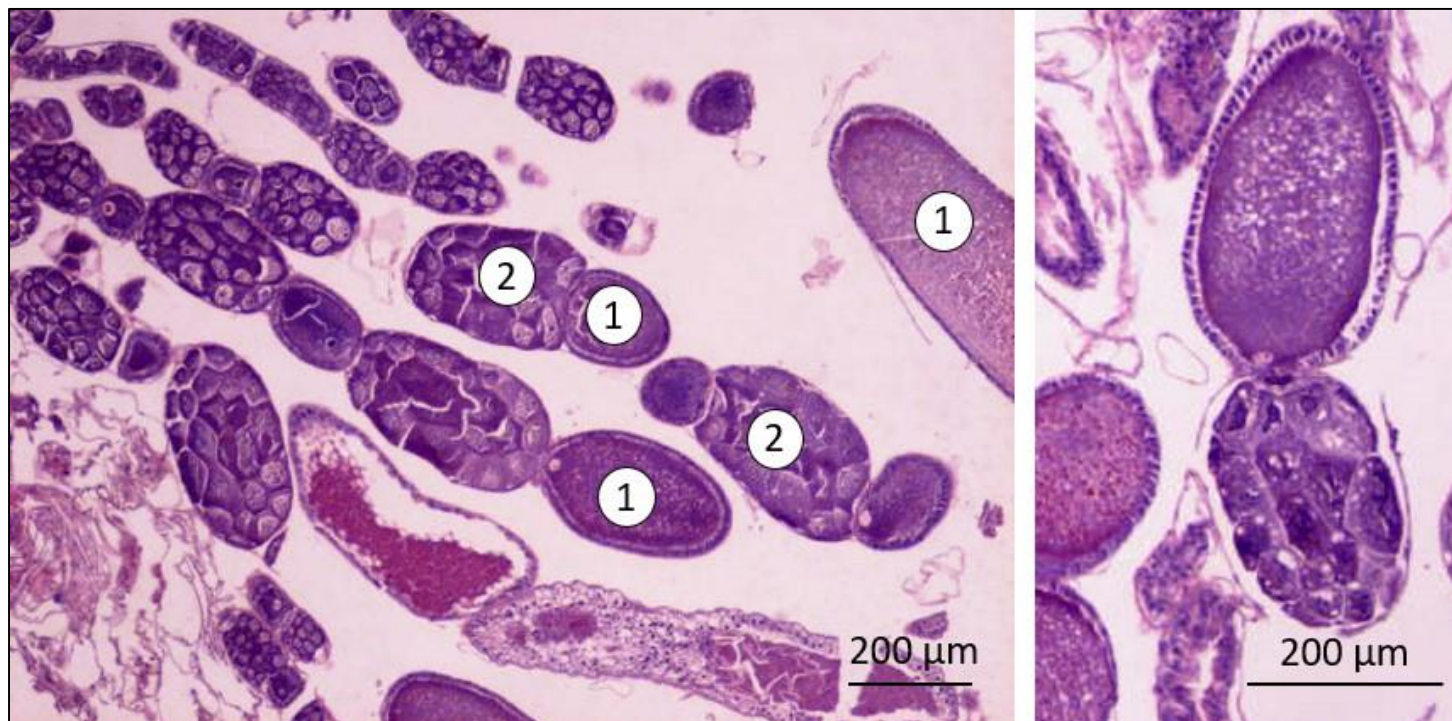
Vlevo: 1: rozvinuté vaječníky matky vyplňují velkou část dutiny zadečku. Trávicí trakt je jimi odsunut ventrálním a kaudálním směrem. 2: žaludek, 3: výkalový vak. **Vpravo:** 1: vaječníky matky po vytažení ze zadečku, 2: vejcovody, 3: spermatéka

Anatomie vnitřních orgánů



Vlevo: zakrnělé vaječníky dělnice, **uprostřed:** vaječníky matky postižené atrofií a melanózou. **Vpravo:** rozvinuté vaječníky

Anatomie vnitřních orgánů



Podélný řez vaječníkem matky. Vlevo: oocyty (1), shluky trofocytů (2). **Vpravo:** detail trofocytů a ocytu obklopeného jednovrstevným kubickým epitelem

Anatomie vnitřních orgánů

POHLAVNÍ SOUSTAVA

• Samčí pohlavní orgány

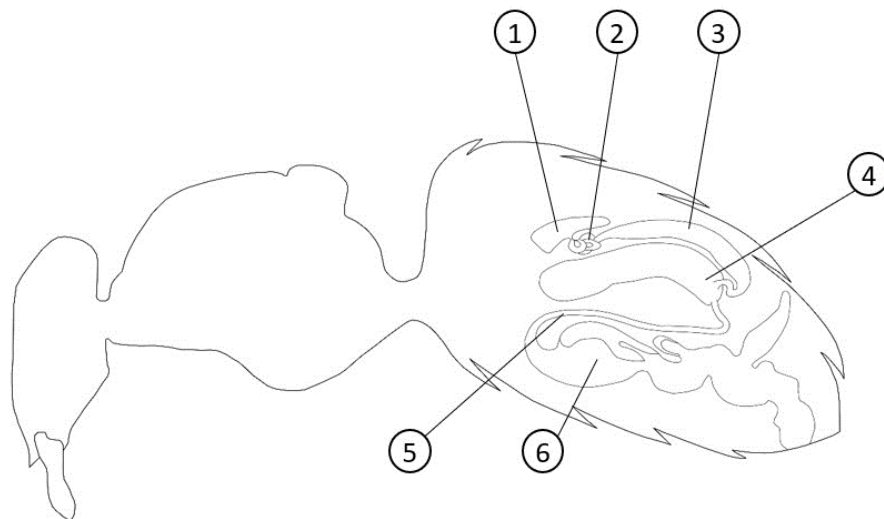
- V zadečku trubců
- Pohlavní a hlenové žlázy, chámovod, chámojem, chámomet a kopulační orgán
- Varlata (testes) – v zadečku pod 3. až 6. tergitem
 - Ledvinovitá, až 5 mm
 - Cca 200 **semenných rourek** (*folliculi*) – ústí do nálevkovitě rozšířeného **chámovodu** (*vas deferens*).
 - Chámovody tvoří několik závitů a vakovitou rozšířeninu – **chámojem** (*vesica seminalis*)
 - Před zakončením se zužují a připojují se na **hlenové žlázy** (*glandulae mucosae*)
 - Vývody hlenových žláz se spojují a pokračují společným **chámometem** neboli vystřikovacím kanálkem (*ductus ejaculatorius*)
 - Navazuje vlastní složitý **kopulační orgán** (*penis, endophallus*)
 - Jeho jednotlivé části se po vydráždění vyhrnují z pohlavního otvoru, který se nachází pod otvorem análním

Anatomie vnitřních orgánů

POHLAVNÍ SOUSTAVA

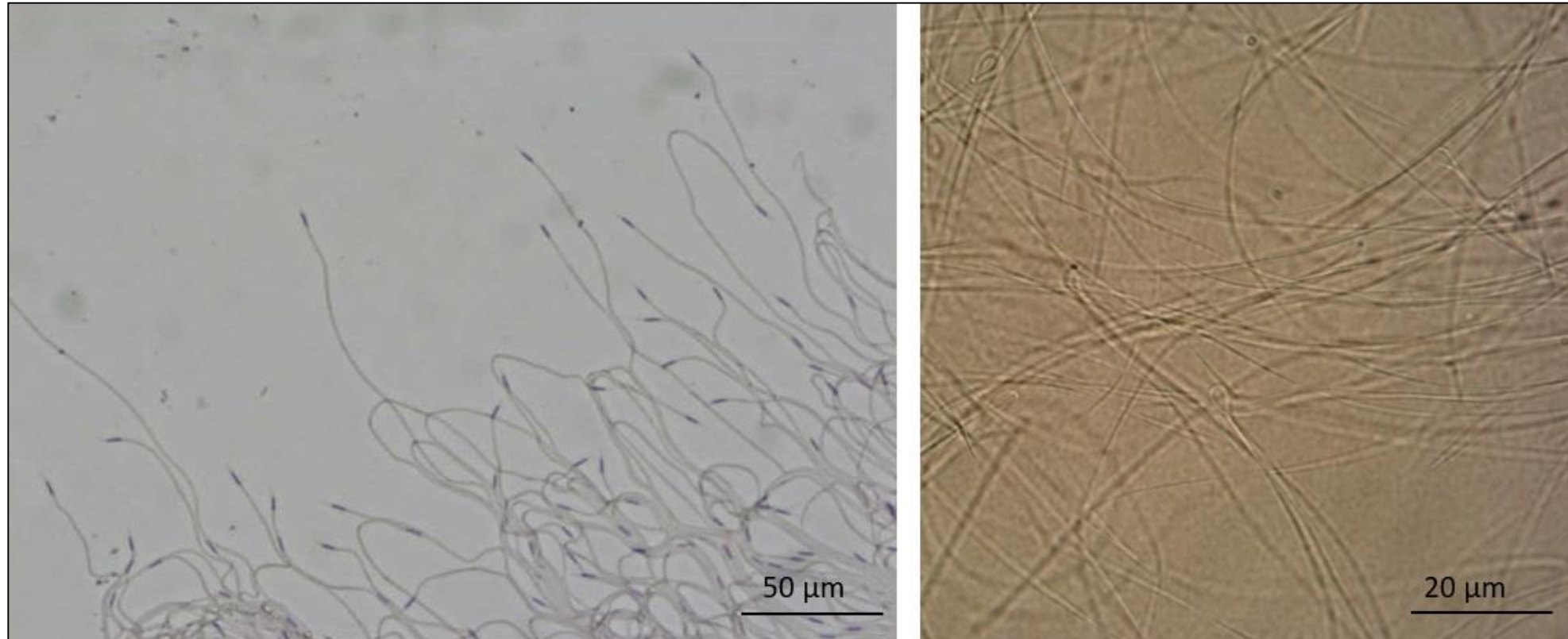
- **Samčí pohlavní orgány**
 - Po vychlípení penisu naplněného hemolymfou trubec hyne
 - Spermie – hlavička, krček a bičík
 - Délka i více než 0,25 mm
 - Tvorba spermií probíhá během larválního a pupálního vývoje
 - Z varlat spermie odcházejí do chámojemu, zde uloženy až do ejakulace

Anatomie vnitřních orgánů



Pohlavní aparát trubce. 1: varle, 2: chámovod, 3: chámojem, 4: hlenová žláza, 5: chámomet, 6: bulbus penisu. Upraveno podle A. Tofilski (www.honeybee.drawing.org)

Anatomie vnitřních orgánů



Spermie trubce. Vlevo: spermie po obarvení (Hemacolor), **vpravo:** nativní preparát



Děkuji za pozornost.