

Arachnologie

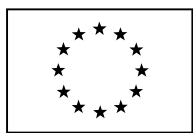
Stano Pekár
(editor)



Masarykova universita
Brno 2013



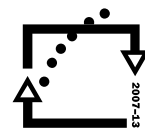
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Realizace skript byla podpořena projektem „Modularizace výuky evoluční a ekologické biologie“ (CZ.1.07/2.2.00/15.0204), spolufinancovaného Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.

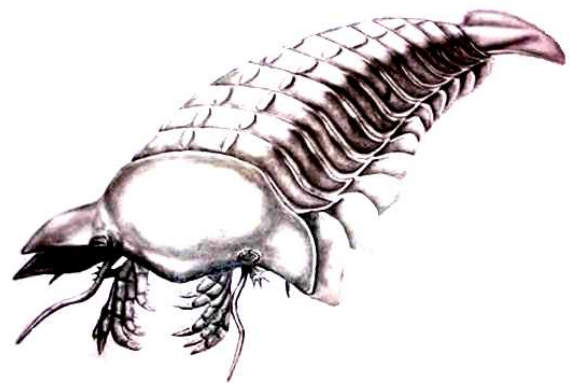
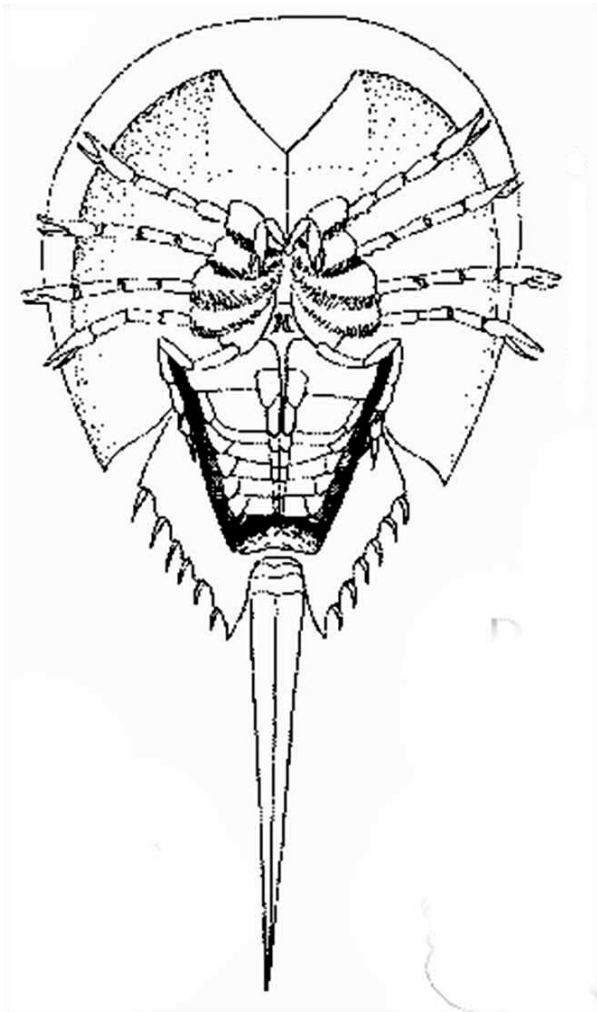
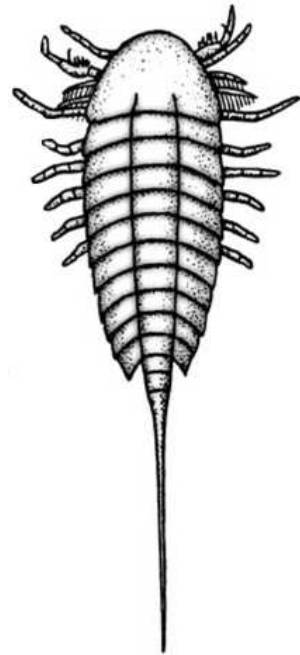
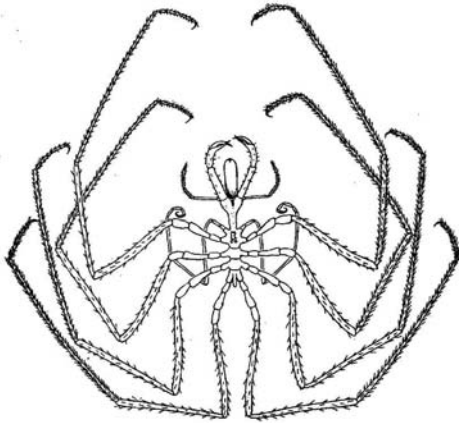
© 2013 Stano Pekár, Martin Forman, Jiří Král, Milan Řezáč, František Šťáhlavský
Cover © 2013 Stano Pekár
Design © 2013 Stano Pekár

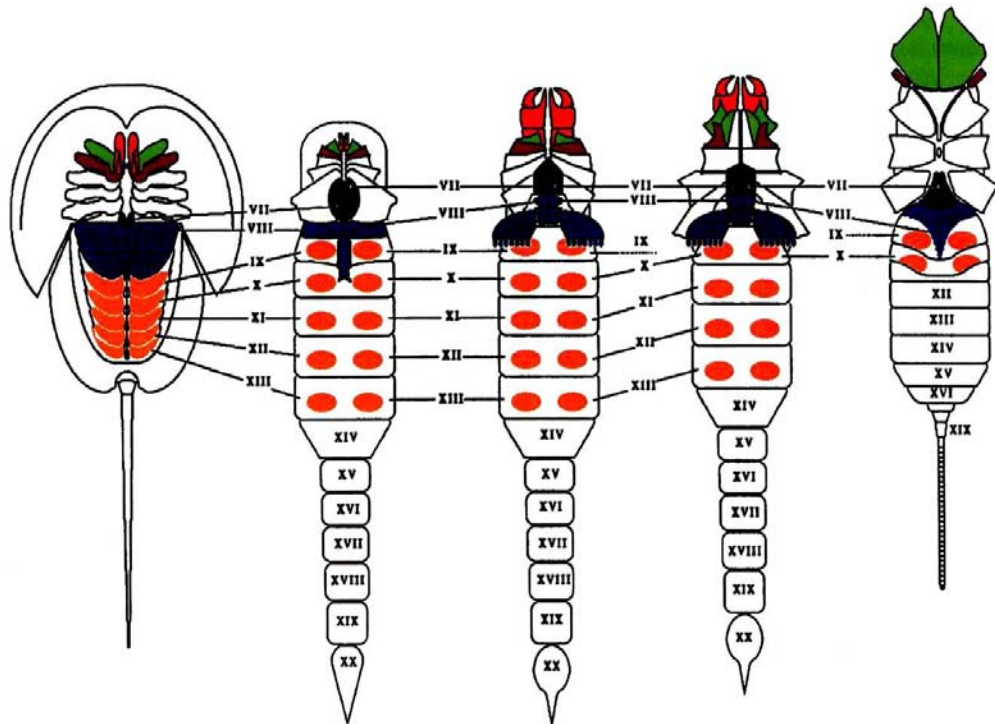
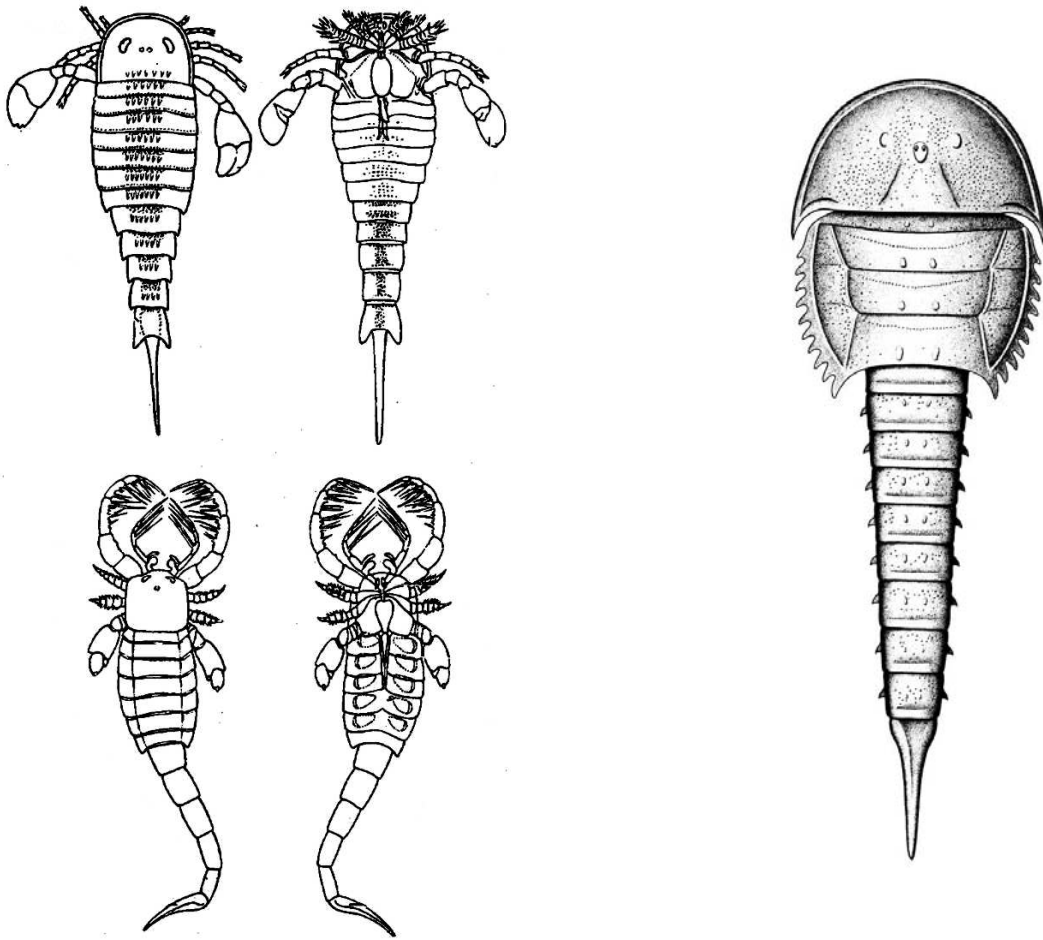
Obsah

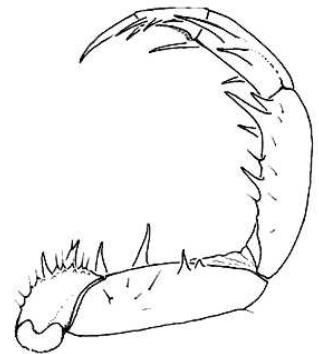
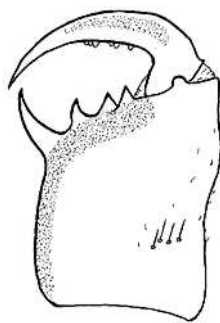
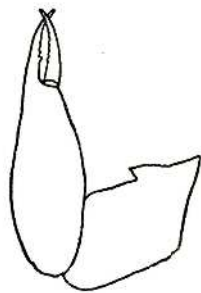
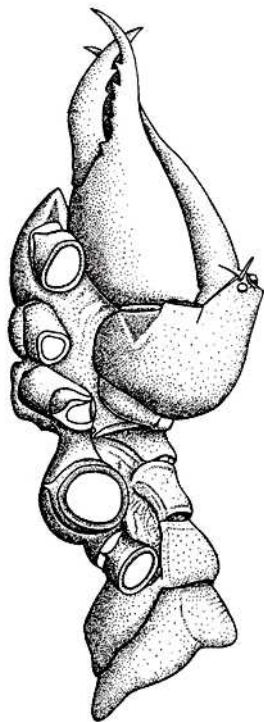
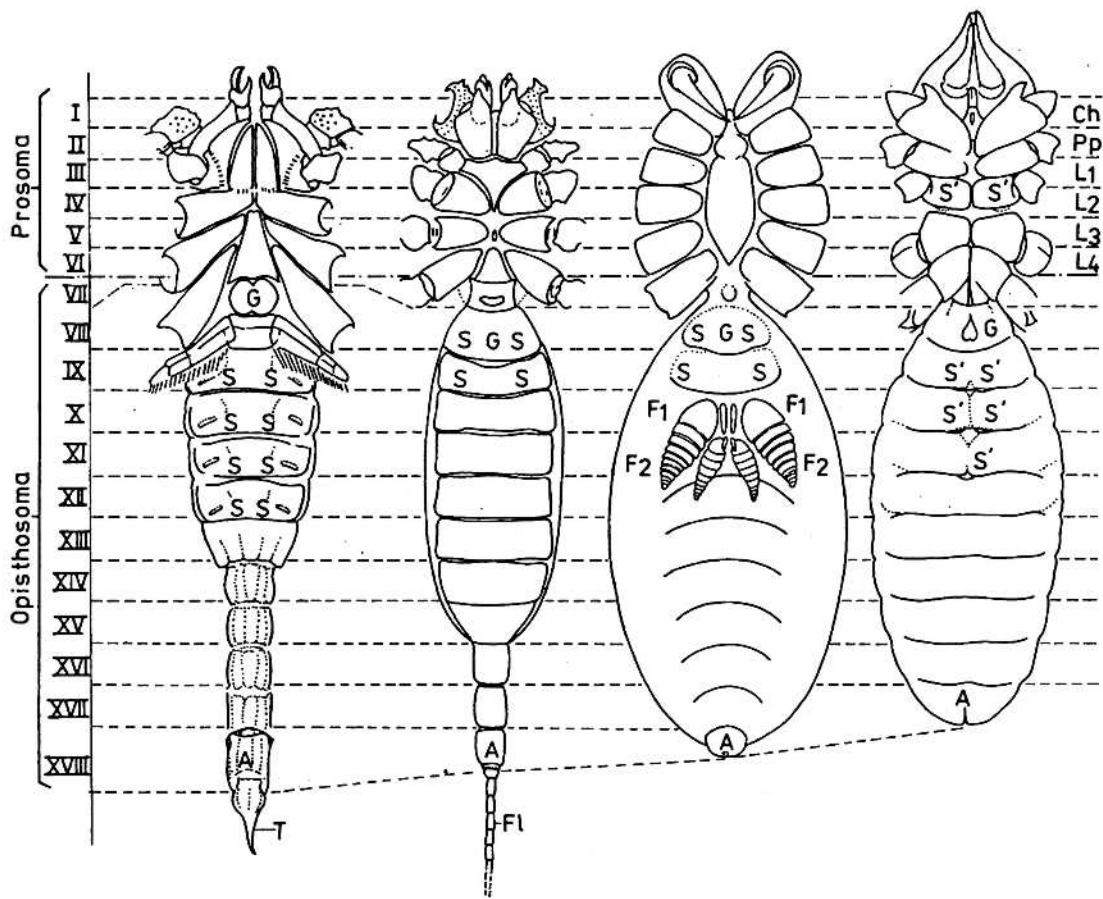
1	Taxonomie pavoukovců (M. Řezáč)	1
2	Klíč k určování čeledí našich pavouků (L. Sentenská)	23
3	Lovecké strategie pavouků (S. Pekár)	29
4	Cytogenetika pavoukovců (J. Král & M. Forman).....	37
5	Obranné strategie pavouků (S. Pekár)	57
6	Sociální pavouci (S. Pekár)	63
7	Biologie štírků (F. Šťáhlavský)	65
8	Literatura	81
	Slovník termínů	87

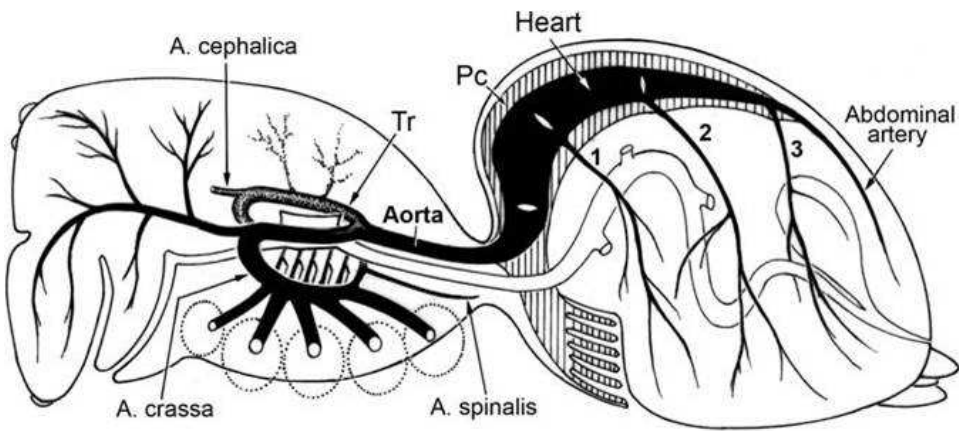
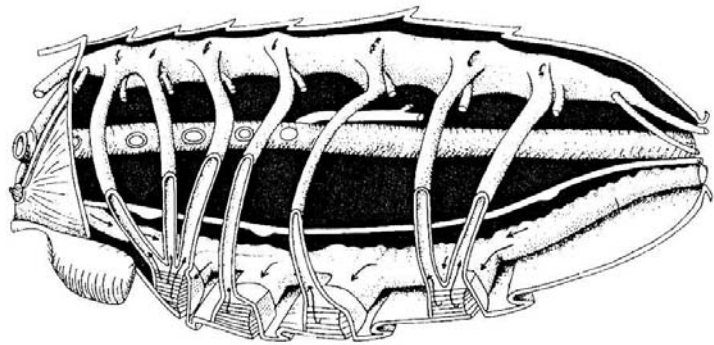
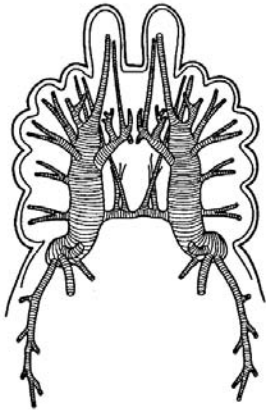
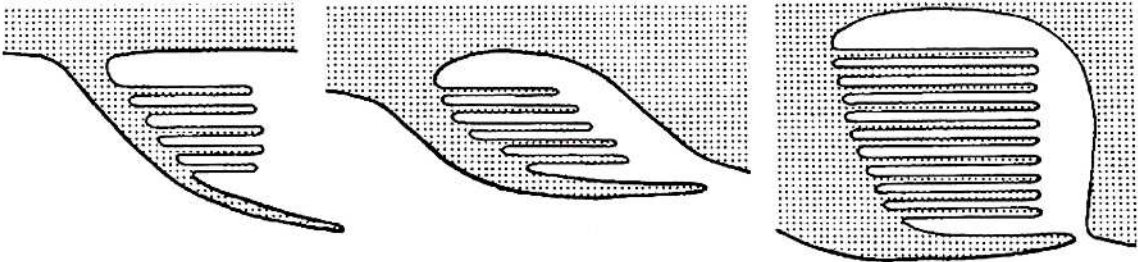
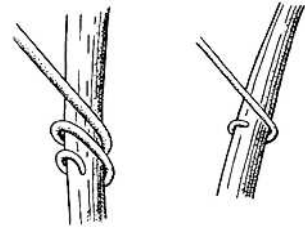
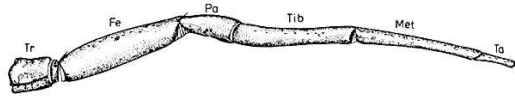
1 Taxonomie pavoukovců

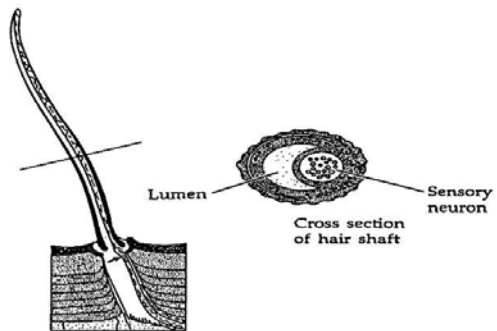
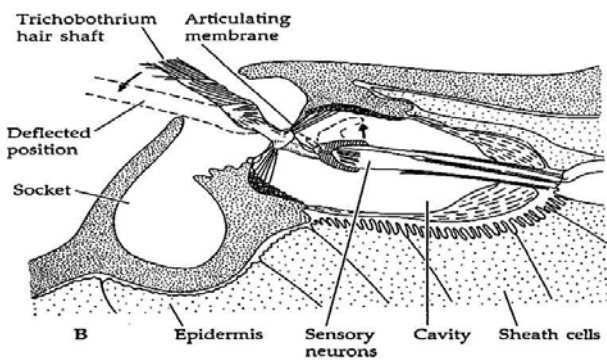
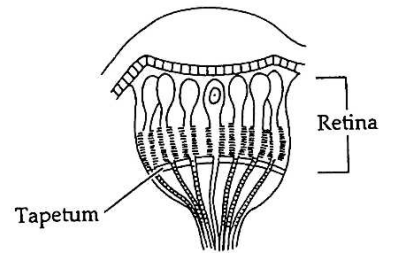
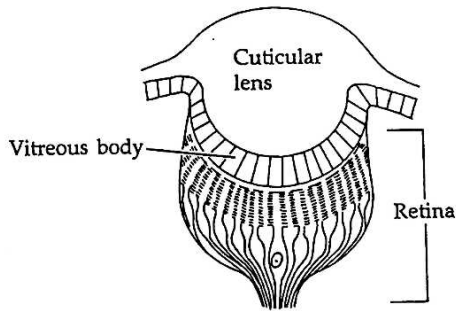
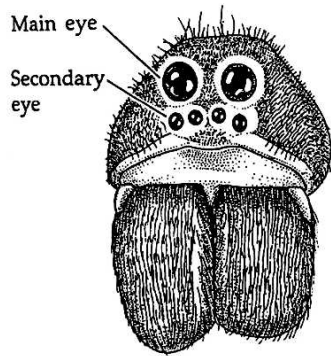
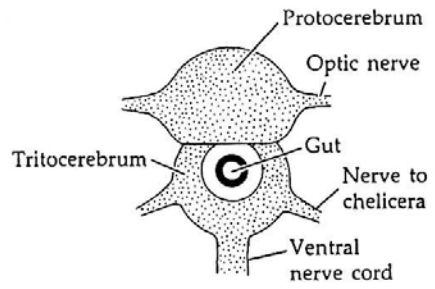
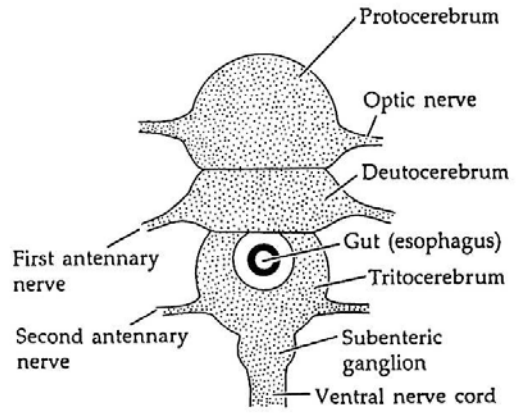
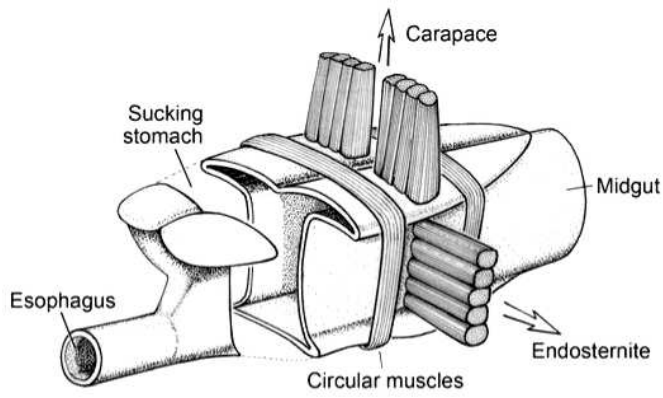
Milan Řezáč

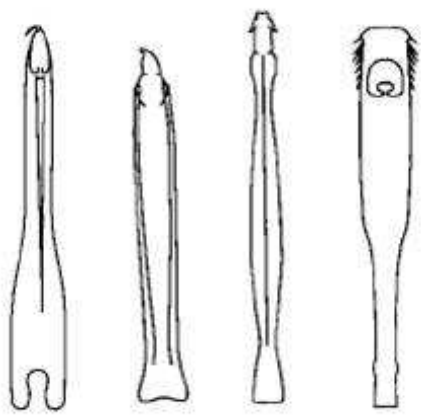
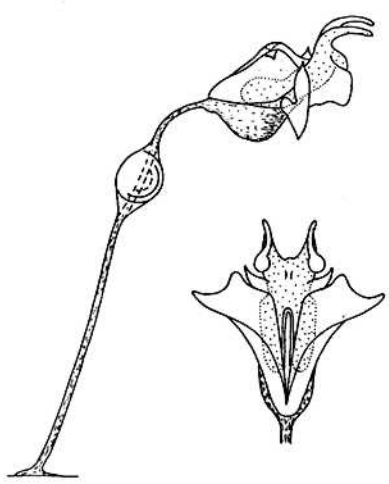
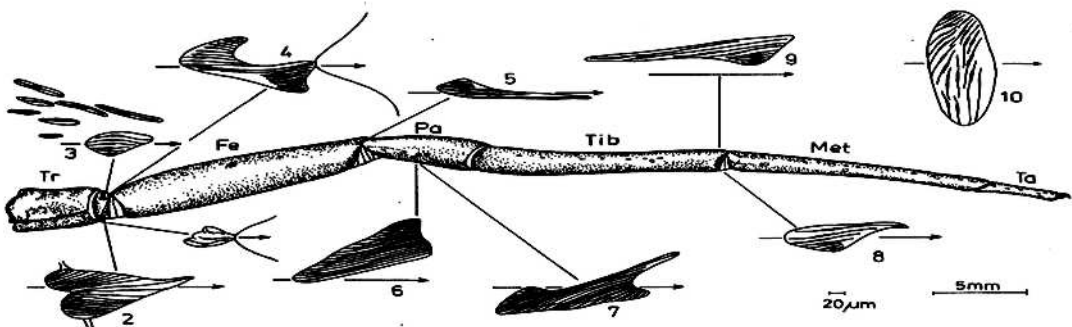
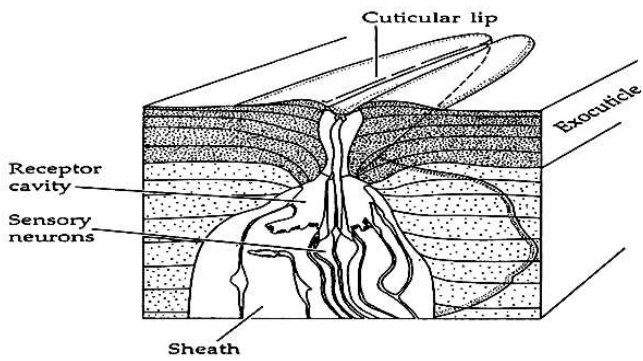


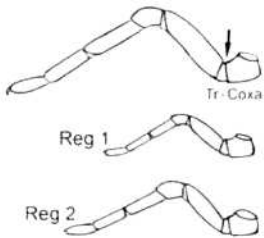
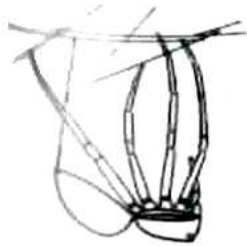
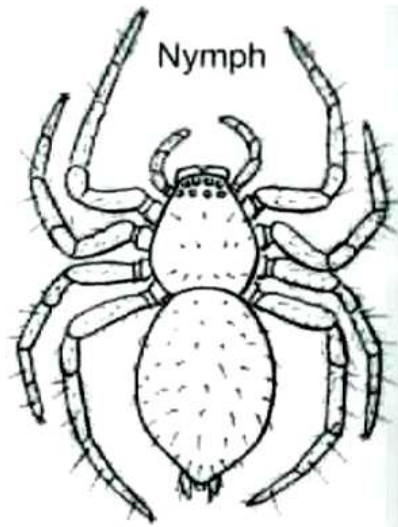
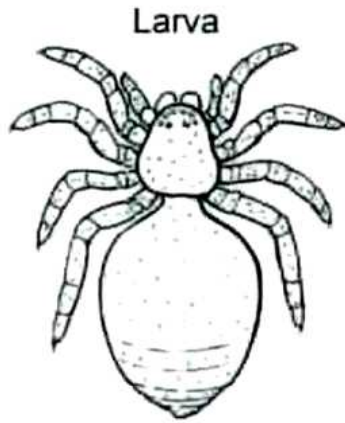


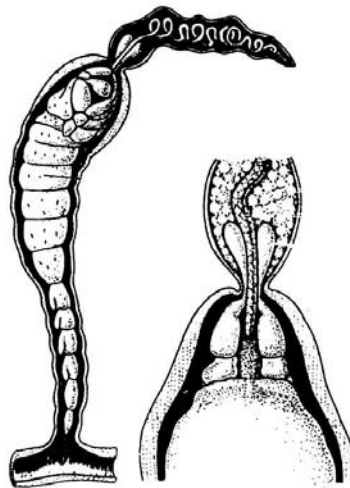
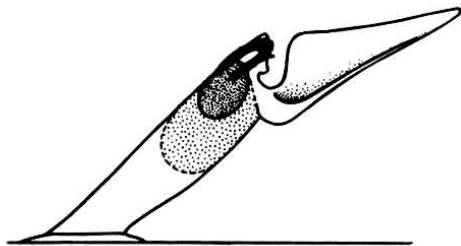
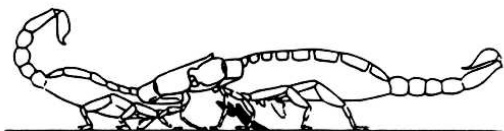
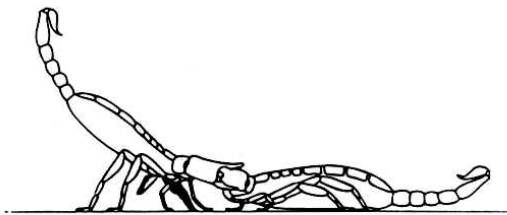
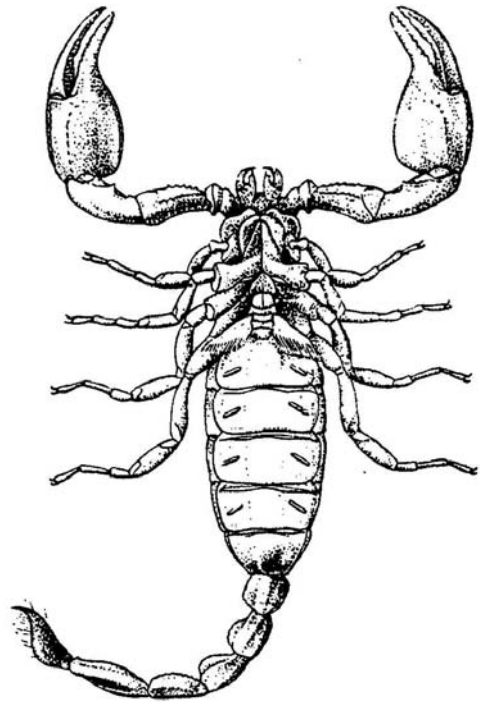
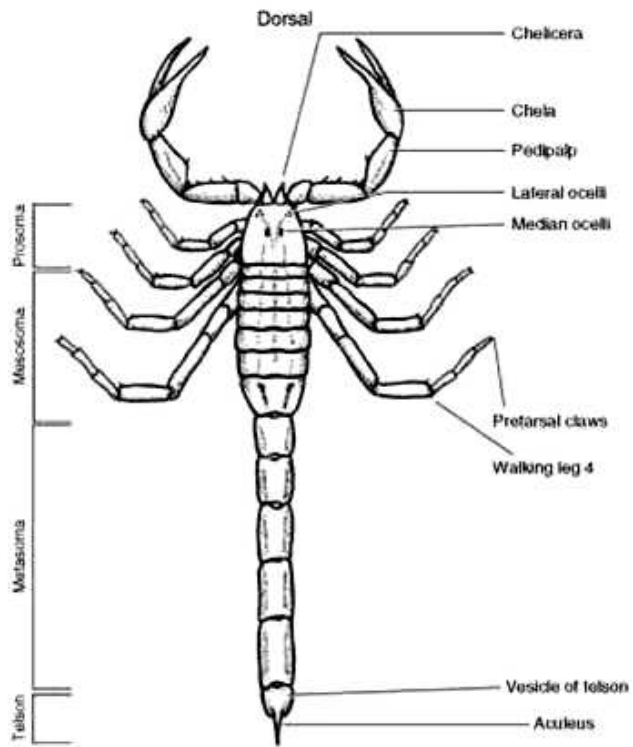


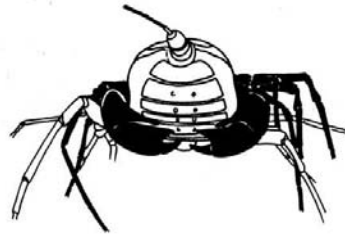
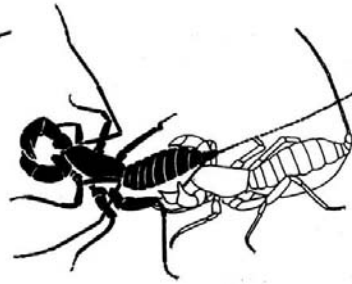
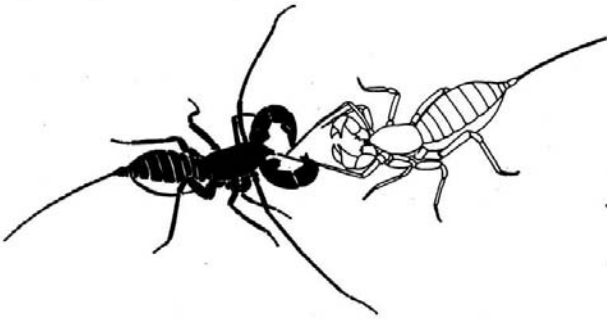
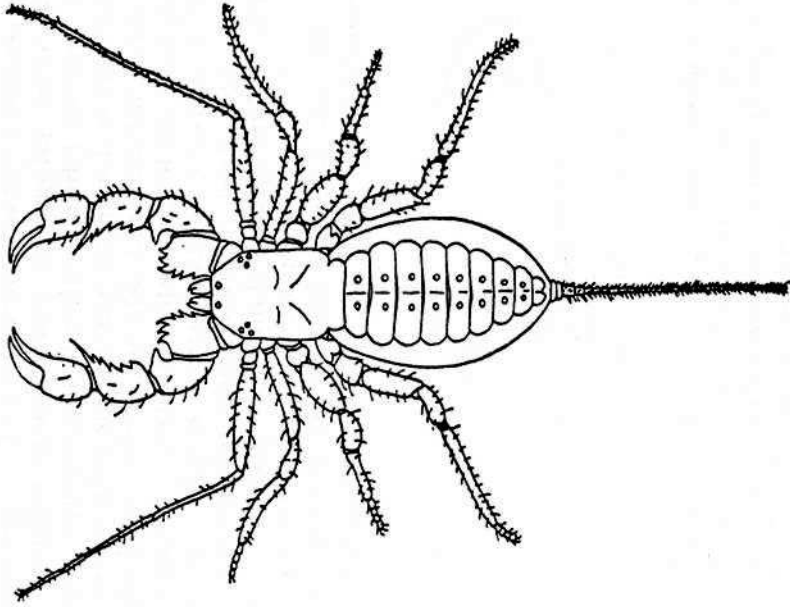


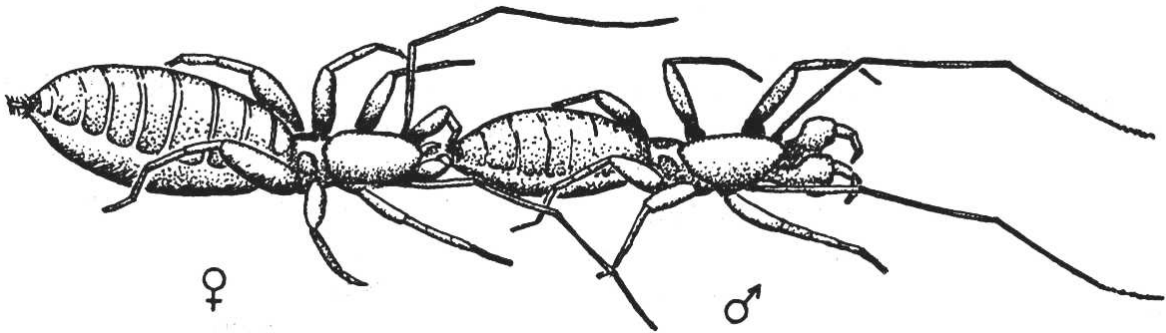
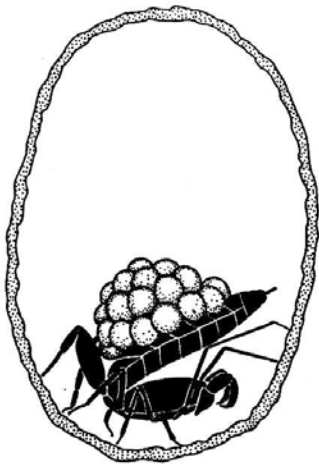
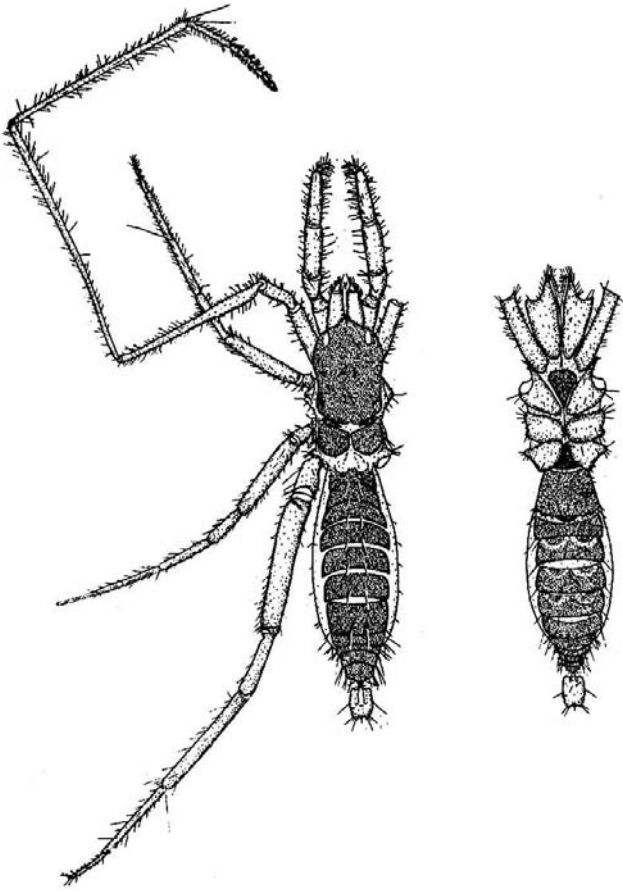


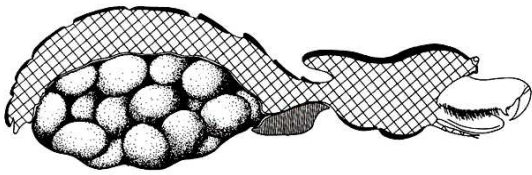
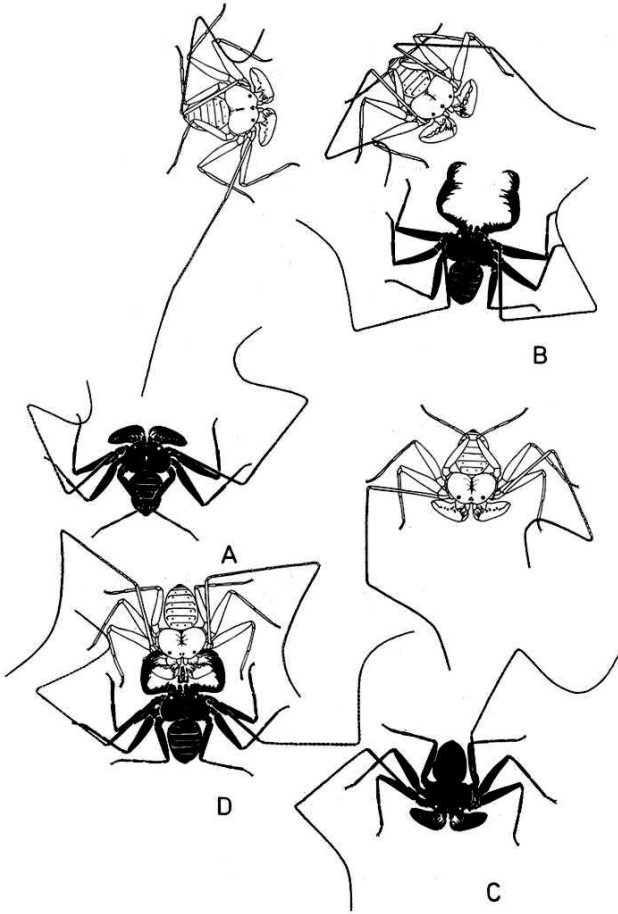
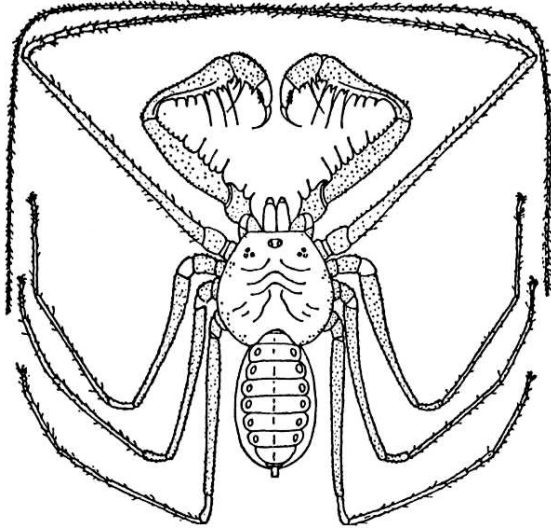


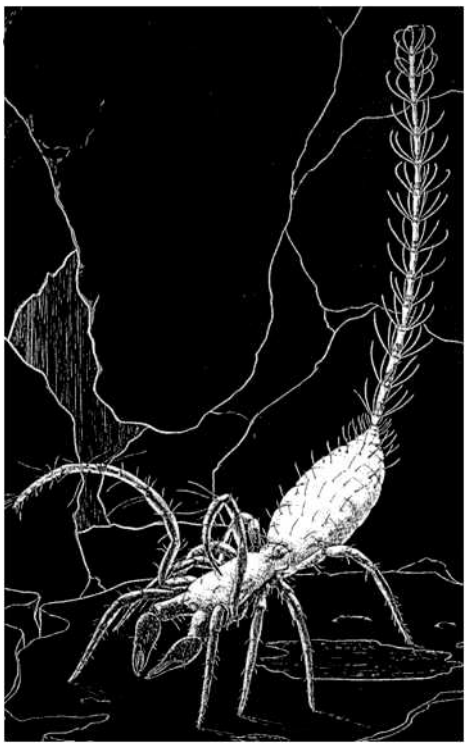
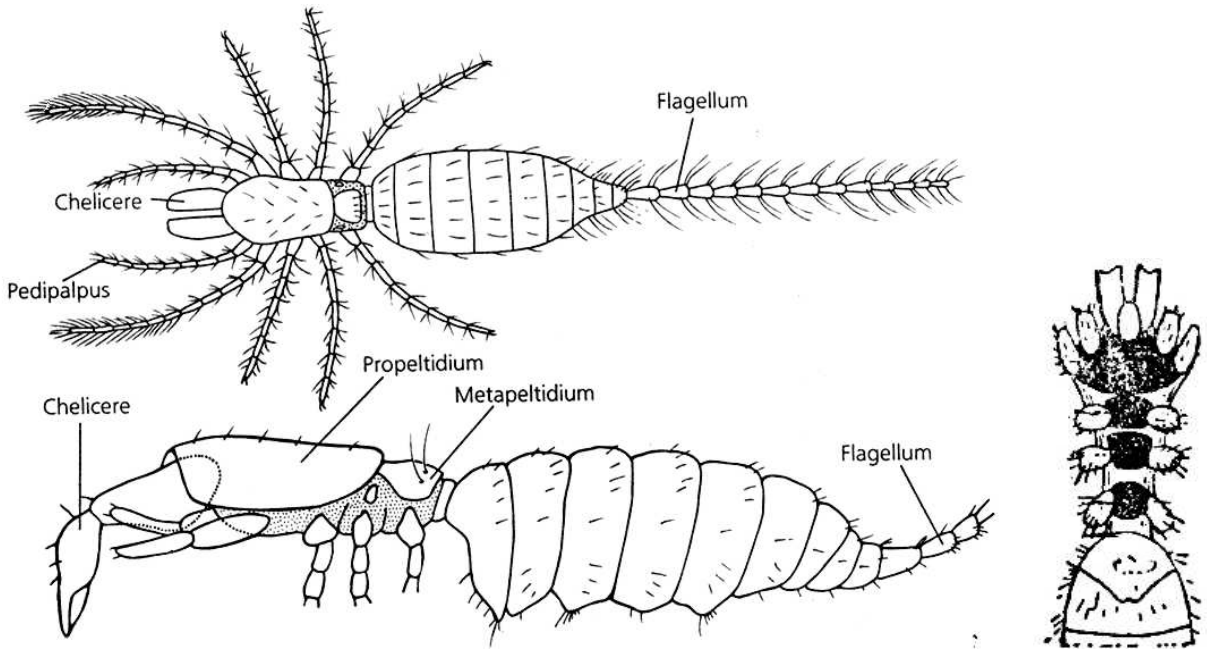


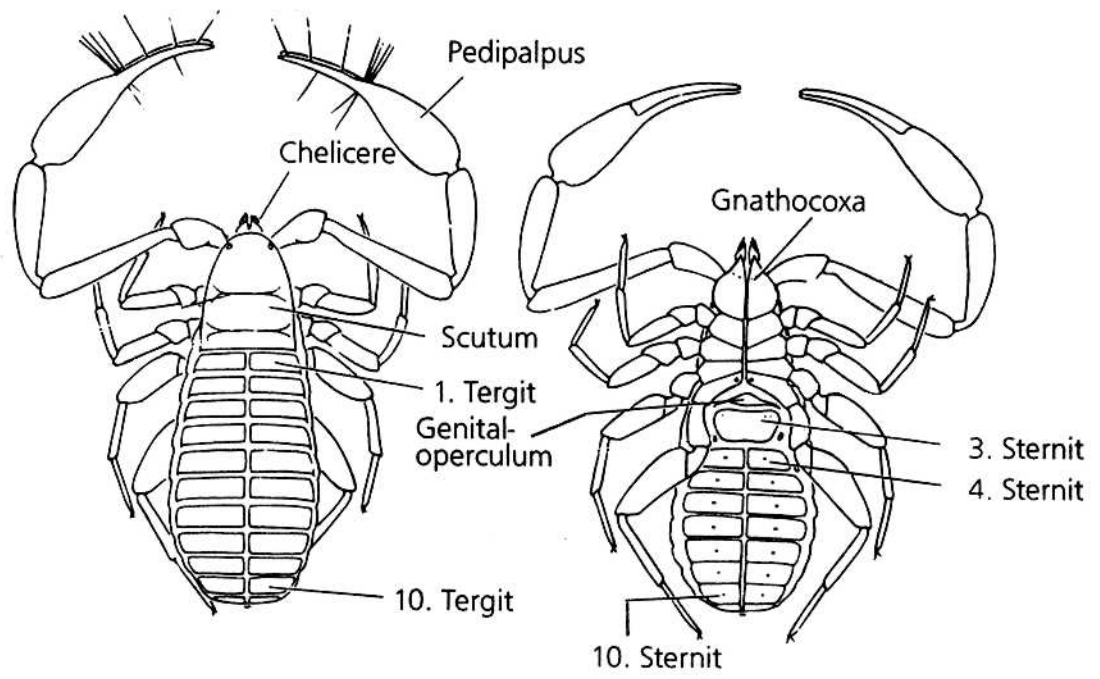


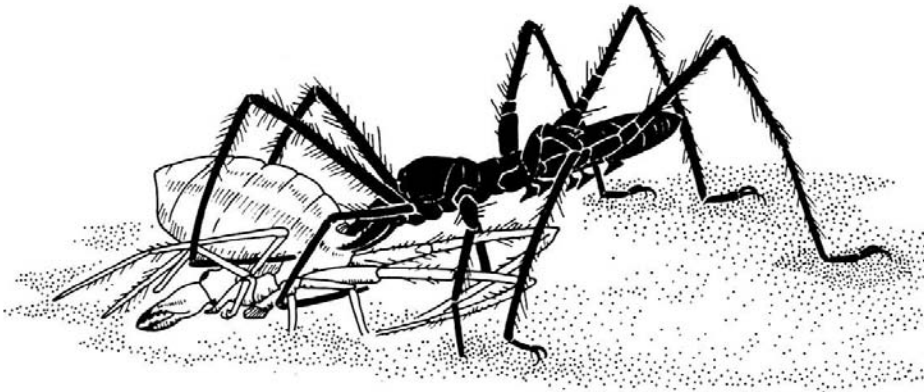
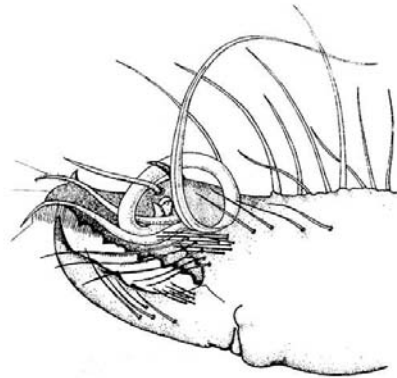
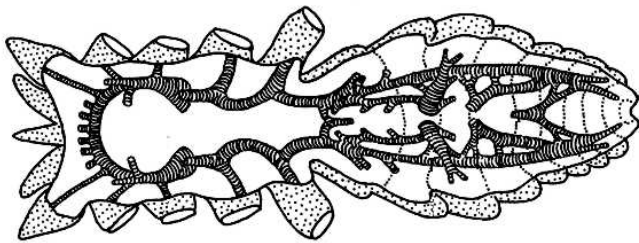
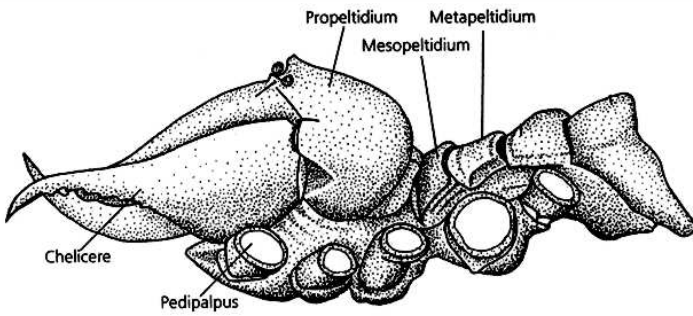
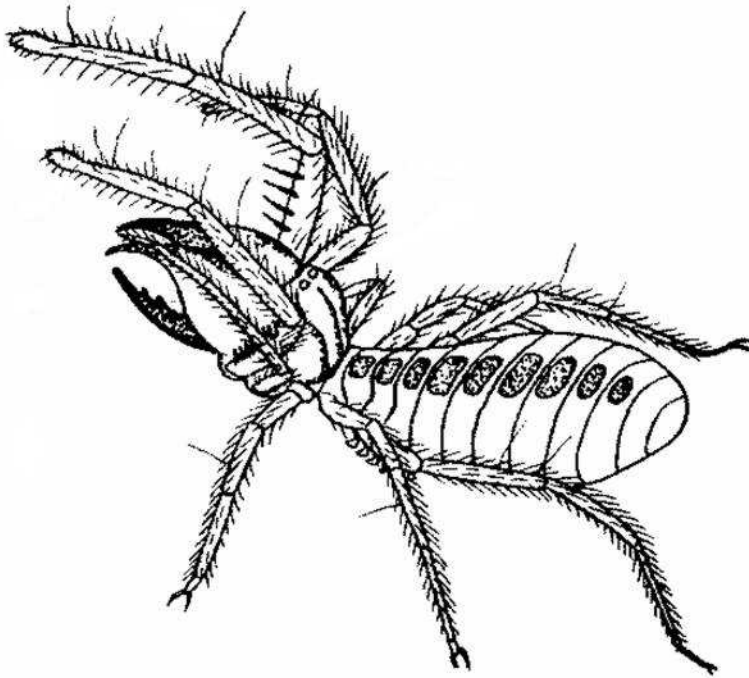


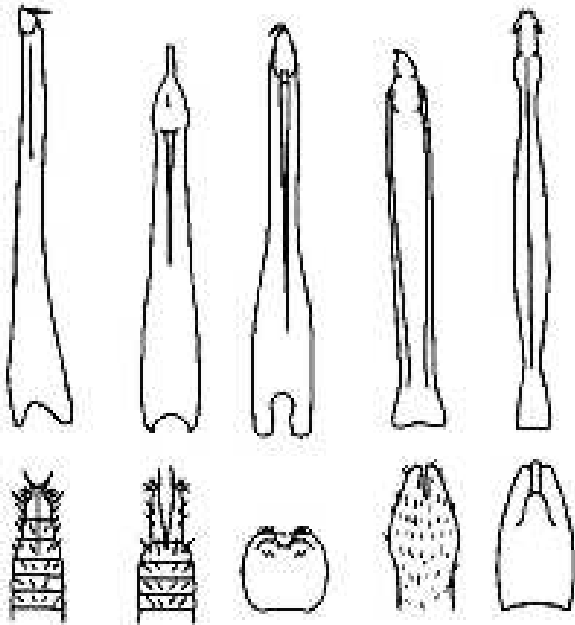
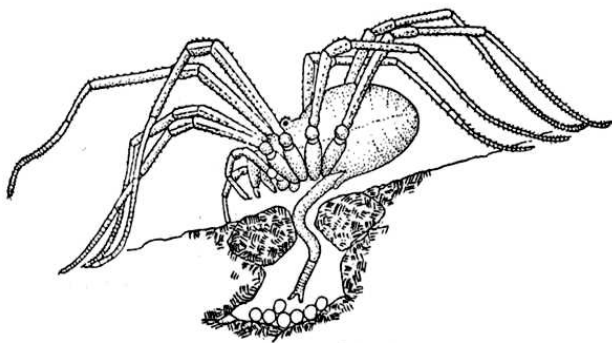
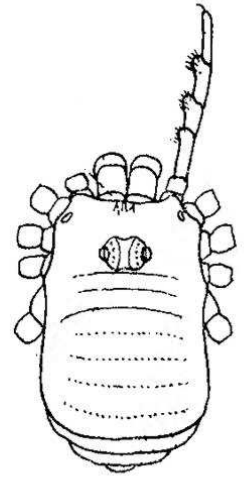
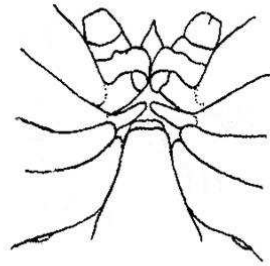
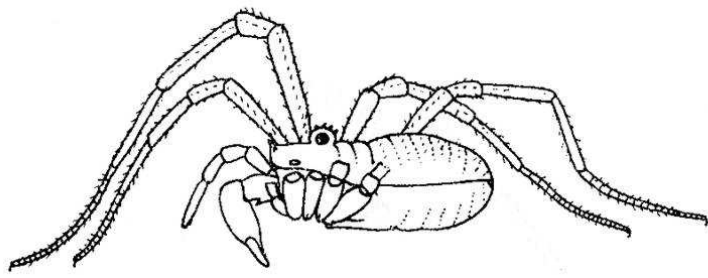


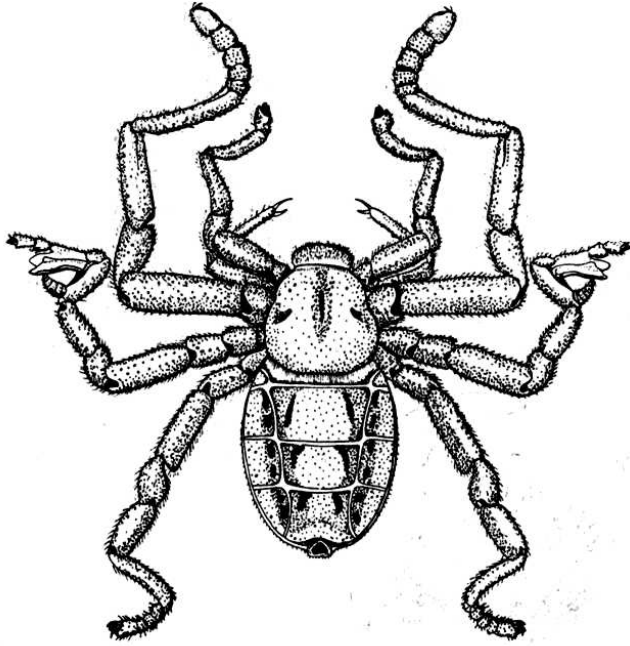
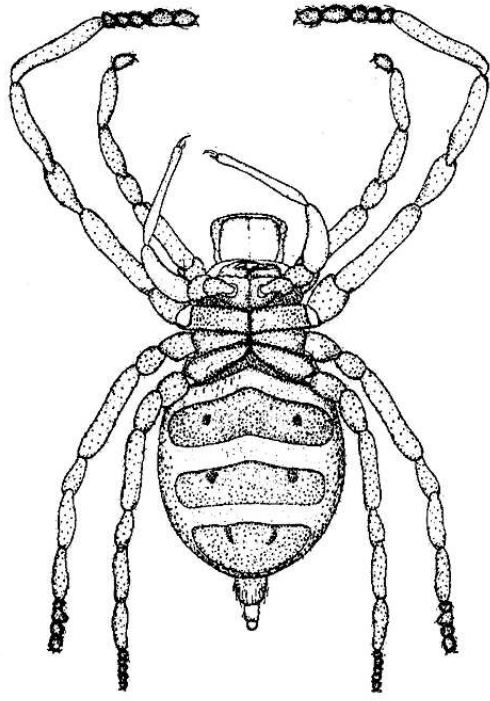
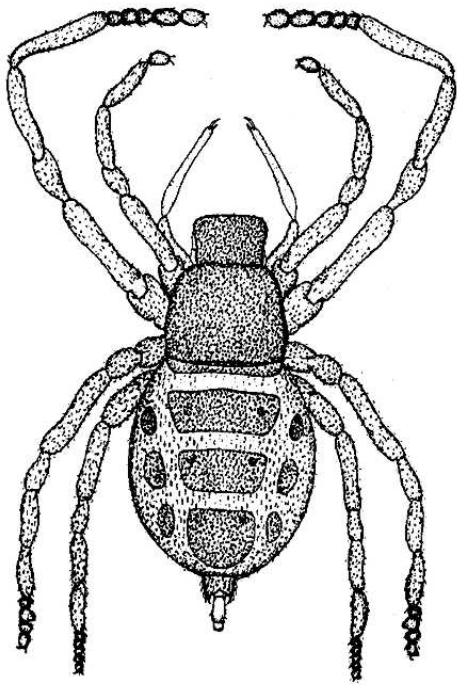


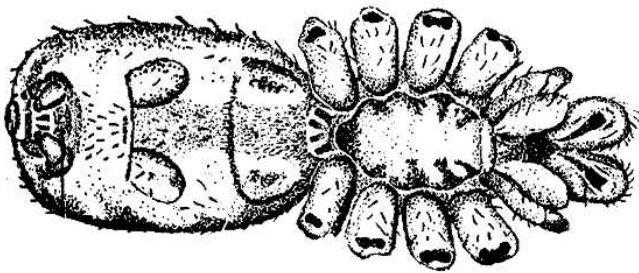
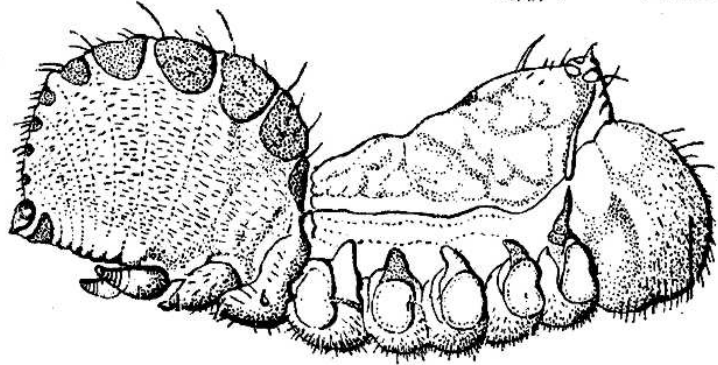
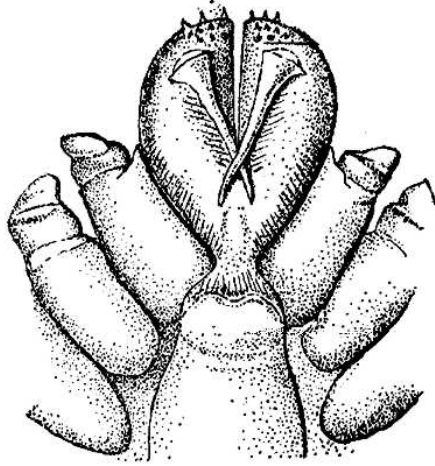
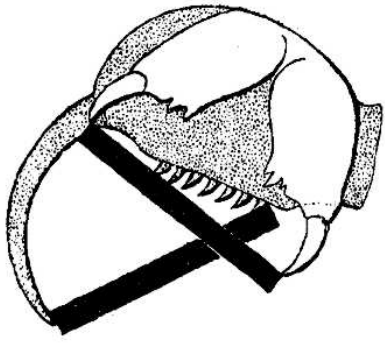


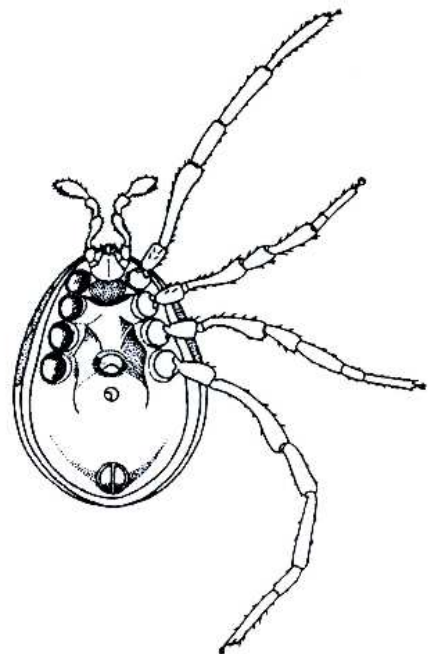
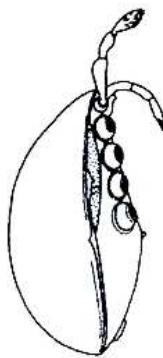
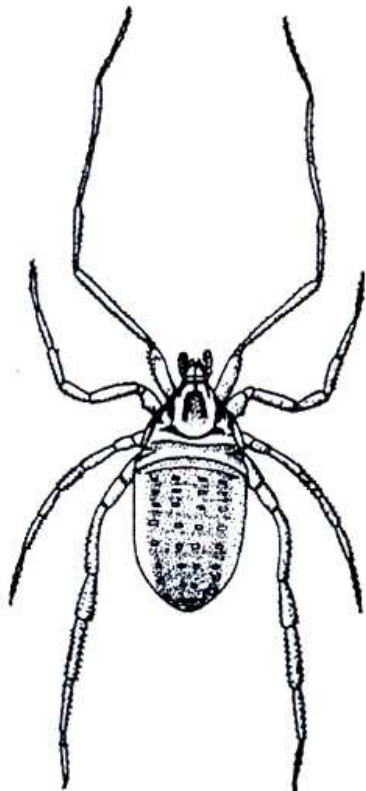
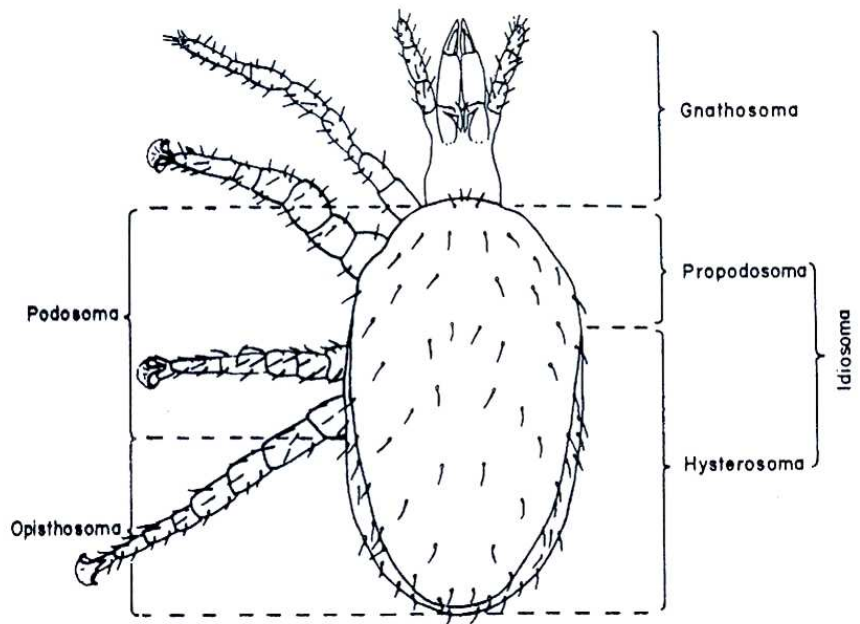


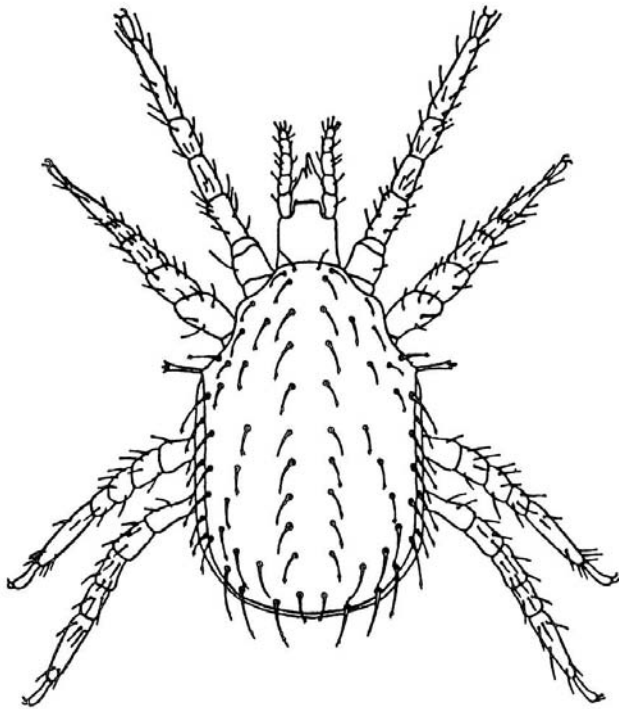
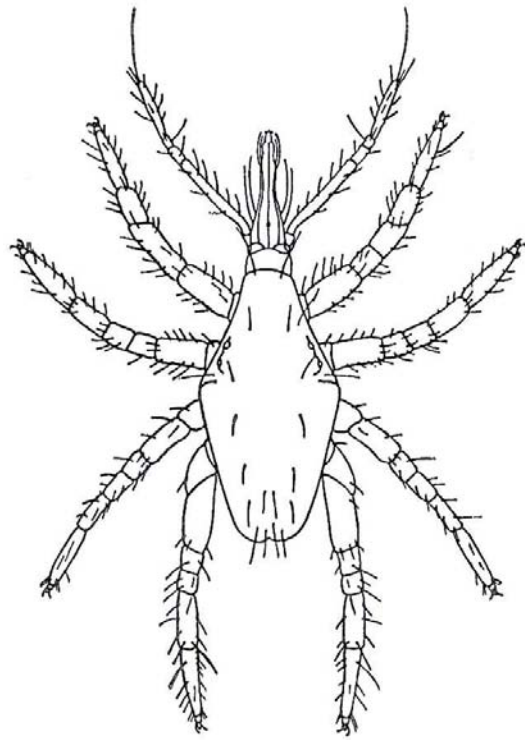
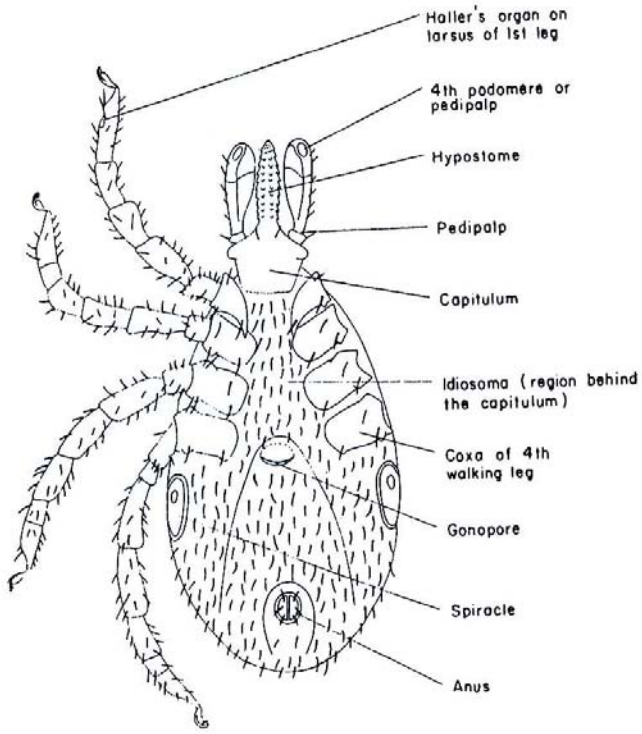


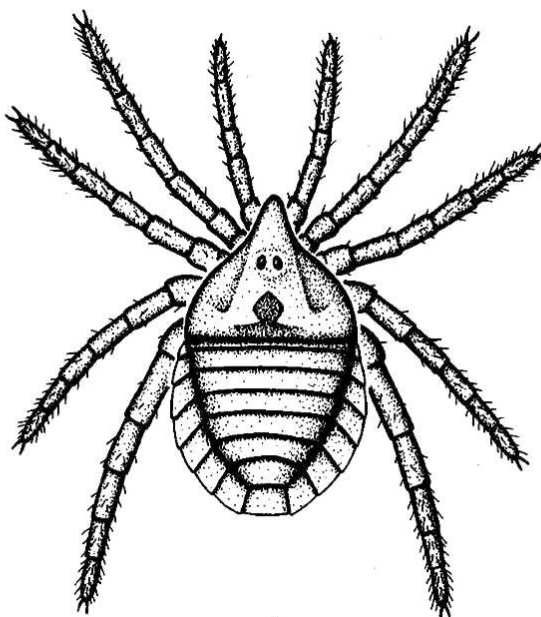
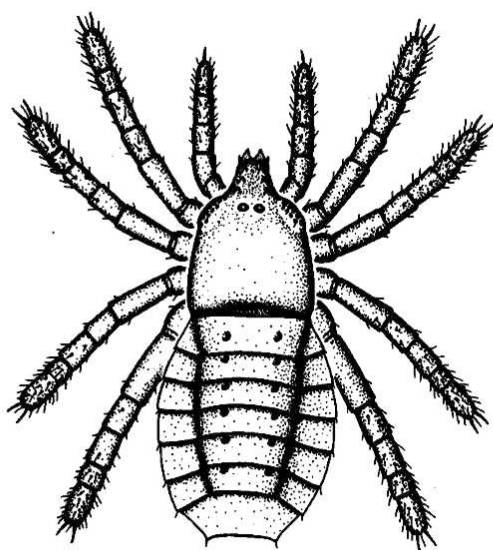
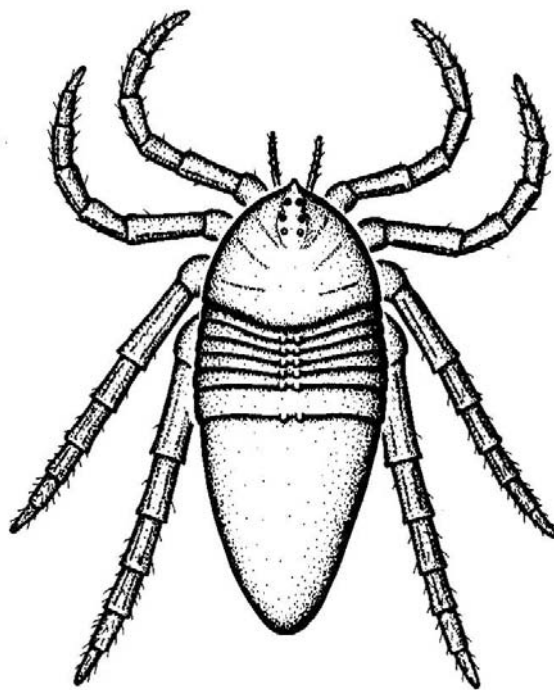
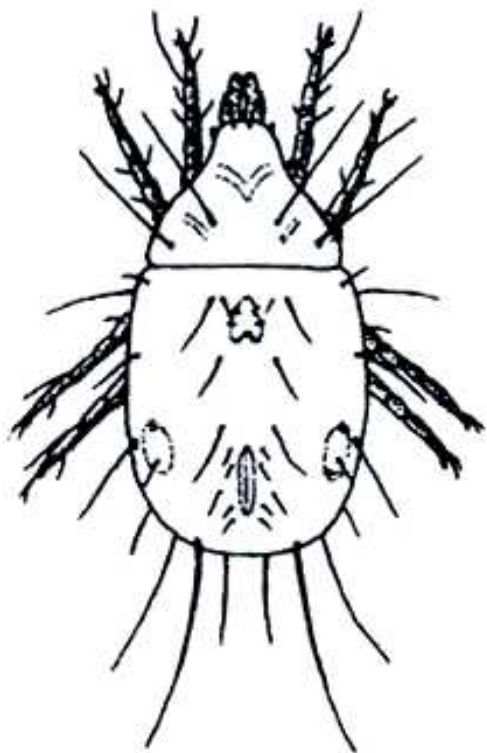


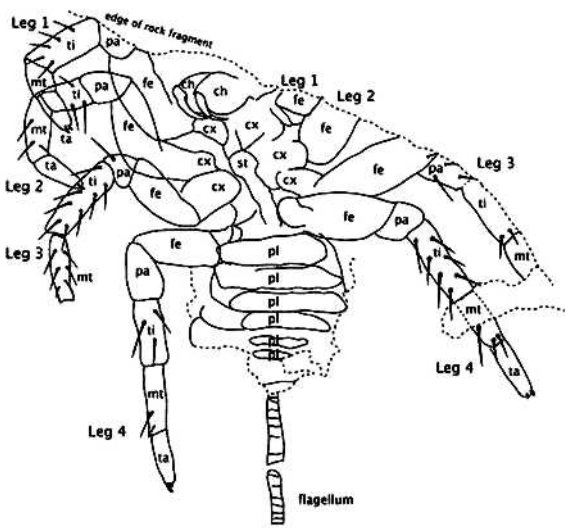
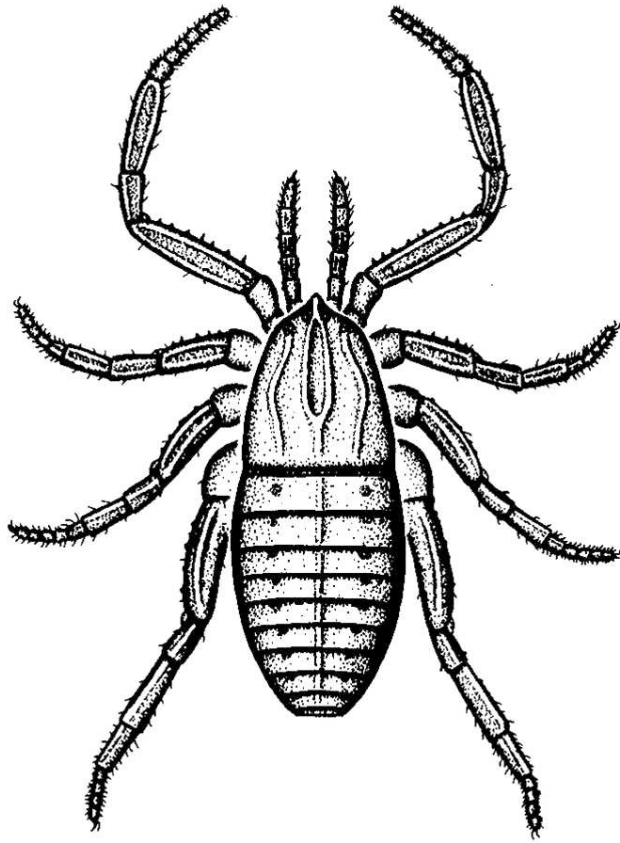












Úkol

	Urop	Ambly	Schizo	Ara	Scorpi	Acar	Opil	Pseu d	Solif	Palpi	Rici	Xipho
dýchací orgány	p. vaky	p. vaky	p. vaky	p. vaky	p. vaky	tra.	tra.	tra.	tra.	žádné	tra.	žábry
mediální oči	ano	ano	ne	ano	ano	ne	ano	ne	ano	ne	ne	ano
laterální oči	ano	ano	ne	ano	ano	ano	ne	ano	ne	ne	ne	ano
speciální hyalinní vrstva kutikuly	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
úzký pas či pedicel (petiolus)	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ne
3 malé abd. články	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne
telson/ocásek	ano	ne	ano	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ano
počet článků chelicer	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	3
ústa na dlouhém výběžku	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ne	ne	ne
přijímá pevnou potravu	ne	ne	ne	ne	ne	někt	ano	ne	ne	ne	ne	ano
na pedipalpách velké drápky	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
1. abdominální přívěsky	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano
ovipositor	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne
6-tinohá larva	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ne	ne	ne	ne	ano	ne

2 Klíč k určování čeledí našich pavouků

Lenka Sentenská

- A. Základní články chelicer masivní, namířeny vpřed, dlouhé přibližně jako hlavohruď, jejich zakloubení umožňuje pohyb nahoru a dolů (tzv. ortognátní chelicery), koncové drápky uloženy paralelně; zadní snovací bradavky složené ze tří částí
– podřád ORTHOGNATHA (Mygalomorphae) ... 1

1. na našem území jediná čeleď

Sklípkánkovití (Atypidae)

- B. Základní články chelicer směřují kolmo nebo šikmo k podkladu, koncové drápky jsou přivráceny hroty k sobě, chelicery jsou zakloubeny pro pohyb do stran (pracují na principu kleští); zadní snovací bradavky vždy složeny maximálně ze dvou částí
– podřád LABIDOGNATHA (Araneomorphae) ... 2

2. Na spodní straně zadečku před snovacími bradavkami se nachází sítkovité políčko, tzv. kribelum (u samců redukované). U samic na metatarsu 4. páru končetin patrná hřebínkovitá struktura, tzv. kalamistrum

kribelátní pavouci ... 3

– Kribelum a kalamistrum chybí 7

3. Široká obdélníkovitá hlavohruď; 4 střední oči blízko sebe, 4 boční oči v rozích vyvýšené přední části hlavohruď. Samice sametově černé, samci mají černou hlavohruď a červený zadeček s černými skvrnami

Stepníkovití (Eresidae)

– Odlišný vzhled 4

3. Oči blízko u sebe, zadní střední pár očí nepravidelného tvaru. Zadní bradavky dlouhé, mezi nimi hrbolek opatřený dlouhými chlupy

Kruháčovití (Oecobiidae)

– Odlišný vzhled 5

4. Přední boční a zadní boční oči umístěny daleko od sebe, kalamistrum a metatarsus 4. páru končetin je při pohledu z boku znatelně prohnutý

Pakřížákovití (Uloboridae)

- Přední boční a zadní boční oči umístěny blízko sebe 6

- 6a. Spíše větší pavouci (5 – 15mm); na zadečku většiny druhů je patrný typický vzor; kalamistrum tvořeno dvěma řadami štětín
Cedivkovití (Amaurobiidae)

- 6b. Zadeček jednoduše hnědošedý buď zcela postrádá kresbu, nebo nese jeden až dva páry výrazných bílých skvrn
Teplomilovití (Titanocidae)

- 6c. Malí pavouci (4mm a méně); na zadečku bývá kresba, ale odlišná než u předchozích dvou čeledí; kalamistrum tvořeno jednou řadou štětín
Cedivečkovití (Dictynidae)

- 7. Pavouci s šesti očima, které jsou uloženy blízko sebe. Samčí palpy jednoduché, pohlavní otvor samice není krytý sklerotizovanou destičkou
Haplogynní pavouci 8

- Pavouci s osmi očima, oční pole variabilní. Samčí kopulační orgány složitější, samičí kopulační otvor zpravidla krytý sklerotizovanou destičkou (epigyne)
Entelegynní pavouci 9

- 8a. Drobní pavouci (1.5 – 2mm) žluté, oranžové či načervenalé barvy; oči uspořádané do kompaktní skupiny, která vyplňuje téměř celou šířku přední části hlavohrudí
Vzokanovití (Oonopidae)

- 8b. Pavouci se světle žlutým tělem a nápadnou černou kresbou. Oválná hlavohruď se směrem vzad zvyšuje. U nás jediný drobný druh žijící synantropně
Lepovkovití (Scytodidae)

- 8c. Větší pavouci, oči seskupeny do kruhu; zadeček bez kresby
Šestiočkovití (Dysderidae)

- 8d. Větší pavouci, oči ve třech skupinách; zadeček s typickou kresbou
Segestrovití (Segestriidae)

- 9a. Kruhovitá hlavohruď (stejně široká jako dlouhá); přední střední oči nápadně menší než zbylé oči, které jsou uloženy do dvou skupin po třech; extrémně dlouhé nohy, tarsi složené z mnoha článků (vznik nepravou segmentací), pavouci připomínající sekáče
Třesavkovití (Pholcidae)

- 9b. Hlavohruď obdélníkovitá; oči ve třech řadách (4-2-2), přední čtyři oči velké a namířené vpřed, další dva páry očí tvoří čtverec či obdélník na hřbetní straně hlavohrudí; oči střední řady velice drobné a často nepříliš patrné
Skákavkovití (Salticidae)

- 9c. Snovací bradavky uloženy v příčné řadě, krajní bradavky jsou nejdelší; malí pavouci
Příčnatkovití (Hahniidae)

9d. Oči uloženy do šestiúhelníku, přední střední oči nejmenší, nemusí být shora patrné; nohy opatřeny dlouhými trny

Paslíd'ákovití (Oxyopidae)

9e. Přední bradavky mnohem větší než ty zbývající, uloženy na světlém kuželovitém výběžku. Přední střední oči větší než oči zbývající, zadní střední oči nejmenší; u nás pouze zástupci rodu *Zodarion*, kteří se zdržují v blízkosti mravenců, které svým vzhledem napodobují

Mravčíkovití (Zodariidae)

9f. Při pohledu zepředu na hlavohruď patrné tři řady očí: spodní řadu tvoří čtyři malé přední oči (při pohledu shora špatně viditelné), nad nimi jsou uloženy velké zadní střední oči, za kterými leží zadní boční oči o přibližně stejné velikosti; při pohledu shora se pomyslná linie spojující střední a boční zadní oči kříží se střední osou před předním okrajem hlavohrudí. Samice nosí kokon připevněný ke snovacím bradavkám

Slíd'ákovití (Lycosidae)

9g. Při pohledu zepředu na hlavohruď patrné tři řady očí: spodní řadu tvoří čtyři malé přední oči (při pohledu shora dobře viditelné), nad nimi jsou uloženy jen o málo větší zadní střední oči a za nimi leží zadní boční oči o stejné velikosti; při pohledu shora se pomyslná linie spojující střední a boční zadní oči kříží se střední osou na okraji hlavohrudí či mezi okrajem a předními očima. Samice nosí kokon v chelicích

Lovčíkovití (Pisauridae)

9h. Oči seskupené blízko sebe, zadní boční oči větší než oči zbývající; hlavohruď světle žlutá s dvěma podélnými hnědými pruhy

Zorovití (Zoridae)

9i. Nohy třetího a čtvrtého páru opatřené nápadnými dlouhými chlupy, první a druhý pár je ochlupen velmi řídko a jen krátkými chlupy; u vodoucha stříbřitého (*Argyroneta aquatica*), který žije trvale pod vodní hladinou, je spirákulum (vyústění vzdušnic na ventrální straně zadečku) uloženo blízko epigastrální rýhy, u rodu *Cybaeus* spirákulum v normální poloze (před snovacími bradavkami)

Stúnomilovití (Cybaeidae)

9j. Spirákulum uloženo přibližně uprostřed vzdálenosti mezi snovacími bradavkami a epigastrální rýhou; na hřbetní straně zadečku typická tmavá kresba

Šplhalkovití (Anyphenidae)

9k. Končetiny prvního a druhého páru nesou na vnitřní straně dlouhé prohnuté trny, které se střídají s kratšími trny; na zadečku přítomny až tři páry hrbolků

Ostníkovití (Mimetidae)

9l. Zadní bradavky jsou tvořeny ze dvou segmentů a jsou delší než zbylé bradavky, střední bradavky dobře viditelné; na tarsech končetin jsou přítomné řady trichobothrií, jejichž délka se směrem ke konci tarsu zvětšuje; na konci tarsu přítomné tři drápy

Pokoutníkovití (Agelenidae)

– Pavouci neodpovídající popisu 9a – 9l 10

10. Oči při pohledu shora černé (případně tmavě modro-zelené), často ohraničeny světlejší oblastí 11

- Oči při pohledu shora světlé nebo perleťové (vyjma předních středních očí, které mohou být tmavší), často ohraničeny tmavším prstencem13
11. Při pohledu shora je zadní řada očí prohnutá vpřed, někdy téměř rovná, ale nikdy není prohnutá vzad 12
- Zadní řada očí je mírně prohnutá vzad, všechny oči bíle olemované; na našem území jediný druh, tělo samic zbarvené zeleně, samci s podélnými červenými pruhy na zadečku
Maloočkovití (Sparassidae)
- 12a. Zadní páry nohou zpravidla o mnoho kratší než přední páry končetin; oči často na hrbolcích
Běžníkovití (Thomisidae)
- 12b. Všechny páry nohou přibližně stejně dlouhé
Listovníkovití (Philodromidae)
13. Tarsy se třemi dobře viditelnými drápkami (horní pár a spodní nepárový drápek), konce tarsů nejsou opatřeny chomáčky chlupů; někdy přítomné ještě další přídatné drápkami18
- Tarsy pouze se dvěma drápkami, které mohou být obklopeny chomáčky chlupů14
Drápkami na tarsech jsou viditelné pouze u větších druhů pod lupou, u menších druhů je zpravidla nemožné tyto struktury pozorovat. Pokud je však pavouk nalezen v síti sloužící k lovu potravy, můžeme očekávat, že má tarsy opatřené třemi drápkami. Pokud je pavouk zpozorován, jak volně pobíhá po okolí nebo je objeven pod kameny či v pavučinovém zámotku (bez struktury určené pro lov kořisti) a pokud má válcovité tělo pokryté šedavými chloupky nebo je lesklý, s vysokou pravděpodobností u něj můžeme očekávat přítomnost pouze dvou drápků. Do této skupiny patří čeledi Gnaphosidae, Clubionidae, Corinnidae a Liocranidae. POZOR: volně pohyblivé můžeme nalézt také samce síťových pavouků, kteří v dospělosti sítě netkají a aktivně vyhledávají sedentární samice.
14. Přední snovací bradavky válcovité, o něco delší než zadní, jsou od sebe vzdáleny natolik, že odhalují střední snovací bradavky, které jsou tak mezi nimi dobře viditelné. Zadní střední oči obvykle oválného či nepravidelného tvaru (u rodu *Scotophaeus* a u některých druhů rodu *Zelotes* jsou však kruhové)
Skálovkovití (Gnaphosidae)
- Přední snovací bradavky válcovité či kuželovité, uloženy blízko sebe, čímž zakrývají střední snovací bradavky. Zadní snovací bradavky často o něco delší než zbývající a někdy složené ze dvou segmentů; zadní střední oči kruhového tvaru15
15. Celková šířka očního pole je minimálně tak široká jako polovina nejširší části hlavohruď. Labium zřetelně delší než širší16
- 16a. Nohy krátké a silné, 2. pár nohou delší než 1. pár
Zápředníkovití (Clubionidae)
- 16b. Nohy dlouhé, 1. pár výrazně delší než 2. pár
Zápřednicovití (Miturgidae)

- Celková šířka očního pole je menší než polovina nejširší části hlavohrudi. Labium stejně dlouhé jako široké17

17a. Přední řada očí rovná, oči často blízko u sebe

Zápředkovití (Liocranidae)

17b. Přední řada očí prohnutá vzad, vzhledem často napodobují mravence

Hlavounovití (Corinnidae)

18. Na spodní straně tarsu čtvrtého páru končetin hřebínek z pilovitých štětín. Nohy málo otrněné (jeden až dva trny na patele, dva na tibií, žádné na femuru). Většina druhů má na zadečku kresbu (minimálně světlé skvrnky), pouze několik málo druhů má zadeček zbarven jednoduše šedočerně19

- Tarsus čtvrtého páru končetin bez hřebínku z pilovitých štětín. U druhů s dobře patrnou kresbou jsou nohy opatřeny mnoha trny, femur prvního páru končetin nese prolaterálně minimálně jeden trn; nohy druhů s jednoduše šedočerně zbarveným zadečkem jsou však otrněné jen řídce20

Hřebínek pilovitých štětín může být u malých druhů a u samců těžko rozeznatelný i pod velkým zvětšením. Pokud byl jedinec nalezen na kolové síti nebo na plachetce (obvykle podpořené shlukem překřížených vláken), pokračujte číslem 20. Pokud obýval trojrozměrnou síť složenou především z neorganizovaných křížících se vláken (nebyla přítomná žádná organizovaně utkaná plachetka), pokračujte číslem 19. Pokud má pavouk na femuru jeden či více trnů, nemá žádný tarzální hřebínek, pokračujte tedy číslem 20.

19. Přední okraj labia výrazně zduřelý. Na našem území se vyskytuje jediný zástupce této čeledi poměrně typického vzhledu

Temnomilovití (Nesticidae)

- Přední okraj labia není výrazně zduřelý

Snovačkovití (Theridiidae)

20. Spíše větší pavouci (4 – 12mm), čelisti (maxily) mnohem delší než širší. Chelicery dlouhé, štíhlé, dopředu šikmo namířené. Většina druhů si staví síť, některé druhy ale v dospělosti síť nepředou. Epigyne u samic není vyvinutá, na jejím místě je plochý záhyb přecházející epigastrální rýhu v podobě jazýčku. Horizontální síť bez vypletené střední části

Čelistnatkovití (Tetragnathidae)

- Čelisti jen zřídka delší než širší, epigyne samice vyvinutá21

21. Drobní pavouci (1.5 – 3mm), zadeček téměř zcela kulovitý se zřetelným stříbřitým síťováním či skvrnkami. Při pohledu z boku je femur prvního páru končetin dvakrát širší než femur čtvrtého páru. Na našem území pouze jediný, poměrně vzácný druh. Kolová síť je uložena v horizontální rovině, je udržována napjatá do tvaru převráceného deštníku

Křížáčkovití (Theridiosomatidae)

- Podobní pavouci, nenesou však všechny výše uvedené znaky22

22. Při pohledu zepředu je clypeus nízký (jeho výška je menší než dvojnásobek průměru předních očí; výjimkou je druh *Cercidia prominens*). Chelicery jsou na boku zpravidla opatřeny hrbolem, nikdy však nenesou stridulační rýhy. Tarsus nese kromě tří drápek ještě drápek přídatný. Pavouci této čeledi si staví typické kolové síť

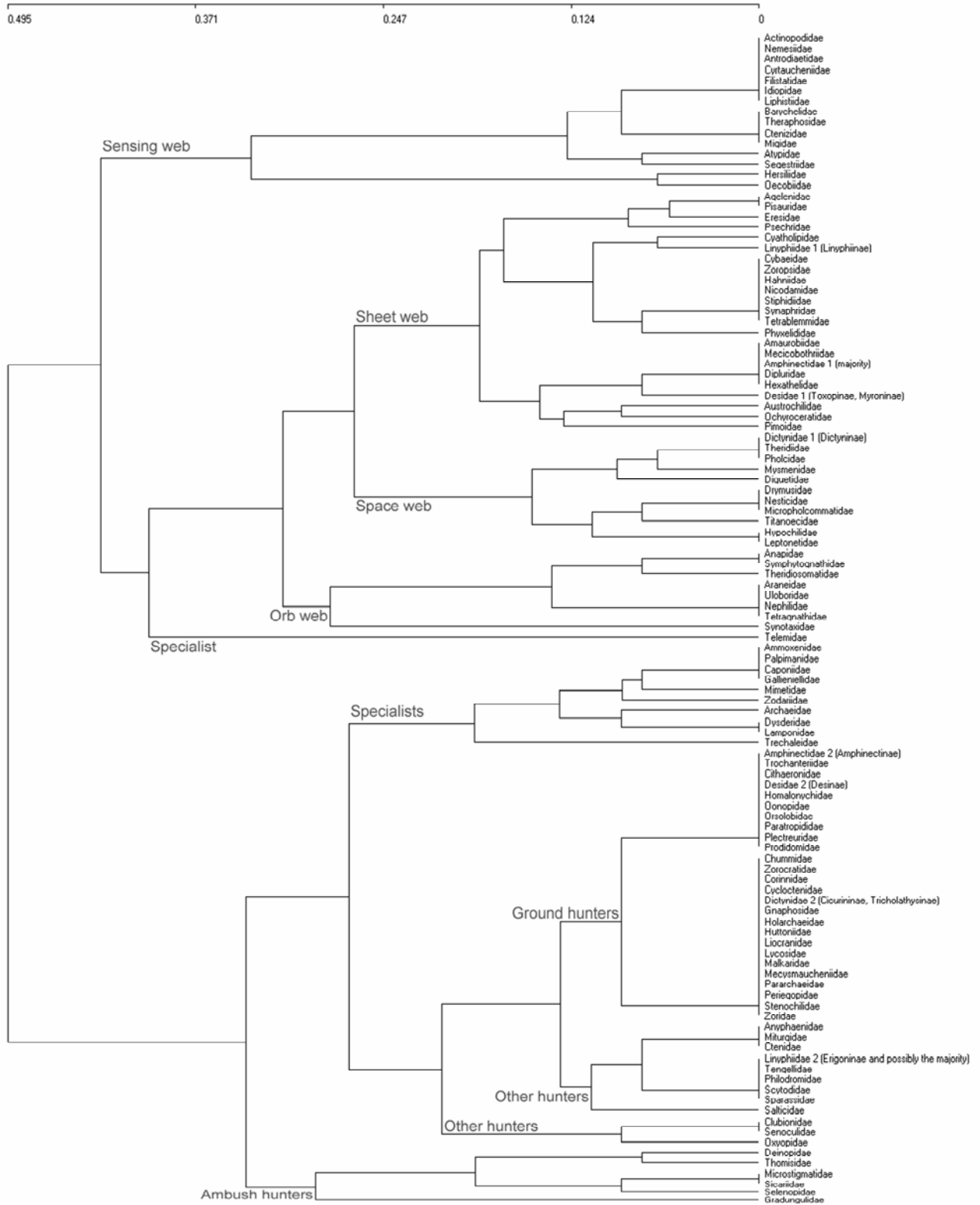
Křížákovití (Araneidae)

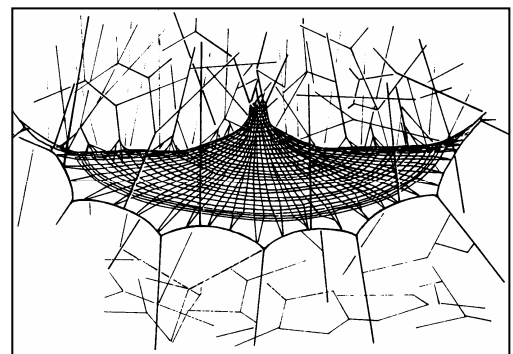
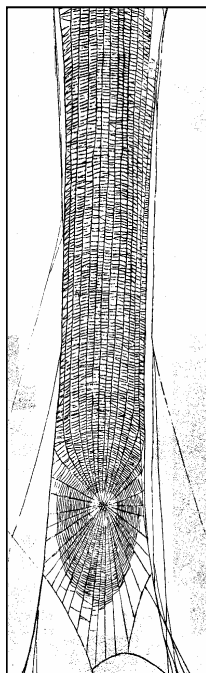
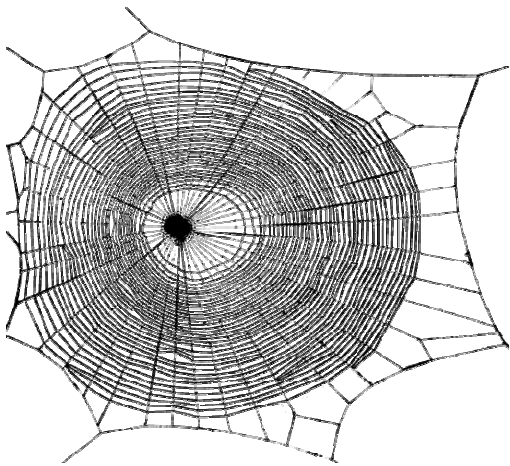
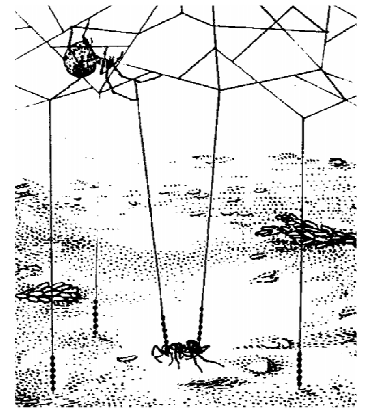
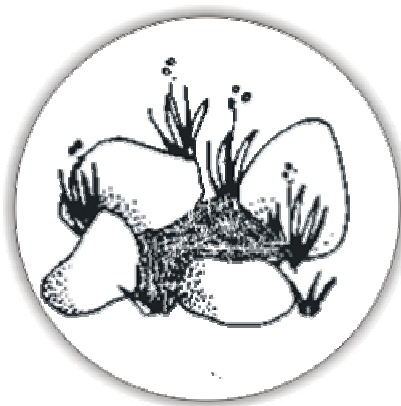
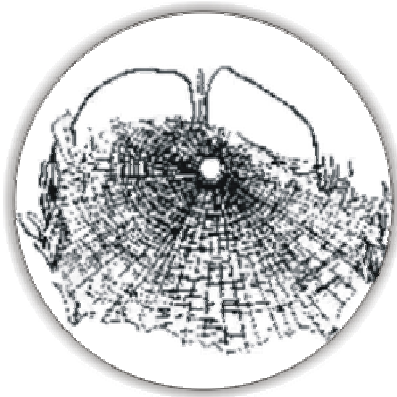
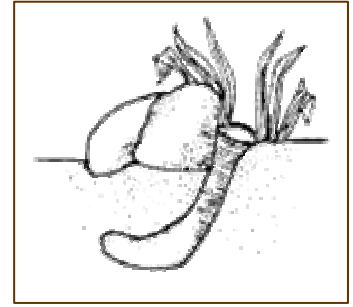
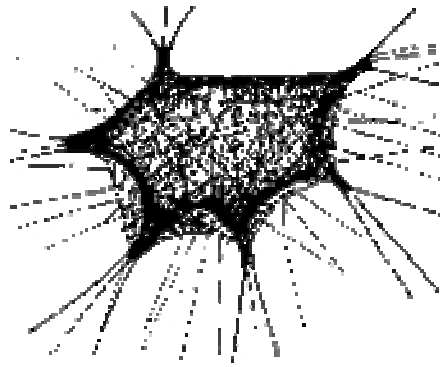
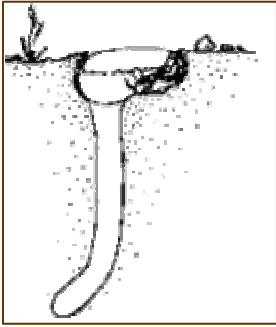
- Při pohledu zepředu je výška clypea větší než dvojnásobek průměru předních očí (výjimku tvoří druhy *Tapinopa longidens* a *Poeciloneta variegata*). Na boční straně chelicer často stridulační rýhy, nikdy však hrbol. Tarsy opatřeny třemi drápkami, nenesou však žádné přídatné drápkové. Některé druhy mají na zadečku výraznou kresbu a tkají plachetkovité síť, po nichž se pohybují ze spodní strany; většina druhů však s jednoduše šedo-černě zbarveným abdomenem, někteří z nich si pletou velice drobné plachetky

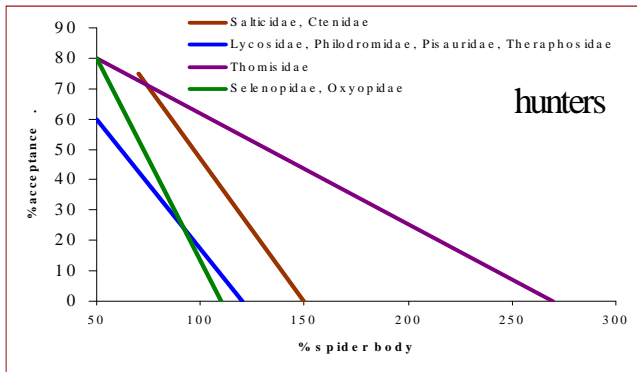
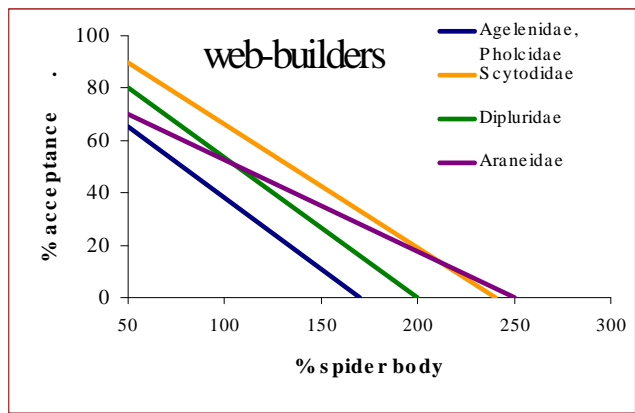
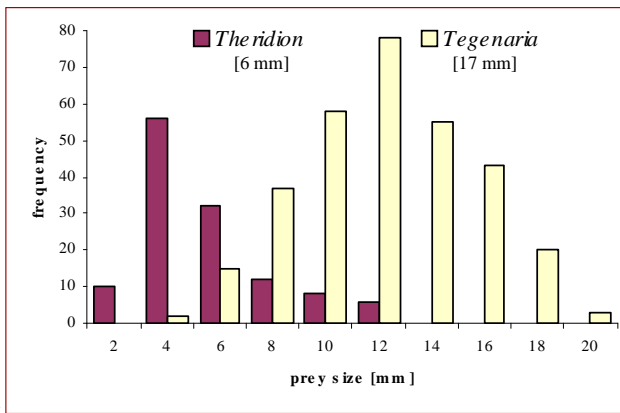
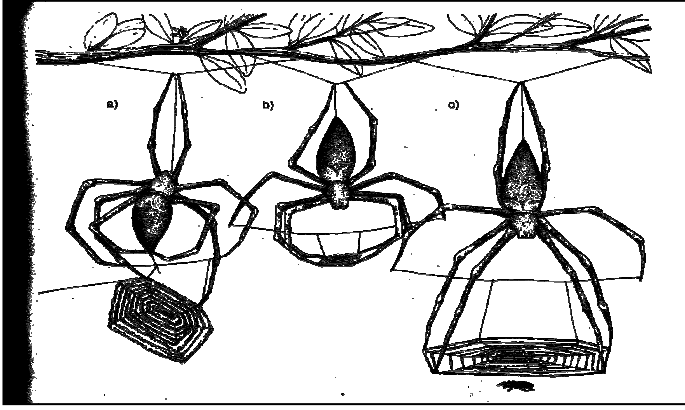
Plachetnatkovití (Linyphiidae)

3 Lovecké strategie pavouků

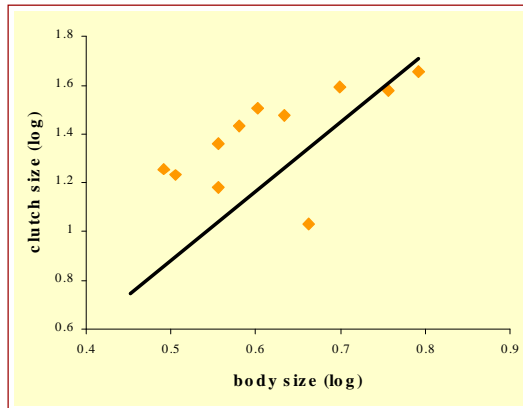
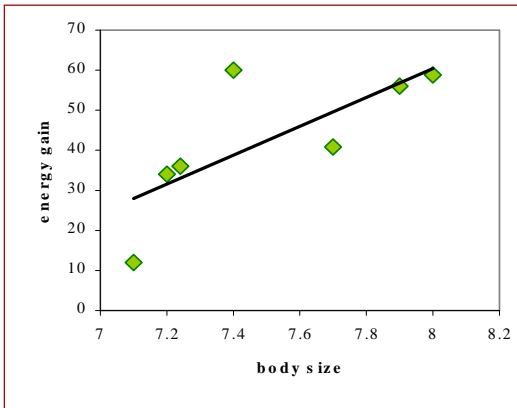
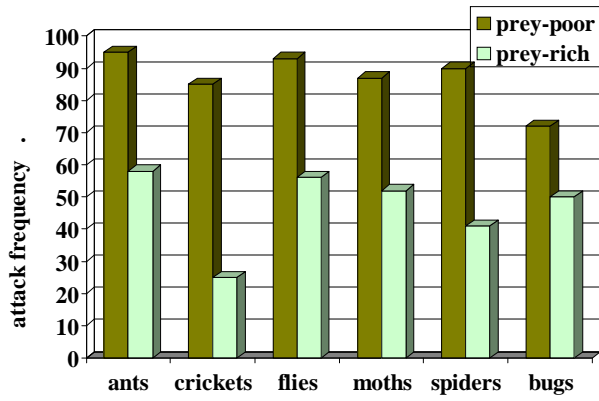
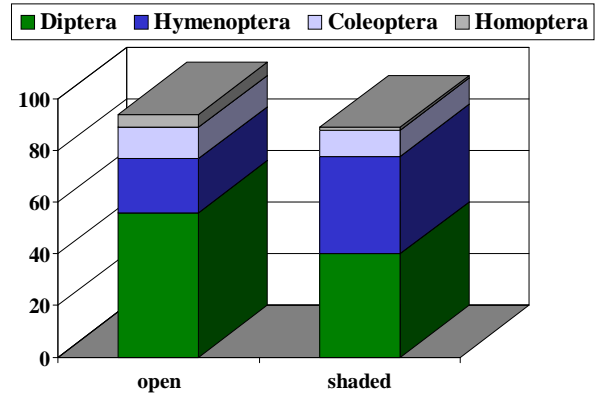
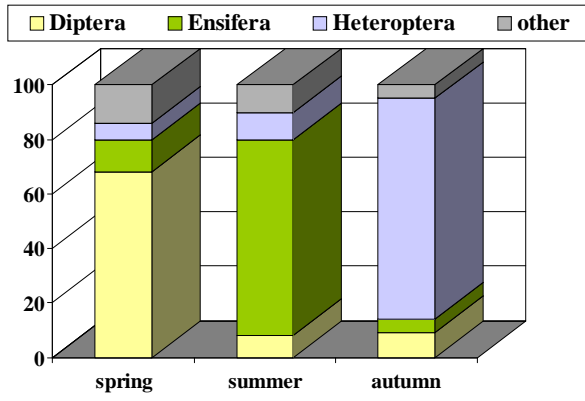
Stano Pekár

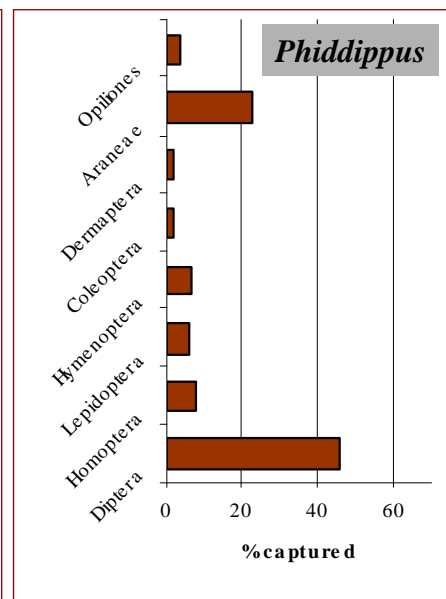
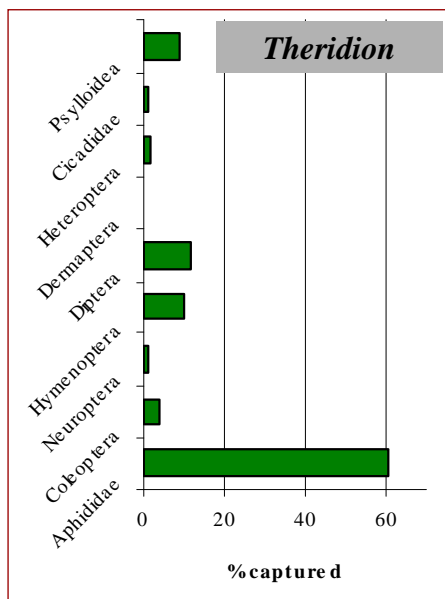
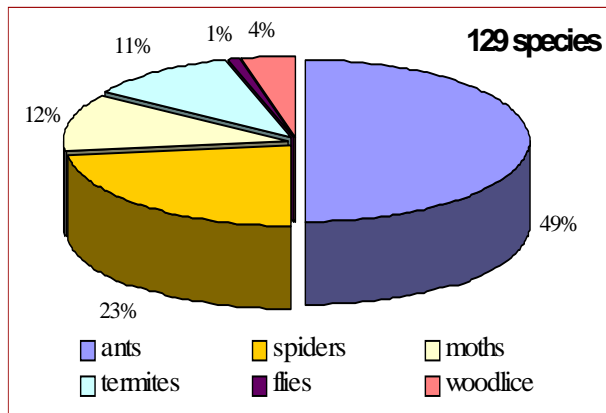
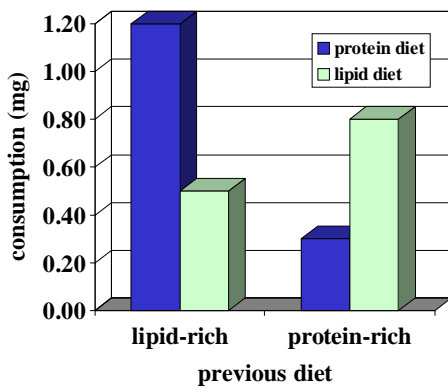
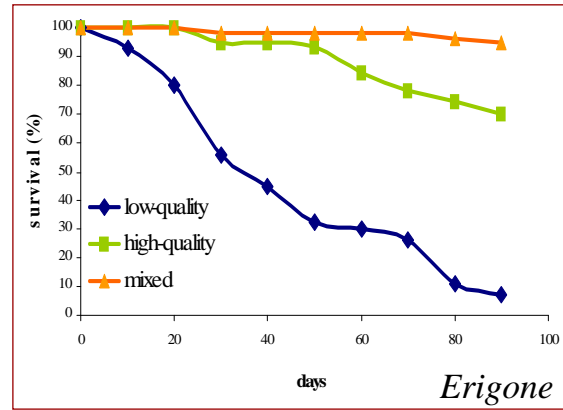
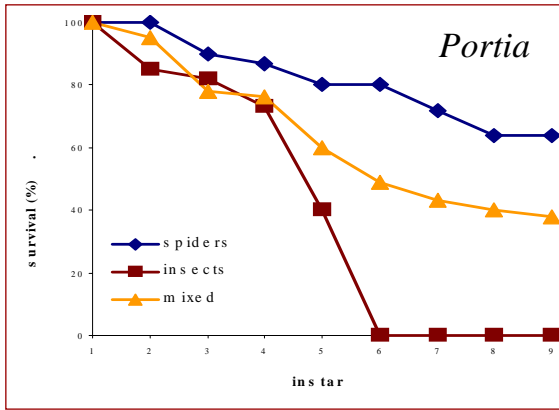


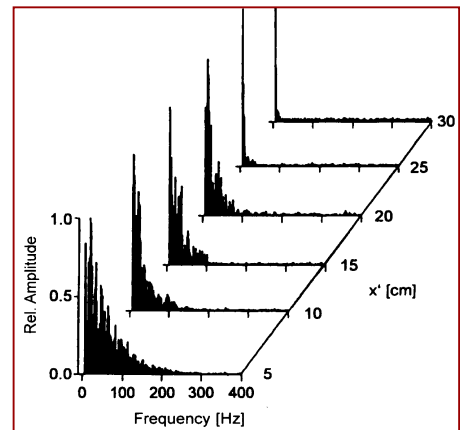
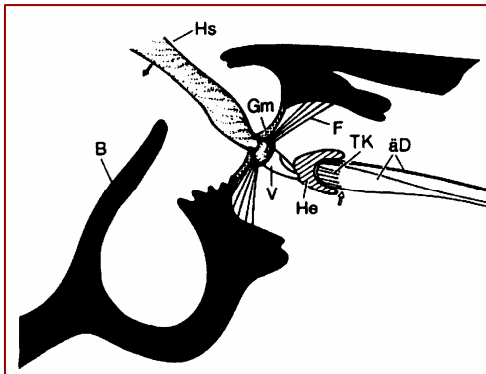
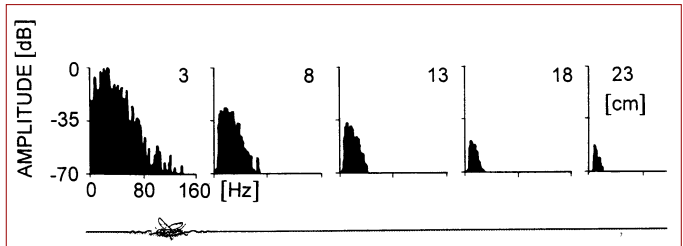
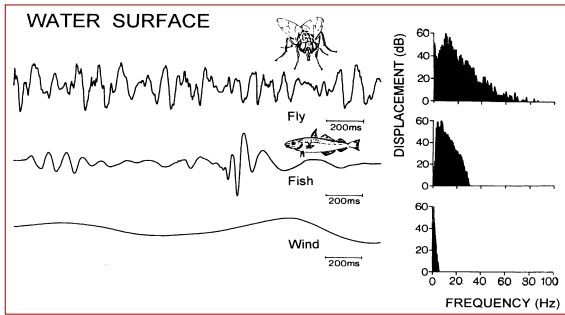
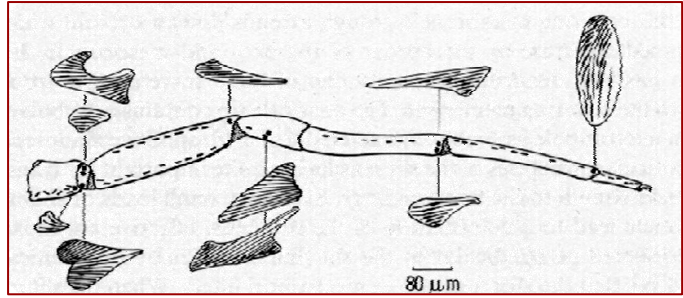
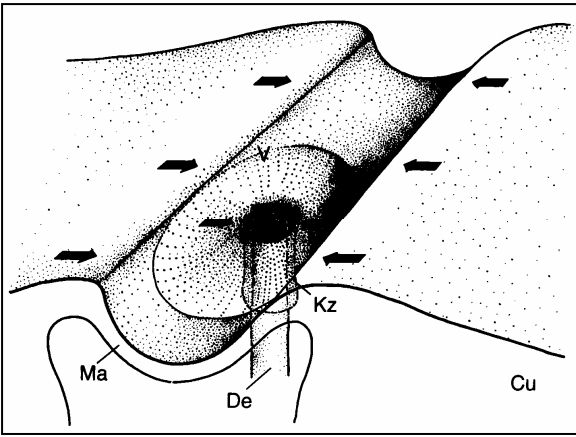


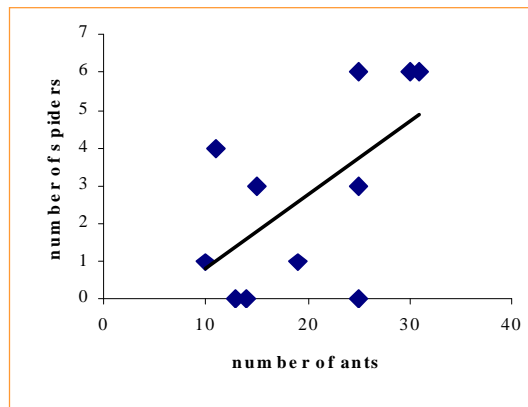
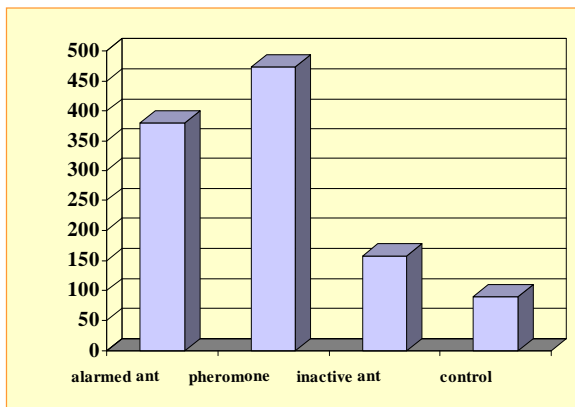
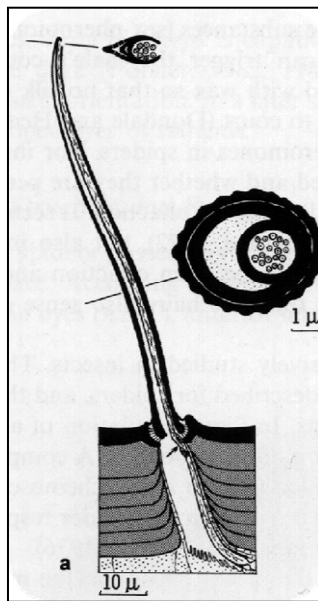
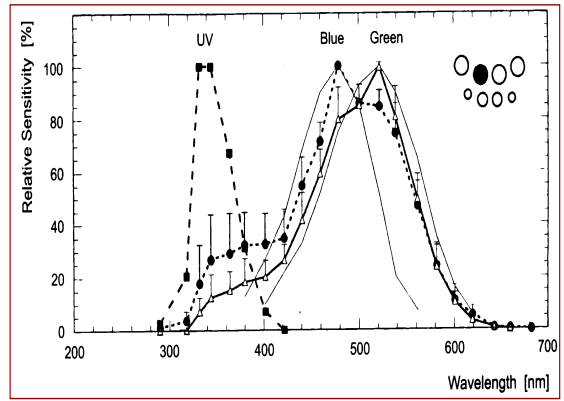
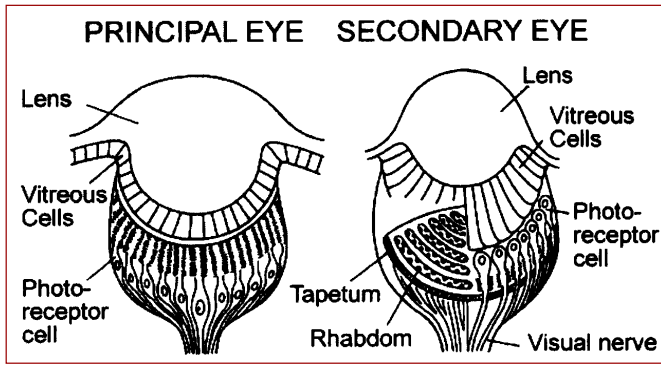


family	body size
Pholcidae	0.6
Lycosidae, Philodromidae	0.7
Theraphosidae	0.7
Pisauridae, Salticidae	0.9
Ageleidae, Selenopidae	0.95
Ctenidae, Dipluridae	1.2
Araneidae, Scytoidae	1.8
Thomisidae	1.8



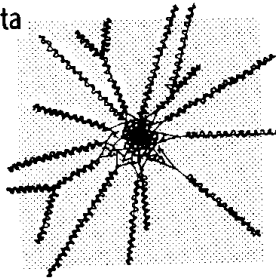




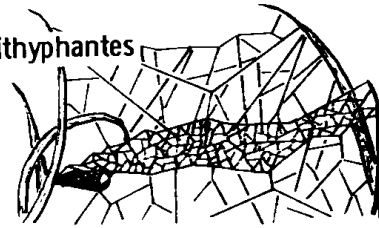


Úkol

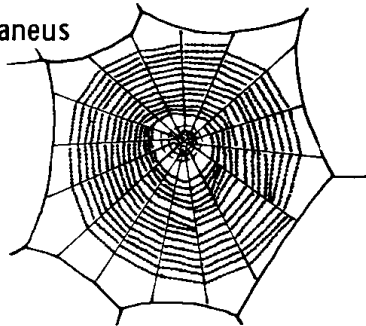
Filistata



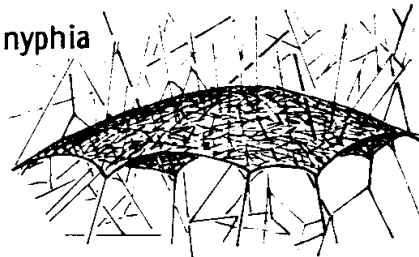
Lithyphantes



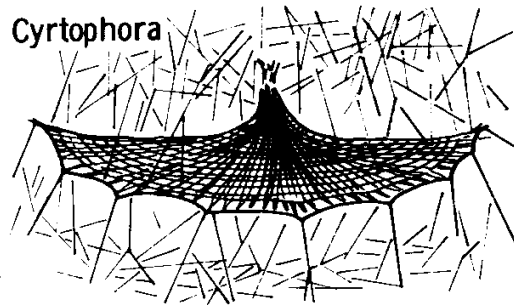
Araneus



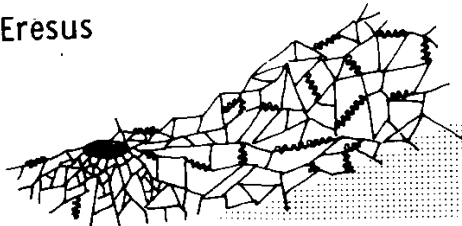
Linyphia



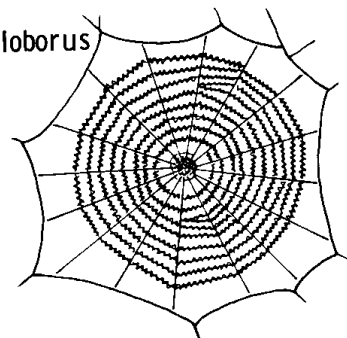
Cyrtophora



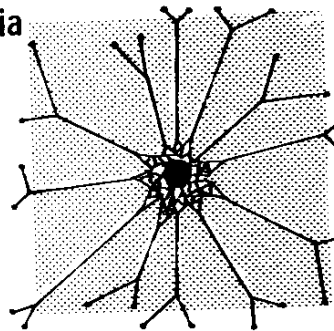
Eresus



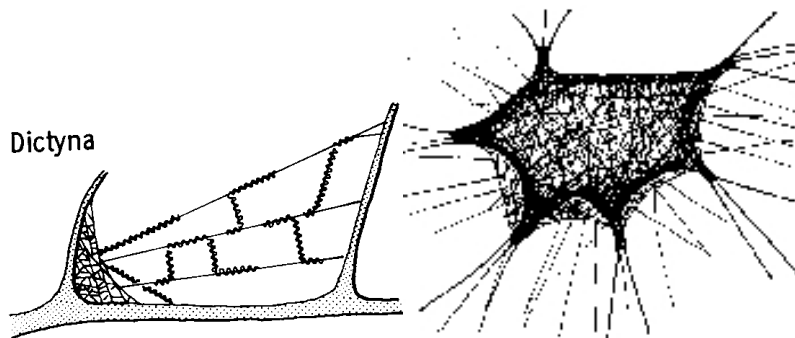
Uloborus



Segestria



Dictyna



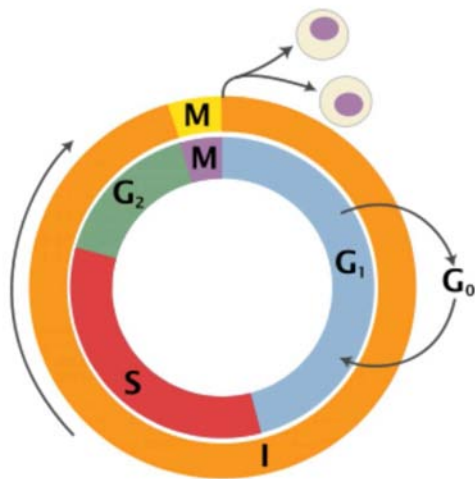
4 Cytogenetika pavoukoců

Jiří Král & Martin Forman

Studiu biologie bezobratlých je všeobecně věnována menší pozornost než biologii obratlovců. Toto platí i pro cytogenetiku. Využití cytogenetiky v arachnologii je přitom poměrně široké. Může sloužit jako metoda použitelná pro systematiku a pro rekonstrukci evoluce jednotlivých skupin. Díky diverzitě cytogenetických znaků mohou pavoukocvi sloužit také jako modelové organismy při analýze genetických fenoménů, např. holocentrických chromozomů nebo různých modifikací meiotického dělení. Pavouci jsou nedoceněnou modelovou skupinou při sledování evoluce pohlavních chromozomů. Bez nadsázky můžeme říci, že systémy pohlavních chromozomů známé u pavouků nemají u jiných organismů obdoby.

4.1 Buněčný cyklus

Drtivá většina genetické informace eukaryotní buňky je umístěna v jádře. Jaderná DNA je organizována v chromozomech, jejichž studium je hlavním předmětem cytogenetiky. Materiál chromozomů (tzv. chromatin) je po většinu buněčného cyklu despiralizován a ve světelném mikroskopu nelze odlišit jednotlivé chromozomy. K jejich kondenzaci dochází až v průběhu dělení jádra (mitózy nebo meiózy).



Průběh buněčného cyklu u eukaryotní buňky

I - interfáze - Po většinu buněčného cyklu je buňka v interfázi. Chromozomy nejsou spiralizované, pod mikroskopem je nelze rozlišit.

G₁ fáze - První růstová fáze. Dochází k růstu buňky, s chromozomy se neděje nic.

S fáze - Syntetická fáze. Dochází k syntéze DNA (ke tvorbě druhé chromatidy).

G₂ fáze - Druhá fáze růstu. Buňka se připravuje na dělení.

G₀ - tzv. stacionární fáze. Pokud buňka nebude ihned pokračovat v dělení, může z buněčného cyklu na různě dlouhou dobu vystoupit a ustrnout v G₀ fázi, většina buněk v organismu je v G₀ fázi.

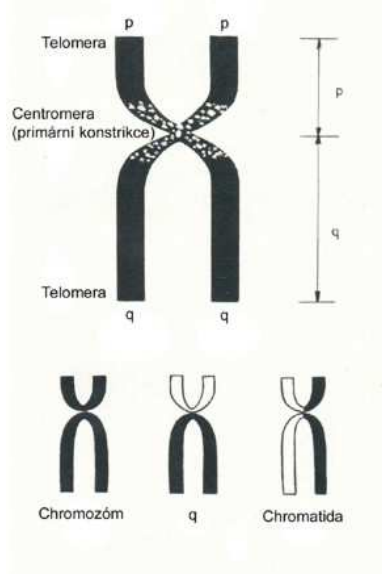
M - Samotné jaderné a buněčné dělení, zaujímá jen nepatrnou část buněčného cyklu.

Chromatin rozdělujeme do dvou typů. **Euchromatin** je méně spiralizovaný, nachází se v něm většina genů. Oproti tomu **heterochromatin** je více spiralizován a většinou je tvořen nekódujícími sekvencemi. Heterochromatinizace může být stálá po celou dobu života organismu, tyto části genomu označujeme jako **konstitutivní heterochromatin**. Jiným typem je **fakultativním heterochromatin**, který je omezen na určité pohlaví, ontogenetické stádium nebo tkáň.

4.2 Mitóza a stavba chromozomu

Část buněčného cyklu, ve které dochází k dělení jádra, se nazývá mitóza. Její hlavní biologickou funkcí je rovnoměrné rozdělení genetické informace mezi dceřiné buňky. Po ukončení mitózy (po vzniku dvou dceřiných jader) dojde k dělení samotné buňky. Do mitózy vstupuje chromozom tvořený dvěma **chromatidami**, z nichž každá obsahuje identickou dvoušroubovici DNA. Výsledkem mitózy jsou dva chromozomy, které jsou tvořeny jedinou chromatidou. Mitózu lze rozdělit na několik fází, je však nutné mít na paměti, že je to dynamický proces, jednotlivé fáze přecházejí plynule jedna do druhé.

V **profázi** začíná kondenzace chromozomů, chromozomy jsou relativně dlouhé, často mají tvar vlnovky, což odráží spiralizaci chromatinu. Na konci profáze se rozpadají jaderné membrány. V **metafázi** vrcholí kondenzace chromozomů. Metafázní chromozomy jsou krátké, do oblastí centromer se na specifickou strukturu (**kinetochor**) uchycuje dělicí vřeténko a začíná rozchod chromatid. V **anafázi** jsou chromatidy vřeténkem taženy k opačným pólům. Během **telofáze** se chromozomy rozvolňují a tvoří se opět jádro. Pro studium mitotických chromozomů jsou nejlepším stádiem buňky v metafázi, kdy jsou chromozomy nejvíce spiralizované, a je nejlépe patrná jejich morfologie.

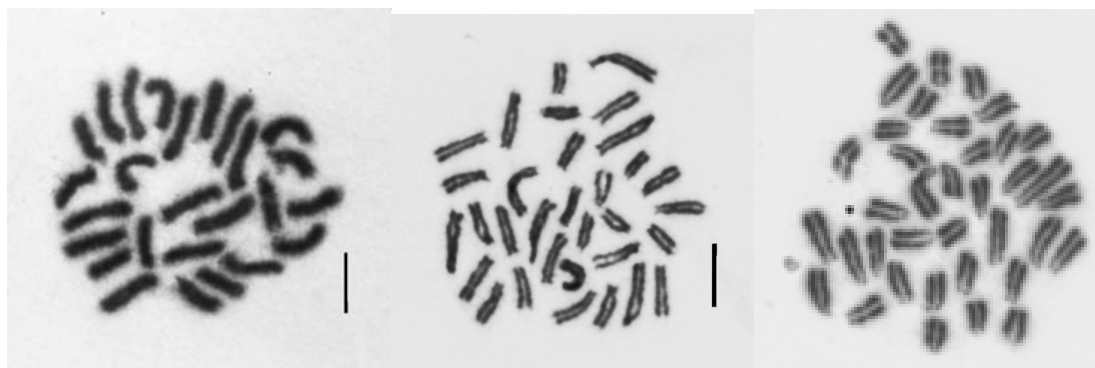


Telomery - koncové oblasti chromozomu, jejich DNA je tvořena repeticemi (u většiny pavoukovců se několikanásobně opakuje tzv. „hmyzí motiv“ TTAGG).

Centromera - úsek chromozomu, ve které dochází k navázání dělicího vřeténka. Obvykle je na chromozomu patrna jako výrazné zúžení (tzv. **primární konstriktce**).

Rameno chromozomu - oblast chromozomu mezi centromerou a telomerou. Kratší rameno se někdy označuje písmenem „p“, delší rameno se označuje písmenem „q“.

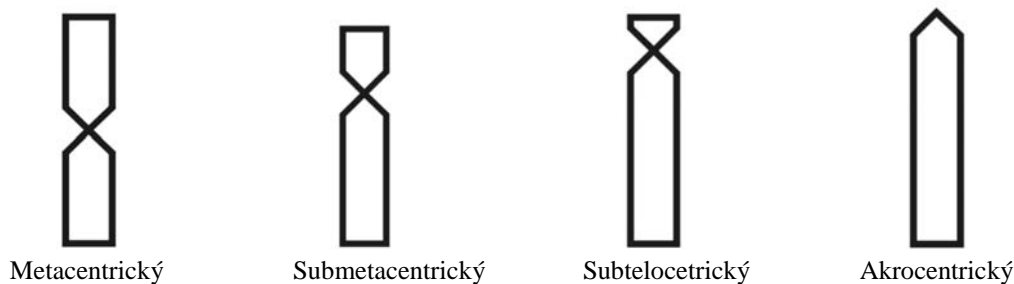
Chromatida - obsahuje jeden řetězec DNA, po metafázi se chromatidy rozcházejí do dceřiných jader.



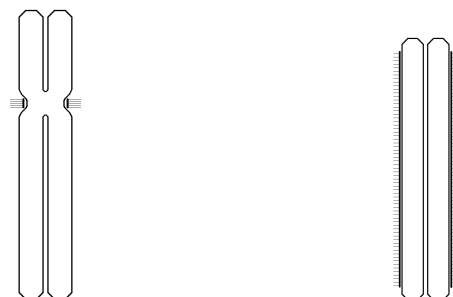
Mitotické metafáze různých entelegynních pavouků ukazující postupný rozchod chromatid. Vlevo – těsně přiložené chromatidy na začátku metafáze. Vpravo – chromatidy jsou již dobře separované.

4.3 Klasifikace chromozomů

Podle polohy centromery (poměru ramen) rozdělujeme chromozomy na několik **morfologických typů**. Základní dělení je na jednoramenné chromozomy (centromera je umístěna na jednom z konců chromozomu, v mitotické metafázi a metafázi druhého meiotického dělení má chromozom tvar písmene „V“) a dvouramenné chromozomy (chromozom připomíná písmeno „X“).



Zvláštním typem chromozomů jsou **holocentrické** (někdy nazývané **holokinetické**) chromozomy. V tomto případě zcela chybí primární konstriktce, chromozomy postrádají centromerickou oblast včetně spojení obou chromatid. Dělicí vřetenko se u takových chromozomů navazuje na většinu nebo i celý povrch chromozomu přivrácený k pólu. U pavoukoců se holocentrické chromozomy vyskytují u štírů čeledi Buthidae, pavouků nadčeledi Dysderoidea a akariformních roztočů.



Schématické znázornění monocentrického (vlevo) a holocentrického (vpravo) chromozomu. V prvním případě je kinetochor lokalizován na centromere, v druhém případě pokrývá většinu povrchu chromatid.

4.4 Přestavby karyotypu a karyotypová evoluce

Počet a morfologie chromozomů jsou v rámci druhu obvykle stabilní. Změny v karyotypu jsou často letální nebo způsobí závažné poruchy vývoje a komplikace (u člověka popsána celá řada poruch). Ve výjimečných případech však může chromozomová mutace přetrvat a dokonce se v populaci zafixovat, což vede k diverzifikaci karyotypu mezi organismy. Chromozomové přestavby jsou důležitým **speciálním mechanismem**. Srovnáním karyotypu různých taxonů lze často objasnit jejich vzájemné **evoluční vztahy**.

Početní změny chromozomů

Polyploidie: Zmnožení celé chromozomové sádky. U pavoukoců hrála roli v evoluci sekáčů.

Aneuploidie: Zmnožení jednoho chromozomu, většinou nesprávným rozchodem chromozomů v mitóze nebo meióze (tzv. **nondisjunkce**). Jeden z předpokládaných mechanismů vzniku a evoluce pohlavních chromozomů u pavouků.

Intrachromozomové přestavby

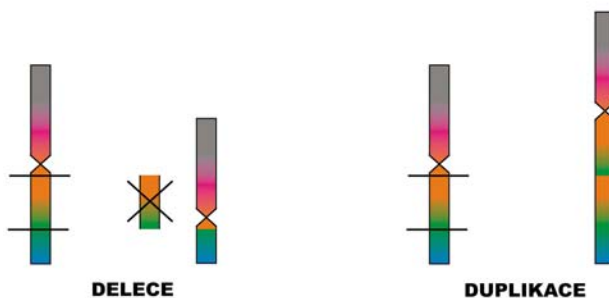
Většina ostatních přestaveb vzniká dvouřetězcovými **zlomy DNA chromozomů**. Zlomené konce DNA jsou rekombinogenní (jakoby „lepivé“), takže chromozomy mají tendenci se spojovat ve všech myslitelných kombinacích. Pokud se přestavba týká jen jednoho chromozomu, mluvíme o tzv. **intrachromozomové přestavbě**:

Delece - ztráta části chromozomu.

Inzerce - vložení segmentu do chromozomu.

Duplikace - zdvojení určité části chromozomu.

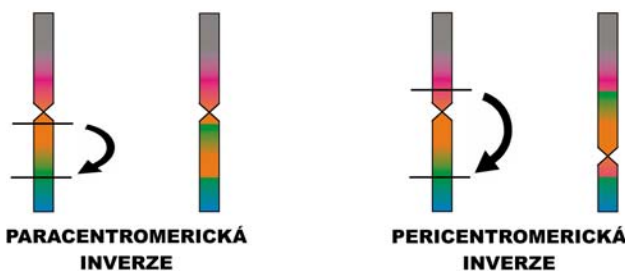
Transpozice - přemístění určitého chromozómového úseku do jiné oblasti



Inverze - otočení části chromozomu

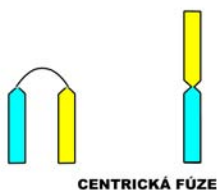
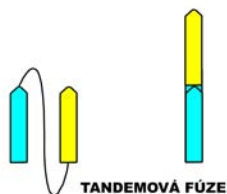
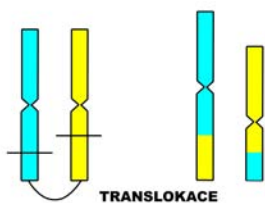
a) pokud zasáhne oblast centromery - **pericentrická inverze** (může změnit morfologii chromozomu).

b) **paracentrická inverze** - nezasahuje oblast centromery.



Interchromozomové přestavby

Pokud jsou do přestavby karyotypu zapojeny nehomologní chromozomy mluvíme o **interchromozomových přestavbách**.



Translokace - přesun části chromozomu na nehomologní chromozom, zahrnuje i **vzájemné výměny** úseků mezi nehomologními chromozomy (tzv. **reciproké translokace** viz obr.).

Fúze - spojení minimálně dvou chromozomů; podle způsobu spojení rozlišujeme **tandemové** a **centrické fúze**. Centrické fúze se označují též jako **Robertsonovy translokace**.

4.5 Pohlavní chromozomy

U některých živočichů je pohlaví určeno faktory vnějšího prostředí (např. teplotou v době inkubace vajíčka). U jiných je pohlaví určeno při oplození kombinací specifických genů nesených zvláštními, tzv. **pohlavními chromozomy** (= **gonozomy**, **heterochromozomy**).

Základním způsobem vzniku pohlavních chromozomů je postupná diferenciací chromozomů nepohlavních (**autozomů**). Pokud jsou u určitého druhu vyvinuty pohlavní chromozomy, obě pohlaví se liší sestavou pohlavních chromozomů. Rozlišujeme pohlaví **homogametické**, kde je jeden nebo více párů pohlavních chromozomů, z nichž každý je tvořen homologickými chromozomy, a pohlaví **heterogametické**, které nese nehomologní pohlavní chromozomy. Pokud je heterogametickým pohlavím samec, pohlavní chromozomy se označují písmeny X (párový chromozom) a Y (nepárový chromozom, alozom). Pokud je heterogametickým pohlavím samice, označujeme pohlavní chromozomy písmeny Z (párový chromozom) a W (alozom). Pokud alozom chybí, označujeme to číslicí „0“. Pokud je pohlavních chromozomů stejného typu (např. X, Y) více, číslováme je spodním indexem. U pavoukoviců se můžeme setkat s rozmanitými systémy pohlavních chromozomů. Zejména pavouci představují v tomto směru značně diverzifikovanou skupinu.

	♀	♂	výskyt u pavoukoviců
XY (typ <i>Drosophila</i>)	XX	XY	někteří parazitiformní a acariformní roztoči, výjimečně u štírků a pavouků jako odvozený stav
ZW (typ <i>Abraxas</i>)	ZW	ZZ	vyskytuje se u některých sekáčů
X0 (typ <i>Pronetor</i>)	XX	X	častý u štírků a některých pavouků
X_1X_20	$X_1X_1X_2X_2$	X_1X_2	nejrozšířenější systém u pavouků

Systémy pohlavních chromozomů

Pokud dojde v evoluci k translokacím nebo fúzím mezi pohlavními chromozomy a autozomy, autozomy se mohou začlenit do systému pohlavních chromozomů. Tak vznikají často i velmi složité systémy tzv. **nepohlavních chromozomů**.

Protože pohlavní chromozomy vznikají z autozomů, jsou v počátečních stádiích evoluce morfologicky neodlišitelné, **homomorfní**. Odlišují se jen na molekulární úrovni. Podle některých názorů jsou mezi živočichy poměrně rozšířené a je velice obtížné je detekovat. U pavouků se systémem X_1X_20 byly detekovány pomocí metod elektronové mikroskopie.

Zvláštním typem chromozomového určení pohlaví je tzv. **haplodiploidie**. V tomto případě nejsou vyvinuty pohlavní chromozomy, pohlaví jsou odlišeny počtem chromozomových sad. Samci jsou haploidní (každý chromozom je tedy zastoupen jen jednou) a vznikají z neoplozených vajíček (arrhenotokie) nebo destrukcí paternální sady chromozomů v embryu (parahaplodie), samice jsou diploidní. Arrhenotokie je dobře známa u blanokřídlého hmyzu. U pavoukoviců můžeme haplodiploidii nalézt u některých skupin akariformních a parazitiformních roztočů.

Meioza

Meioza je specializované dělení, při kterém vznikají pohlavní buňky (spermie nebo vajíčka). Jejimi základními biologickými funkcemi jsou: **redukce počtu chromozomových sad** (tvorba haploidních (**n**) gamet z diploidních (**2n**) buněk) a tvorba gamet s **různými variantami** genetické informace, která je zajištěna jednak **náhodným rozchodem homologních chromozomů**, jednak **rekombinací**. Na rozdíl od mitozy jde o složitější proces zahrnující dvě dělení. Při prvním (tzv. **redukčním**) **dělení**, dojde k rekombinaci a rozchodu homologních chromozomů. Druhé dělení (**ekvační**) je analogické mitóze a dochází k rozchodu chromatid.

První dělení - redukční

Profáze I - profáze prvního meiotického dělení je na rozdíl od mitozy poměrně komplikovaný proces. Kromě kondenzace chromozomů v ní dochází k párování homologních chromozomů (tedy chromozomů od rodičů) a k jejich rekombinaci. Rozlišujeme několik etap profáze I:

Leptotene - chromozomy se zviditelňují, kondenzují a spiralizují, začínají být morfologicky odlišitelné.

Zygotene - začíná párování homologních chromozomů a jejich těsné spojení (synapse) prostřednictvím zvláštní proteinové struktury, **synaptonemálního komplexu**.

Pachytene - dokončena synapse homologních chromozomů a tvorba synaptonemálního komplexu. Bivalenty jsou v tomto stadiu poměrně dlouhé. Probíhá rekombinace zahrnující crossing over. Na konci pachytene se . rozpadá synaptonemální komplex.

Diplotene – rozpad synaptonemálního komplexu je následován oddělováním homologních chromozomů. Ty zůstávají spojeny jen v místech překřížení nesesterských chromatid, kde předtím proběhl crossing over (tzv. **chiazmata**). Sledováním polohy a počtu chiazmat se tedy dají získat poměrně přesné informace o počtu a poloze crossing overu v karyotypu.

Dikineze - zkracování chromozomů, bivalenty mají tvar křížků, kruhu nebo složitějších útvarů (podle počtu chiazmat). Na konci diakineze se rozpadají jaderné membrány.

Metafáze I - vrcholí kondenzace chromozomů. Každý pár homologních chromozomů je připojen kinetochory k dělicímu vřeténku.

Anafáze I - rozchod homologních chromozomů k opačným pólům dělicího vřeténka.

Telofáze I - dekonenzace chromozomů, tvorba jaderných membrán.

Interkineze – modifikovaná krátká interfáze mezi meiotickými děleními (bez syntézy DNA). U některých organismů chybí. V tomto případě se kolem chromozomů v telofázi nevytváří jaderné membrány, buňka plynule přechází do druhého meiotického dělení.

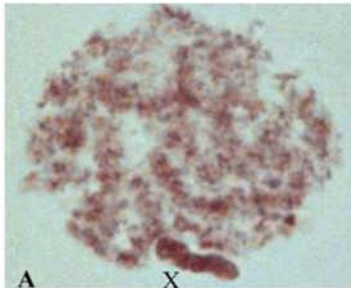
Druhé meiotické dělení - ekvační

Profáze II - spiralizace chromozomů, chromozomy jsou dvouchromatidové, je jich haploidní počet. Na konci profáze se rozpadá jádro.

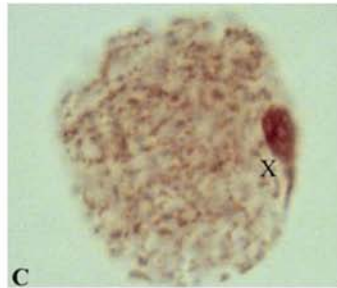
Metafáze II – Chromozomy se seskupují ve středu buňky. Sesterské chromatidy se oddalují, jsou však stále spojeny centromerou. Poloha centromer je v této fázi tedy velmi dobře patrná, čehož lze využít pro stanovení morfologie chromozomů (dvouramenné chromozomy - tvar písmene „X“, jednoramenné - tvar písmene „V“).

Anafáze II - rozdělení centromer, sesterské chromatidy putují k opačným pólům.

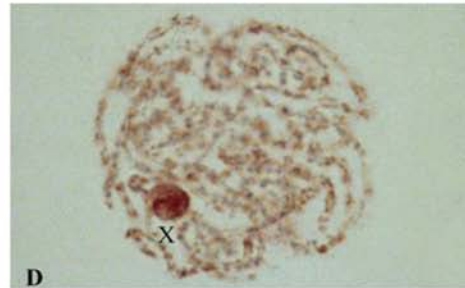
Telofáze II - vznik haploidních jader gamet.



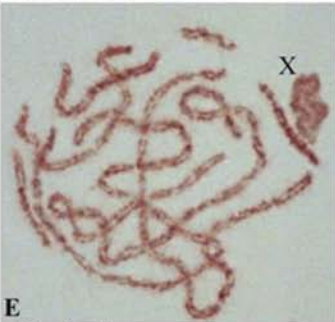
A Interfázni jádro



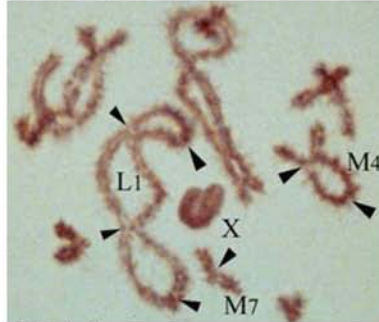
C Leptoténe



D Zygoténe



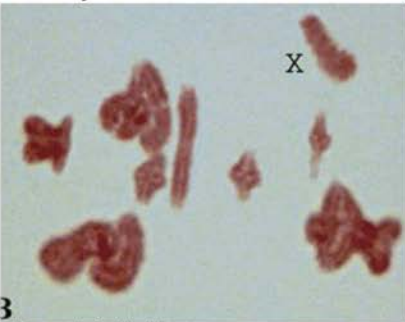
E Pachyténe



F Diploténe



G Diakineze



H Pozdní diakineze



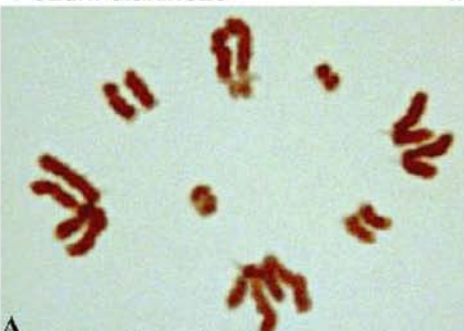
I Metafáze I



J Anafáze I



K Profáze II



L Metafáze II (polovina)



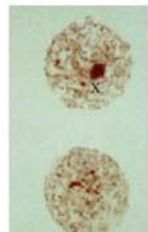
M Pozdní metafáze II (polovina)



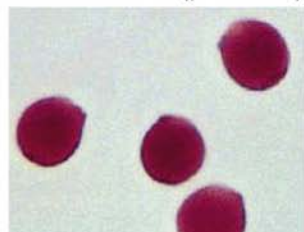
N Anafáze II (polovina)



O Telofáze II



P Jádra spermatid a tvořící se spermie



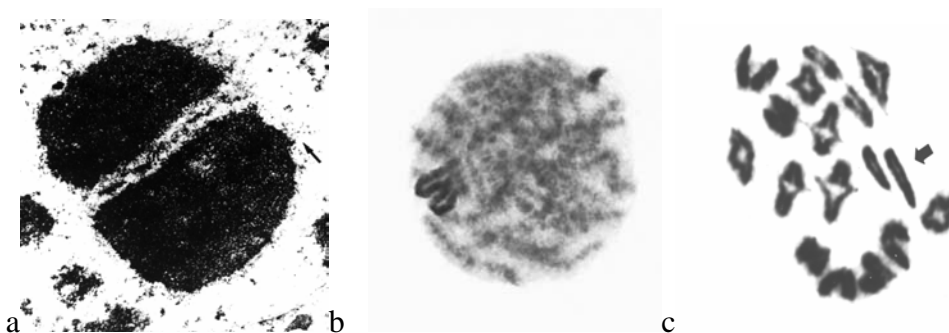
R Spermie

Chování pohlavních chromozomů v meioze heterogametického pohlaví

Primitivní, málo diferencované pohlavní chromozomy párují v meiotickém dělení prostřednictvím chiazmat stejně jako autozomy. V průběhu evoluce však dochází k postupné diferenciaci nepárového pohlavního chromozomu, takže párový a nepárový pohlavní chromozom nakonec nejsou homologické. Takové chromozomy nemohou rekombinovat a tedy ani párovat prostřednictvím chiazmat. Pro meiotické párování nehomologických pohlavních chromozomů se vyvíjejí různé náhradní mechanismy.

Pokud jsou pohlavní chromozomy dostatečně morfologicky diferencovány, lze je snadno identifikovat v meioze heterogametického pohlaví. Nejvíce prostudovanou skupinou pavoukovců jsou v tomto ohledu pavouci se systémem pohlavních chromozomů X_1X_20 . Jejich pohlavní chromozomy v průběhu profáze I navzájem párují. Na rozdíl od autozomových bivalentů není jejich párování chiazmatické. Je zajištěno různými způsoby, nejznámější je párování prostřednictvím zvláštní struktury (**junction lamina**) patrně odvozené od synaptonemálního komplexu. Toto párování vyžaduje paralelní polohu pohlavních chromozomů, která je u pavouků nejčastější. Zejména u bazálních skupin pavouků se však můžeme setkat s párováním telomerickými oblastmi (tzv. end-to-end párování), nebo s přechody mezi paralelním a end-to-end párováním.

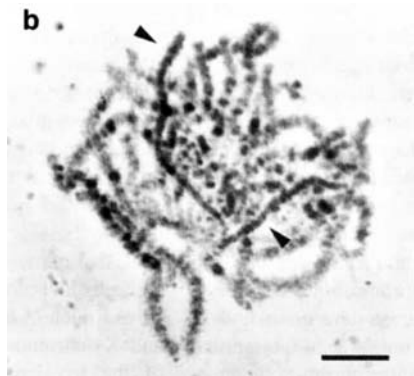
V průběhu meiozy jsou pohlavní chromozomy **fakultativně heterochromatinizovány**, přičemž vykazují jiný stupeň kondenzace chromatinu než autozomy. Pokud jsou více kondenzovány, jsou ve světelném mikroskopu více obarveny (tzv. **pozitivní heteropyknóza**). V jiných případech mohou být pohlavní chromozomy méně barvitelné (tzv. **negativní heteropyknóza**) **popř.** protáhlejší. Vzorec jejich chování v průběhu meiozy se mezi jednotlivými druhy odlišuje.



Chování pohlavních chromozomů X_1X_2 v průběhu samčí meiozy: a – *Schizocosa malitiosa* (Lycosidae), pachytene, řez pohlavními chromozomy. Pohlavní chromozomy párují paralelně, mezi nimi je patrná junction lamina (snímek z transmisního elektronového mikroskopu), b – *Pax islamita* (Zodariidae), párování pohlavních chromozomů oběma konci (typ end-to-end párování) v pachytene, pohlavní chromozomy jsou pozitivně heteropyknotické. c – *Titanoeca* sp. (Titanocidae), paralelní asociace pohlavních chromozomů v diaknezi.

Chování pohlavních chromozomů v meioze homogametického pohlaví

Toto chování je detailně prostudováno zatím jen u samic pavouků. Stejně jako u homogametického pohlaví všech ostatních živočichů tvoří homologické pohlavní chromozomy standardní chiazmatické bivalenty. Tyto bivalenty jsou však fakultativně heterochromatinizovány podobně jako pohlavní chromozomy samců, což se u homogametického pohlaví jiných živočichů nevyskytuje. Heterochromatinizace v pachytene může zabraňovat nelegitimní rekombinaci pohlavních chromozomů X náležejících k různým párům.

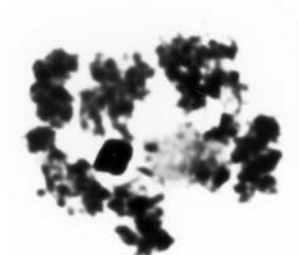


Samičí pachytene pokoutníka *Tegenaria silvestris* (Agelenidae). Heterochromatizované bivalenty X_1X_1 a X_2X_2 jsou označeny šipkami, tyto bivalenty vzájemně párují koncovými oblastmi.

Modifikace meiozy u pavoukoců

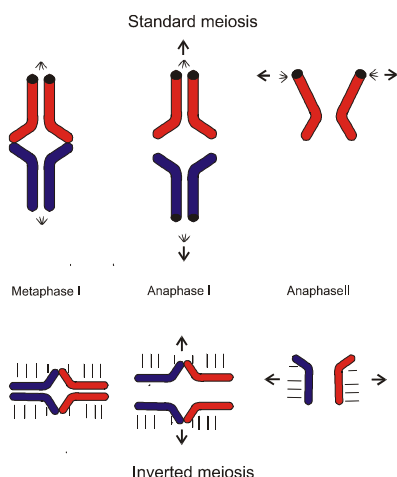
Difúzní stádium

V průběhu profáze prvního meiotického dělení (nejčastěji diplotene) dochází u některých organismů k dočasné dekondenzaci chromozomů. Tento stav nazýváme difúzním stádiem. Vyskytuje se patrně u samic všech pavouků, u některých skupin (např. haplogynní pavouci) také u samců. Rozvolněná struktura chromatinu umožňuje jeho transkripci. V tomto případě tedy mohou být geny aktivní i v průběhu meiotického dělení.



Difúzní stádium samce pavouka *Loxosceles spinulosa* (Sicariidae).

Invertovaná meióza



Zatímco u standardní meiózy se rozchází sesterské chromatidy až v druhém meiotickém dělení, u invertované již v prvním meiotickém dělení (obr.). Segregační posloupnost meiozy je tedy v tomto případě **převrácena**, první dělení je ekvační a druhé redukční. Výsledný produkt je ale stejný jako u standardní meiozy. Vyskytuje se u některých živočichů s holokinetickými chromozomy. U pavoukoců byla invertovaná meióza popsána u svilušek a některých zástupců nadčeledi Dysderoidea.

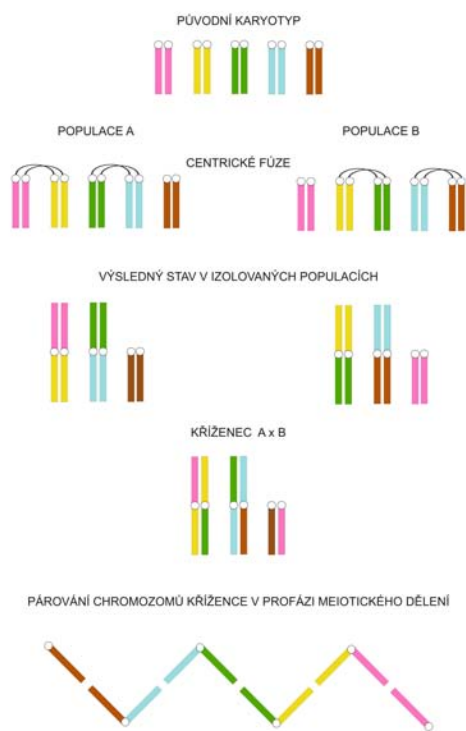
Achiazmatická meióza

Achiazmatická meioza je modifikace prvního meiotického dělení. V tomto případě je potlačen crossing over, nedochází tedy k tvorbě chiazmat. Vyskytuje se u heterogametického pohlaví některých prvoků, živočichů a rostlin. Ve světelném mikroskopu se tato modifikace projeví absencí diplotene a diakineze vzhledem k nepřítomnosti chiazmat. Homologní chromozomy párují plynule po celé své délce až do metafáze I. Stádium nahrazující diplotene a diakinezi se označuje jako

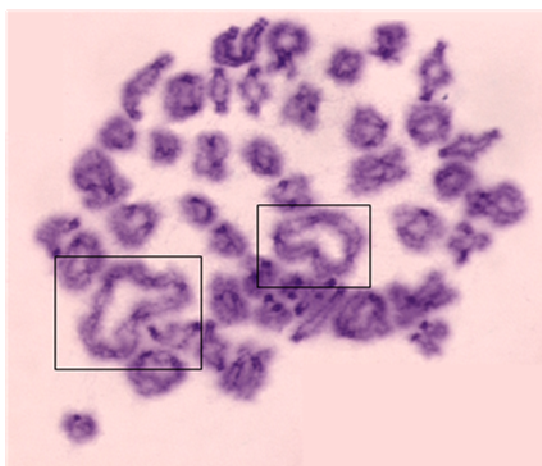
postpachytene. Následující meiotické fáze jsou stejné jako u standardní meiozy. U pavoukoců se vyskytuje u štírů, některých akariformních roztočů, štírků a pavouků.

Meioza u heterozygotů s translokacemi

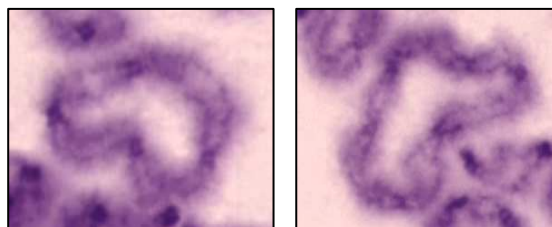
Chromosomy párují v meiotickém dělení homologními úseky. Pokud dojde k translokacím nebo fúzím, homologní úseky spolu párují i nadále, přestože jsou translokovány na jiný chromozom. Proto dochází u takových jedinců v profázi I k tvorbě **multivalentů** (řetězců nebo kruhů tvořených více chromozomy). Multivalenty autozomů jsou často nalézány u štírků a štírů, méně obvyklé jsou u pavouků. Pokud se do translokací zapojí i pohlavní chromozomy mohou vzniknout systémy nepohlavních chromozomů.



Schematické znázornění vzniku hexavalentu (chromozomového řetězce s šesti chromozomy) hybridizací jedinců nesoucích různé translokace. Původní stav byl pět párů akrocentrických chromozomů. V populacích A a B dojde následně k sérii centrických fúzí, v každé populaci však fúzují jiné chromozomové páry. Výsledkem jsou jedinci s metacentrickými chromozomy. V každé z populací jsou však jejichž ramena tvořena jinou kombinací původních akrocentriků. Pokud se zkříží jedinci z různých populací, bude mít vzniklý potomek metacentrické chromozomy s různými kombinacemi ramen. V profázi I se vytvoří multivalent, neboť ramena metacentrických chromozomů budou párovat podle původní homologie.



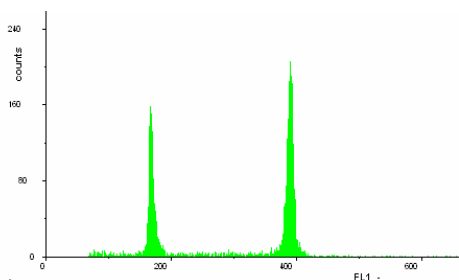
Samčí diakineze štírka *Atemnus politus* (Atemnidae) s multivalenty, hexavalent (výsek vlevo) a tetravalent (výsek vpravo).



4.6 Přehled vybraných cytogenetických technik

Stanovení velikosti genomu

Nejčastěji se používá metoda **průtokové cytometrie**. Připraví se suspenze buněk (u pavoukoců používáme hemolymfu nebo nadrcené končetiny), DNA jader se obarví fluorescenčním barvivem. Měření probíhá ve stroji – cytometru, který měří intenzitu fluorescence jednotlivých jader. Intenzita fluorescence je přímo úměrná množství barviva, které se naváže na DNA, tedy velikosti genomu. Spolu se vzorkem se měří referenční standard (buňky organismu o známé velikosti genomu). Z poměru standard/vzorek se stanoví velikost genomu vzorku.



Výsledek měření průtokovou cytometrií (**histogram**), osa X – intenzita fluorescence, osa Y - počet částic (jader), maxima odpovídají dvěma typům buněk – standardu a vzorku.

Velikost genomu se nejčastěji uvádí jako tzv. **C hodnota (1C)**, což odpovídá jeho haploidní velikosti. Pro přepočítání hmotnosti DNA na páry bazí platí, že 1 pg = 978 Mb.

Příprava chromozomového preparátu

Získání živé tkáně s větším počtem dělicích se buněk je základem pro chromozomovou analýzu. Relativně větší frakce dělicích se buněk se nalézá v epitelech (např. střevo nebo epitel pohlavních orgánů), možné je použít i vyvíjející se embrya. Nejčastěji používanou tkání bývají u bezobratlých pohlavní orgány, kde lze navíc pozorovat i meiotické buňky. U pavoukoců preferujeme použití samců, kteří jsou ve většině případů heterogametickým pohlavím. U organismů s morfologicky diferencovanými pohlavními chromozomy je toto pohlaví pro studium výhodnější. Gonády samců obsahují také mnohem více meiotických buněk než gonády samic.

Před preparací živočicha usmrtíme a ihned poté vypitváme tkáň. Ponoříme ji do hypotonického roztoku (buňky v takovém roztoku přijímají vodu a zvětšují objem, chromozomy jsou pak lépe rozprostřeny). Tkáň usmrtíme ve fixáži (nejčastěji směs jednosytného alkoholu a kyseliny octové). Nakonec je nutno vyrobit suspenzi buněk. Ta je rozvlékána, nakapána nebo roztláčena na mikroskopickém skle, čímž se snažíme docílit ideálního rozprostření chromozomů. Takto připravený chromozomový preparát můžeme použít na další aplikace včetně technik molekulární cytogenetiky.

Stanovení základních charakteristik karyotypu

Pokud preparát obarvíme (v živočišné cytogenetice se používá nejčastěji barvivo Giemsa) a pozorujeme pod mikroskopem, můžeme zjistit základní znaky karyotypu. Spočítáním chromozomů v mitózách stanovíme **diploidní počet chromozomů (2n)**. Proměřením jednotlivých chromozomových párů získáme informaci o jejich relativní délce, podle polohy centromery určíme **morfologii jednotlivých autozomových párů**. Analýzou meiotického dělení heterogametického pohlaví nebo porovnáním mitóz obou pohlaví lze stanovit **systém pohlavních chromozomů**, jejich morfologii a velikost. Cenné informace nám poskytne i analýza průběhu meiotického dělení,

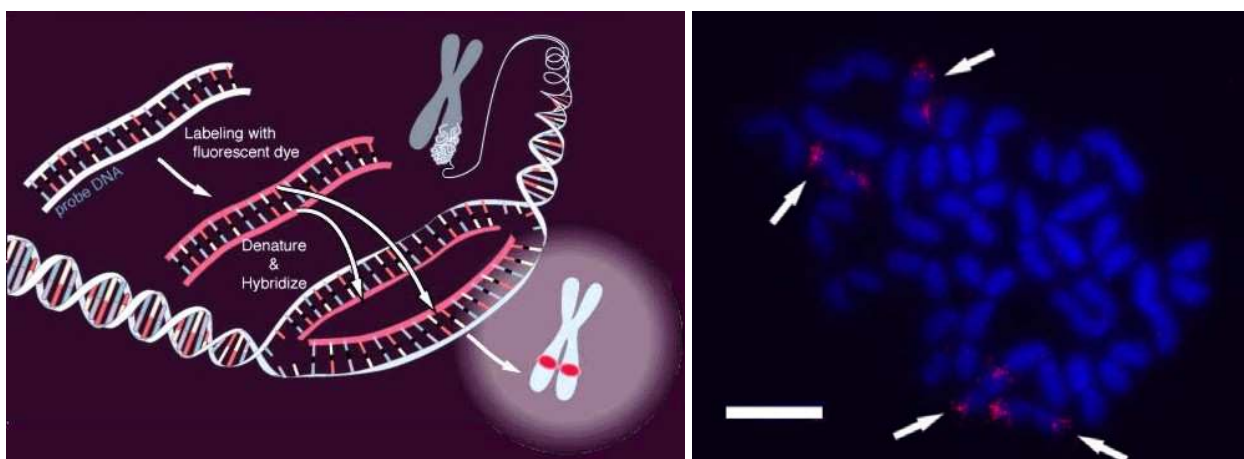
zaměřujeme se na různé modifikace meiozy (viz výše), frekvenci a polohu chiazmat a chování pohlavních chromozomů (specifická spiralizace, průběh párování).

Diferenciální barvicí techniky

K identifikaci jednotlivých chromozomových párů se v cytogenetice teplokrevných obratlovců standardně používá G pruhování. Základem této techniky je natrávení preparátů trypsinem. Každý chromozomový pár má poté specifický vzor tmavších a světlejších příčných pruhů umožňující jejich identifikaci. U většiny bezobratlých nelze tuto metodu bohužel použít. Jedinou použitelnou pruhovací metodou je většinou jen tzv. **C – pruhování**. Při něm dochází k vizualizaci **konstitutivního heterochromatinu**. Většina heterochromatinu se nachází v oblastech centromer a telomer, heterochromatin v jiných oblastech (např. uvnitř ramen) je vzácnější. Tento typický obraz nalézáme také u většiny dosud prozkoumaných pavoukoců. Konstitutivním heterochromatinem jsou tvořeny také tzv. **B chromozomy**. Jedná se o nadbytečné chromozomy, které jsou většinou odvozeny ze standardních chromozomů. I když se organismus takových chromozomů často nedokáže zbavit, dokáže je inaktivovat heterochromatinizací. Pro tyto chromozomy jsou typické nondisjunkce v mitotickém a meiotickém dělení, jejich počet se tak může lišit nejen mezi jedinci téhož druhu, ale i mezi různými buňkami téhož individua. U pavoukoců jsou tyto chromozomy dosti vzácné, byly popsány jen u některých štírů, sekáčů a klíšřat.

Molekulárně cytogenetické metody

Fluorescenční *in situ* hybridizace (FISH) a její modifikace jsou nejpoužívanějšími metodami molekulární cytogenetiky. Účelem FISH je **lokalizovat** určitou **sekvenci DNA** v karyotypu. Pokud máme sondu pro určitý úsek DNA, označíme ji fluorescenčním barvivem a denaturujeme (na jednořetězcovou DNA). Obdobně denaturujeme také DNA chromozomů na preparátu, na který poté aplikujeme sondu. Preparát necháme hybridizovat se sondou, která se spojí s komplementární sekvencí na chromozomu. Při pozorování ve fluorescenčním mikroskopu označená sonda vizualizuje cílovou část genomu. V různých variantách FISH můžeme vizualizovat jakoukoliv sekvenci DNA (repetitivní sekvence, gen, část chromozomu, celý chromozom nebo genom).



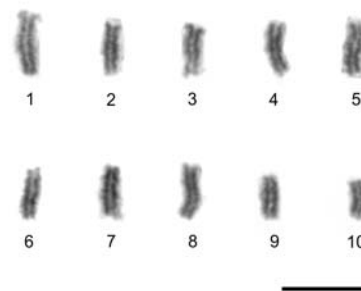
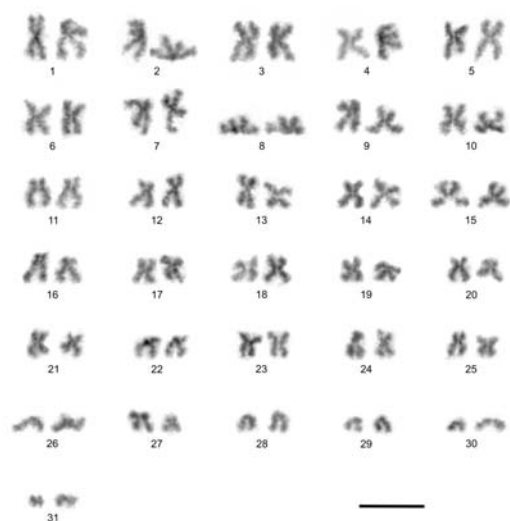
Příklad FISH. Vizualizace genů pro 18S rRNA v karyotypu samce pavouka *Stegodyphus dufouri* (Eresidae) ($2n = 30$). Jedná se o metafázi II, karyotyp je tvořen akrocentrickými chromozomy. Sonda je označena barvivem Cy3 (emituje fluorescenci v červené části spektra), chromozomy jsou obarveny DAPI (emise v modré části spektra). Geny jsou umístěny v terminálních oblastech dvou autozomových párů.

4.7 Přehled cytogenetiky jednotlivých skupin pavoukovců

Cytogenetice pavoukovců se soustavně věnuje jen několik výzkumných skupin, jedinou evropskou skupinou je naše laboratoř. Karyotypy jednotlivých řádů jsou různě prostudovány. Největší pozornosti se těší pavouci, dále pak akariformní a parazitiformní roztoči, štíři, štírci a sekáči. Probádanost ostatních řádů je velmi nízká, u většiny z nich (Amblypygi, Ricinulei, Schizomida, Solifugae) nebyly dosud publikovány žádné informace o karyotypu. Celkem byly popsány karyotypy cca. 1400 druhů pavoukovců.

Scorpiones

Je prostudováno zhruba 70 druhů ($2n = 6 - 176$). Zástupci čeledi Buthidae mají holokinetické chromozomy a nižší $2n$ (obvykle okolo 20). Ostatní zástupci mají monocentrické chromozomy a vyšší $2n$. Pohlavní chromozomy nejsou diferencovány, u všech dosud studovaných druhů byla nalezena achiasmatická meioza. Častá je heterozygotnost pro translokace a fúze, důsledkem je tvorba multivalentů v meiotickém dělení.



Tityus magnimanus (Buthidae), karyotyp zkonstruován z postpachytene.

Opisthacanthus asper (Liochelidae), karyotyp z metafáze II.

Solifugae

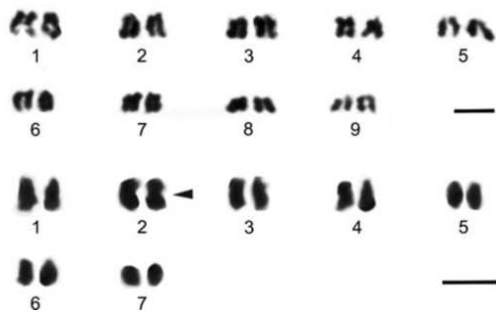
Karyotypy dosud nebyly popsány. Podle našich předběžných výsledků jsou chromozomy monocentrické.



Gluvia dorsalis (Daesidae), mitotická metafáze.

Palpigradi

Byly karyotypovány dva druhy rodu *Eukoenia*. Chromosomy jsou drobné, patrně monocentrické. Pohlavní chromozomy nejsou diferencovány.



Karyotypy dvou druhů štírenek – *E. spelaea* (2n = 18) (nahore), *E. mirabilis* (2n = 14) (dole). Druhý pár *E. mirabilis* nese konstrikcii.

Acariformes

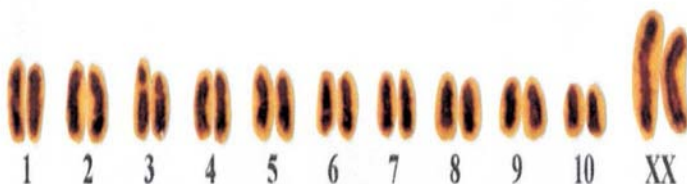
Diverzifikovaná skupina, karyotypy jsou tvořeny nízkým počtem drobných holocentrických chromozomů (2n = 4 - 28), bylo prostudováno přibližně dvě stě druhů. Pohlavní chromozomy většinou nejsou diferencovány (u čeledí Acarididae a Glycyphagidae byl popsány systémy XO a XY). Pohlaví je často určeno pomocí haplodiploidie.



Mitotická metafáze zástupce čeledi Tetranychidae.

Parasitiformes

Známé karyotypy asi 100 druhů, 2n = 6 až 36. Je zde značná diverzita způsobů determinace pohlaví. U klíšťat jsou diferencovány pohlavní chromozomy, byly popsány systémy XY a XO. Často se vyskytuje haplodiploidie včetně parahaploidie (Gamasida), thelytokie.



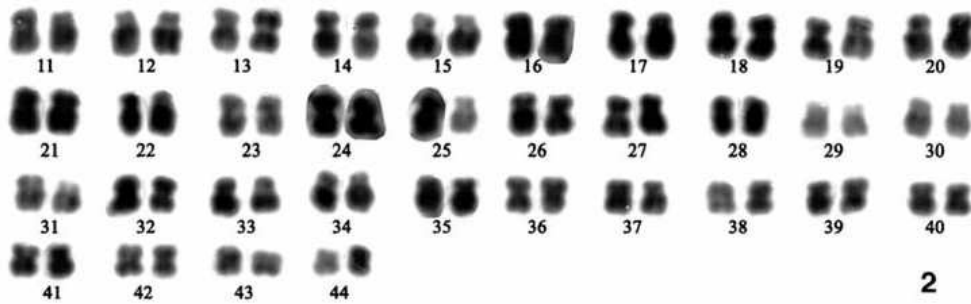
Klíště *Rhipicephalus microplus* (Ixodidae), 2n = 22, karyotyp samice.

Ricinulei

Žádný zástupce tohoto řádu dosud nebyl studován.

Opiliones

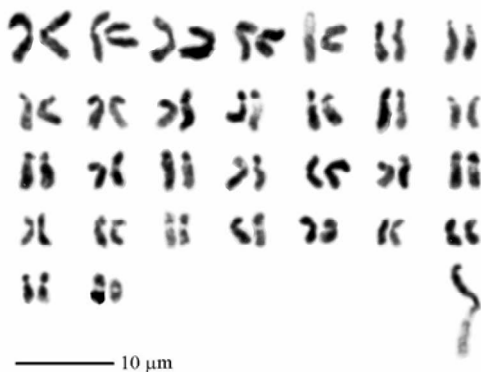
Dosud byly popsány karyotypy asi 80 druhů, 2n = 10 - 88. Karyotypy jsou tvořeny monocentrickými chromozomy (většinou dvouramennými). U některých byly popsány B chromozomy. Pohlavní chromozomy jsou většinou XY (nejsou většinou morfologicky příliš diferencovány); zástupci čeledi Phalangiidae mají typ *Abraxas* (ZW, opět nízký stupeň diferenciaci). U některých skupin se vyskytuje thelytokie. Thelytokní formy jsou často polyploidní. U novosvětských zástupců skupiny Laniatores byl zjištěn vysoký počet chromozomů (viz obrázek), předpokládá se u nich polyploidizace.



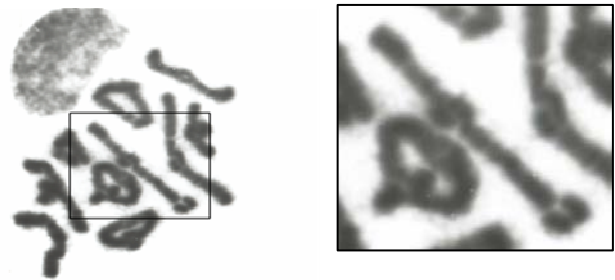
Goniosoma proximum (Gonyleptidae) - sekáč s nejvyšším počtem chromozomů ($2n = 88$).

Pseudoscorpiones

Dosud publikovány karyotypy cca 50 druhů. Počet chromozomů: $2n♂ = 7$ (Olpiidae) – 135 (Atemnidae). Značná proměnlivost počtu a morfologie chromozomů. V karyotypech převažují dvouramenné chromozomy (kromě čeledi Chthoniidae). Pohlavní chromozomy dobře vyvinuty. Nejčastěji se jedná o X0 systém, chromozom X je dvouramenný a většinou největší chromozom karyotypu. Systém pohlavních chromozomů může být i XY.



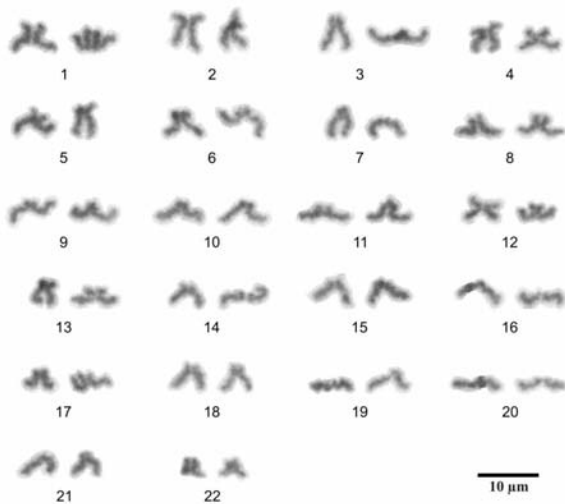
Lasiochernes pilosus (Chernetidae) $2n♂ = 61$, X0.



Roncus sp. (Neobisiidae), diplotene. Ve výseku je podlouhlý bivalent XY.

Pedipalpi: Amblypygi, Uropygi a Schizomida

Publikován byl jen karyotyp 1 druhu řádu Uropygi. Podle našich předběžných výsledků jsou chromozomy těchto skupin monocentrické.



Ginosigma schimkewitchi (Uropygi: Thelyphonidae), $2n\sigma = 44$, metafáze II.

Araneae

Pohlavní chromozomy pavouků

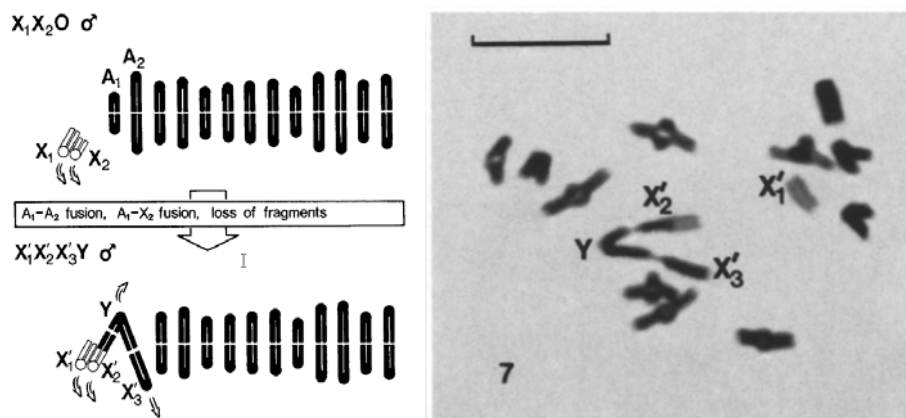
Jak už bylo zmíněno, systémy pohlavních chromozomů tvořené více chromozomy X se nacházejí u většiny dosud studovaných pavouků. U ostatních živočichů jsou tyto systémy vzácné. Nejčastěji nalézáným stavem je X_1X_20 systém. Ten byl nalezen u cca 70% studovaných druhů. Pravděpodobně je evolučně původní, neboť byl objeven i u nejprimitivnějších pavouků – sklípkošů. X_1X_20 systém se v evoluci dále vyvíjel. Poměrně často nalzáme systémy se třemi chromozomy X. Vzácněji byly objeveny i systémy s větším počtem X. Jiným typem chromozomového určení pohlaví u pavouků je systém $X0$. Všechny tyto systémy můžeme nalézt u nepříbuzných čeledí, tudíž vznikaly opakovaně. Systém $X0$ vznikal patrně fúzí popř. degenerací jednoho chromozomu X v systému X_1X_20 . Systémy s více chromozomy X vznikaly nondisjunkcemi či rozpady.



Oecobius spp., pozdní profáze I. Systémy pohlavních chromozomů $X0$, X_1X_20 , $X_1X_2X_30$.

Systémy obsahující chromozom Y

Jako odvozené stavy vznikly u pavouků systémy nepohlavních chromozomů, obsahují vždy chromozom(y) Y.

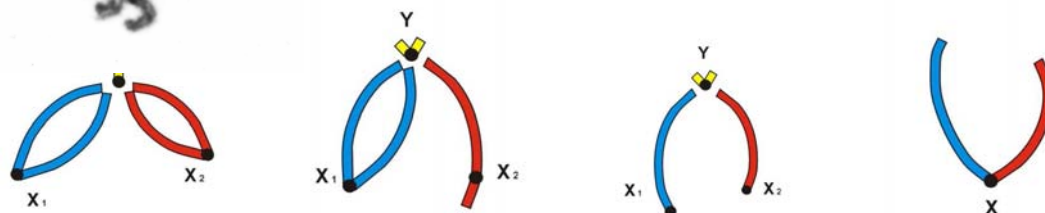


Vlevo: Schématické znázornění vzniku systému $X_1X_2X_3Y$ u skákavek rodu *Habronatus*. Systém vznikl tandemovou fúzí chromozomu X_2 a autosomu A_1 a centrickou fúzí autozomů A_1 a A_2 . Vpravo: Diakineze s multivalentem pohlavních chromozomů X_1X_2Y

Jiným systémem obsahujícím chromozom Y je X_1X_2Y , objevený u pěti čeledí haplogynních pavouků. Vznik tohoto systému není objasněn, může se jednat o starobylý nepohlavní systém.



Loxosceles spinulosa –Pohlavní chromozomy X_1 , X_2 a Y tvoří v profázi I samce typický trivalent. Systém X_1X_2Y se vyskytuje u celé řady haplogynních pavouků. Tento systém se u čeledi Pholcidae dále vyvíjel (dole) až na systém XO . Sérií inverzí se z metacentrických X_1 a X_2 staly akrocentrické X_1 a X_2 , po centrické fúzi vznikl dvouramenný X . Y zmizel z karyotypu degenerací.

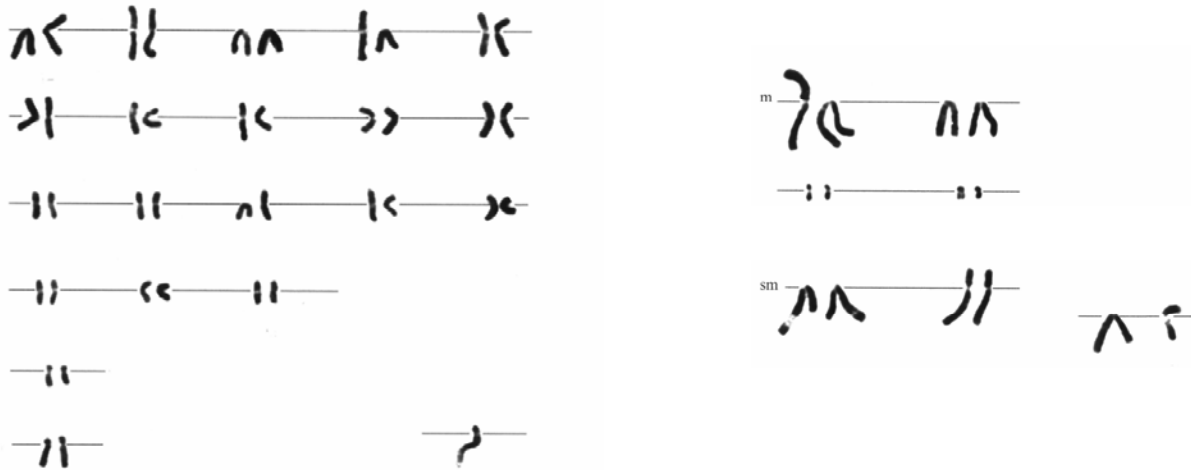


Základní údaje o karyotypech jednotlivých větví pavouků

Publikovány jsou karyotypy téměř 700 druhů. Seznam karyotypovaných pavouků a dalších pavoukoců můžete nalézt na <http://www.arthropodacytogenetics.bio.br/spiderdatabase/index.htm>. Nejprostudovanější skupinou pavouků jsou entelegynní pavouci, ostatní skupiny byly studovány spíše okrajově.

Sklípkoši (Mesothelae): karyotypován jeden druh (*Heptathela kimurai*, $2n♂ = 80$, X_1X_2O), chromozomy jsou akrocentrické.

Sklípkani (Mygalomorphae): převažují dvouramenné chromozomy, značný rozsah počtu chromozomů ($2n♂ = 14 - 32$). Enormní variabilita v systémech pohlavních chromozomů, nejčastější jsou systémy s jedním až čtyřmi chromozomy X . Vzácně se vyskytují i systémy s více než deseti (!) chromozomy X .



Diverzita mezi karyotypy dvou blízce příbuzných druhů sklípkánek rodu *Atypus* (Atypidae). Vlevo - *A. muralis* ($2n♂ = 41, X0$). Vpravo *A. affinis* ($2n♂ = 14, XY$). Karyotyp tohoto druhu vznikl sérií fúzí. Karyotypy byly sestaveny z mitotických metafází.

Araneomorphae

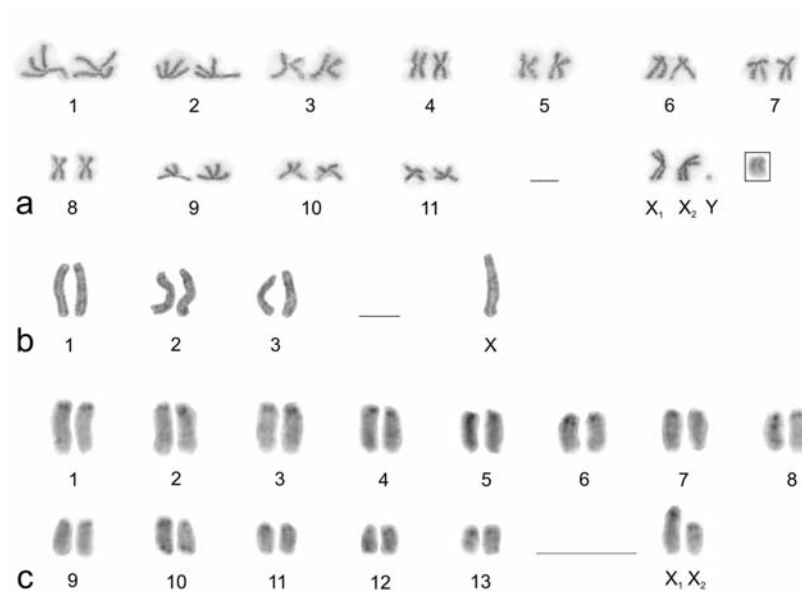
Haplogynae a skupiny s nejistým zařazením

Z cytogenetického hlediska zde můžeme rozlišit dvě základní linie: a) pavouky s holokinetickými chromozomy (nadčeleď Dysderoidea) a b) pavouky s monocentrickými chromozomy (ostatní studované skupiny).

Dysderoidea: Patří sem pavouci s nejnižším počtem chromozomů. Díky holokinetické stavbě chromozomů jsou u těchto pavouků snáze tolerovány rozpady a fúze chromozomů resp. další přestavby chromozomů. Velkou diverzitu v karyotypech některých rodů lze využít pro cytotaxonomické účely.

Ostatní haplogynní pavouci: karyotyp je tvořen převážně dvouramennými chromozomy, $2n♂ = 13 - 37$. Častý výskyt systému pohlavních chromozomů X_1X_2Y (méně často $X0, XY$ nebo X_1X_20).

Entelegynae: Karyotyp většiny entelegynů je tvořen výlučně akrocentrickými chromozomy, $2n♂$ se pohybuje obvykle mezi 20 a 40. Ancestrální karyotyp byl pravděpodobně $2n♂ = 42, X_1X_20$ nebo $2n♂ = 43, X_1X_2X_30$, v evoluci docházelo ke snižování počtu chromozomů fúzemi. Většinou nízká diverzita karyotypu (není výjimkou, že celá čeleď nebo dokonce několik příbuzných čeledí má shodný počet chromozomů).



Karyotypy araneomorfních pavouků. a – haplogynní pavouk *Kukulcania* aff. *hibernalis* (Filistatidae), $2n^{\sigma} = 25$, X_1X_2Y . Chromozomy jsou dvouramenné, včetně mikrochromozomu Y (zvětšen ve výseku). b – *Dasumia carpathica* (Dysderoidea), $2n^{\sigma} = 7$, $X0$. Karyotyp je tvořen nízkým počtem holokinetických chromozomů. c – zástupce entelegynních pavouků, slíďák *Pardosa wagleri* (Lycosidae), $2n^{\sigma} = 28$, X_1X_20 . Všechny chromozomy jsou akrocentrické. Všechny nesou centromerický heterochromatin (vizualizován pomocí C - pruhování).

Úkol

CHROMOZOMY SAMCŮ

Původní stav karyotypu u skákavek



Mitóza metafáze



Diakineze



Metafáze II

Mexcalla elegans – skákavka s odvozeným karyotypem



Mitóza metafáze



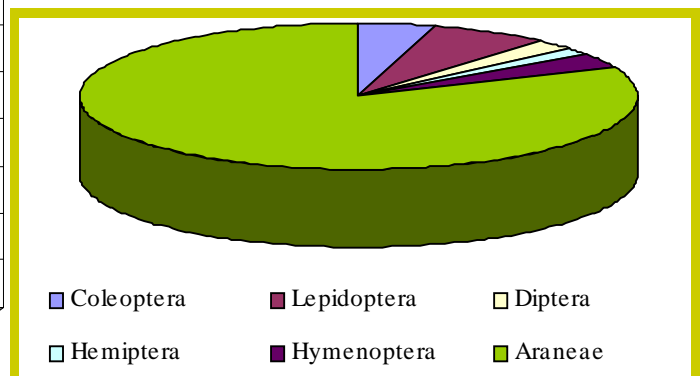
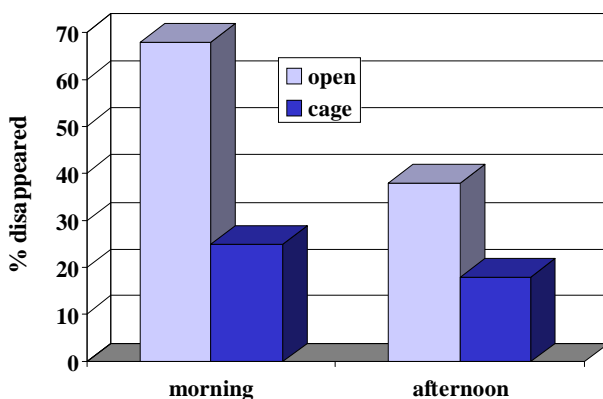
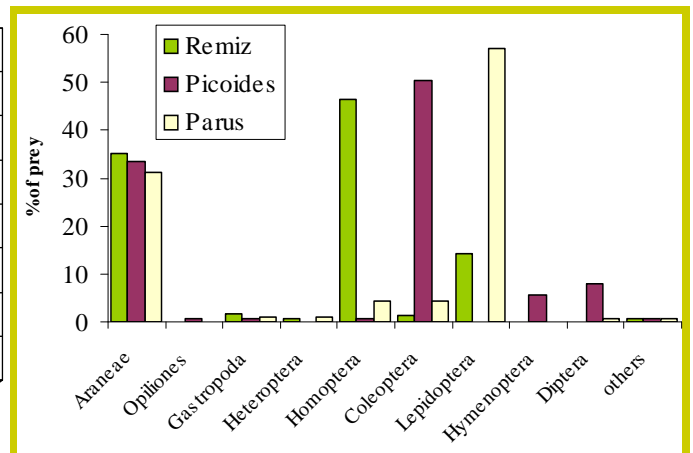
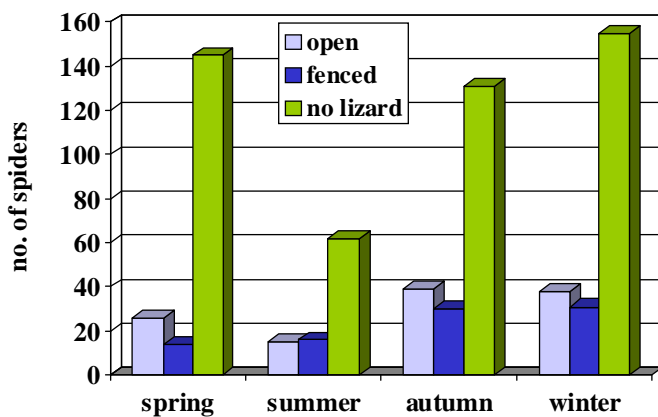
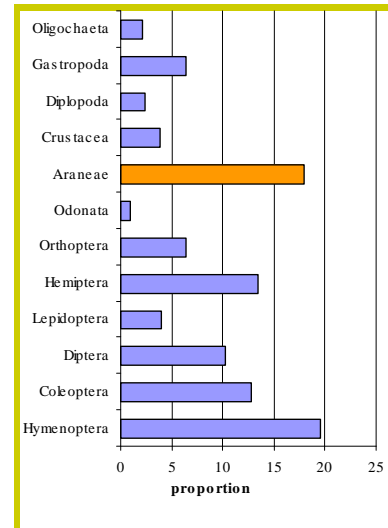
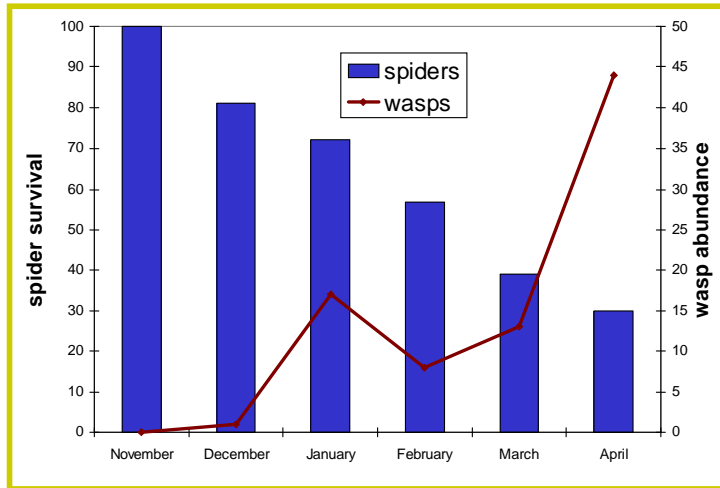
Diplotene

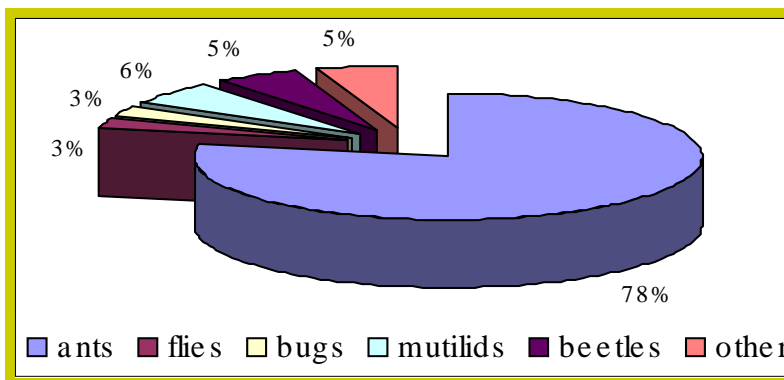


Metafáze II

5 Obranné strategie pavouků

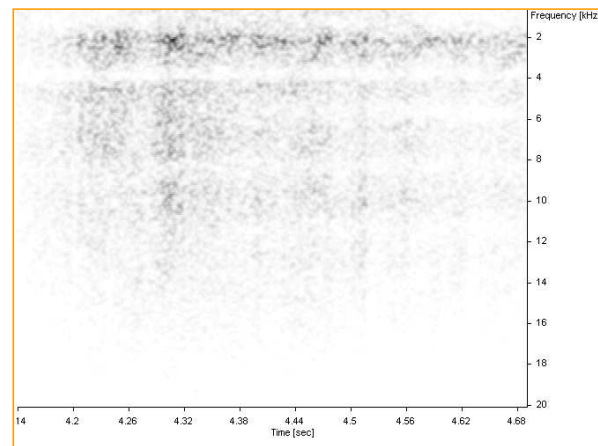
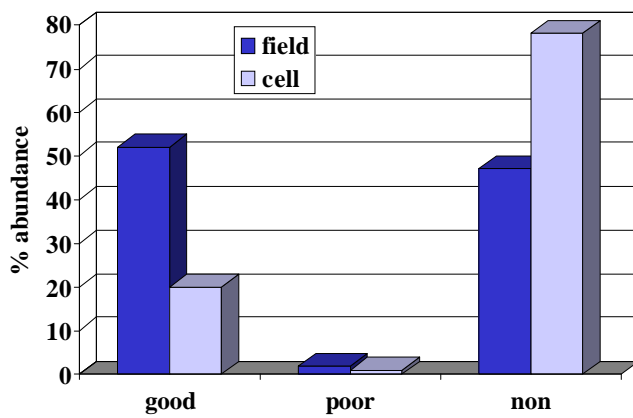
Stano Pekár

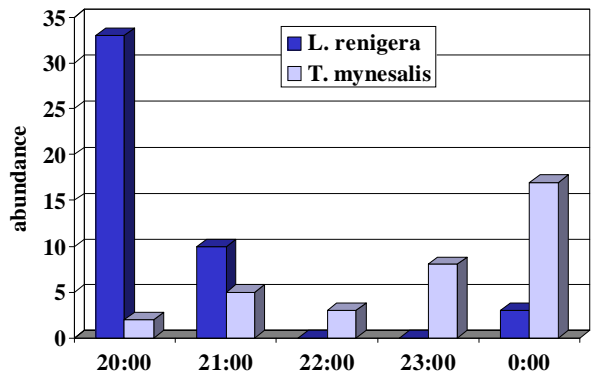
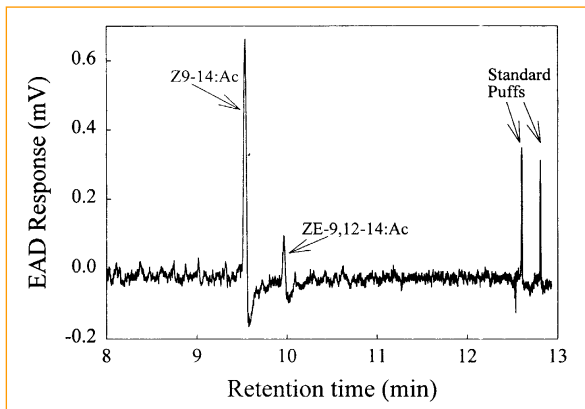
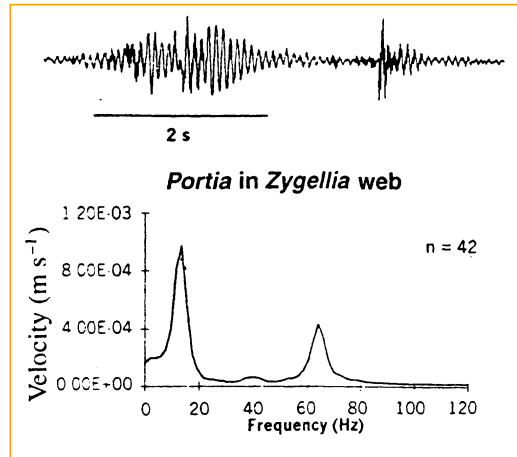
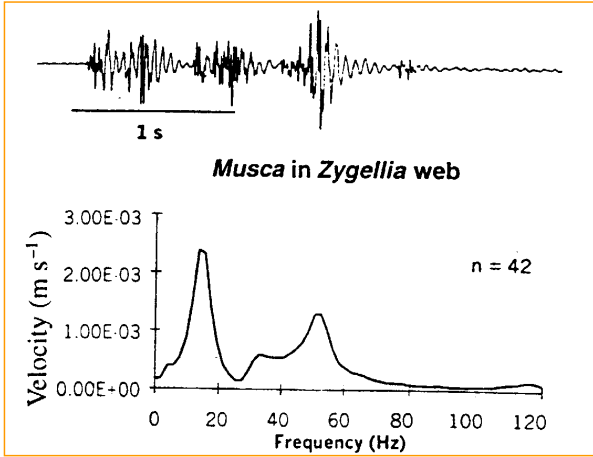
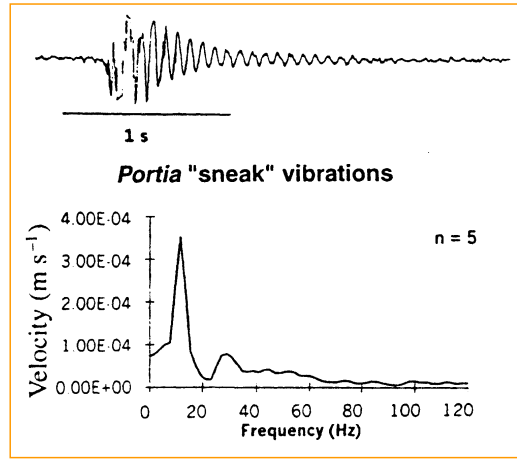
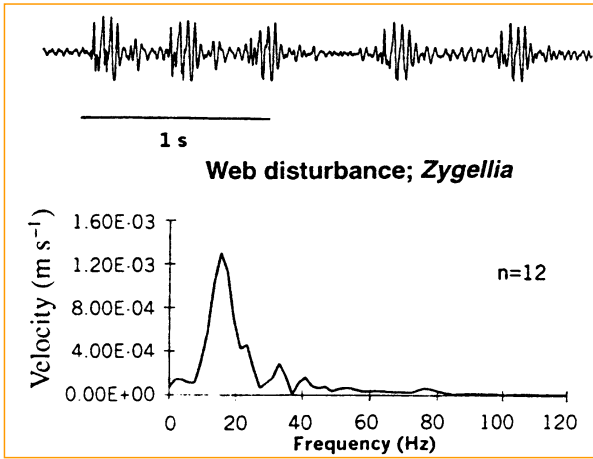


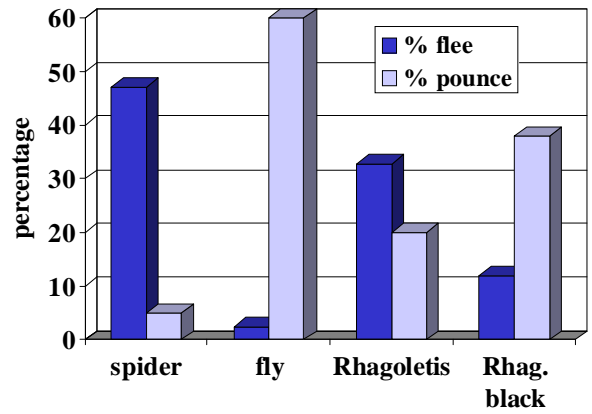
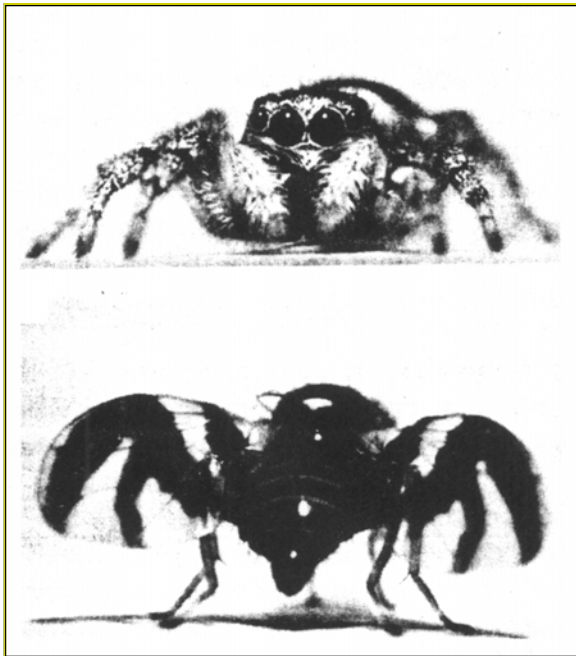
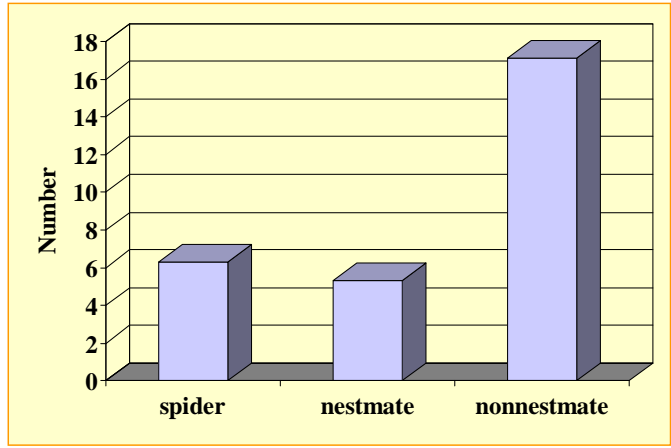
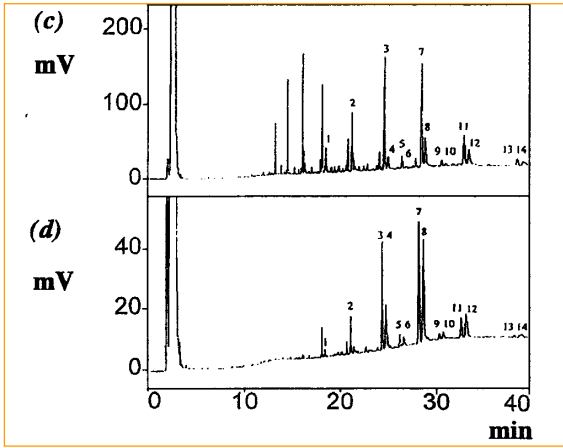




No.	family	no. of mimics	examples
1	Salticidae	50	<i>Myrmarachne, Synageles, Synemosyna,</i>
2	Corinnidae	24	<i>Castianeira, Myrmecium, Aporochinomma</i>
3	Thomisidae	8	<i>Aphantochilus, Bucranium, Amyciaea</i>
4	Gnaphosidae	8	<i>Micaria</i>
5	Theridiidae	6	<i>Euryopsis, Helvibis, Cerocida, Coleosoma</i>
6	Liocranidae	5	<i>Phrurolithus</i>
7	Zodariidae	3	<i>Storena, Zodarion</i>
8	Araneidae	2	<i>Micrathena, Melychioparis</i>
9	Linyphiidae	2	<i>Linyphia, Meioneta</i>
10	Eresidae	1	<i>Seothyra</i>
11	Dysderidae	1	<i>Harpactea</i>
12	Oonopidae	1	<i>Opopaea</i>

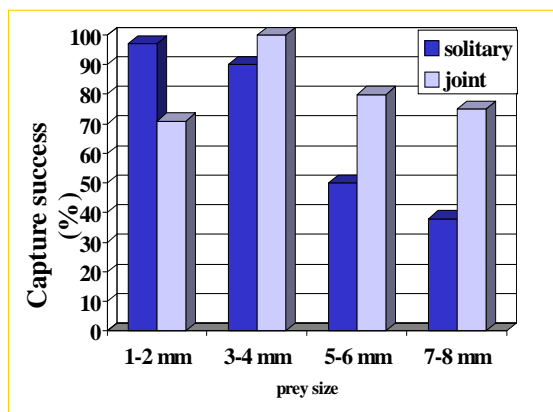
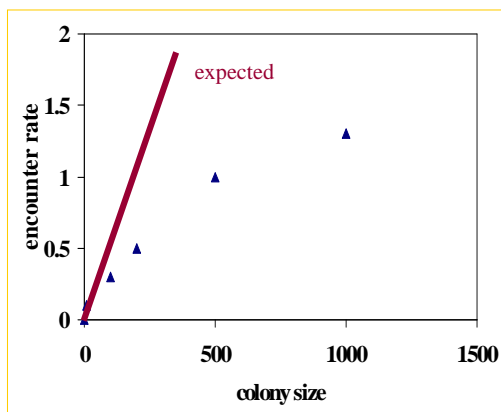
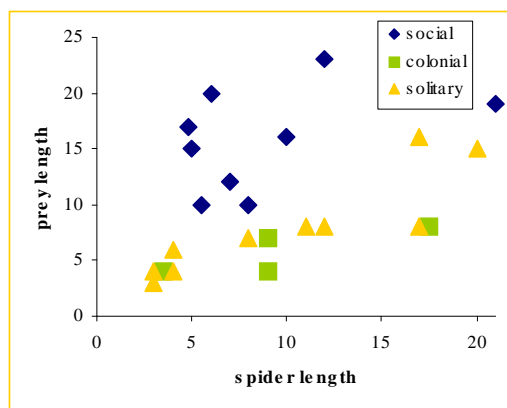
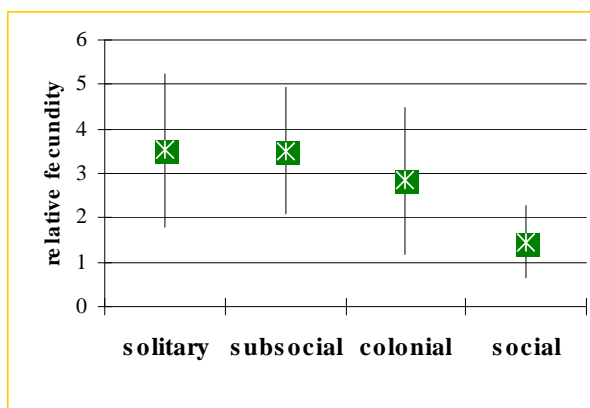


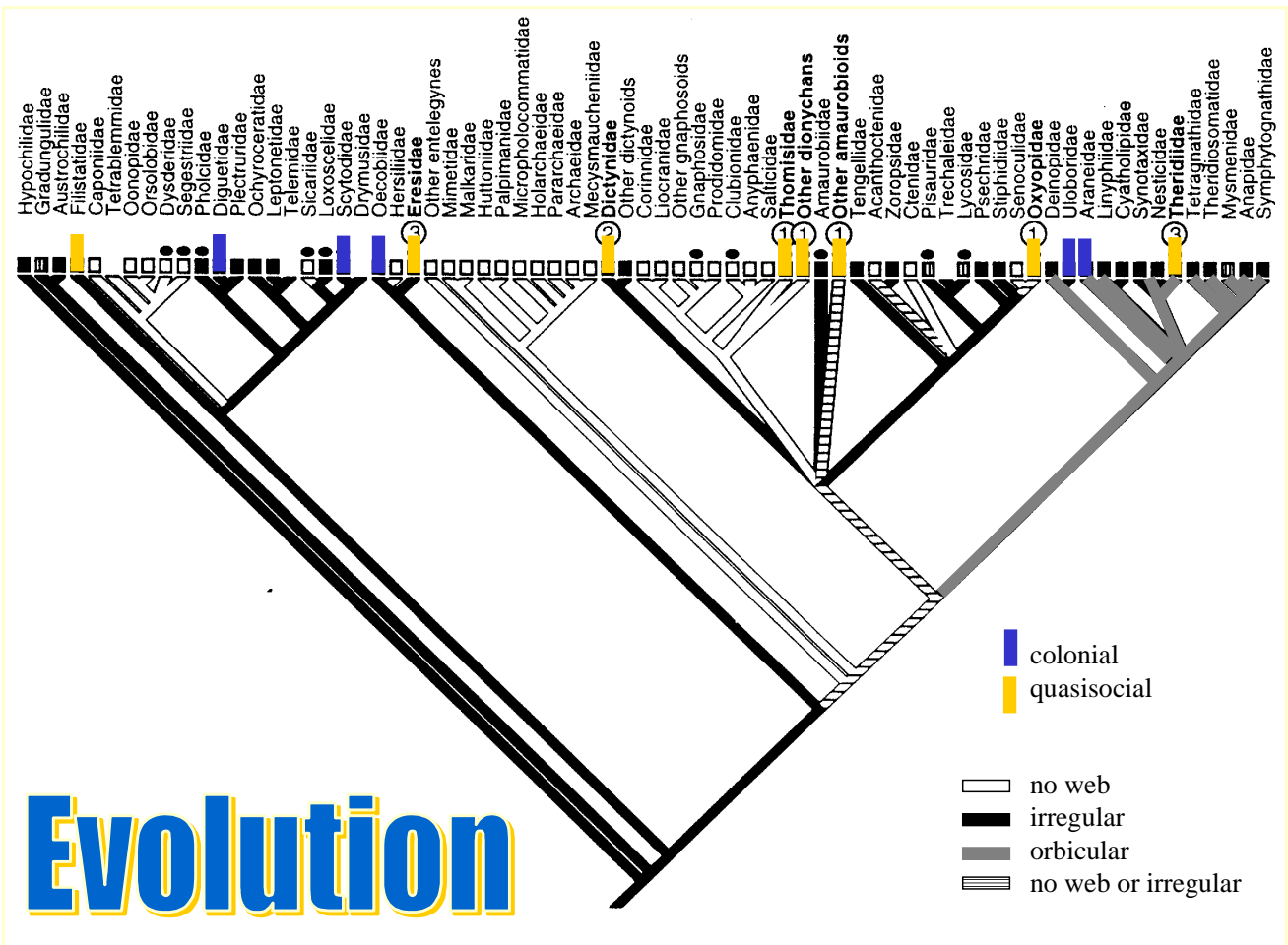
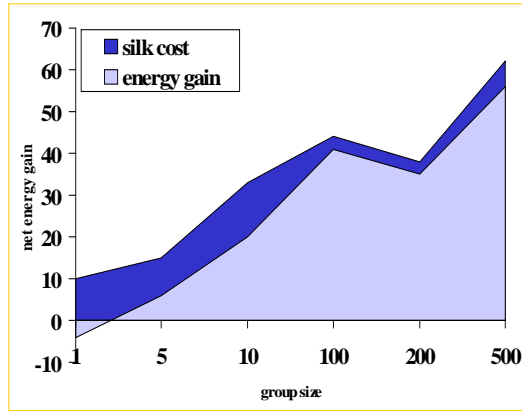




6 Sociální pavouci

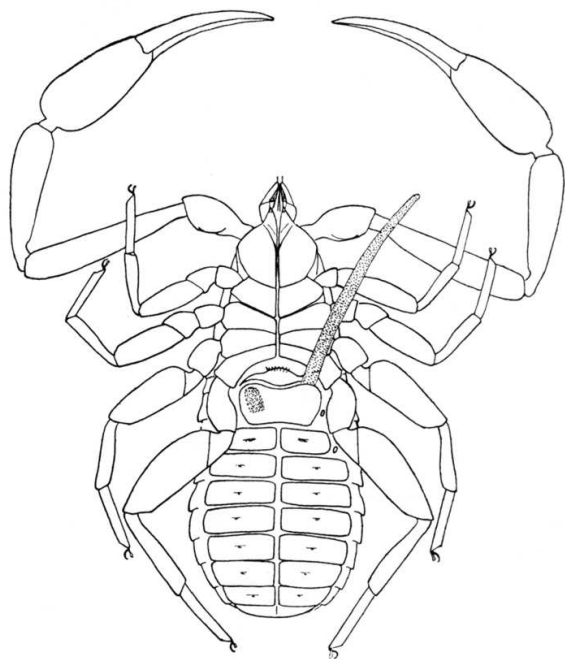
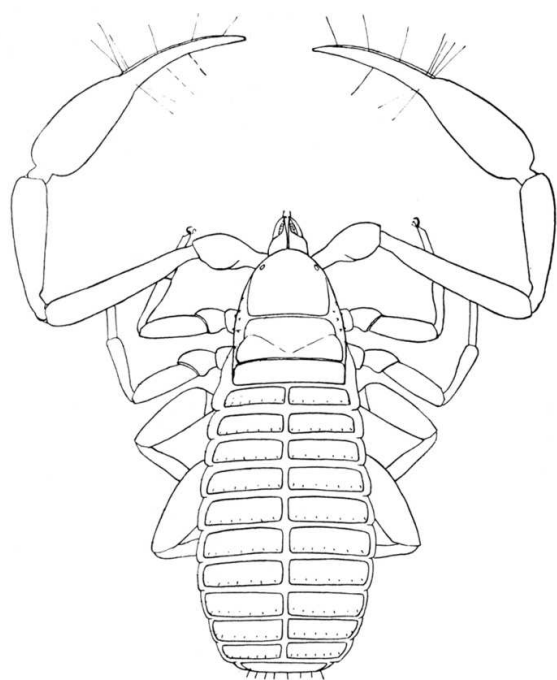
Stano Pekár

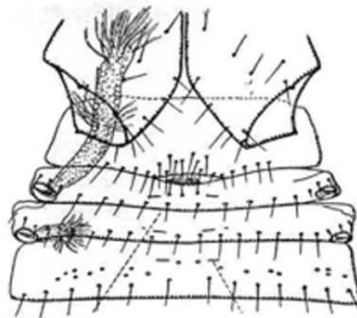
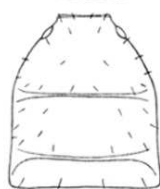
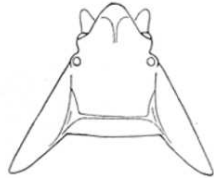
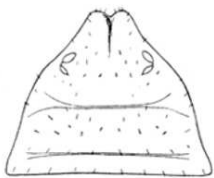
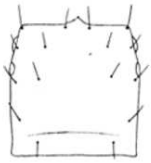
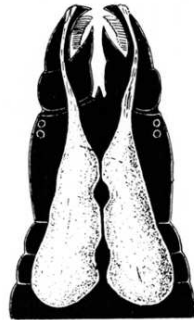
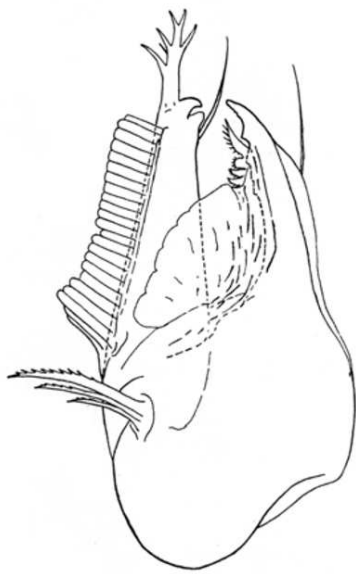


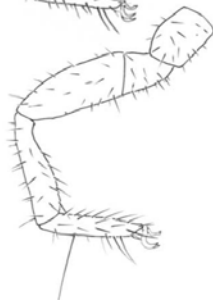
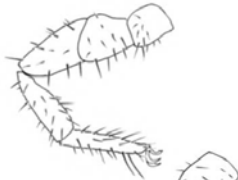
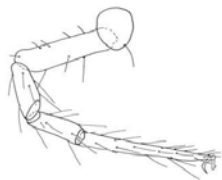
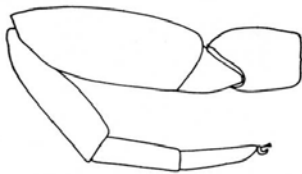
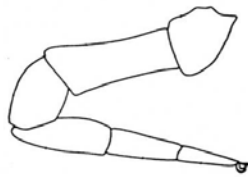
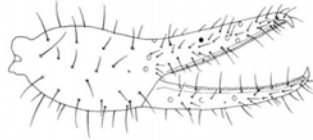
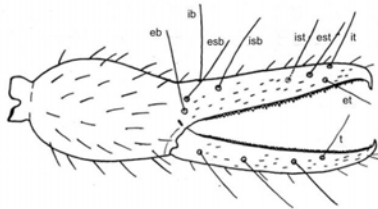
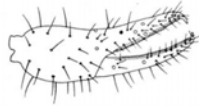
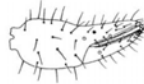
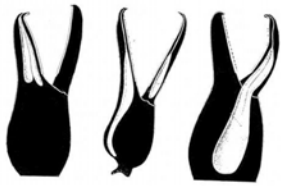
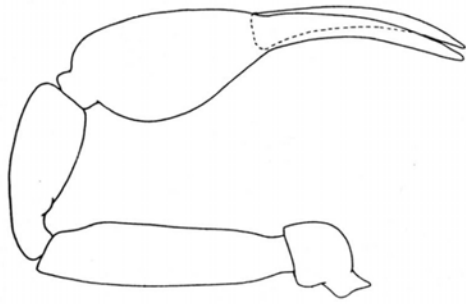


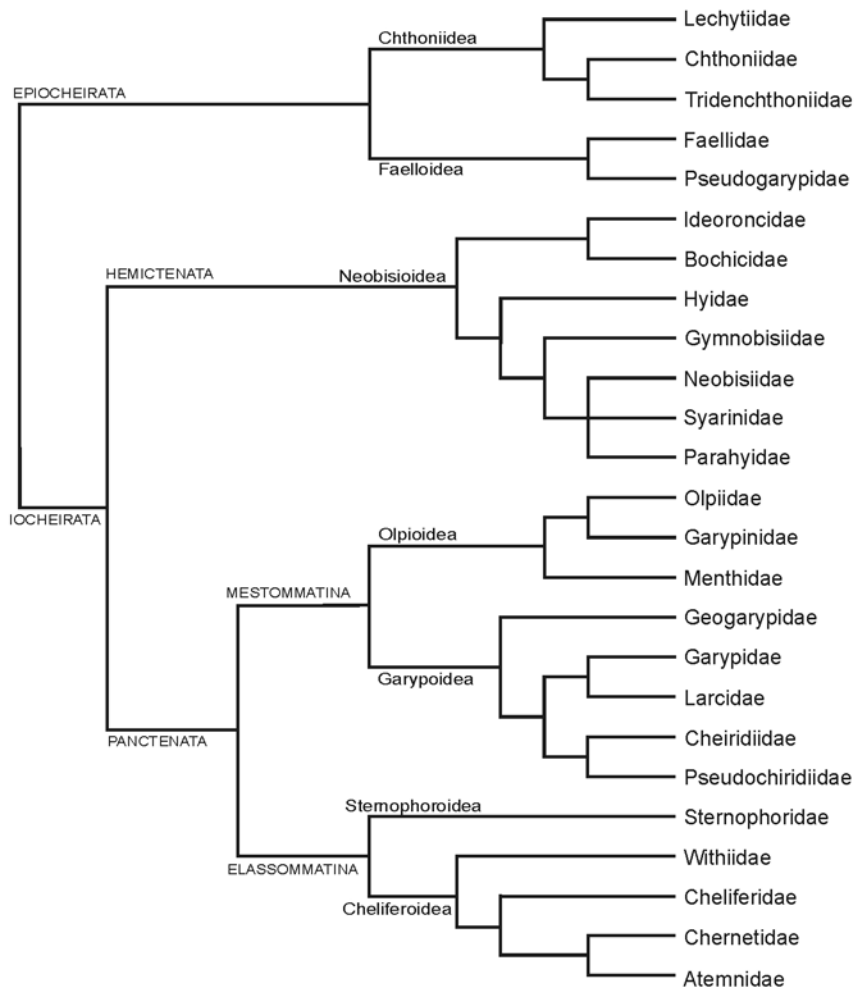
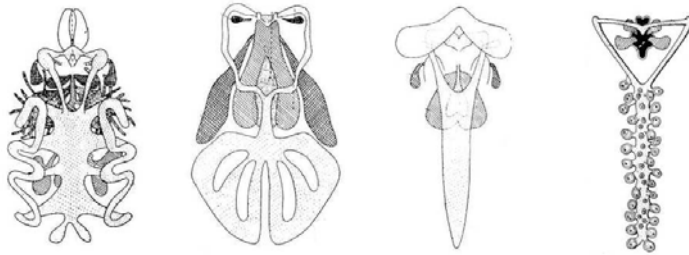
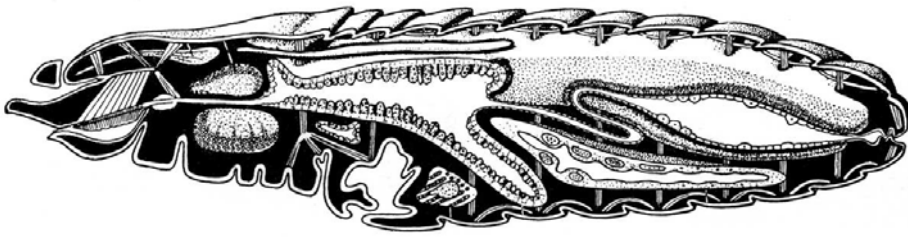
7 Biologie štírků

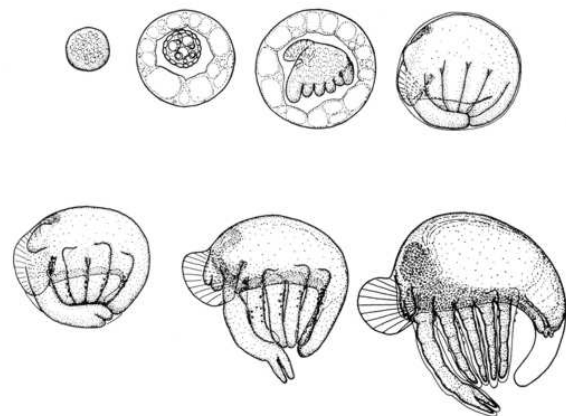
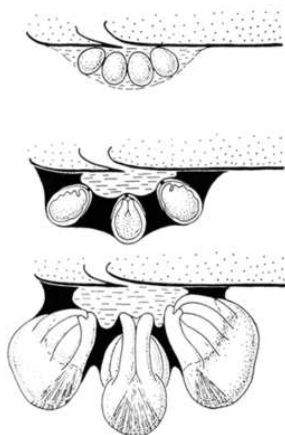
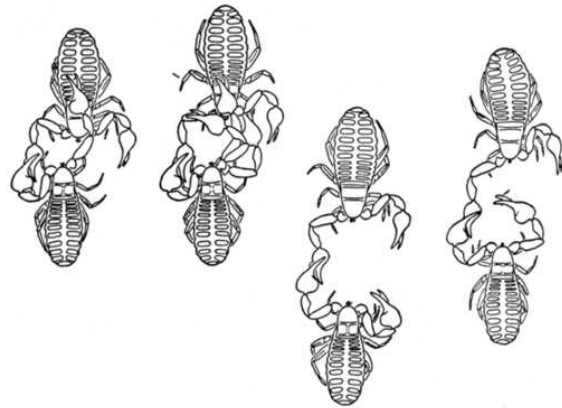
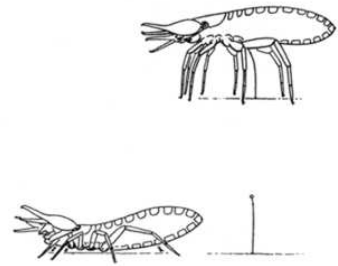
František Šťáhlavský

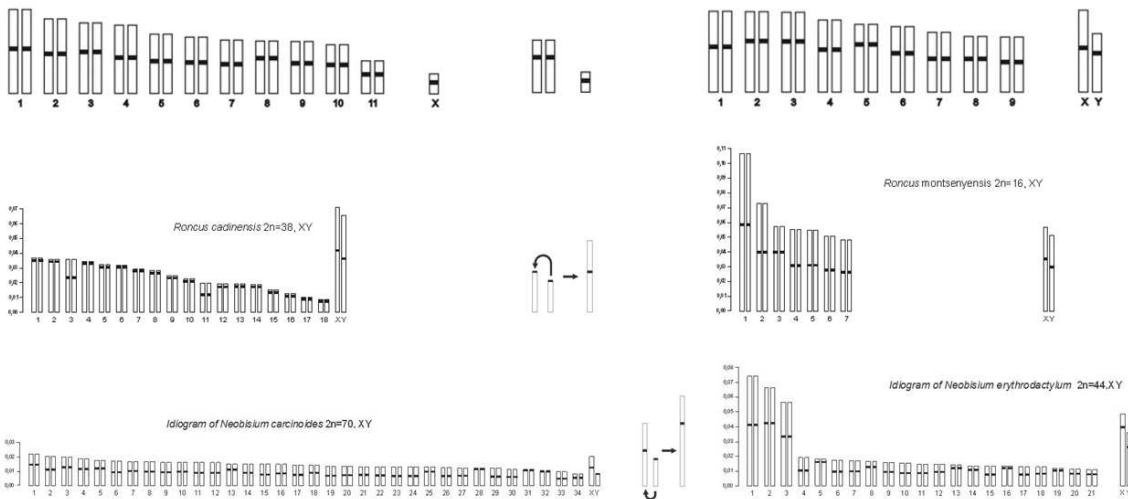
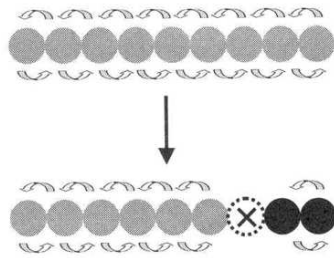
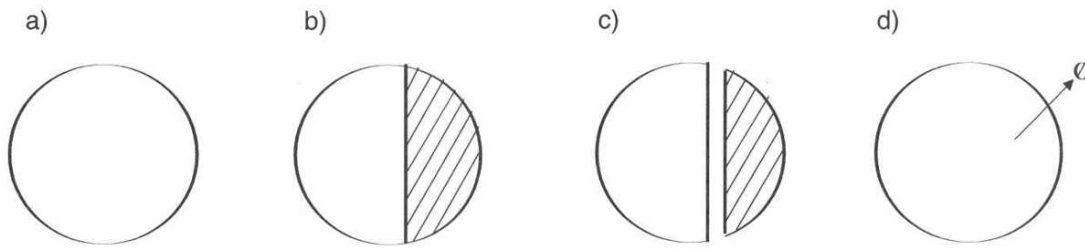
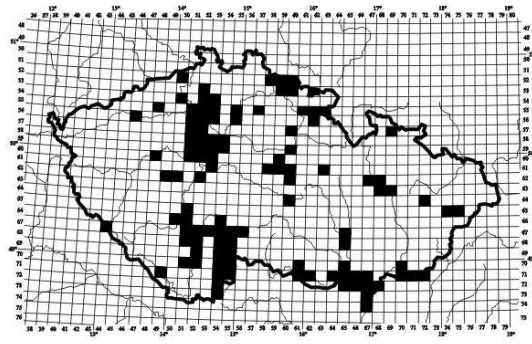
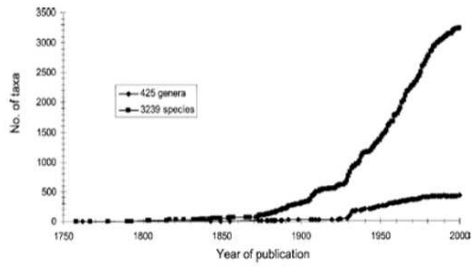




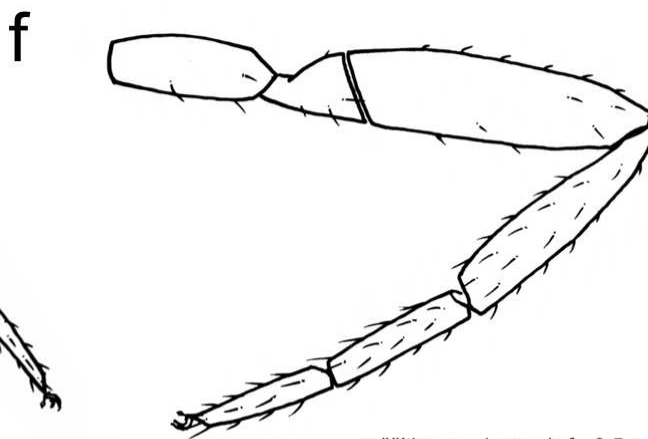
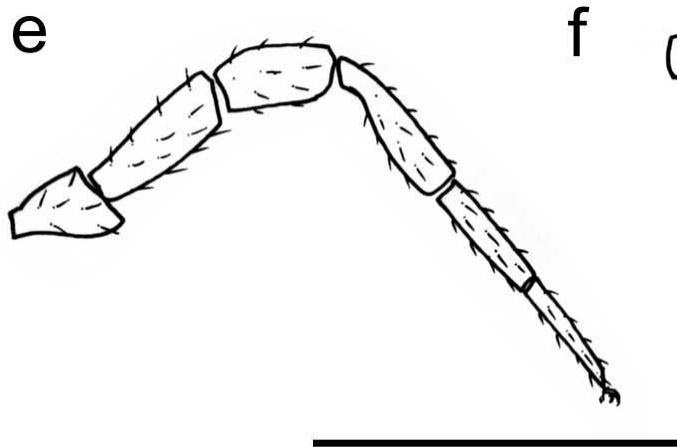
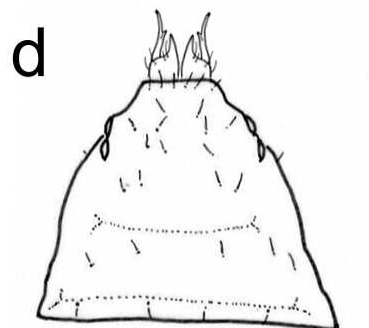
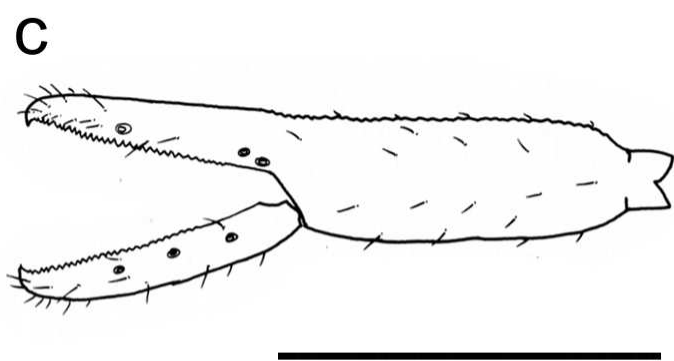
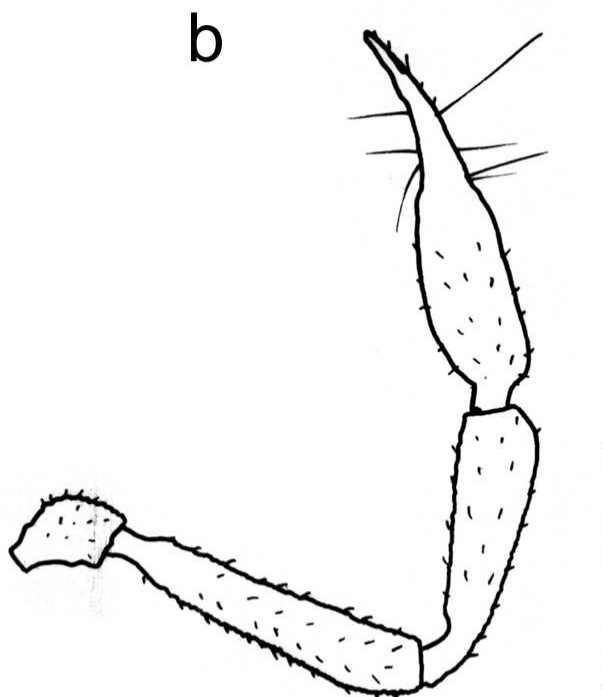
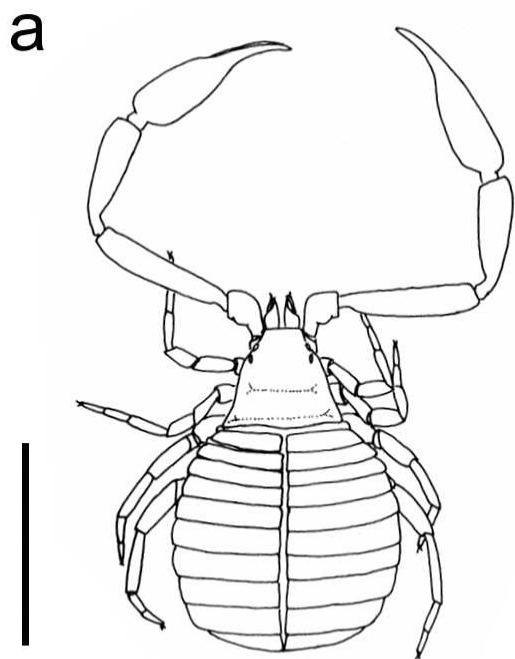




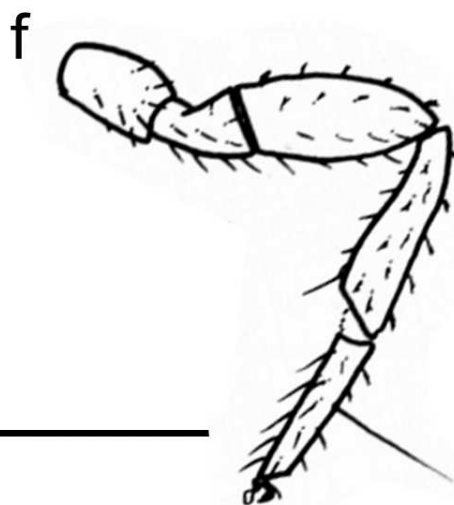
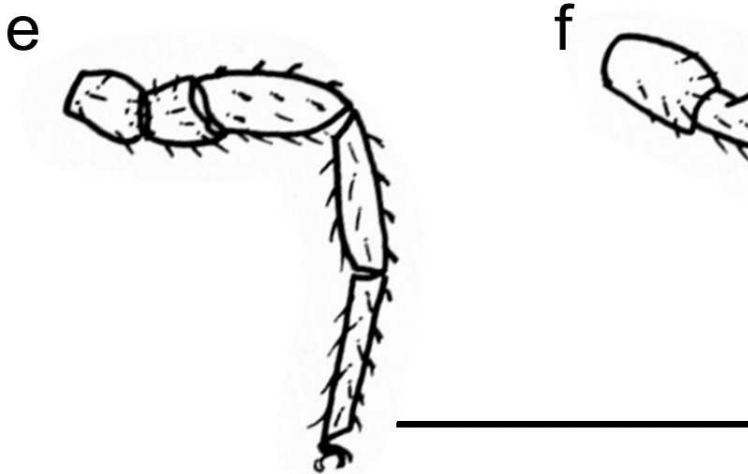
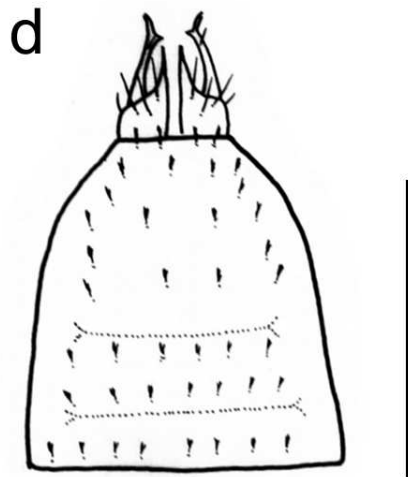
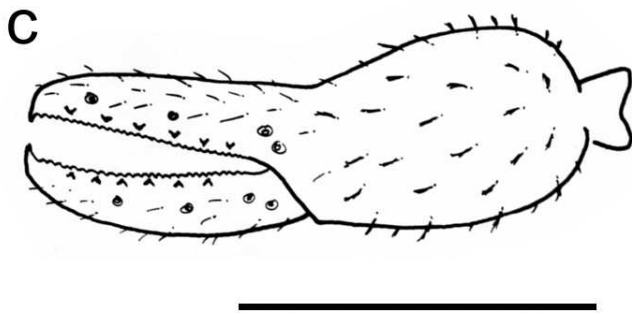
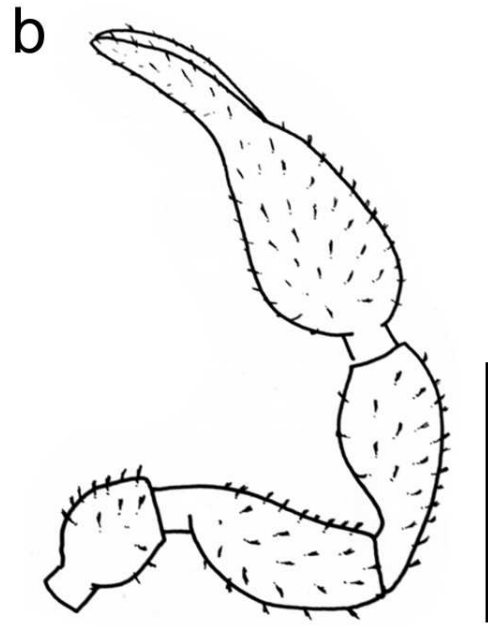
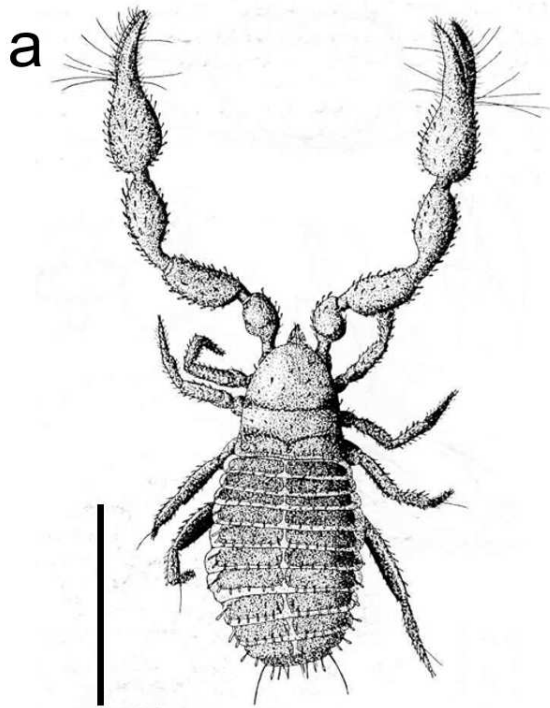




Úkol

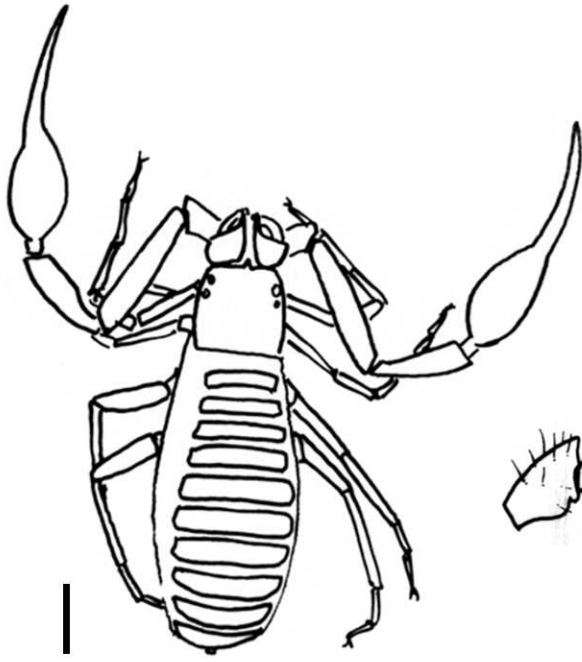


měřítka: a - 1 mm; b-f - 0,5 mm

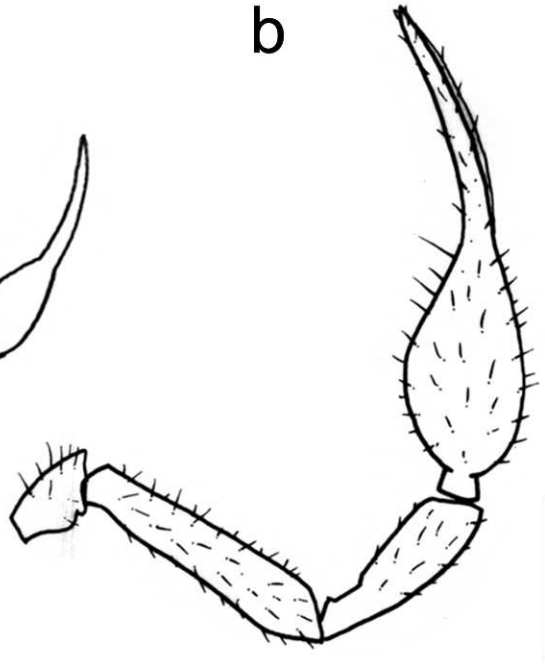


měřítka: a - 1 mm; b-f - 0,5 mm

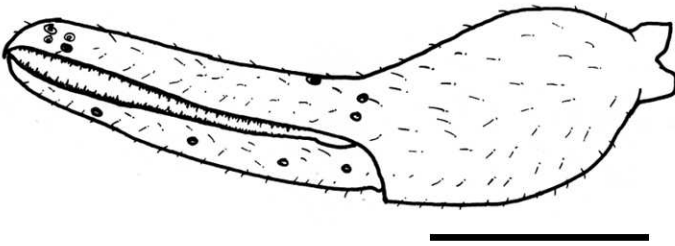
a



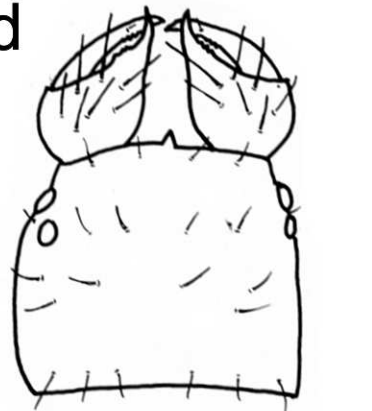
b



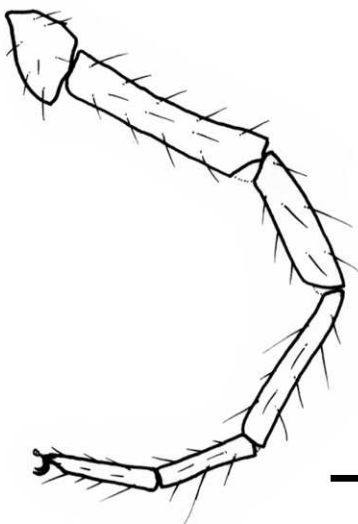
c



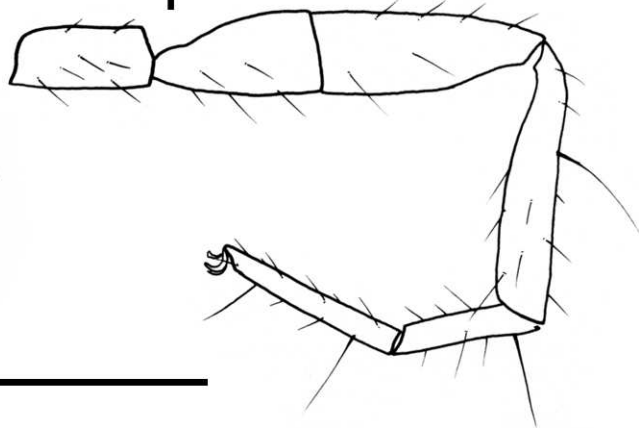
d



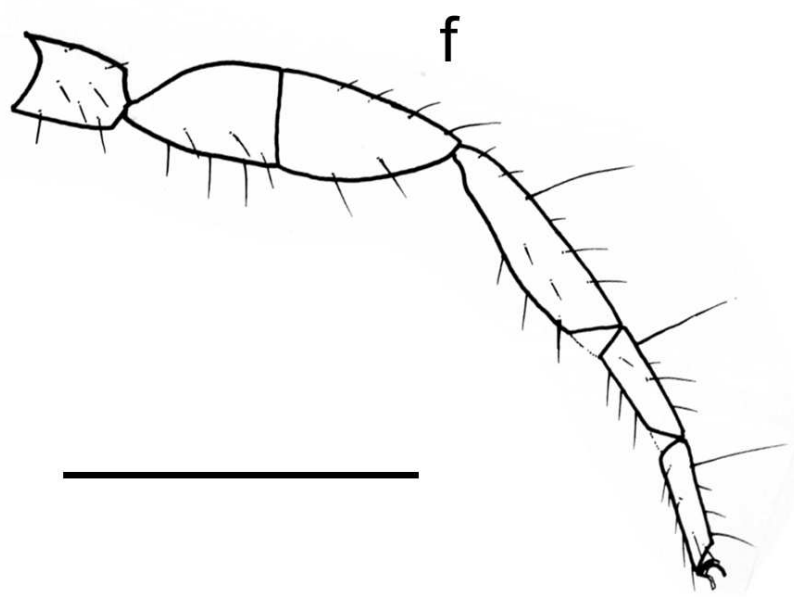
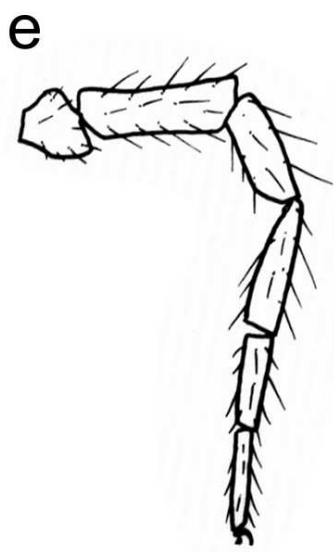
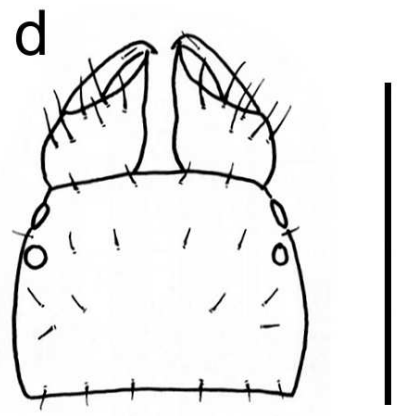
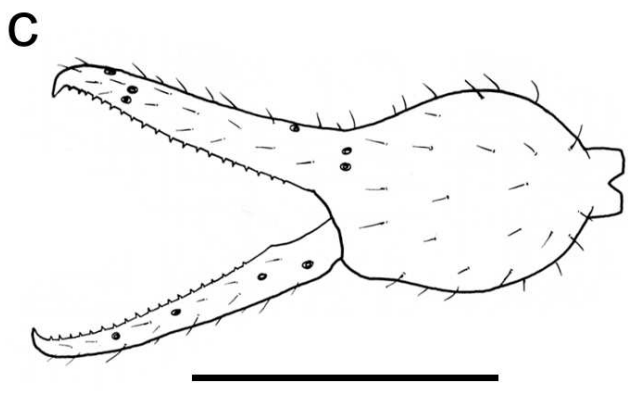
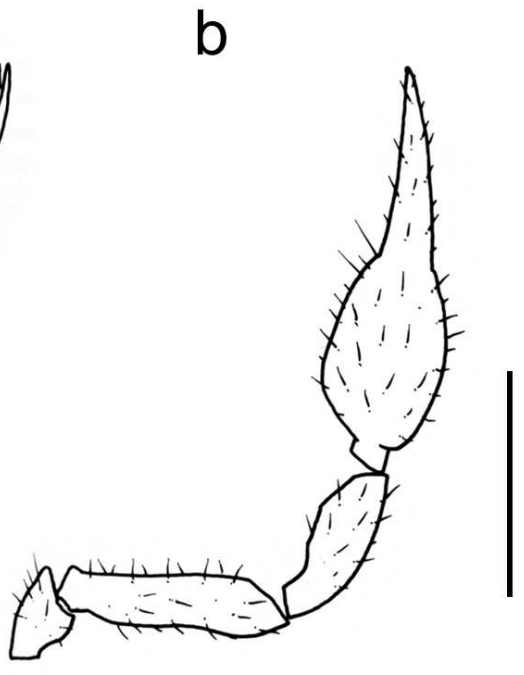
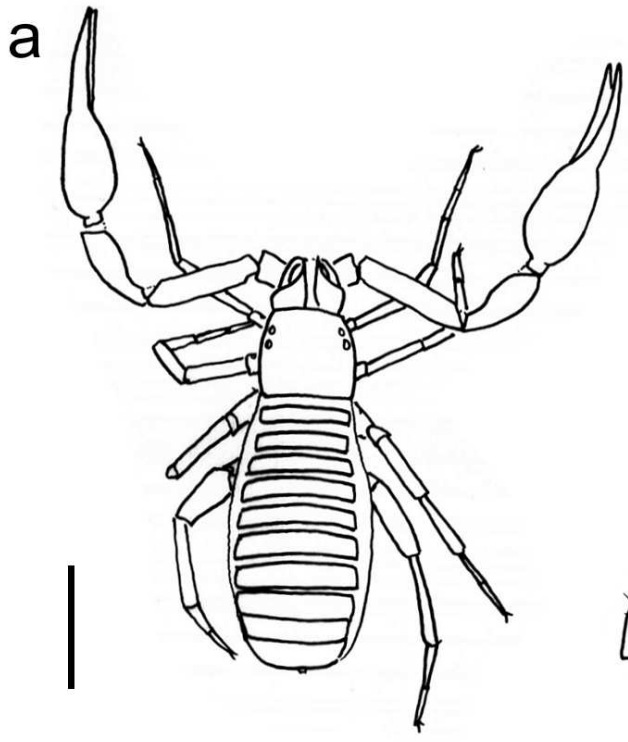
e



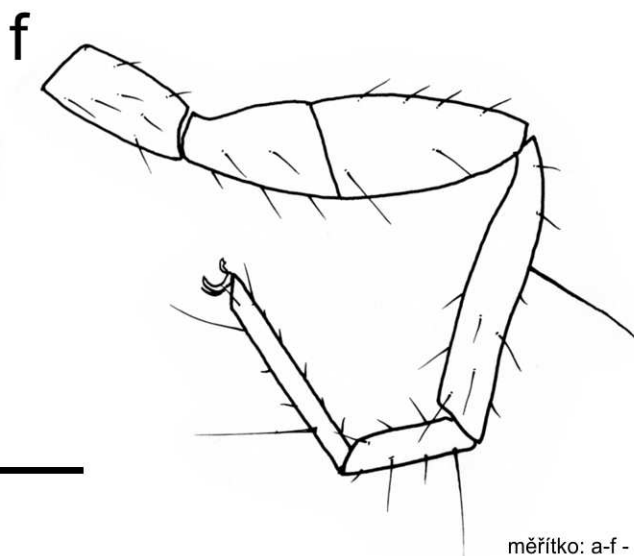
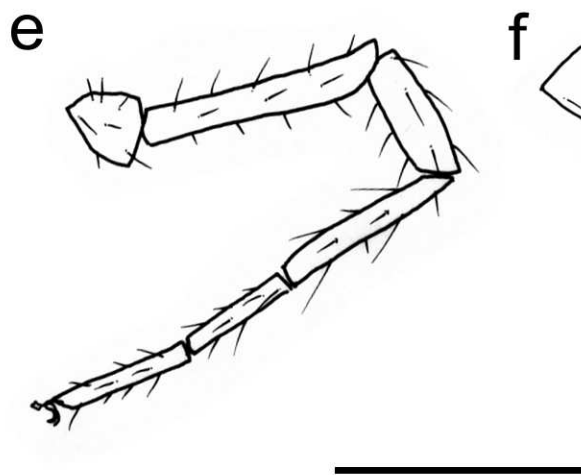
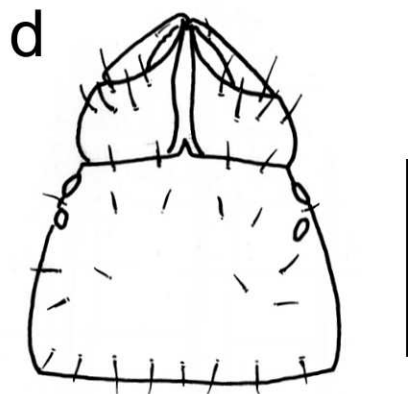
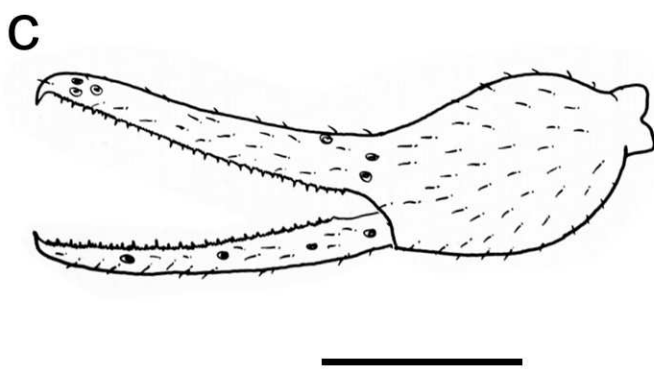
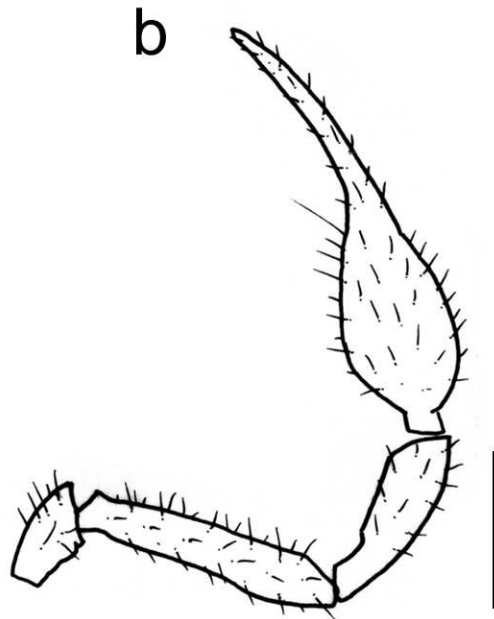
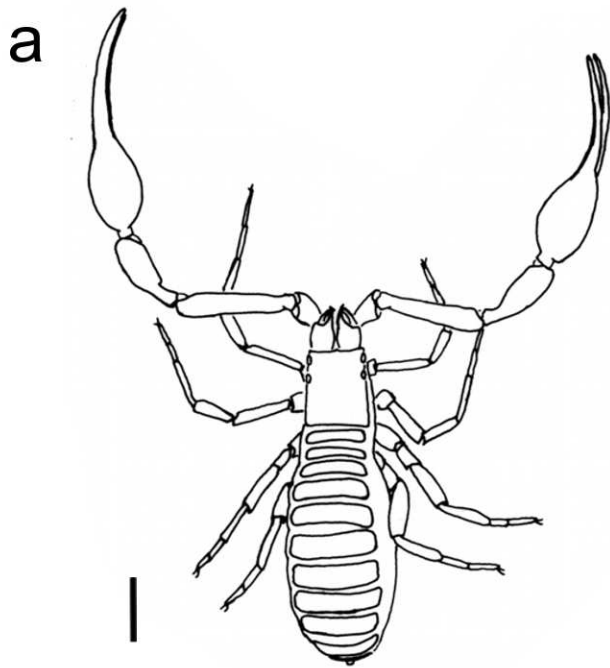
f



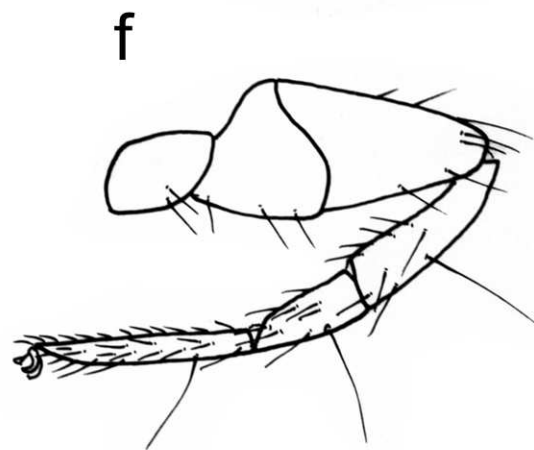
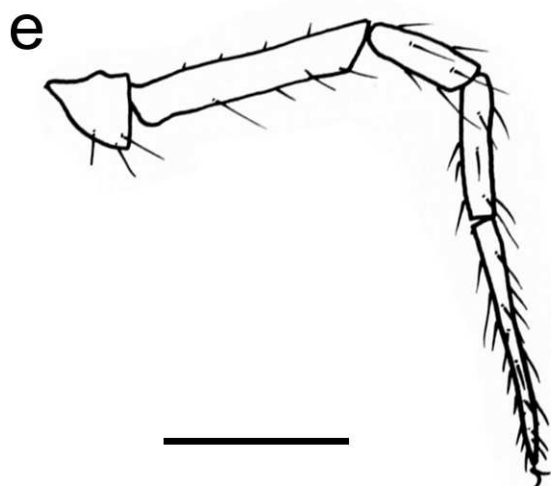
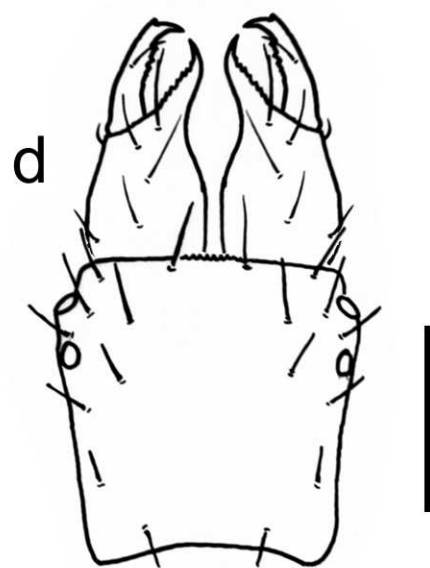
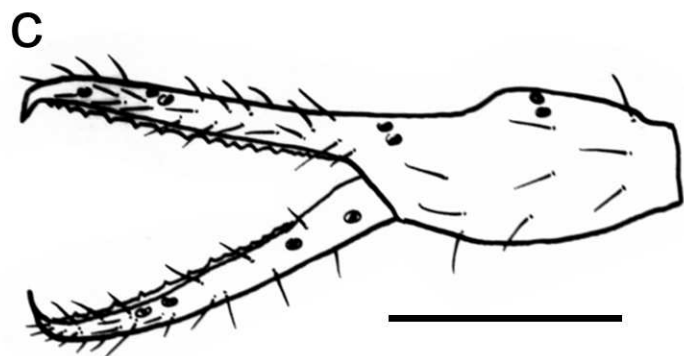
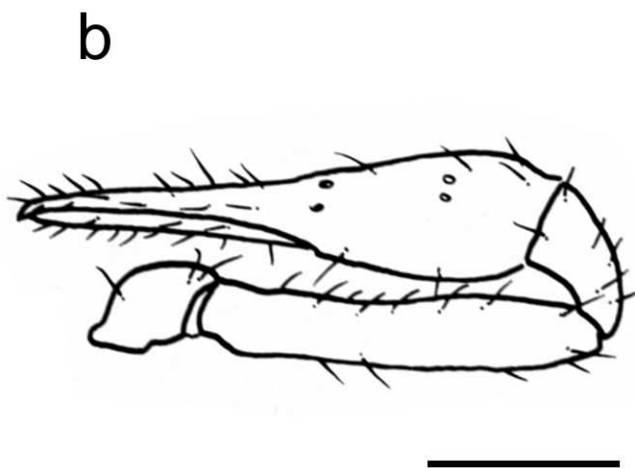
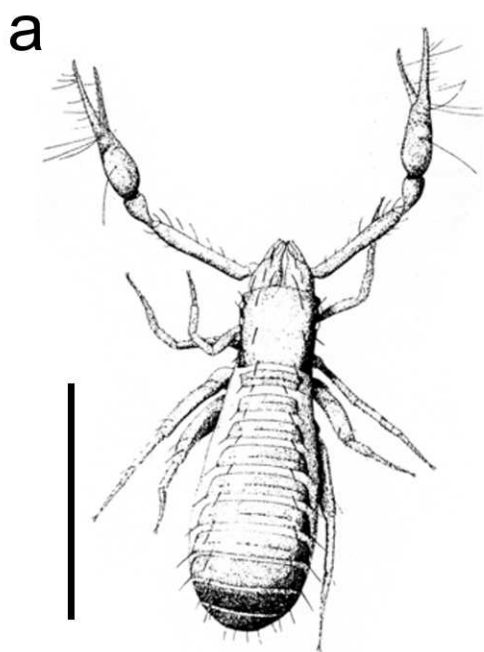
měřítka: a-f - 1 mm



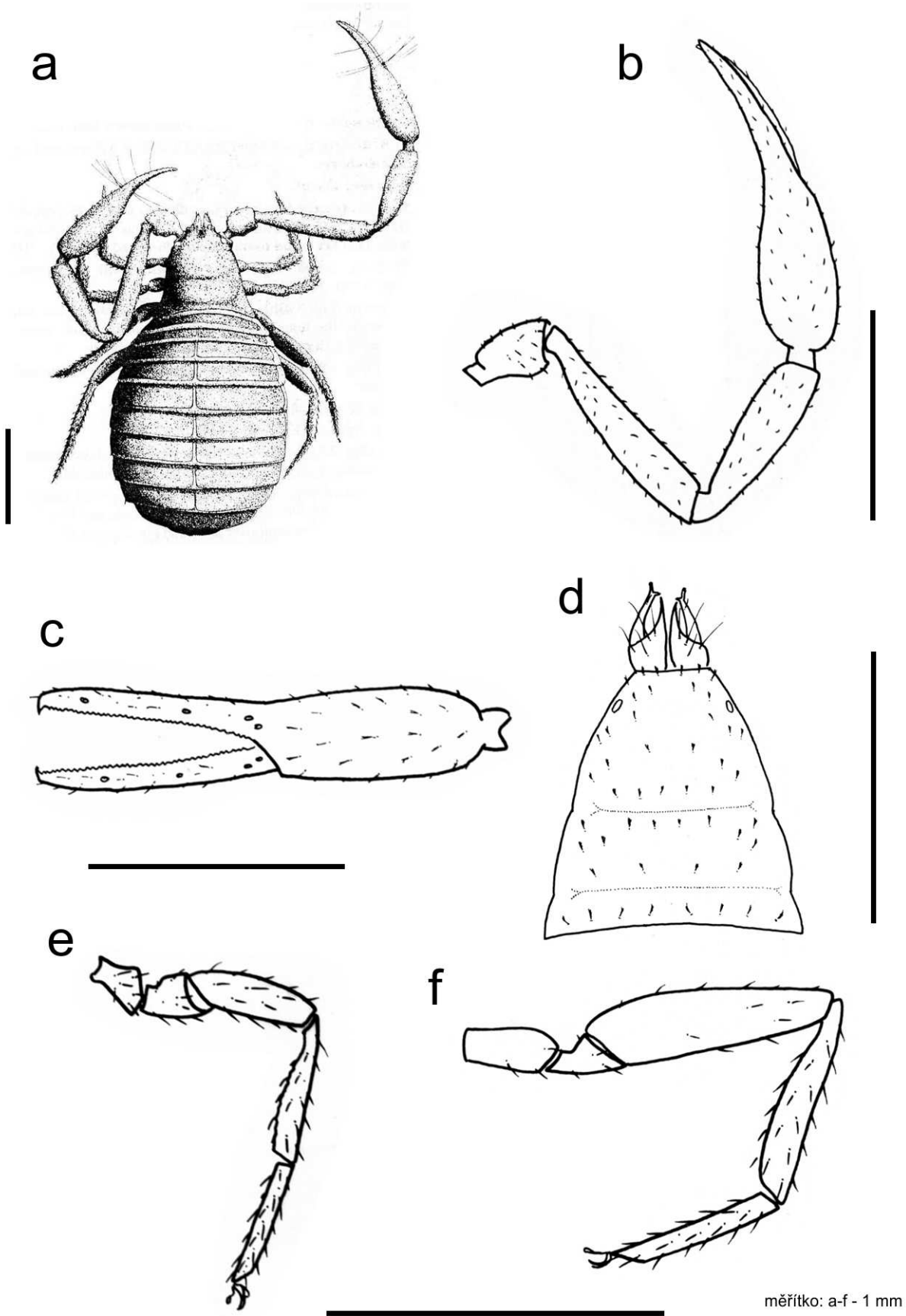
měřitko: a-f - 1 mm

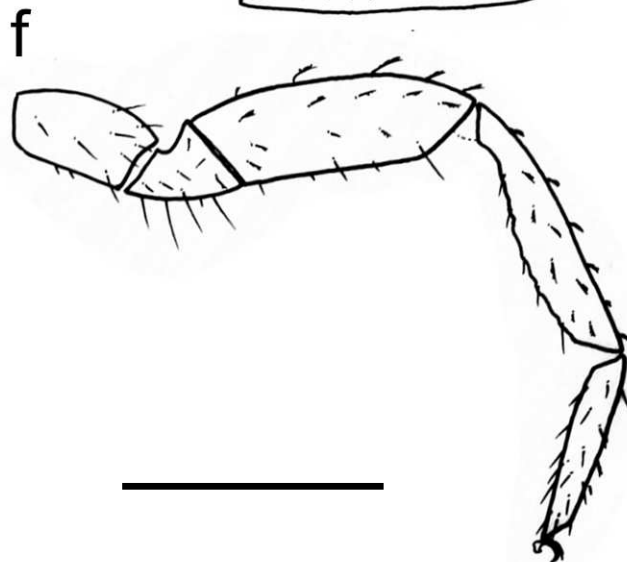
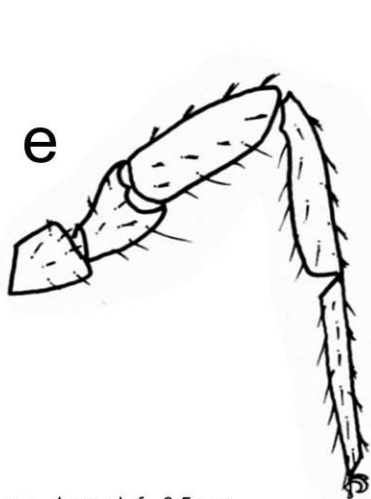
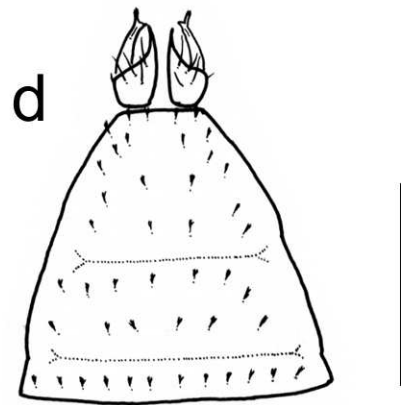
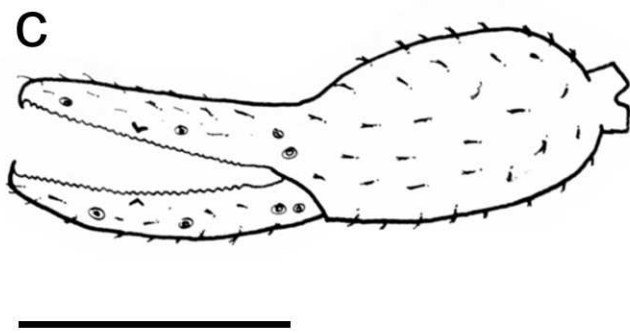
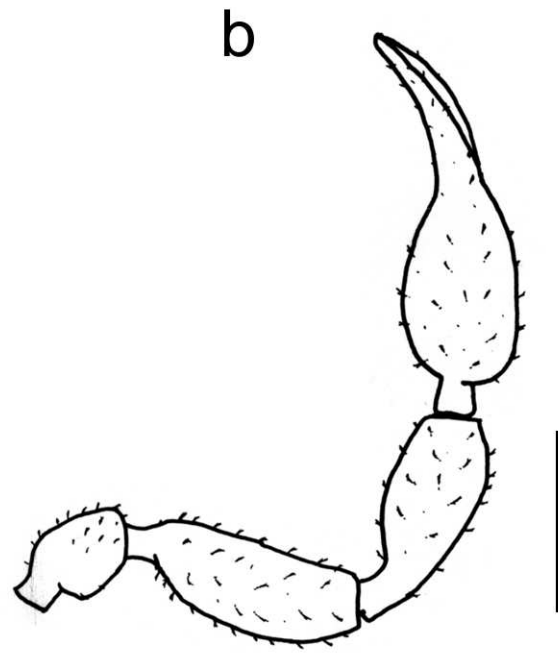
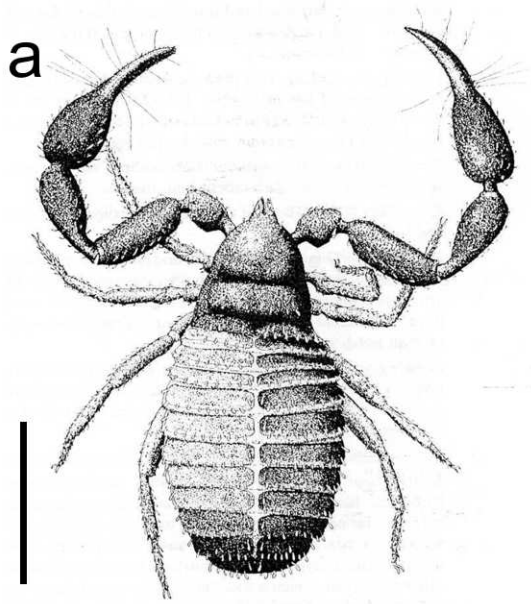


měřítka: a-f - 1 mm

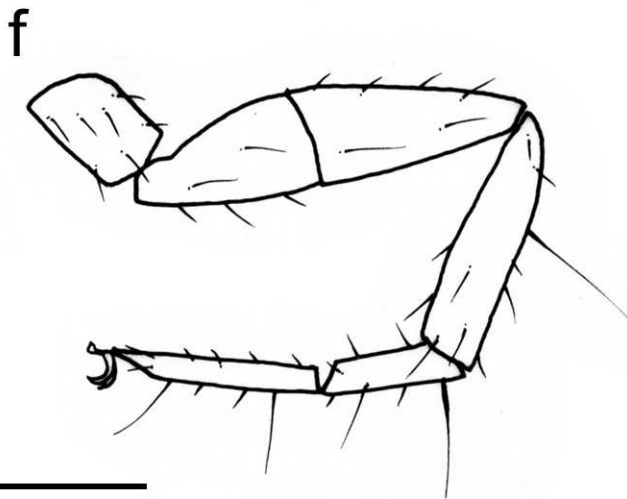
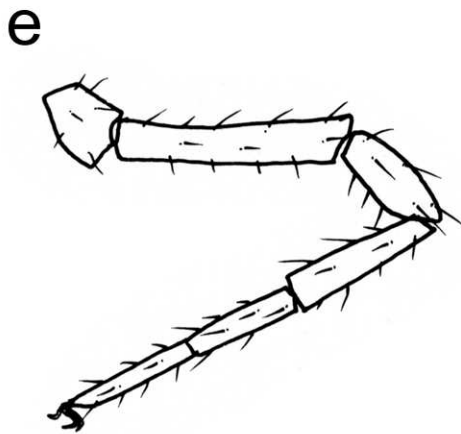
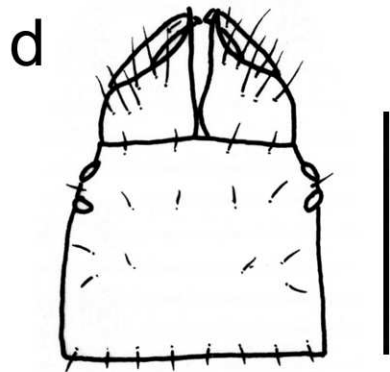
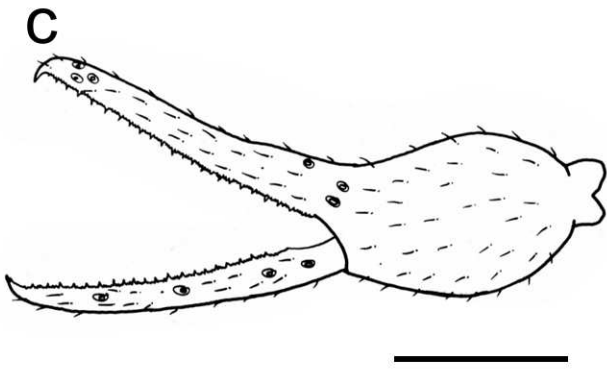
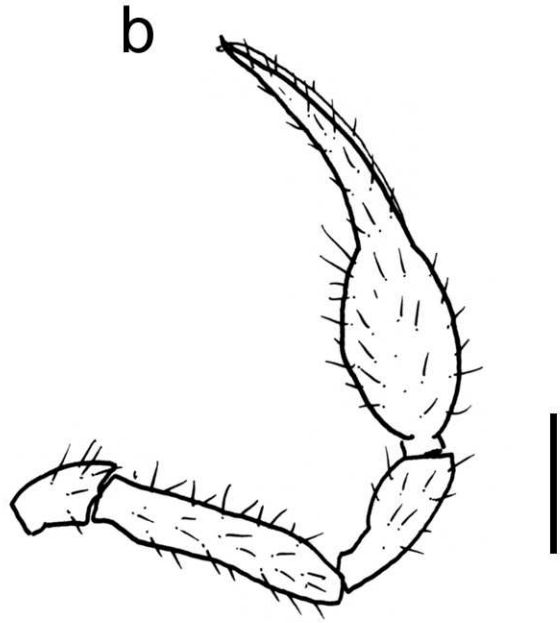
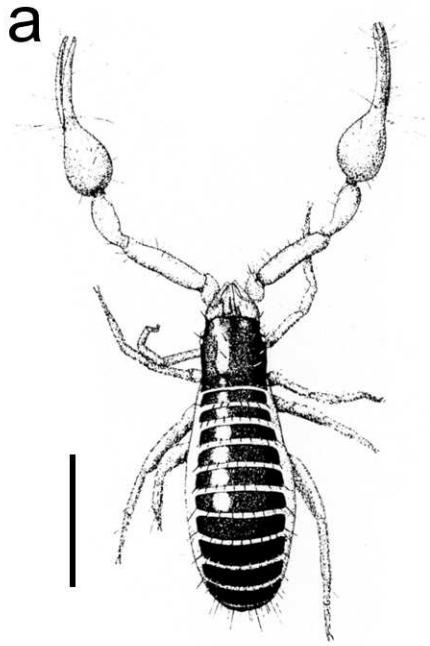


měřitko: a-1 mm; b-f - 0,2 mm



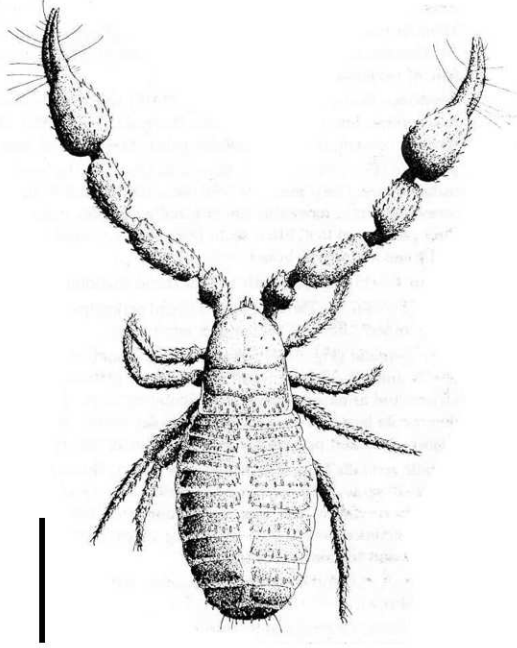


měřítka: a - 1 mm; b-f - 0,5 mm

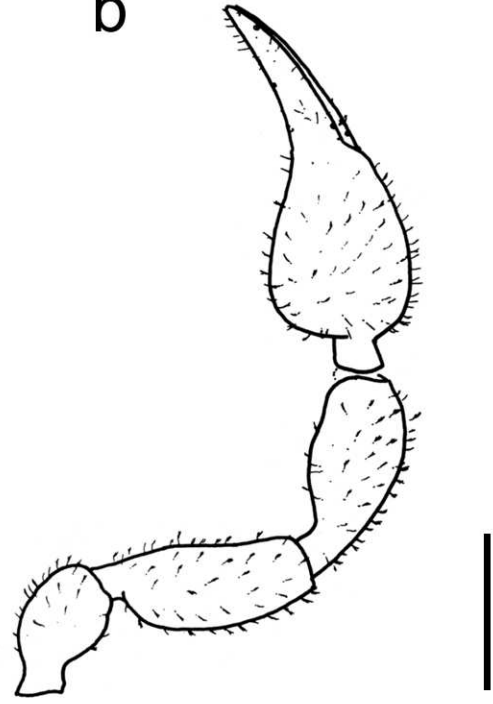


měřítka: a - 1 mm; b-f - 0,5 mm

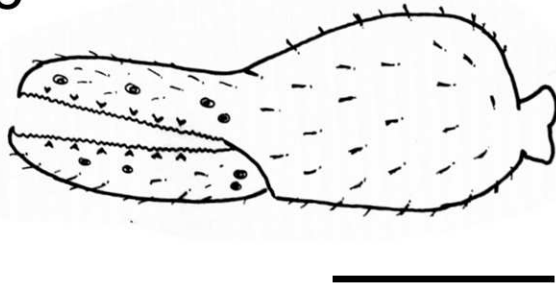
a



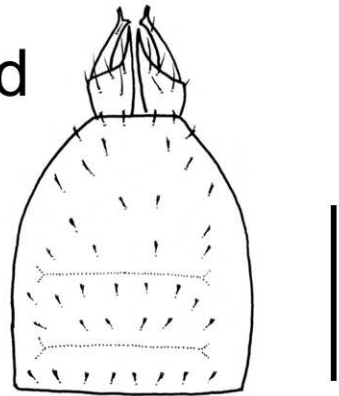
b



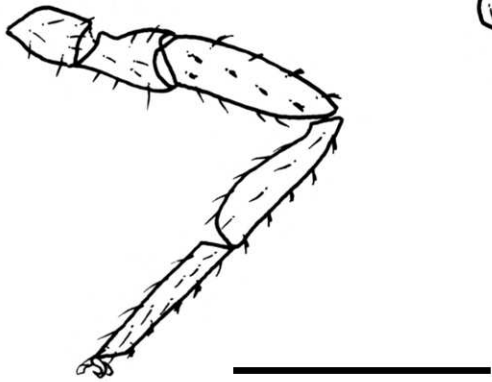
c



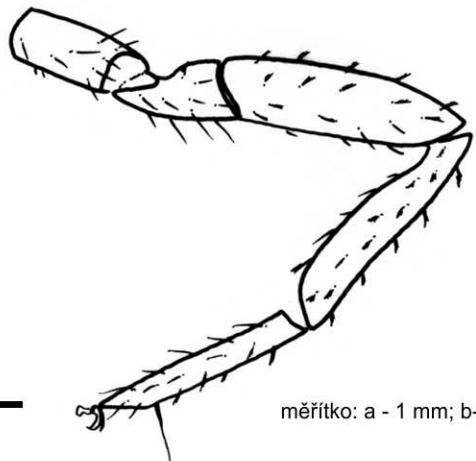
d



e



f



měřítka: a - 1 mm; b-f - 0,5 mm

8 Literatura

Doporučené monografie

- Barth F. G. (ed.) 1986. *Neurobiology of Arachnids*. Springer, Berlin.
- Barth F. G. 2002. *A Spider's World. Senses and Behavior*. Springer, Berlin.
- Bristowe W. S. 1939. *The Comity of Spiders. Vol. I & II*. Ray Society, London.
- Bristowe W. S. 1971. *The World of Spiders*. Collins, London
- Brownell P. & Polis G. (eds) 2001. *Scorpion Biology and Research*. Oxford University Press, Oxford.
- Brunetta L. & Craig C. L. 2010. *Spider Silk*. Yale University Press, New Haven.
- Buchar J. & Kůrka A. (1998): *Naši pavouci*. Academia, Praha, 155 pp.
- Craig C. L. 2003. *Spiderwebs and Silk. Tracing Evolution from Molecules to Genes to Phenotypes*. Oxford University Press, Oxford.
- Foelix R. F. 1996. *Biology of Spiders*. Oxford University Press, New York.
- Gertsch W. J. 1979. *American Spiders*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Herberstein M.E. (ed.) 2011. *Spider Behaviour. Flexibility and Versatility*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ivanov A.V. 1965. Pauki, ich ctroenie, obraz žizni i značenie dlja čeloveka. Izdatel'stvo Leningrdsckogo Universiteta, Leningrad.
- Jocqué R. & Dippenaar-Schoeman A.S. 2006. *Spider Families of the World*. Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, Tervuren
- Morse D.H. 2007. *Predator Upon a Flower. Life History and fitness in a crab spider*. Harvard University Press, Cambridge.
- Nentwig W. (ed.) 1987. *Ecophysiology of Spiders*. Springer, Heidelberg.
- Nentwig W. (ed.) 2013. *Spider Ecophysiology*. Springer, Heidelberg.
- Nielsen E. 1932. *The Biology of Spiders. With Special Reference to the Danish Fauna*. Levin & Munksgaard, Copenhagen.
- Penney D. (ed.) 2013. *Spider Research in the 21st Century: Trends and Perspectives*. Siri Scientific Press, Manchester.
- Pinto-da-Rocha R., Machado G. & Giribet G. 2007. *Harvestmen. The Biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge.
- Polis G.A. (ed.) 1990. *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press, Stanford.
- Punzo F. 1998. *The Biology of Camel-Spiders (Arachnida, Solifugae)*. Kluwer Academic Press, Boston.
- Savory T. 1977. *Arachnida*. Academic Press, London.
- Weygoldt P. 1969. *The Biology of Pseudoscorpions*. Harvard University Press, Cambridge.
- Weygoldt P. 2000. *Whip Spiders (Chelicerata: Amblypygi). Their Biology, Morphology and Systematics*. Apollo Books, Stenstrup.
- Wise D.H. 1993. *Spiders in Ecological Webs*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Witt P.N. & Rovner J.S. 1982. *Spider Communication. Mechanisms and Ecological Significance*. Princeton University Press, Princeton.

Další zdroje

- Absolon K. (1900b): Systematický přehled fauny jeskyň moravských. *Věstník Klubu přírodovědeckého v Prostějově* 2[1899]: 60–68.

- Absolon K. (1982): Příspěvek k poznání arachnofauny lokalit Hrádníky u Chocně, Peliny a Zámělský borek. *Práce a studie – Příroda* 13–14: 99–110.
- Bárta E. (1870): Seznam pavouků severní části země české. In Kořistka K. & Krejčí J. (eds), *Archiv pro přírodovědecké prozkoumání Čech*. První díl. Sekce IV, Zoologické oddělení. Praha, pp. 135–144.
- Baum J. (1929): Seznam pavouků Čech a Moravy. *Čas. Nár. Muz.* 103: 76–97.
- Baum J. (1933): Mimikry a podobné zjevy u pavouků. *Věda přír.* 14: 229–234.
- Baum J. (1934c): Péče o potomstvo u pavouků. *Věda přír.* 15: 189–195.
- Baum J. (1938a): Jedovatí pavouci a pavoučí jed. *Folia medici* 4(3): 74–77.
- Baum J. & Buchar J. (1973): *V říši pavouků*. SPN, Praha, 292 pp.
- Bílek P. (1986): The spinning apparatus of spider – the model of a protein producing tissue. External morphology of the spinnerets in SEM. *Verh. Anat. Ges.* 80: 491–492.
- Bílek P. (1987): Differences of the enzyme activity in the diverse glandular types of the spider's spinning apparatus. *Histochem J.* 19: 616.
- Bílek P. (1990): Histochemický průkaz enzymů ve snovacích žlázách pavouků. *Suppl. Sbor. věd. Prací LF UK Hradec Králové* 32(4)[1989]: 451–461.
- Bílek P. (1993): Cuticular spinning structures reveal evolutionary relationships in araneomorph spiders. *Sbor. věd. Prací LF UK Hradec Králové* 35[1992]: 353–370.
- Bryja V. (1999b): Pavouci (Araneidea) na vybraných lokalitách CHKO Poodří. In Současné výsledky výzkumu v Chráněné krajinné oblasti Poodří. *Společnost přátel Poodří, Ostrava*, pp. 59–64.
- Bryja V. (2004): Male trimorphism in *Pelecopsis mengei* (Erigoninae, Linyphiidae, Araneae). In Samu F. & Szinetár C. (eds), *European Arachnology 2002*. Plant Protection Institute & Berzsenyi College, Budapest, pp. 73–79.
- Buchar J. (1962a): Beiträge zur Arachnofauna von Böhmen I. *Acta Univ. Carolinae – Biologica* 1962: 1–7.
- Buchar J. (1968a): Analyse der Wiesenarachnofauna. *Acta Univ. Carolinae – Biologica* 1967: 289–318.
- Buchar J. (1968b): Zimní vycházka za pavouky. *Živa* 16: 24–25.
- Buchar J. (1975a): Arachnofauna Böhmens und ihr thermophiler Bestandteil. *Věst. čs. Společ. zool.* 39: 241–250.
- Buchar J. (1975b): Metody faunistického výzkumu v arachnologii. *Z minulosti a přítomnosti Turca* 3: 95–106.
- Buchar J. (1978b): Structure and changes in the Bohemian spider fauna. *Symp. zool. Soc. Lond.* 42: 505.
- Buchar J. (1982a): K vývoji naší arachnologie. In Nový L. (ed.), *Věda v Československu 1945–1960*, 2. svazek. Institute of Czechoslovak and World History, Praha, pp. 199–206.
- Buchar J. (1983a): Bioindikační využití pavouků. *Nika* 4(3): 11–14.
- Buchar J. (1983b): Klasifikace druhů pavoučí zvířeny Čech, jako pomůcka k bioindikaci kvality životního prostředí. *Fauna Bohem. septentr.* 8: 119–135.
- Buchar J. (1993a): Kommentierte Artenliste der Spinnen Böhmens (Araneida). *Acta Univ. Carolinae – Biologica* 36[1992]: 383–428.
- Buchar J. (1995c): Řád: Pavouci – Araneida. In Buchar J., Ducháč V., Hůrka K. & Lellák J. (eds), *Klíč k určování bezobratlých*. Scientia, Praha, pp. 104–128.
- Buchar J. (1997e): Změny ve složení arachnofauny mohelenské hadcové stepi v letech 1942 až 1995. *Přírod. Sbor. Západomorav. Muz. Třebíč* 28: 1–28.
- Buchar J. (2005): Aeronautické chování pavouků. *Živa* 53: 121–123.
- Buchar J., Babrakzai H. & Hodek I. (1990): Life cycle and phenology of the spider *Pisaura mirabilis* (Araneae) in central Europe. *Acta Entomol. Bohemoslov.* 86[1989]: 414–418.
- Buchar J. & Růžička V. (2002): *Catalogue of spiders of the Czech Republic*. Peres, Praha, 351 pp.

- Buchar J., Růžička V. & Kůrka A. (1995): Check list of spiders of the Czech Republic. In Růžička V. (ed.), *Proceedings of the 15th European Colloquium of Arachnology*. Institute of Entomology, České Budějovice, pp. 35–53.
- Buchar J. & Zitňanská O. (1974): Uplatňování ekologického přístupu v Československém arachnologickém výzkumu. *Zprávy Čs. zool. společ.* 4–6: 49–53.
- Cardoso P., Pekár S., Jocqué R. & Coddington J.A. (2011): Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PloS One* 6(6): e21710.
- Dobroruka L. J. (1995): Utilization of silk, use of webs, and predatory behaviour of the jumping spider *Pseudicius encarpatus* (Araneida: Salticidae). *Acta Soc. Zool. Bohem.* 59: 141–144.
- Dobroruka L. J. (1997): Predatory behaviour of four species of jumping spiders of the genus *Evarcha* (Araneae: Salticidae). *Acta Soc. Zool. Bohem.* 61: 279–285.
- Dolanský J. (2009b): Poznámky k morfologii, fenologii a stanovištním nárokům západních *Cheiracanthium virescens* (Sundevall, 1833) a *Cheiracanthium campestre* Lohmander, 1944 (Araneae, Miturgidae). *Vč. sb. přír. – Práce a studie* 16: 137–141, 189.
- Dolejš P., Kořínková T., Musilová J., Opatová V., Kubcová L., Buchar J. & Král J. (2011): Karyotypes of central European spiders of the genera *Arctosa*, *Tricca*, and *Xerolycosa* (Araneae: Lycosidae). *Eur. J. Entomol.* 108(1): 1–16.
- Dolejš P., Kubcová L. & Buchar J. (2008a): Subterrestrial life of *Arctosa lutetiana* (Araneae, Lycosidae). *J. Arachnol.* 36: 202–203.
- Dolejš P., Kubcová L. & Buchar J. (2010b): Courtship, mating, and cocoon maintenance of *Tricca lutetiana* (Araneae: Lycosidae). *J. Arachnol.* 38: 504–510.
- Forman M. & Král J. (2010b): Změny v organizaci genomu a vznik sociality u bezobratlých. *Živa* 58: 128–130.
- Hajer J. (1979): Stavba cribella u některých zástupců pavouků čeledi Dictynidae. *Fauna Bohem. septentr.* 4: 53–76.
- Hajer J. (1982): Některé poznatky o biologii pavouků druhu *Titanoeca obscura* (Walck., 1802). *Fauna Bohem. septentr.* 7: 151–165.
- Hajer J. (1988b): Snovací ústrojí kribelátních pavouků, jeho stavba, postembryonální vývin a možnosti využití při studiu otázek fylogenetických a taxonomických. *Fauna Bohem. septentr.* 13: 109–126.
- Hajer J. (1990b): Spinning apparatus of the spider *Filistata insidiatrix* (Araneae: Filistatidae). *Acta Entomol. Bohemoslov.* 86[1989]: 401–413.
- Hajer J. (1992a): Snovací aparát pavouků čeledi Dictynidae. *Fauna Bohem. septentr.* 17: 99–116.
- Hajer J. (1996): Pavoučí kleptobionti. *Živa* 44: 176–178.
- Hajer J. (2000): The web of *Trogloneta granulum* Simon (Araneae, Mysmenidae). *Bull. Br. arachnol. Soc.* 11: 334–338.
- Hajer J. (2004): Poznámky k biologii pavouka *Theridiosoma gemmosum* (Araneae, Theridiosomatidae). *Fauna Bohem. Septentr.* 29: 217–220.
- Hajer J., Hajer J. & Řeháková E. (2011b): Mating behaviour of *Theridiosoma gemmosum* (Araneae: Theridiosomatidae) – the unusual role of the mating dragline silk. *Arch. Biol. Sci.* 63(1): 199–208.
- Hajer J. & Hrubá L. (2007b): Wrap attack of the spider *Achaearanea tepidariorum* (Araneae: Theridiidae) by preying on mealybugs *Planococcus citri* (Homoptera: Pseudococcidae). *J. Ethol.* 25: 9–20.
- Jelínek A. (2001): Rozšíření teplomilných druhů pavouků (Araneae) v údolí řeky Jihlavy na Českomoravské vrchovině. *Vlastivědný sborník Vysočiny, Oddíl věd přírodních* 15: 333–357.
- Kasal P., Hladíková M. & Hänggi A. (2000): Prediction of spider species occurrence: an example using theridiid spiders (Araneae). *Ekologia (Bratislava)* 19, Suppl. 3: 119–124.
- Korenko S., Michalková V., Zwakhals K. & Pekár S. (2011): Host specificity and temporal and seasonal shifts in host preference of a web-spider parasitoid *Zatypota percontatoria*. *J. Insect Sci.* 11: 101.

- Korenko S. & Pekár S. (2010b): Is there intraguild predation between winter-active spiders (Araneae) on apple tree bark. *Biological Control* 54: 206–212.
- Korenko S., Šmerda J. & Pekár S. (2009): Life-history traits of the parthenogenetic oonopid spider, *Triaeris stenaspis* (Araneae:Oonopidae). *Eur. J. Entomol.* 106: 217–223.
- Král J. (1994): Přehled cytogenetiky pavoukoviců. *Biologické listy* 59: 282–306.
- Král J. (2007): Evolution of multiple sex chromosomes in the spider genus *Malthonica* (Araneae: Agelenidae) indicates unique structure of the spider sex chromosome systems. *Chromosome Research* 15: 863–879.
- Král J., Kořínková T., Forman M. & Krkavcová L. (2011): Insights into the meiotic behavior and evolution of multiple sex chromosome system in spiders. *Cytogenet. Genome Res.* 133(1): 43–66.
- Král J., Musilová J., Šťáhlavský F., Řezáč M., Akan Z., Edwards R. L., Coyle F. A. & Ribera C. A. (2006): Evolution of the karyotype and sex chromosome systems in basal clades of araneomorph spiders (Araneae: Araneomorphae). *Chromosome Research* 14: 859–880.
- Kratochvíl J. (1932b): Rod pavouků *Titanoeca* Thor. v Československé republice. *Sborník Přírodovědecké společnosti v Mor. Ostravě* 7: 11–24.
- Kratochvíl J. (1933b): Studie o západomoravských Lycosidách. *Čas. mor. zem. Musea* 28–29[1931–1932]: 533–545.
- Kratochvíl J. (1936a): Dvě zoogeograficky důležité čeledi pavoukovitých členovců z jugoslávských jeskyň. *Příroda* 29: 45–50.
- Kratochvíl J. & Miller F. (1938a): K poznání myrmekofilních pavouků Československa. *Ent. Listy* 1: 5–13.
- Kubcová L. (2004a): A new spider species from the group *Philodromus aureolus* (Araneae, Philodromidae) in Central Europe. In Thaler K.(ed.), *Diversität und Biologie von Webspinnen, Skorpionen und anderen Spinnentieren*. Denisia 12. Biologiezentrum/Oberösterreichisches Landesmuseum, Linz, pp. 291–304.
- Kubcová L. & Buchar J. (2005): Biologische Beobachtungen an Spinnen der Waldsteppe. *Linzer biol. Beitr.* 37: 1325–1352.
- Kůrka A. (1992c): Křížák pruhovaný – nový druh pro arachnofaunu Čech. *Živa* 40: 129.
- Kůrka A. (1994b): *Alopecosa pinetorum* (Thorell, 1856) – a new spider species for Bohemia (Araneida, Lycosidae). *Čas. Nár. Muz., Řada přírodověd.* 163: 77–78.
- Kůrka A. (1996b): Remarks on the peatbog spider fauna in the Šumava Mts. (Araneida). *Silva Gabreta* 1: 195–196.
- Kůrka A. (2000c): Sukcese arachnocenóz v povrchových vápencových lomech v Českém krasu (pavouci – Araneae). *Český kras* 26: 22–27.
- Kůrka A., Buchar J. & Řezáč M. (2007): Pavouci (Araneae) Prahy. *Natura Pragensis* 18: 5–126.
- Kůrka A. & Pflieger V. (1984): *Jedovatí živočichové*. Academia, Praha. 165 pp.
- Laška V., Kopecký O., Růžička V., Mikula J., Véle A., Šarapatka B. & Tuf I. H. (2011): Vertical distribution of spiders in soil. *J. Arachnol.* 39 (3): 393–398.
- Majkus Z. (1982a): Příspěvek k bionomii druhu *Zelotes aeneus* (Simon, 1878), (Araneidea). *Acta Fac. paedag. Ostraviensis, Ser. E12*: 35–45.
- Majkus Z. (1995): Příspěvek k poznání arachnofauny Moravského krasu. *Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Ostraviensis, Biologica – Ecologica* 3: 119–136.
- Majkus Z. (2003b): Ekologicko-faunistická charakteristika arachnocenóz haldy Dolu Odry (Lidice). *Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Ostraviensis, Biologica – Ecologica* 10: 81–98.
- Martišová M., Bilde T. & Pekár S. (2009): Sex-specific kleptoparasitic foraging in ant-eating spiders. *Animal Behaviour* 78: 1115–1118.
- Miller F. (1936a): Druhý příspěvek k pavoučí fauně již. Čech. *Věda přír.* 17: 98.
- Miller F. (1947): Pavoučí zvířena hadcových stepí u Mohelna. *Archiv Svazu navýzkum a ochranu přírody i krajiny v zemi Moravskoslezské* 7. Svaz na výzkum a ochranu přírody i krajiny v zemi Moravskoslezské, Brno, 128 pp.

- Miller F. (1969): Pavouci – Araneae. In Novák K. (ed.), *Metody sběru a preparace hmyzu*. Academia, Praha, pp. 90–94.
- Miller F. (1971): Řád Pavouci – Araneida. In Daniel M. & Černý V. (eds), *Klíč zvířeny ČSSR IV*. ČSAV, Praha, pp. 51–306.
- Miller F. & Obrtel R. (1975a): Soil surface spiders (Araneidea) in terrestrial reed swamp in southern Moravia (Czechoslovakia). *Acta Entomol. Bohemoslov.* 72: 272–285.
- Nosek A. (1892): Ze života našich pavoukův. *Vesmír* 21: 223–224, 230–232, 246–247, 268–271, 279–280.
- Nosek A. (1904a): Klíč k určování rodů pavouků střední Evropy. *Věstník Klubu přírodovědeckého v Prostějově* 6[1903]: 3–54.
- Novák B. (1956): K ethologii vodoucha stříbřitého (*Argyroneta aquatica* Clerck). *Sborník Vysoké školy pedagogické v Olomouci, Přírodní vědy* 2: 119–128.
- Pekár S. (1999d): Life-histories and the description of developmental stages of *Theridion bimaculatum*, *T. impressum* and *T. varians* (Araneae: Theridiidae). *Acta Soc. Zool. Bohem.* 63: 301–309.
- Pekár S. (2000b): Webs, diet, and fecundity of *Theridion impressum* (Araneae: Theridiidae). *Eur. J. Entomol.* 97: 47–50.
- Pekár S. (2004b): Predatory behavior of two European ant-eating spiders (Araneae, Zodariidae). *J. Arachnol.* 32: 31–41.
- Pekár S., Bilde T. & Martišová M. (2011): Intersexual trophic niche partitioning in an ant-eating spider (Araneae: Zodariidae). *PLoS One* 6(1): e14603.
- Pekár S., Coddington J. A. & Blackledge T. (2012): Evolution of stenophagy in spiders (Araneae): evidence based on the comparative analysis of spider diets. *Evolution* 66 (3): 776–806.
- Pekár S. & Haddad C. R. (2011): Trophic strategy of ant-eating *Mexcala elegans* (Araneae: Salticidae): Looking for evidence of evolution of prey-specialization. *J. Arachnol.* 39(1): 133–138.
- Pekár S. & Jarab M. (2011a): Assessment of color and behavioral resemblance to models by inaccurate myrmecomorphic spiders (Araneae). *Invertebr. Biol.* 130(1): 83–90.
- Pekár S. & Jarab M. (2011b): Life-history constraints in inaccurate Batesian myrmecomorphic spiders (Araneae: Corinnidae, Gnaphosidae). *Eur. J. Entomol.* 108(2): 255–260.
- Pekár S., Jarab M., Fromhage L. & Herberstein M. E. (2011): Is the evolution of inaccurate mimicry a result of selection by a suit of predators? A case study using myrmecomorphic spiders. *Am. Nat.* 178(1): 124–134.
- Pekár S. & Lubin Y. (2009): Prey and predatory behaviour of two zodariid spiders (Araneae, Zodariidae). *J. Arachnol.* 37: 118–121.
- Pekár S., Ribeiro T., Mayntz D., Herberstein M. E. (2010): Specialist ant-eating spiders selectively feed on different body parts to balance nutrient intake. *Animal Behaviour* 79: 1301–1306.
- Pekár S. & Šobotník J. (2007): Comparative study of the femoral organ in *Zodarion* spiders (Araneae: Zodariidae). *Arthropod Structure & Development* 36: 105–112.
- Pekár S., Šobotník J. & Lubin Y. (2011): Armoured spiderman: morphological and behavioural adaptations of a specialised araneophagous predator (Araneae: Palpimanidae). *Naturwissenschaften* 98(7): 593–603.
- Pekár S. & Toft S. (2009): Can ant-eating *Zodarion* spiders (Araneae: Zodariidae) develop on a diet optimal for polyphagous predators? *Physiological Entomology* 34: 195–201.
- Prach F. K. (1860): Život pavouků pravých či předoucích (Araneae). *Živa* 8: 80–93.
- Řezáč M., Král J., Musilová J. & Pekár S. (2006): Unusual karyotype diversity in the European spiders of the genus *Atypus* (Araneae: Atypidae). *Hereditas* 143: 123–129.
- Řezáč M. & Pekár S. (2007): Evidence for woodlice-specialization in *Dysdera* spiders: behavioural versus developmental approaches. *Physiological Entomology* 32: 367–371.
- Řezáč M., Pekár S. & Lubin Y. (2008): How oniscophagous spiders overcome woodlouse armour. *Journal of Zoology* 275: 64–71.

- Roggenbuck H., Pekár S. & Schneider J. M. (2011): Sexual cannibalism in the European garden spider *Araneus diadematus*: the roles of female hunger and mate size dimorphism. *Anim. Behav.* 81(4): 749–755.
- Roubal J. (1905): Prodrómus myrmecophilů českých. *Věstník Král. České Společnosti Náuk. Třída mathematicko-přírodovědecká* 1905(15): 1–41.
- Růžička V. (1982b): Modifications to improve the efficiency of pitfall traps. *Newsl. Br. arachnol. Soc.* 34: 2–4.
- Růžička V. (1988c): Pavouci šumavských sutí a balvanových moří. *Sbor. Jihočes. Muz. v Čes. Budějovicích, Přír. Vědy* 28: 73–82.
- Růžička V. (1990d): The spiders of stony debris. *Acta Zool. Fennica* 190: 333–337.
- Růžička V. (1993b): Pavouci hrabanky bukových lesů. *Fauna Bohem. septentr.* 18: 135–142.
- Růžička V. (1993d): Structure and ecology of invertebrates communities of stony debris in Czech Republic. Research project. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 116(1): 209–214.
- Růžička V. (1995b): The spreading of *Ostearius melanopygius* (Araneae: Linyphiidae) through Central Europe. *Eur. J. Entomol.* 92: 723–726.
- Růžička V. (ed.) (1998c): Pavouci jihovýchodní Moravy. *Sborník Přírodovědného klubu v Uh. Hradišti* 3: 23–35.
- Růžička V. (1999d): The first steps in subterranean evolution of spiders (Araneae) in Central Europe. *Journal of Natural History* 33: 255–265.
- Růžička V. (2001a): Araneae. In Bosák P. & Vašátko J. (eds), Czech Republic. In Juberthie C. & Decu V. (eds), *Encyclopaedia Biospeleologica*, Tome III. Société de Biospéologie, Moulis and Bucarest, p. 1414.
- Růžička V. & Antuš P. (1998): Spiders in stony debris in central Bohemia. *Acta Univ. Purkyniana, Biologica* 2: 19–29.
- Růžička V. & Buchar J. (2008): Dodatek ke katalogu pavouků České republiky 2001–2007. *Sborník Oblastního muzea v Mostě, řada přírodovědná* 29–30[2007/2008]: 3–32.
- Růžička V. & Hejkal J. (1997): Succession of epigeic spider communities (Araneae) on spoil banks in North Bohemia. *Acta Soc. Zool. Bohem.* 61: 381–388.
- Růžička V., Laška V., Mikula J. & Tuf I. H. (2011): Morphological adaptations of *Porrhomma* spiders inhabiting soil. *J. Arachnol.* 39(2): 355–357.
- Sechterová E. (1989): The spatial horizontal distribution of epigeic spider and harvestman populations living in a spruce forest in the Beskydy Mountains (Araneae; Opiliones). In *Studia Oecologica* 2. Institute of Industrial Landscape Ecology, Ostrava, pp. 17–27.
- Sechterová E. (1991): Biology and ecology of *Saloca Kulczynski*, Mill. et Krat. 1939 in the Beskydy Mountains (Micryphantidae; Araneae). *Acta UPO, Fac. rer. nat., Biologica* 31: 139–148.
- Sechterová E. (1992b): On the biology of species of the genus *Coelotes* (Araneae, Agelenidae) in central European mountains. *Acta Entomol. Bohemoslov.* 89: 337–349.
- Šilhavý V. (1934): Pavouci chytající včely. *Včela moravská* 68: 450–451.
- Šmaha J. & Chytrý P. (1995): Ecological preferences of epigeic spiders (Araneida) in the systems of many biotopes. *Acta Soc. Zool. Bohem.* 59: 227–244.
- Smola V. (2007): Překvapivé chování běžného druhu slíďáka. *Živa* 55: 31–33.
- Svatoň J. (1981): Einige neue oder unvollkommen bekannte Spinnenarten aus der Slowakei. *Biológia* 36: 167–177.
- Svatoň J., Gajdoš P. & Pekár S. (2001): Spiders (Araneae) of the Biele Karpaty Mountains. In *Biodiversitas Slovaca* 1: 16–61.
- Tropek R. & Konvička M. (2008): Can qarries supplement rare xeric habitats in a piedmont region? Spiders of the Blanský les Mts., Czech Republic. *Land Degrad. Develop.* 19: 104–114.
- Vlček K. (1995b): The wolf spider *Pardosa alacris* (Araneae, Lycosidae): the courtship display of this and related species and pheromone communication. In Růžička V. (ed.), *Proceedings of the 15th European Colloquium of Arachnology*. Institute of Entomology, České Budějovice, pp. 174–183.

Žďárek J. (1965): Naši sklípkaři. *Živa* 13: 143–144.

Žďárková E. & Žďárek J. (1970): Some observations on nutrition during the larval development of *Heteropoda venatoria* L. (Eusparassidae, Araneae). *Bull. Mus. natn. Hist. nat. Paris* 41[1969], Suppl. 1: 117–122.

Slovník termínů

AE – anterior eyes: přední oční řada

ALE – anterior lateral eyes: oči umístěné na okrajích přední oční řady

AME – anterior median eyes: střední pár očí v přední oční řadě

Anal tubercle: malý hrbolek nad snovacími bradavkami, ústí análního otvoru

Calamistrum – kalamistrum: hřebínek tuhých chloupků na metatarzu 4. páru nohou některých pavouků. Slouží k vyčesávání vícevláknového hedvábí produkovaného kribelem

Clypeus – klypeus (čelo): část karapaxu mezi spodním okrajem očí a vrchním okrajem chelicer

Cribellum – kribelum: snovací políčko, kterým je vytlačován zvláštní druh hedvábného vlákna, tzv. kribelové vlášení

Cx – koxa

Fang – drápek: distální část každé chelicery

Fe – femur

Fovea: jamka na cephalothoraxu (hlavohruď)

Gnathocoxa – maxila – endit: bazální článek pedipalpu (makadla)

Intercoxal sclerites: malé sklerotizované destičky mezi koxami (kyčlemi) nohou

Labium: pysk, sklerotizovaná destička mezi endity na přední části sternu

Laterigrade legs: nohy orientované do stran, pohyb připomíná kraba

Mt – metatarsus

Mx – maxilla

Orthognath chelicerae: dopředu směřující chelicery

PE – posterior eyes: zadní oční řada

Pedipalpus – pedipalpi: makadla, dvojice tělních přívěsků umístěná před kráčivýma končetinami. U ♂ je koncový článek přeměněn na kopulační orgán.

PLE – posterior lateral eyes: oči umístěné na okrajích zadní oční řady

PME – posterior median eyes: střední pár očí v zadní oční řadě

Prograde legs: nohy orientované dopředu (I, II) a dozadu (III, IV)

Pt – patella

Sclerite: sklerotizovaná destička, část vnější kutikuly

Scutum: sklerotizovaný štítek na abdomenu některých pavouků

Seta – setae: chlupy na nohou či na těle

Sternum: velká sklerotizovaná destička na ventrální straně cephalothoraxu (hlavohruď) mezi koxami nohou

Ta – tarsus

Ti – tibia

Tr – trochanter

Trichobotrium – trichobotria: smyslové orgány, kolmo odstávající tenké chlupy různých délek na nohách pavoukovců

Tufts: husté přísavkovité ochlupení konce tarzálního článku