

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA BIOLOGIE

Vývoj a růst bentické vodní plošnice hlubenky skryté
(*Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794)
(Insecta: Heteroptera: Aphelocheiridae)

Diplomová práce

ELIŠKA INDROVÁ

Vedoucí diplomové práce: Prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

České Budějovice 2008

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „ Vývoj a růst bentické vodní plošnice hlubenky skryté (*Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794) (Insecta: Heteroptera: Aphelocheiridae) „, vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a s využitím materiálů uvedených v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích

Děkuji Prof. RNDr. Miroslavu Papáčkovi CSc. Za odborné vedení a konzultace poskytované během zpracování této diplomové práce, za poskytnutí materiálu pro vytvoření preparátů a za zprostředkování těžko dostupné literatury. Dále děkuji Mgr. Janu Petrovi Ph.D. za pomoc při tvorbě grafů a Mgr. Tomáši Ditrichovi za zhotovení fotografií hlubenky skryté. Děkuji svému manželovi Tomáši Indrovi za psychickou podporu během zpracování diplomové práce.

Anotace:

INDROVÁ E. 2008: Vývoj a růst bentické vodní plošnice hlubenky skryté (*Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794) (Insecta: Heteroptera: Aphelocheiridae). Magisterská diplomová práce. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice. 62 s.

Byla studována postembryonální morfogeneze hlubenky skryté (*A. aestivalis*). Morfometrické znaky byly měřeny na jedincích populace z řeky Dračice (jižní Čechy: Třeboňsko). Jsou popsány a ilustrovány znaky rozlišující jednotlivá vývojová stadia druhu. Růst druhu je charakterizován růstovými křivkami a rovnicemi vybraných tělních rozměrů.

Klíčová slova: postembryonální vývoj, morfogeneze, růst, *Aphelocheirus aestivalis*, Heteroptera

Školitel: prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

Tato práce byla zpracována v rámci výzkumného záměru MSM 6007665801.

Annotation:

INDROVÁ E. 2008: Development and growth of the benthic water bug (*Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1794) (Insecta: Heteroptera: Aphelocheiridae). MSc. Thesis, University of South Bohemia, Pedagogical Faculty, České Budějovice. 62 pp.

Postembryonic morphogenesis of the benthic water bug (*A. aestivalis*) was studied. Morphometric characters were measured in specimens of population from the Dračice River (South Bohemia: Třeboňsko). Differential characters of individual developmental stages are described and illustrated. Growth of this species is characterised by diagrams and equations of selected body parametres.

Key words: postembryonic development, morphogenesis, growth, *Aphelocheirus aestivalis*, Heteroptera

Supervisor: Prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

This project was supported by grant of the Czech Ministry of Education, Youth and Sports No. MSM 6007665801.

OBSAH

1. Úvod	6
2. Literární přehled	7
2.1 Rozšíření a výskyt	7
2.2 Potravní chování	8
2.3 Morfologie dospělců	8
2.4 Životní cyklus, vývoj gonád a pohlavní zralost	10
2.5 Vajíčka a embryonální vývoj	11
3. Materiál a metodika	17
3.1 Materiál	17
3.2 Zpracování materiálu a příprava trvalých mikropreparátů	17
3.3 Měření jednotlivých parametrů těla	17
3.4 Hodnocení naměřených rozměrů	18
3.5 Morfologická terminologie a zkratky užívané v obrázcích	19
4. Výsledky: morfogeneze a růst hluběnky skryté	21
4.1 Morfologické znaky	21
4.1.1 Dorzální strana těla	21
4.1.2 Ventrální strana těla	22
4.1.3 Tykadla, rostrum, nohy	23
4.2 Morfometrické znaky	47
4.2.1 Hlava a tělo	47
4.2.2 Nohy	48
4.3 Vybrané charakteristiky růstu	51
4.3.1 Vybrané rozměry těla	51
4.3.2 Vybrané rozměry noh	54
5. Diskuse a závěry	59
6. Seznam literatury	61

1 ÚVOD

Hlubenka skrytá (*Aphelocheirus aestivalis*) (Hemiptera: Heteroptera: Nepomorpha) je v mnoha ohledech pozoruhodným druhem vodního hmyzu. Je jediným zástupcem vodních ploštic čeledi Aphelocheiridae, který se vyskytuje v České republice i střední Evropě. Zároveň je to náš jediný bentický druh. Je jedním ze dvou druhů u nás žijících lotických ploštic (žijí v proudících vodách) (druhým zástupcem je klešťanka žlutočerná – *Sigara hellensii* (Corixidae)). Známé druhy celé čeledi Aphelocheiridae jsou pak unikátní tím, že se nenadechují na hladině. Dýchají díky tzv. plastronovému dýchání a mechanismu „fyzikálních žaber“ kyslík rozpuštěný ve vodě.

Štys a Škapec (1992) zahrnují hlubenkou skrytou v Červené knize ohrožených druhů rostlin a živočichů ČSSR do skupiny typu E, jako taxon ohrožený, nebezpečím vymizení, jehož přežití je nepravděpodobné, pokud budou přetrvávat příčiny jeho ohrožení. Kment a Vilímová (2005) uvádějí hlubenkou skrytou v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky už pouze jako druh zranitelný. V poslední době jsou nálezy druhu hlášeny z řady nových lokalit a zdá se, že hlubenka je v České republice poměrně rozšířeným druhem (např. Švaňhalová 2006).

O rozšíření druhu *Aphelocheirus aestivalis* v České republice existuje relativní dostatek dat. Neexistuje však podrobnější práce, která by charakterizovala její morfogenezi a znaky jednotlivých nymfálních stádií ani morfometrická charakteristika vypovídající o vávoji některé z populací (resp. subpopulací) druhu. Proto byla zadána tato diplomová práce, jejímiž hlavními cíli je :

- Popsat a morfologicky definovat jednotlivá vývojová stádia
- Zjistit morfometrické charakteristiky jednotlivých vývojových stádií
- Charakterizovat růst prostřednictvím růstových křivek a rovnic vybraných morfometrických parametrů

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2. 1 Rozšíření a výskyt

Hlubenka skrytá (*Aphelocheirus aestivalis*) je jediný zástupce čeledi, který se vyskytuje v České republice i střední Evropě. Zároveň je to náš jediný bentický druh a jeden ze dvou u nás žijících druhů ploštic (druhým zástupcem je klešťanka žlutočerná – *Sigara hellensii*), u kterých převažuje lotický způsob života (proudící vody).

Aphelocheirus aestivalis je v Červené knize ohrožených a vzácných druhů bezobratlých živočichů z počátku 90. let minulého století uvedena v kategorii typu E (endangered). V této kategorii se nacházejí taxony, které jsou v nebezpečí vymizení, jejichž přežití je nepravděpodobné, pokud přetrvají současné příčiny jeho ohrožení (Škapec 1992).

Hlubenka skrytá je u nás podstatně rozšířenějším druhem, než jsme se domnívali před 20 až 30 lety v minulosti. Je to dáno jednak zlepšující se kvalitou vodních toků, ale hlavně – větším úsilím a zdokonalenou metodikou při monitoringu makrozoobentosu vodních toků.

Aphelocheirus aestivalis se nachází na většině evropského kontinentu (např: Finsko, Dánsko, Skandinávský poloostrov, Pobaltské země, Velká Británie, Francie, Německo, Slovensko atd.) kromě části Středomoří. Dále se nachází v Malé Asii (Turecko) a severní Africe (Egypt). Nálezy druhu jsou také z Ruska (západní Sibiř), Zakavkazska (Gruzie) a západního Kazachstánu (Švaňhalová 2006).

Na území České republiky se hlubenka skrytá vyskytuje v dnešní době na řekách Bečva, Berounka, Dyje, Jihlava, Lužnice, Malše, Moravice, Nežárka, Odra, Ohře, Olše, Opava, Orlice, Oslava, Ostravice, Sázava, Stropnice, Svitava, Vltava a Úhlava (Švaňhalová 2006).

Typickým stanovištěm jsou rychle tekoucí, čisté, dobře okysličené říčky, menší řeky a náhony s hloubkou vody od 0,3 až zhruba do 1,5 m a se štěrkovitým až kamenitým dnem, potopeným dřevem nebo kořeny stromů rostoucích na břehu a písčítých místech a s vodními

roślinami. Nález z větších toků a hloubek jsou ojedinělé. O výskytu ve stojatých vodách je znám jediný údaj v Dlhém plesu ve Vysokých Tatrách. Rozšíření hlubanky však indikuje rozsáhlejší ekologickou valenci. Výskyt až do 9 m, nálezy z brakických vod a z mnoha dalších typů limnických stanovišť. Vzhledem ke způsobu dýchání je dostatečné okysličování vody vždy zásadní podmínkou života (Škapec 1992).

2. 2 Potravní chování

Hlubenka skrytá je dravá a patří mezi nesespecializované predátory (mortalita kořisti závisí na schopnosti úniku při střetnutí s predátorem). Její potravou jsou hlavně bentické larvy různých skupin vodního hmyzu. Kořist lokalizují pomocí receptorů na rostru. Když je oběť chycena, hlubenka ji svírá předním párem končetin, bodne ji pomocí rostra a vysává její obsah. Rostrum pronikne do oběti v délce jednoho milimetru. Časové rozpětí od chycení kořisti po vysátí obsahu se pohybuje kolem dvaceti minut (Lemb & Maier 1996).

Předpokládá se, že hlubenka loví v noci (na základě pozorování v akváriu s proudící vodou a simulovanými podmínkami jezera). Když byly vystaveny bílému nebo červenému světlu, tak se zahrabaly do sedimentu (Beutler & Frutiger 1988, cit. in Bauer 2007).

2. 3 Morfologie dospělců

Hlubenka má téměř okrouhlé a velmi zploštělé tělo. Délka těla se pohybuje v rozmezí mezi 6,5 – 12 mm (samice bývají většinou větší). Šířka těla kolem 10 mm. Základní zbarvení těla je tmavohnědé až šedohnědé s proměnlivou žlutou kresbou.

Povrch těla je tvořen perforovanou kutikulou překrývající soustavu vzdušnic, které sem vyúsťují z vnitřku těla. Na těle se nacházejí husté, nepatrně velké sety, které vytvářejí tzv. plastron. Tato struktura umožňuje hlubence skryté tzv. plastronové dýchání. Tenká vzduchová

vrstva v plastronu udržovaná systémem set, zajišťuje výměnu kyslíku mezi vodním prostředím a organismem díky mechanismu „ fyzikálních žaber“. Svou vzduchovou zásobu nemusí proto hluběnka obnovovat nad hladinou (např. Papáček 1989).

Na druhém sternu zadečku dospělců se nachází pár velkých tlakových receptorů.

U hluběnky skryté se vyskytuje tzv. pterygopolymorfismus (existují dvě formy s různou délkou křídel). U mikropterní formy dosahují křídla v podobě křídelních laloků pouze k druhému článku zadečku. U těchto zástupců dochází ke ztrátě schopnosti letu. U makropterních forem křídla zadeček překrývají. Schopnost letu je zachována, mohou přelétat i do jiných vodních toků. (Papáček 1989). Makropterní forma se na našem území nachází sporadicky a v posledních 20. letech nebyla zřejmě vůbec nalezena.

Hlava je primárně prognátní (tj. hlava s ústním ústrojím směřujícím dopředu, rovnoběžně s osou těla). Na hlavě dominují dvě velké, tmavé oči. Dále má hluběnka skrytá na hlavě ústní orgán, bodavě sací, tvořený dlouhým a šídlovitým rostrem. Rostrum je čtyřčlenný bodec, s kterým hluběnka vysává obsah těla své kořisti. *Apcheirus aestivalis* má rostrum dlouhé až na úroveň kyčlí třetího páru noh a celkově měří 3,5 mm. Tykadla ukrytá pod spodní stranou těla, jsou relativně delší než u ostatních vodních ploštic. Od prvního instaru až do dospělosti jsou tykadla 4 článková. Délka tykadel u dospělců se pohybuje kolem 1 mm.

Tři páry končetin jsou přizpůsobeny k pohybu lezením nebo plaváním. I když je hluběnka dravá, její přední pár končetin není specializovaný k chytání kořisty. Noha se člení na kyčel (coxa), příkyčlí (trochauber), stehno (femur), holeň (tibia), chodidlo (tarsus) a praetarsus má stejně jako u většiny hmyzu dva drápky. U dospělce je chodidlo tvořeno dvěma články. Zadní nohy jsou silnější uzpůsobené na plavání a opatřeny dlouhými a tuhými plovacími brvami. Délka prvního páru noh se pohybuje kolem 6,1 mm. Druhý pár končetin měří kolem 6,28 mm a délka třetího páru se pohybuje kolem 10,6 mm.

Zajímavé je také, že u hlubenek ještě nebyla prokázána stridulace. Protože, ale všechna pohyblivá stádia hlubenek, byla na zvukové rušení citlivá a reagovala únikem, lze stridulaci předpokládat (Messner 1999, cit. in Bauer 2007).

Poměrně podrobně popisuje morfologii ventrální strany těla a hlavy dospělců hlubenky Popov (1971). Jeho výsledky studia morfologie jsou znázorněny na obr. 1 (ventrální strana těla), obr. 2 (hlava) a obr. 3 (přední noha). Popova (1971) morfologická terminologie a legenda k jeho obrázkům jsou přehledně uvedeny v Tab. 1, ve které jsou zároveň zaznamenány Papáčkovy (1993) reinterpretace homologie jednotlivých skleritů ventrální strany.

2. 4 Životní cyklus, vývoj gonád a pohlaví zralost

Životní cyklus je relativně málo prozkoumán a vývoj se může lišit jak v různých oblastech, tak i v rámci jedné populace. Zpravidla se však dospělci dožívají 2 – 3 let a vývoj nymf zahrnuje pět instar, obdobně jako u většiny ploštic. Vajíčka, nymfy všech pěti instarů i dospěléce lze nalézt v jižních Čechách prakticky po celý rok (Papáček & Soldán 2008).

Zakládání gonád je patrné už v prvním nymfálním instaru, diferenciaci testikul u samčích nymf či variol u samičích nymf začíná ve 2. a končí ve 3. instaru. Morfologická diferenciaci probíhá od končícího 4. do 5. instaru. Dospělci jsou schopni pohlavně se rozmnožovat už od třetího nebo čtvrtého týdne poté, co se svlékly do stádia imaga. Se snižující se teplotou tato schopnost klesá. U samců spermatogeneze probíhá i během zimy, u samic je oogeneze v tomto období zastavena (Papáček & Soldán 2008).

Dospělci se páří od konce dubna do konce července. Během páření spermie nejsou přímo pasážovány do spermatéky samic, nýbrž jsou deponovány ve formě spermatoforu do gynatriu (= pohlavní / kopulační „ komůrka“ samic) (Larsén 1938, Jordan 1950, cit in. Bauer 2007).

2. 5 Vajíčka a embryonální vývoj

Vajíčka , která jsou oválného tvaru a dosahují délky 1,4 mm a šířky 0,7 mm, jsou kladena na kameny, zachycené úlomky rostlin, ale i na schránky mlžů zejména v červnu a v červenci, kde jsou přilepována tmelem produkovaným přídatnými pohlavními žlázami samic. Každá samice klade okolo 10 vajíček (Švaňhalová 2006). Embryonální vývoj vajíček kladených v červnu a v červenci trvá kolem 50 dnů. Vajíčka kladená na podzim mohou i přezimovat (Papáček 1989). Teplota vody je hlavním faktorem kontrolující líhnutí a vývoj tohoto druhu. Zastavuje vývoj během chladného období. Další vývoj nepokračuje dříve, než teplota vody dosáhne hodnoty vhodné pro růst vylíhnuvších se jedinců 1. instaru (Švaňhalová 2006).

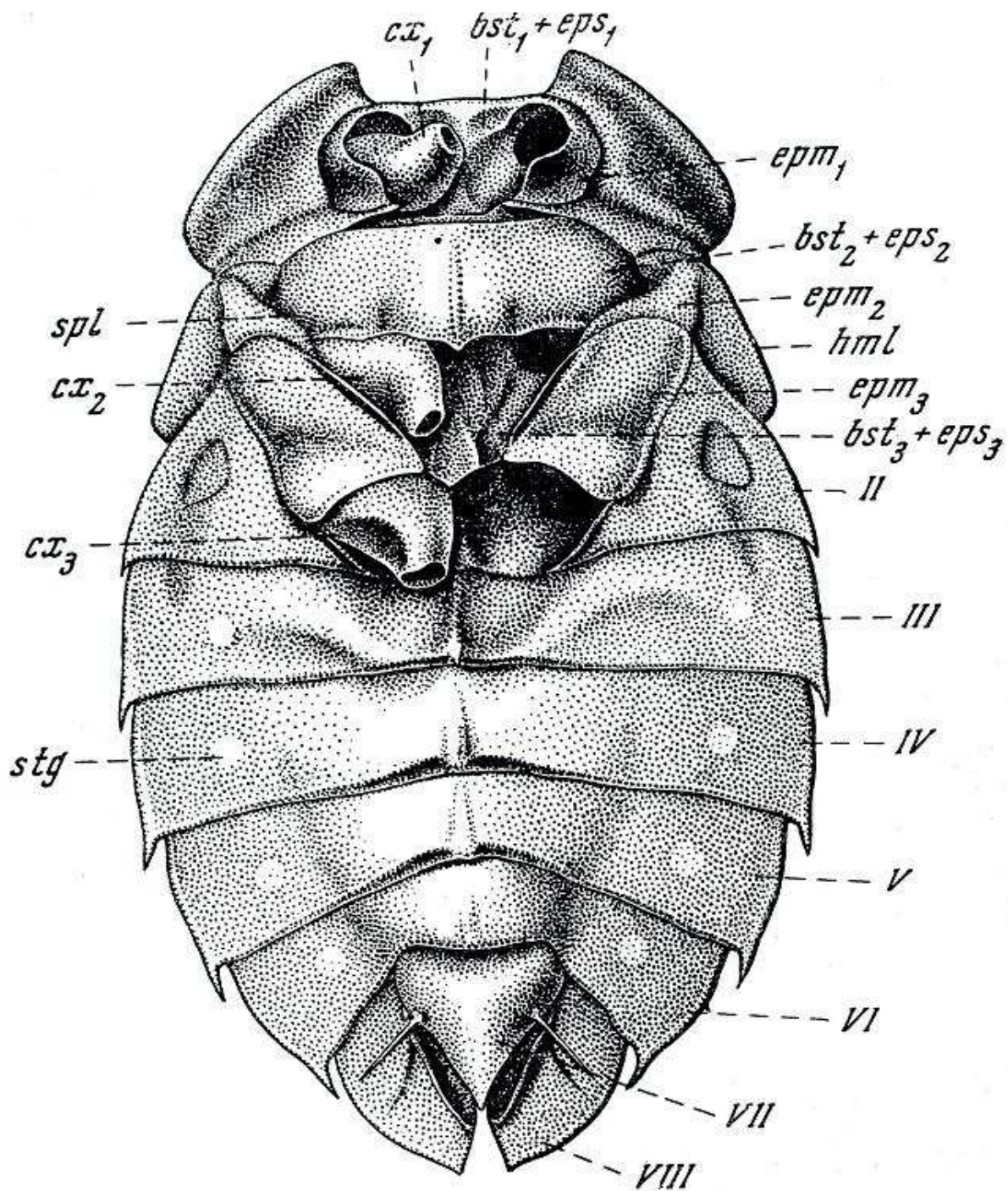
Vajíčka dýchají stejně jako imaga přes tenkou vzduchovou vrstvu (plastron). Pro vajíčka je, ale životně důležitá vysoká rychlost proudění vody, protože přes jejich specifickou kutikulární strukturu musí pasivně proudit vzduchové bublinky, aby v důsledku toho mohl být vzduch obsažený v jejich endochorionu (s funkcí plastronu) doplňován kontinuálně.

Kutikulární vrstva na povrchu vajíček se skládá z voštinových vypouklin. Za každou vypouklou hranou se nalézá pole mikropylárních otvorů, které vedou k vzduchovým komůrkám endochorionu (Messner 1999, cit. in Bauer 2007).

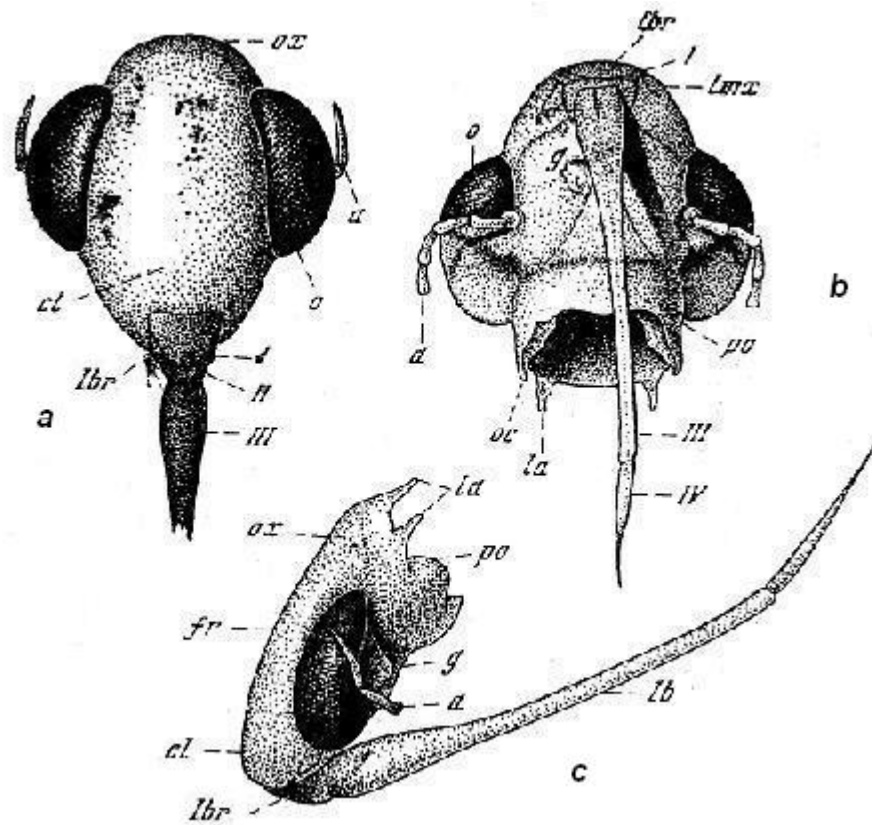
Voda proudí přes vypouklou hranu skulptury chorionu a vzniká za ní nízký tlak tzv. „ oblast mrtvé vody“, ve které se nesené vzduchové bublinky ještě jistou dobu drží a bude – li třeba, mohou být ještě přijaty zbylými dýchacími otvory. Tyto kontinuálně odchyťované vzduchové bublinky musí být udrženy po celou embryonální dobu. Krátce před líhnutím se larvám naplní larvální vzdušnice vzduchem z chorionu vaječné skořápky (Messner a kol. 1980, cit in. Bauer 2007).

Papáček a Soldán (2008) zjistili specifickou v ohledu spermatogeneze druhu, vzácnou v rámci hmyzu obecně. Samci tohoto druhu mají kontinuální spermatogenezi a mohou zřejmě kopulovat opakovaně nebo kontinuálně s pohlavně zralými samicemi přezimujícími ve stádiu

dospělce i s pohlavně nezralými samicemi těsně po poslední ekdysi, které přezimovaly v larválním stádiu a které pohlavní zralosti ještě nedosáhly.

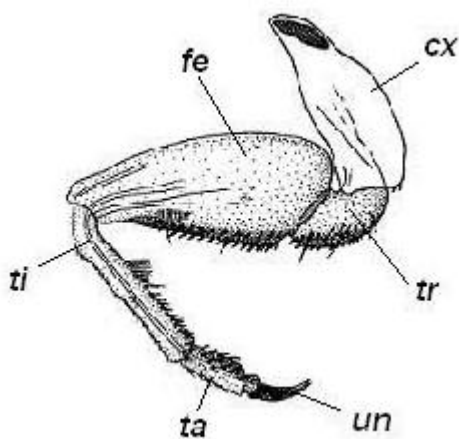


Obr. č. 1 Morfologie těla hluběnky skryté (*Aphelocheirus sestavali*). Ventrální plocha těla (hlava vynechána) (Popov 1971). Legenda viz. Tab. 1.



Obr. č. 2 Morfologie hlavy hluběnky skryté (*Aphelocheirus sestavali*). (Popov 1971) legenda viz. Tab. 1.

a) frontální pohled, b) ventrální pohled, c) laterální pohled



Obr. č. 3 Morfologie nohy 1. páru nohy hluběnky skryté (*Aphelocheirus aestivalis*), dospělec, pravá, anteriorní pohled. (Popov 1971) legenda viz Tab. 1.

Tab. 1. Přehled zkratk uvedených v obrázcích a užitá morfologická terminologie.

Zkratka		Část těla/Sklerit:
Popov (1971)	Tato práce:	
		Hlava:
oc	oc	occiput
cl	cl	clypeus
o	e	oko
a	a	tykadlo
-	a _{1, 2 ... 5}	1. až 5. tykadlový článek
lbr	lbr	labrum
lb	r	labium = rostrum
I, II, III, IV	r _{1, 2, 3, 4}	1. až 4. článek rostra
g	g	genae (genální most)
lmx	lmx	lamina maxillaris
po	po	postocciput
fr	fr	frons
la	-	laterální apodema
		Hrud':
-	PN	pronotum
-	MN	mesonotum
-	MtN	metanotum
-	sc	scutellum
hml	wp1	křídelní pochva středohrudi = 1. pár křídel, hemelytra
bst ₁ +eps ₁	pst	basisternit + episternit předohrudi = prosternum (sensu Papáček 1993)
bst ₂ + eps ₂	mst	basisternit + episternit středohrudi = mesosternum (sensu Papáček 1993)
bst ₃ + eps ₃	mts	basisternit + episternit zadohrudi = metasternum (sensu Papáček 1993)
epm ₁	epm ₁	epimeron předohrudi; zadní část skleritu = proepimeron (sensu Papáček 1993)
epm ₁	eps ₁	epimeron předohrudi; přední část skleritu = proepisternum (sensu Papáček 1993)
epm ₂	vem ₂	epimeron středohrudi = ventrální mesepimerální lalok (sensu Papáček 1993)
epm ₃	ves ₃	epimeron zadohrudi = ventrální metepisternální lalok (sensu Papáček 1993)
spl	ps	pleurální sutura
-	vp	ventrální část pronota (Papáček 1993)
-	x	xiphus
		Nohy:
cx ₁	1cx	kyčel 1. páru nohou (procoxa)
cx ₂	2cx	kyčel 2. páru nohou (mesocoxa)
cx ₃	3cx	kyčel 3. páru nohou (metacoxa)
	1tr	příkyčlí 1. páru nohou (protrochanter)
	2tr	příkyčlí 2. páru nohou (mesotrochanter)
	3tr	příkyčlí 3. páru nohou (metatrochanter)

	1fe	stehno 1. páru nohou (profemur)
	2fe	stehno 2. páru nohou (mesofemur)
	3fe	stehno 3. páru nohou (metafemur)
	1ti	holeň 1. páru nohou (protibia)
	2ti	holeň 2. páru nohou (mesotibia)
	3ti	holeň 3. páru nohou (metatibia)
	1ta	chodidlo 1. páru nohou (protarsus) (tvořené jedním článkem u nymf)
	2ta	chodidlo 2. páru nohou (mesotarsus) (tvořené jedním článkem u nymf)
	3ta	chodidlo 3. páru nohou (metatarsus) (tvořené jedním článkem u nymf)
	1ta ₁ , 1ta ₂	1., 2. chodidlový článek (tarsomer) 1. páru nohou
	2ta ₁ , 2ta ₂	1., 2. chodidlový článek (tarsomer) 2. páru nohou
	3ta ₁ , 3ta ₂	1., 2. chodidlový článek (tarsomer) 3. páru nohou
	un	ungues = drápky
		Zadeček:
II ... VIII	ab _{2 ...10}	2. až 10. segment zadečku
-	t _{2...9}	tergum zadečku 2 až 8
-	st _{2...9}	sternum zadečku 2 až 8
stg	s _{2 ...8}	stigma, spirakulum, „roseta“ 2. až 8. segmentu zadečku
-	msc _{2 ...6}	mediální sternální carina 2. až 6. sterna zadečku

Tab. 2. Zkratky označující měřené vybrané rozměry těla.

Zkratka:	Rozměr:
Hlava a tělo:	
bl	mediální délka těla
eow	vnější šířka očí
hw	pronotální (humerální) šířka těla
iow	interokulární šířka
la	délka tykadla
lr	délka rostra
Nohy:	
lcx	délka kyčle
lfe	délka stehna
lta	délka chodidlových článků
lti	délka holeně
ltr	délka příkyčlí

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1 Materiál

Materiál hlubanky skryté (*Aphelocheirus Aestivalis*) byl chytán Martinem Bauerem a Miroslavem Papáčkem primárně pro řešení úkolů diplomové práce M. Bauera (viz Bauer 2007) na tokem propojených lokalitách v povodí horní Lužnice. Tj. v Lužnici, Nové Řece a v Dračici. Odchyty byly realizovány dvěma způsoby. Pro jednotlivé sběry sledující převážně kvalitativní výskyt či absenci druhu byl použit cedník o průměru 18 cm. Pro kvantitativní sběry byla použita driftová síť s rámem o rozměrech 100 x 50 cm. Těmito sběry byly zejména získány vzorky všech vývojových stádií na jedné lokalitě. Pro morfometrická měření v této práci byl užit zejména materiál z Dračice získaný na lokalitě pod mostem ve vesnici Klikov u Suchdola nad Lužnicí.

3.2 Zpracování materiálu a příprava trvalých mikropreparátů

Jedinci byli uchováváni v 95 % ethanolu a primárně tříděni podle velikostních „ kategorií“ pod stereolupou. Zařazení nymf do instarů bylo ověřeno vedoucím diplomové práce.

Pro účely studia morfologie byl využit stereomikroskop, pod kterým byli jedinci studováni v etanolu nebo jako vyschlé preparáty. Zároveň byly zhotoveny fotografie jednotlivých stádií s využitím stereomikroskopu Leica MZ 9.5 a fotoaparátu Olympus Camedia C 4040 ZOOM. Podle kterých byly kresleny i pérovky jednotlivých vývojových stádií.

Pro měření 1. až 3. páru noh všech vývojových stádií byly připraveny trvalé mikropreparáty. Svalovina nohou byla odstraněna a nohy projasněny povařením v 5 % KOH. Poté byly zbytky hydroxydu a svalů vyplaveny v etanolové lázni (92 %), kde byly nohy ponechány nejméně 24 hodin. Jako zalévací médium mikropreparátů byl použit Euparal firmy Merck.

3.3 Měření jednotlivých parametrů těla

Rozměry hlavy a těla byly měřeny na jedincích v etanolu. Tyto rozměry těla byly měřeny pod stereolupou (při zvětšení 10 x 3) s pomocí okulárového a objektivového mikrometru běžnou metodou mikroskopických měření (viz. Habrová, Nedvídek a kol. 1990). Výsledky byly zaznamenány do pracovních tabulek (viz. přílohy), které poté sloužily k vyhotovení tabulky č. 3

(Morfometrická charakteristika jednotlivých vývojových stádií – základní parametry těla). Byly měřeny následující parametry: interokulární šířka (iow), vnější šířka očí (eow), maximální mediální délka těla (bl), maximální pronotální šířka těla (hw), délka rostra (lr), délka tykadla, resp. tykadlových článků (la).

Rozměry noh byly měřeny na jejich trvalých mikropreparátech pod mikroskopem rovněž s pomocí okulárového a objektivového mikrometru. Výsledky byly zaznamenány do pracovních tabulek (viz. přílohy), které poté sloužily k vyhotovení tabulky č. 4 (Morfometrická charakteristika jednotlivých vývojových stádií – parametry noh). Byly měřeny následující parametry: délka kyčle (lcx), délka příkyčlí (ltr), délka stehna (lfe), délka holeně (lti), délka chodidla, resp. chodidlových článků (lta). Měřené parametry jsou graficky znázorněny na Obr. 4.

3. 4 Hodnocení naměřených rozměrů

Jednotlivé naměřené hodnoty byly zpracovány pomocí základních statistických hodnot (viz. např. Papáček a Slipka 1997).

Jednou z hlavních metod bylo vypočítání aritmetického průměru – \bar{x} .

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + \dots + x_n)$$

Dále byl počítán rozptyl – S^2

$$S^2 = \frac{1}{N - 1} \left(\sum_{i=1}^N x_i^2 - N\bar{x}^2 \right)$$

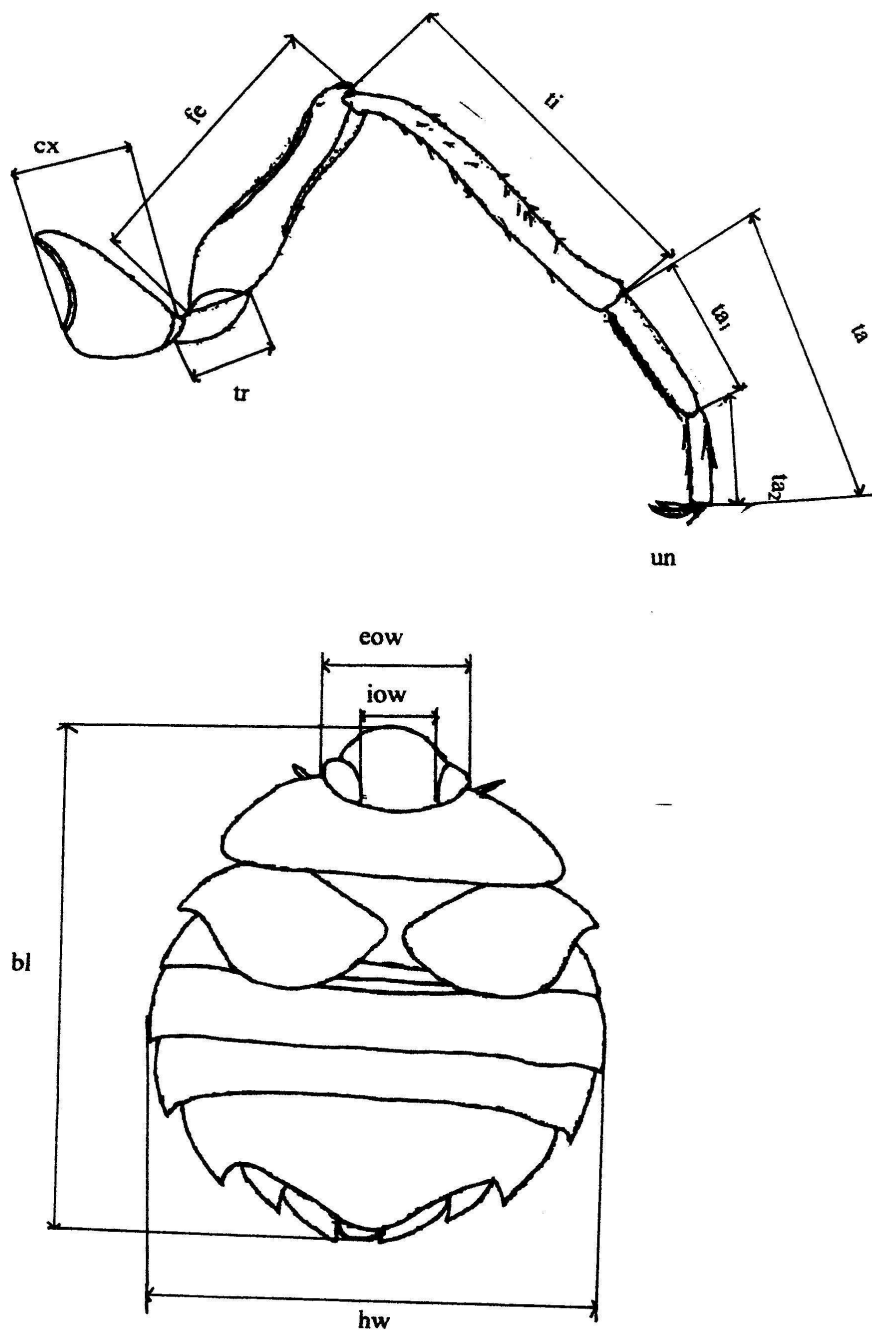
Poslední vypočítanou hodnotou byla směrodatná odchylka – S . Je to základní charakteristika variability (proměnlivosti).

$$s = \sqrt{\frac{1}{N - 1} \left(\sum_{i=1}^N x_i^2 - N\bar{x}^2 \right)}$$

Dále byly hledány růstové křivky vyjadřující závislost růstu délky a šířky těla a délky stehen na fyziologickém čase vývoje, tj. na vývojovém stadiu. Mediální délka těla (bl) byla zvolena z toho důvodu, že jde o obvyklý rozměr, kterým jsou charakterizovány populace druhů hmyzu. Maximální šířka pronota (humerální) (hwe) a délka stehen (lfe) byly zvoleny pro jejich malou variabilitu (viz Tab 3 a 4). Růstové křivky byly konstruovány a jejich rovnice byly vypočítány s využitím PC programu Excel.

3. 5 Morfologická terminologie a zkratky užívané v obrázcích

Přehled užívané morfologické terminologie pro označení jednotlivých struktur těla a skleritů i zkratky užívané v obrázcích jsou přehledně uvedeny v Tab. 1 a 2. v kapitole 2. Literární přehled. Ve stejné kapitole je na Obr. 1 - 3 ilustrována původní Popovova (1971) morfologická interpretace skleritů ventrální části těla, hlavy a noh *A. aestivalis*.



Obr. č. 4 Grafické znázornění měřených parametrů nohy a těla *Aphelocheirus aestivalis*.
 Legenda viz. Tab.1.

4. VÝSLEDKY: MORFOGENEZE A RŮST HLUBENKY SKRYTÉ

Následující text charakterizuje jen nejpodstatnější morfologické a morfometrické změny, ke kterým dochází v průběhu vývoje u jednotlivých postembryonálních stadií *Aphelocheirus aestivalis*. Další, poněkud méně nápadné morfogenetické změny jsou patrné z obrázků 5 – 27 a Tab. 3 a 4.

4. 1 Morfologické znaky

4. 1. 1 Dorzální strana těla

1. nymfální stadium (Obr. 5, 7): Tělo je pravidelně oválné. Vnější obrys hlavy plynule přechází do obrysu těla. Zadní okraje segmentů hrudi i zadečku jsou téměř rovné. Metanotum je nápadně předožadně dlouhé. Dorzálně lze rozlišit hranice pěti abdominálních segmentů, resp. tergitů.

2. nymfální stadium (Obr. 8, 10): Toto stadium je podobné prvnímu. Od něj se liší pouze mírným vyklenutím střední části zadního okraje mesonota dozadu. Dorzálně jsou rozlišitelné okraje šesti abdominálních segmentů, resp. tergitů.

3. nymfální stadium (Obr. 11, 13): Obrys těla je pravidelně oválný jako u předchozích stadií. Obrys hlavy tvoří malý, dopředu směřující výběžek, který nepatrně narušuje pravidelnost oválného obrysu těla. Na mesonotu se laterálně začínají vytvářet široké trojúhelníkovité křídelní pochvy. Jejich zadní okraje nedosahují do poloviny laterálního okraje pterothoraxu (= středo a zadohrudi). Začíná se formovat „V“ tvar zadního okraje scutella. Dorzálně jsou rozlišitelné hranice šesti abdominálních článků.

4. nymfální stadium (Obr. 14, 16): Morfologie dorzální plochy těla je obdobná jako u 3. nymfálního stadia. Široce trojúhelníkovité křídelní pochvy jsou delší než u 3. instaru. Jejich zadní okraje dosahují až za polovinu délky laterálního okraje pterothoraxu.

5. nymfální stadium (Obr. 17, 19): Obrys hlavy zřetelně vybíhá dopředu z obrysu těla. Křídelní pochvy jsou úzké a jejich zadní okraje přesahují za zadní okraj metanota. Před bází křídelních pochev je patrná mesepimerální část hrudi. Dorzálně lze rozlišit hranice sedmi abdominálních článků.

Dospělec (Obr. 20, 22, 24): Hlava zřetelně vybíhá dopředu z obrysu těla. Laterální okraj těla má „pilovitý obrys“ tvořený vybíhajícími okraji hrudních i abdominálních skleritů. Pronotum je zřetelně oddělené od hlavy i mesonota. Široké a ploché základy křídel 1. páru (jen částečně vyvinuté polokrovky) dosahují svým zadním okrajem až k zadnímu okraji druhého

tergitu zadečku. Druhý segment zadečku je z větší části krytý křídelními pochvami. V celé šíři je dorzálně viditelných u ♂♂ 5 abdominálních tergí, přičemž 5. tergít vyběhá kaudálně v široký medioposteriorní lalok a překrývá tergity následující. U ♀♀ je viditelných 6 abdominálních tergí.

4. 1. 2 Ventrální strana těla

1. nymfální stadium (Obr 6, 7): Hlava není oddělena od předohrudi zřetelným švem. Episternum a epimeron předohrudi tvoří společně s ventrální částí pronota jediný sklerit. Episternum a epimeron středohrudi jsou rovněž neoddělené. Ventrálně jsou rozlišitelné hranice šesti abdominálních segmentů (6. až 9. sternit splývají) a anální kužel (= pohyblivý sklerit pocházející z 10. abdominálního segmentu, který kryje řitní otvor).

2. nymfální stadium (Obr 9, 10): Stavba ventrální strany těla je zcela podobná jako u 1. nymfálního stadia. Oproti tomuto předchozímu stadiu začíná být patrný propleurální šev mezi episternem a epimeronem. Ventrálně začíná být viditelný základ křídelních pochev středohrudi.

3. nymfální stadium (Obr 12, 13): Episternit a epimeron předohrudi jsou zřetelně rozdělené propleurálním švem. Křídelní pochvy středohrudi jsou zcela zřetelné. Ventrálně je patrných 7 abdominálních segmentů (7. až 9. sternit splývají) a anální kužel.

4. nymfální stadium (Obr 15, 16): Jsou zřetelně rozlišitelné sternity zadečku, tj. 2 – 7 (u některých jedinců 7. – 8., u některých 8. + 9. splývají) a anální kužel. Na ventrální ploše v oblasti 8. a 9. sternitu zadečku jsou zřetelně patrné kutikulární struktury základů ektodermálních genitálií.

5. nymfální stadium (Obr 18, 19): V pleurální části hrudi všech tří segmentů lze rozlišit episternální a epimerální sklerity. Křídelní pochvy dosahují za 2/3 laterální délky okraje 2. abdominálního segmentu. Ventrálně lze rozlišit 8. abdominálních segmentů (8. + 9. zčásti splývají) a anální kužel. Podle základů ektodermálních genitálií lze rozlišit samčí a samičí pohlaví.

Dospělec (Obr 21, 23, 24): Tělo oválné. Hlava je zcela separovaná od těla. Redukované polokrovky (křídla středohrudi) zřetelně odstupují od linie obrysu těla. Epimeronu a episternum středohrudi jsou zřetelně oddělené mesopleurálním švem. U ♂♂ lze ventrálně rozlišit osm abdominálních sternitů; Sedmý sternit je úzký a krátký. Subgenitální 8. sternit je dlouhý, nepravidelně oválný, asymetrický. U ♀♀ je patrných pouze 7 sternitů. Sedmý subgenitální sternit je dlouze trojúhelníkovitý a symetrický.

4. 1. 3 Tykadla, rostrum, nohy

Tykadla všech vývojových stadií mají čtyři články (antennomery). Rostrum (labium) všech vývojových stadií je tvořeno rovněž čtyřmi články.

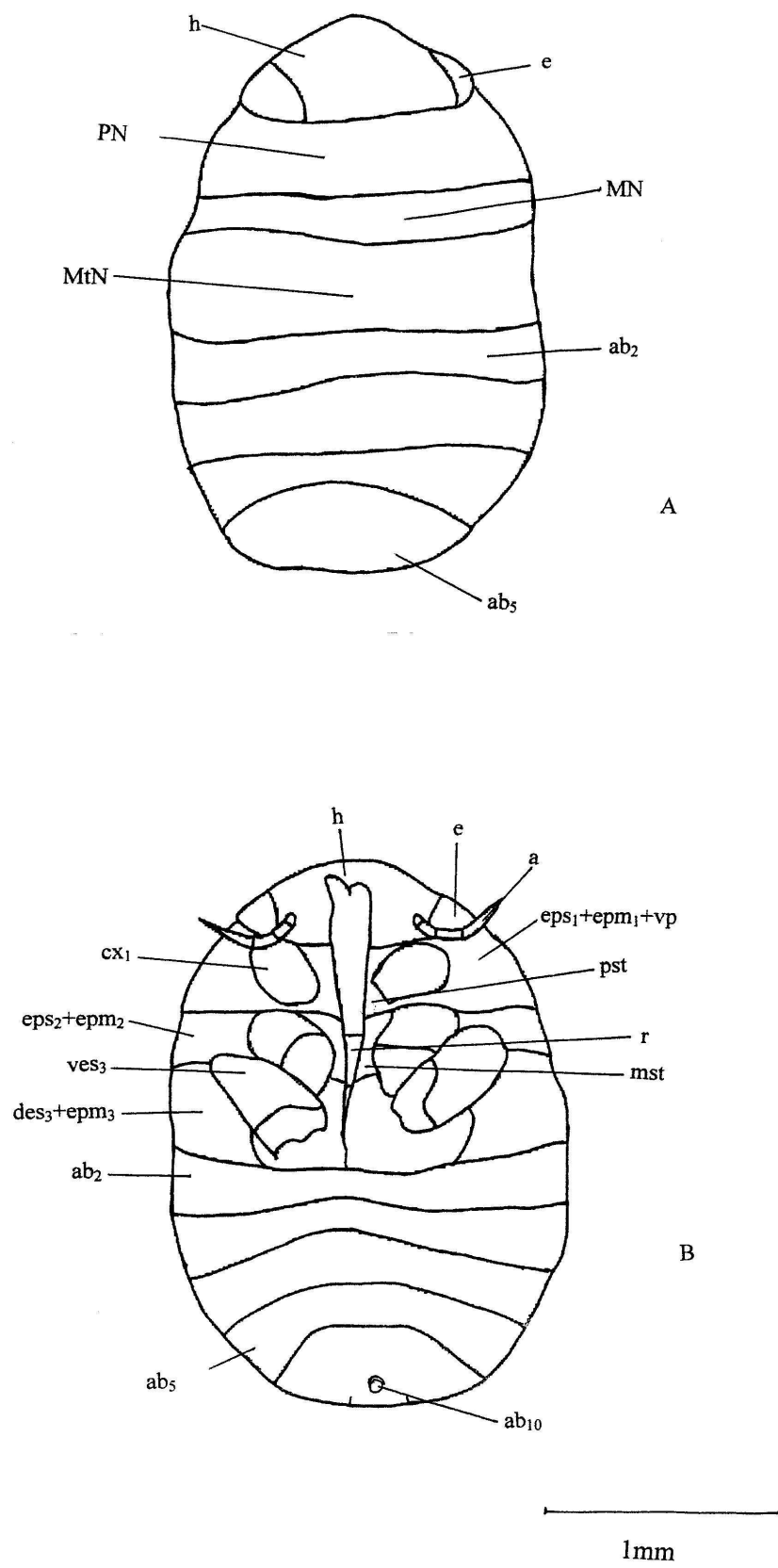
Nohy jsou stejně jako u většiny ostatních druhů a skupin hmyzu tvořeny následujícími články: kyčle, příkyčlí, stehno, holeň, chodidlo se dvěma drápkami. U 1. až 5. vývojového stadia je tvořeno chodidlo pouze jedním chodidlovým článkem v případě všech párů noh. U dospělců je chodidlo všech párů noh tvořeno dvěma chodidlovými články (tarsomery). Od prvního vývojového stadia se sice zvětšuje hustota ochlupení (počet set) stehna a holeně všech párů noh, ale nebyly zjištěny žádné výraznější kvalitativní znaky chaetotaxie, které by od sebe vzájemně spolehlivě odlišovaly jednotlivá vývojová stadia. Morfologie noh je patrná z obrázků 25 - 27.



Obr. č. 5 Dorzální strana těla 1. vývojového stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



Obr. č. 6 Ventrální strana těla 1. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



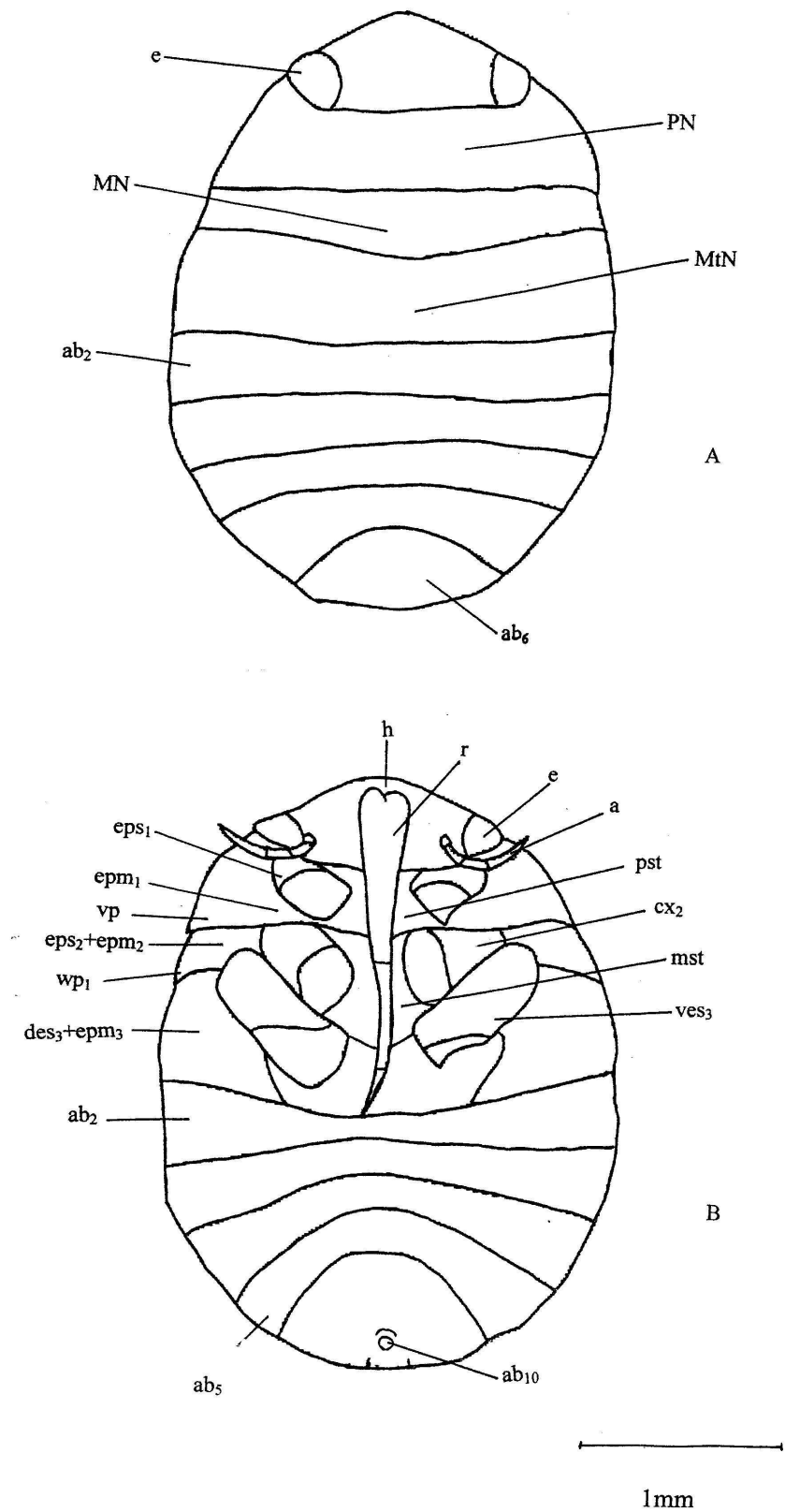
Obr. č. 7 A) dorzální a B) ventrální strana těla 1. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*.
 Nohy nezakreslovány. Legenda viz. Tab.1.



Obr. č. 8 Dorzální strana těla 2. vývojového stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



Obr. č. 9 Ventrální strana těla 2. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



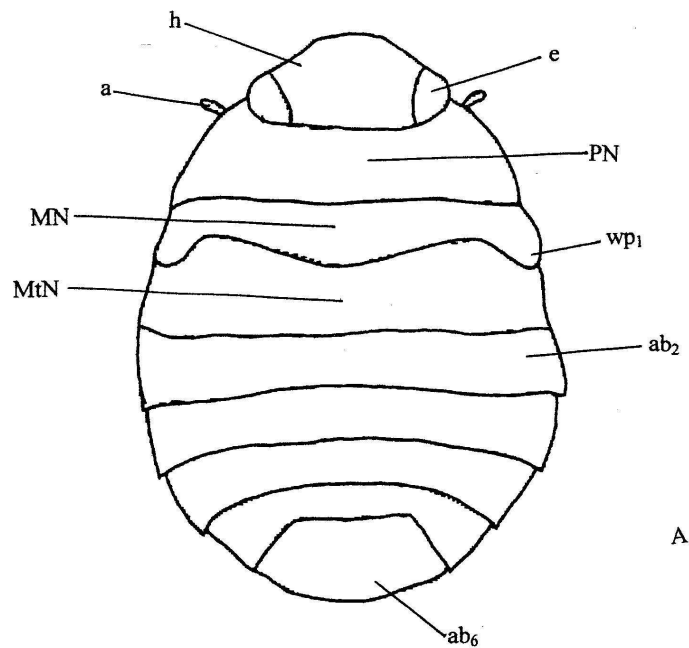
Obr. č. 10 A) dorzální a B) ventrální strana těla 2. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*.
 Nohy nezakreslovány. Legenda viz. Tab.1.



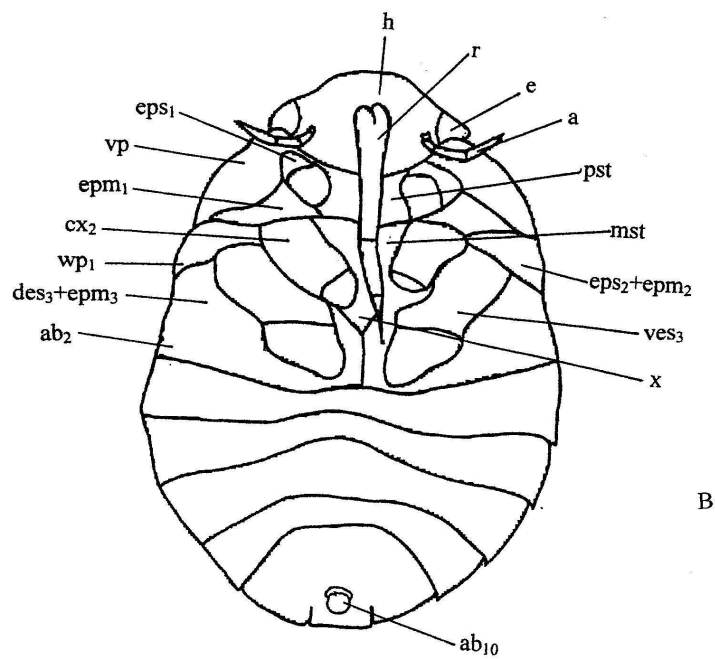
Obr. č. 11 Dorzální strana těla 3. vývojového stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



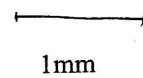
Obr. č. 12 Ventrální strana těla 3. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



A



B



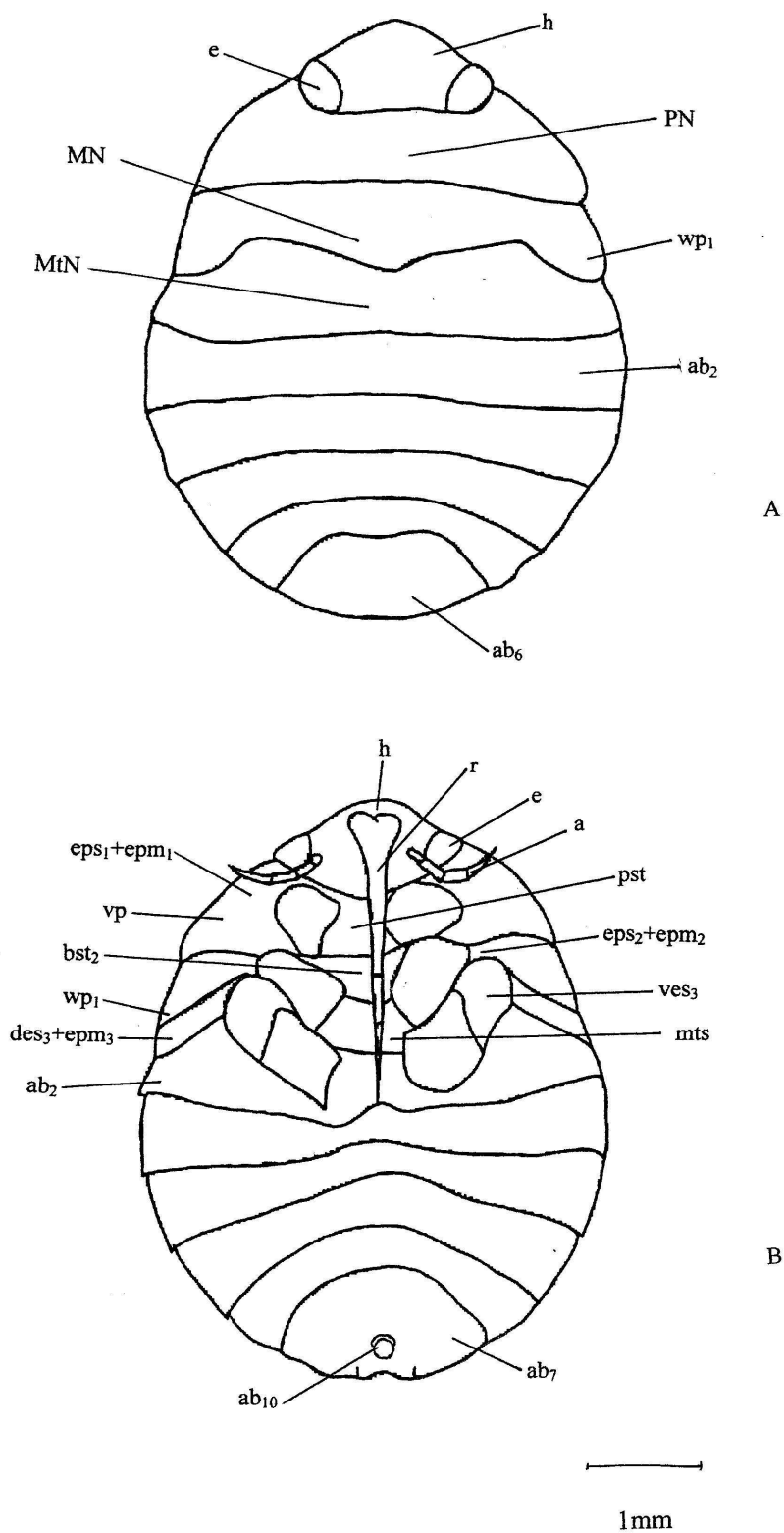
Obr. č. 13 A) dorzální a B) ventrální strana těla 3. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*.
 Nohy nezakreslovány. Legenda viz. Tab.1.



Obr. č. 14 Dorzální strana těla 4. vývojového stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



Obr. č. 15 Ventrální strana těla 4. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



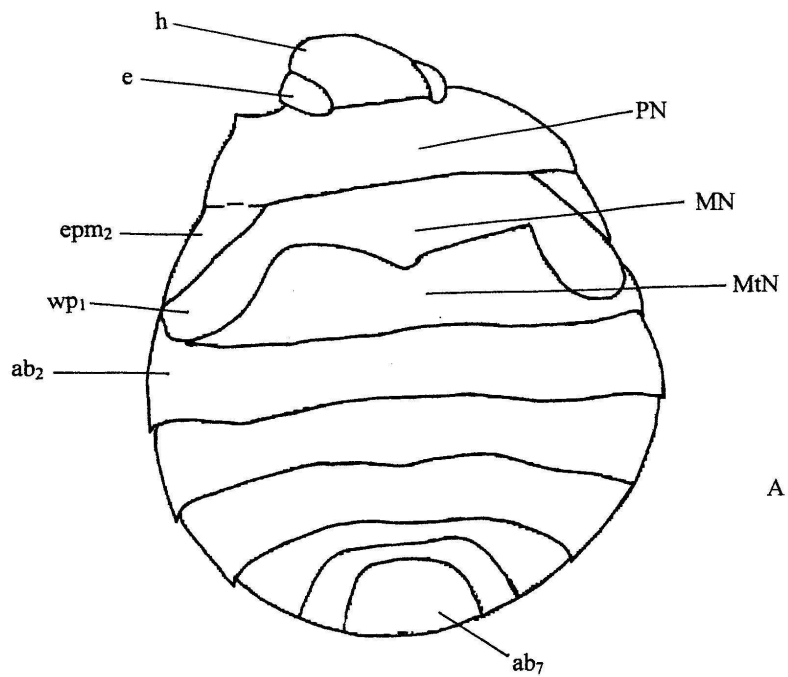
Obr. č. 16 A) dorzální a B) ventrální strana těla 4. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*.
 Nohy nezakreslovány. Legenda viz. Tab.1.



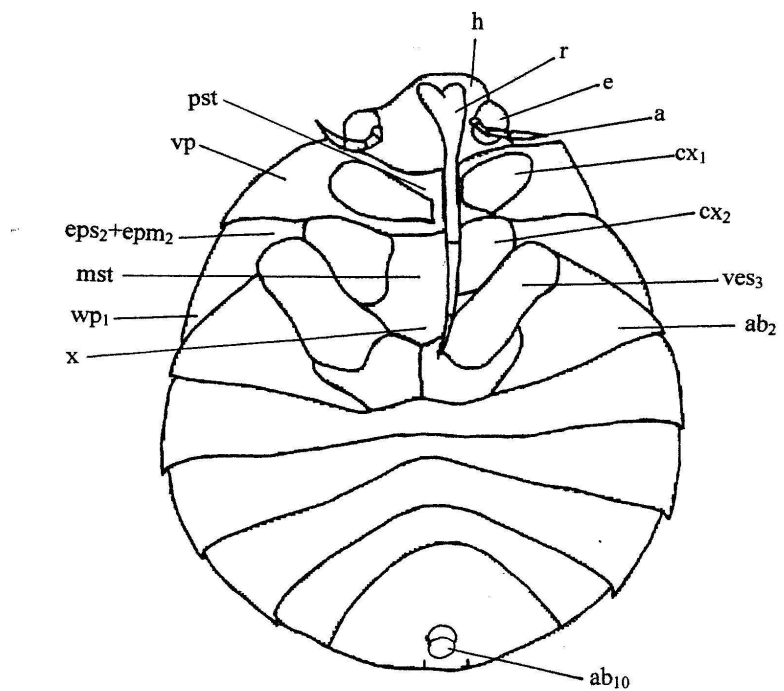
Obr. č. 17 Dorzální strana těla 5. vývojového stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



Obr. č. 18 Ventrální strana těla 5. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



A



B

1 mm

Obr. č. 19 A) dorzální a B) ventrální strana těla 5. nymfálního stadia *Aphelocheirus aestivalis*.
 Nohy nezakreslovány. Legenda viz. Tab.1.



Obr. č. 20 Dorzální strana těla dospělého samce (♂) *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



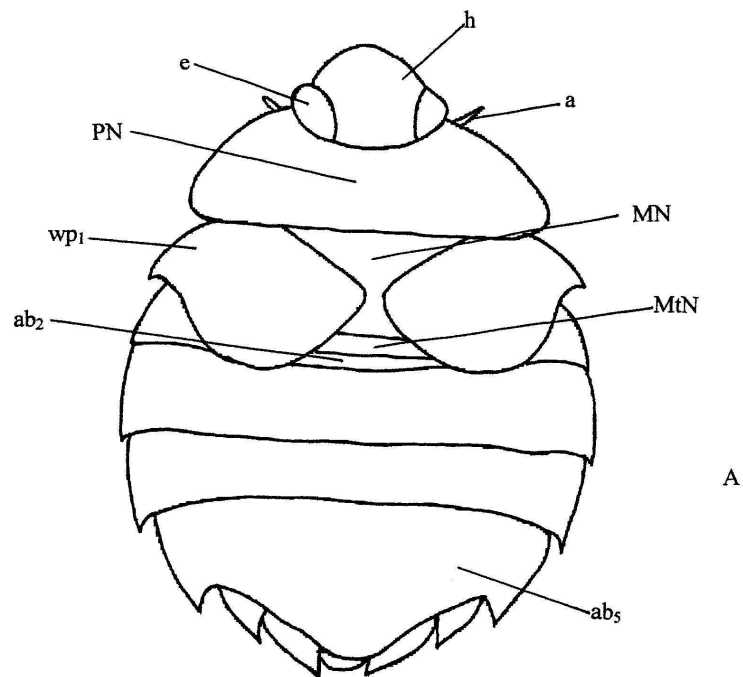
Obr. č. 21 Ventrální strana těla dospělého samce (♂) *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



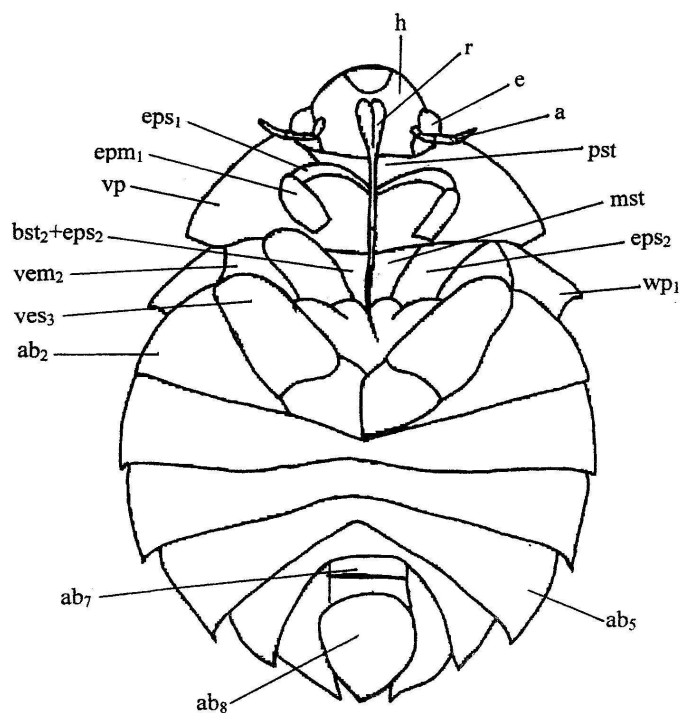
Obr. č. 22 Dorzální strana těla dospělé samice (♀) *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



Obr. č. 23 Ventrální strana těla dospělé samice (♀) *Aphelocheirus aestivalis*. Měřítko = 1 mm.
(foto T. Ditrich).



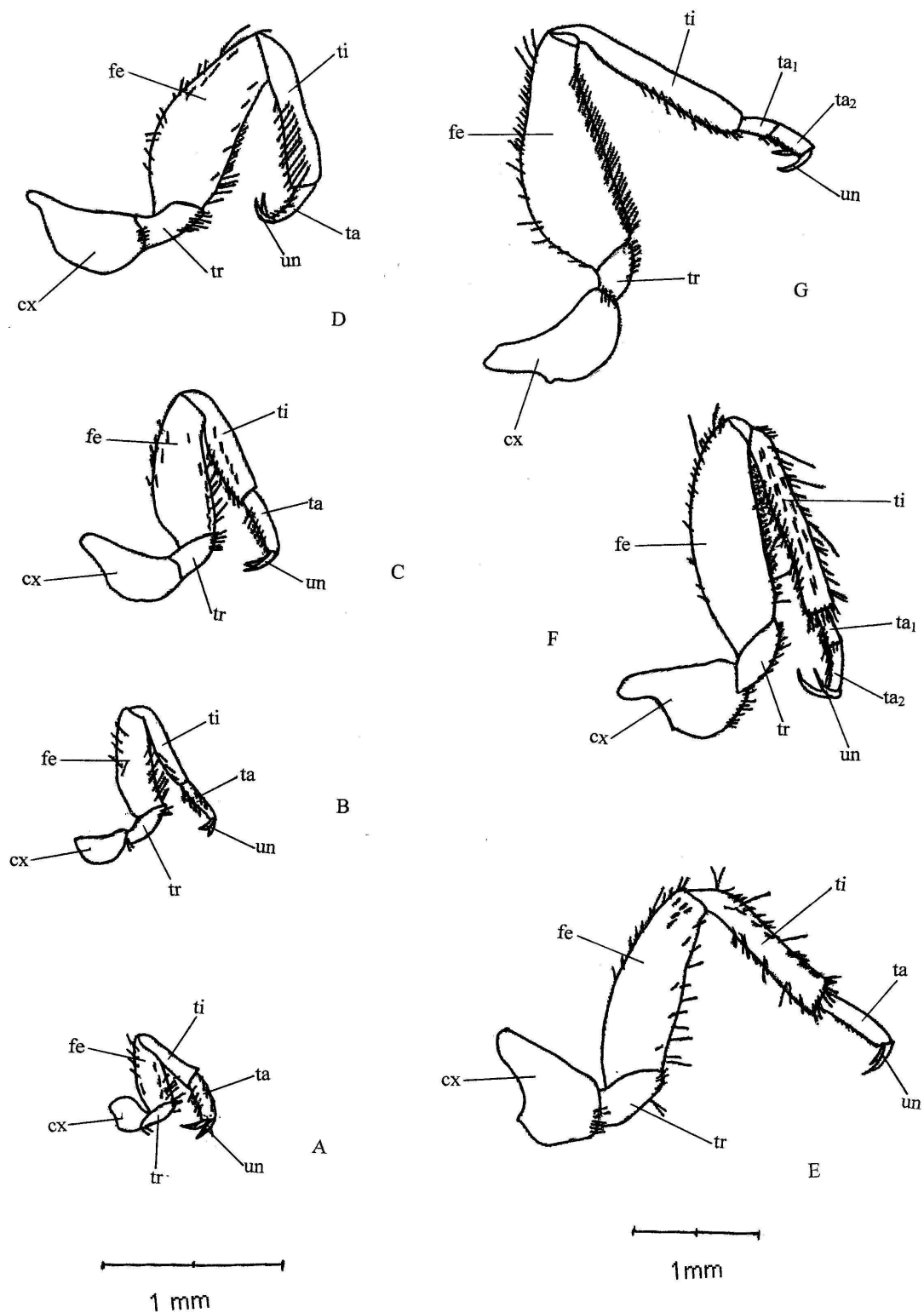
A



B

1mm

Obr. č. 24 A) dorzální a B) ventrální strana těla dospělého jedince (♂) *Aphelocheirus aestivalis*. Nohy nezakreslovány. Legenda viz. Tab.1.

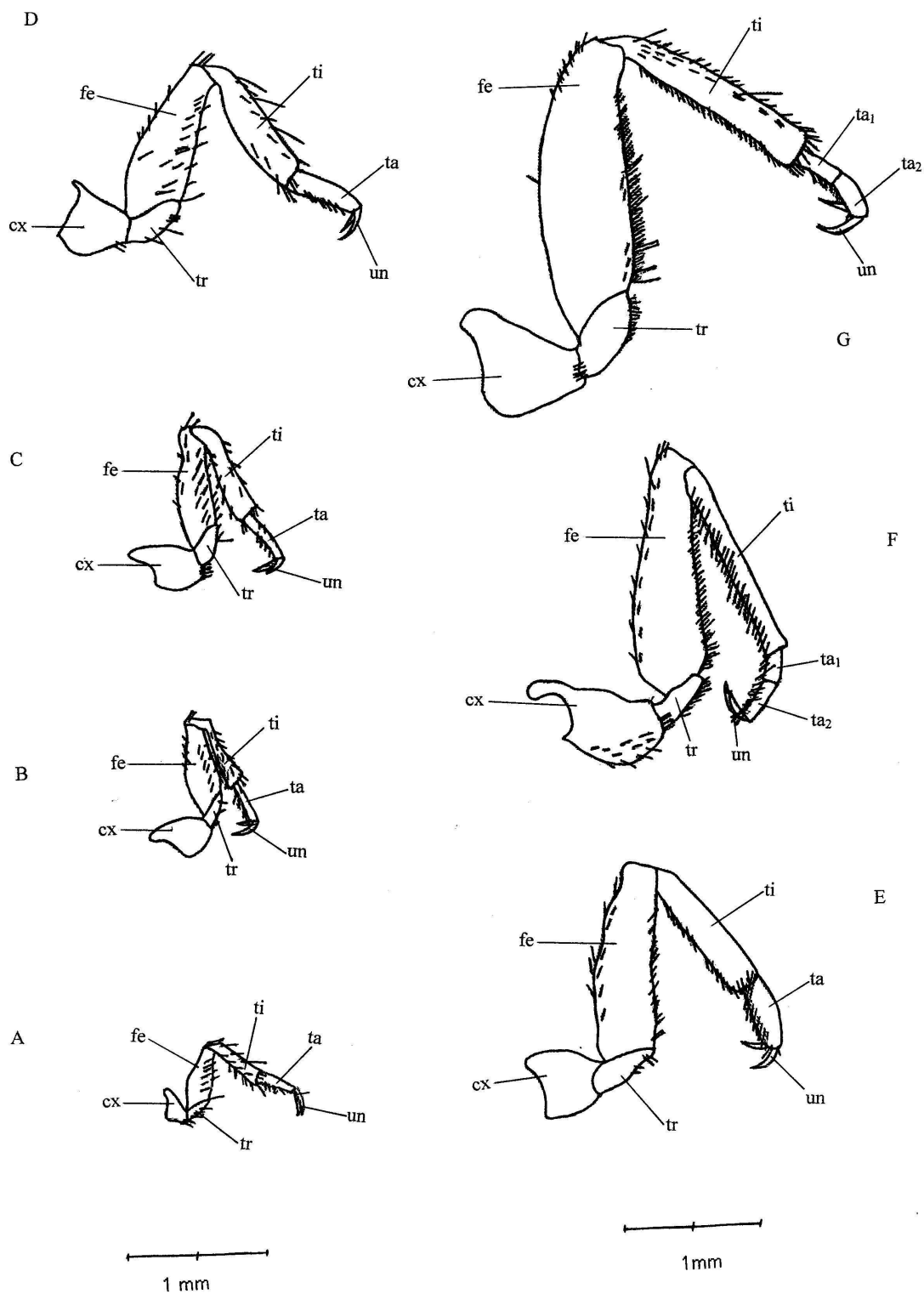


Obr. č. 25 Nohy 1. páru noh *Aphelocheirus aestivalis*, anteriorní pohled, pravá.

A) 1. vývojové stadium, B) 2. vývojové stadium, C) 3. vývojové stadium,

D) 4. vývojové stadium, E) 5. vývojové stadium, F) dospělec, ♀,

G) dospělec, ♂. Legenda viz. Tab.1.

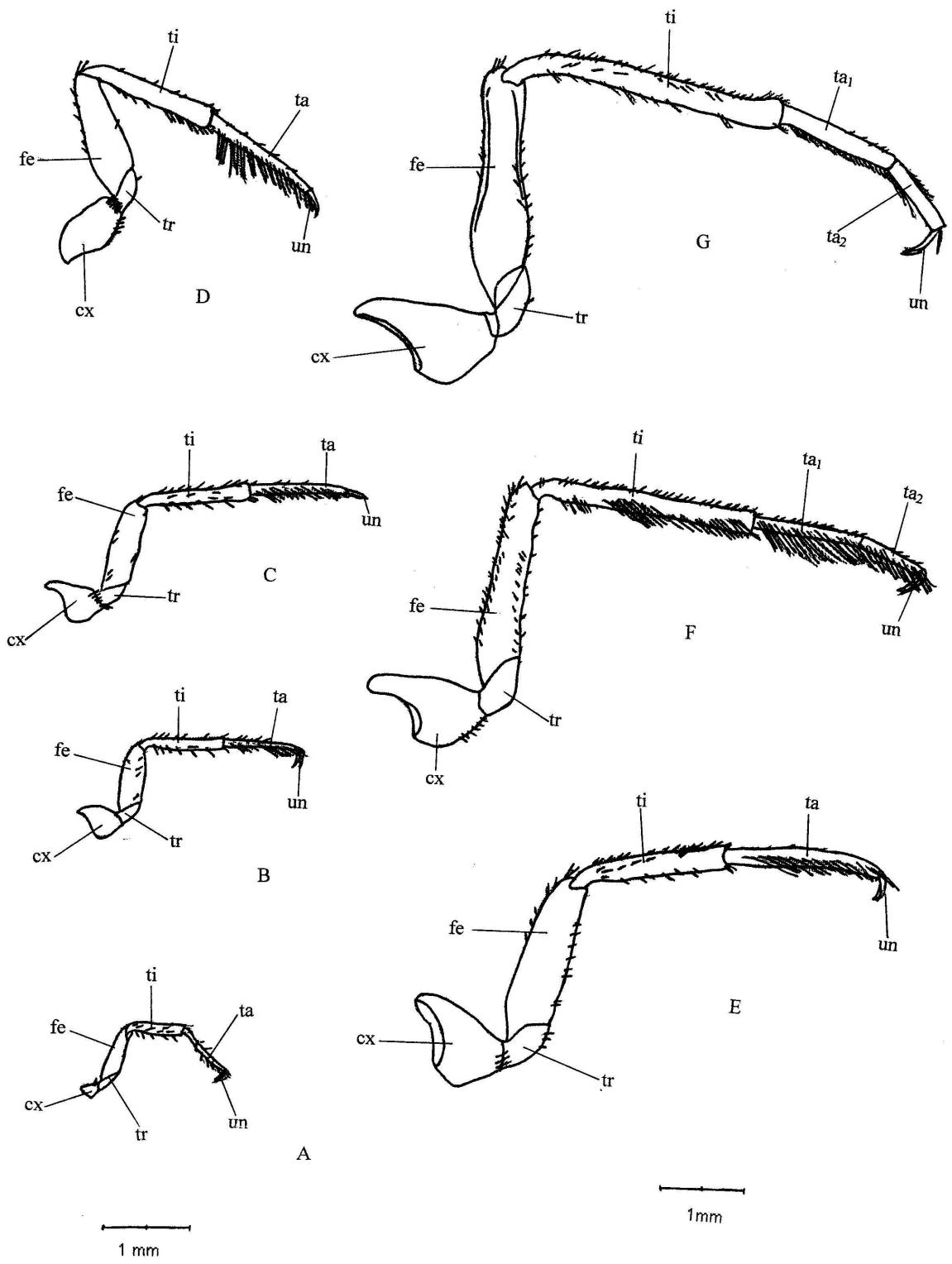


Obr. č. 26 Nohy 2. páru noh *Aphelocheirus aestivalis*, anteriorní pohled, pravá.

A) 1. vývojové stadium, B) 2. vývojové stadium, C) 3. vývojové stadium,

D) 4. vývojové stadium, E) 5. vývojové stadium, F) dospělec, ♀,

G) dospělec, ♂. Legenda viz. Tab.1.



Obr. č. 27 Nohy 3. páru noh *Aphelocheirus aestivalis*, anteriorní pohled, pravá.

A) 1. vývojové stadium, B) 2. vývojové stadium, C) 3. vývojové stadium,

D) 4. vývojové stadium, E) 5. vývojové stadium, F) dospělec, ♀,

G) dospělec, ♂. Legenda viz. Tab.1.

4. 2 Morfometrické znaky

4. 2. 1 Hlava a tělo

Vybrané morfometrické znaky hlavy a těla jsou uvedeny v Tab. 3.

Tab. č. 3 Morfometrická charakteristika jednotlivých vývojových stádií *Aphelocheirus aestivalis*: základní rozměry struktur hlavy a těla. Zkratky uvedené v záhlaví tabulky tučně jsou vysvětleny v Tab 2. AD = dospělci, ♂♂ = samci, ♀♀ = samice, x = průměr, S² = rozptyl, S = směrodatná odchylka, n = počet měřených jedinců. Všechny rozměry jsou uvedeny v mm.

Stadium:	Statistický parametr:	iow	eow	bl	hw	lr	la
		nymfy	x (mm)	0,5717	0,8517	2,3217	1,5283
1. instaru	S ² (mm)	0,00082	0,0013	0,0071	0,0023	0,008	0,0026
	S (mm)	0,029	0,036	0,084	0,048	0,09	0,051
	n	6	6	6	6	6	12
nymfy	x (mm)	0,7	1,085	3,0188	2,2488	1,4525	0,6038
2. instaru	S ² (mm)	0,0008	0,0008	0,0077	0,006	0,0086	0,0052
	S (mm)	0,028	0,028	0,088	0,077	0,093	0,072
	n	4	4	4	4	4	8
nymfy	x (mm)	0,8342	1,3358	4,2992	2,9167	1,9833	0,7117
3. instaru	S ² (mm)	0,0017	0,0012	0,014	0,013	0,013	0,0038
	S (mm)	0,041	0,035	0,12	0,11	0,11	0,062
	n	6	6	6	6	6	12
nymfy	x (mm)	0,9975	1,6567	5,4308	4,06	2,2867	0,7583
4. instaru	S ² (mm)	0,0028	0,0038	0,016	0,013	0,015	0,00082
	S (mm)	0,053	0,062	0,13	0,11	0,12	0,029
	n	6	6	6	6	6	12
nymfy	x (mm)	1,1433	1,96	7,5542	5,3958	3,0042	0,8808
5. instaru	S ² (mm)	0,0038	0,0055	0,091	0,014	0,041	0,0022
	S (mm)	0,062	0,074	0,3	0,12	0,2	0,047
	n	6	6	6	6	6	12
AD	x (mm)	1,1958	2,1175	9,3333	6,0958	3,535	0,98
♂♂	S ² (mm)	0,0036	0,0028	0,021	0,03	0,042	0,0024
	S (mm)	0,06	0,053	0,14	0,17	0,2	0,049
	n	6	6	6	6	6	12

AD	x (mm)	1,21	2,11	9,6	6,46	3,57	1,044
♀♀	S ² (mm)	0,0033	1,0023	0,025	0,019	0,0094	0,0096
	S (mm)	0,057	0,048	0,16	0,14	0,097	0,098
	n	6	6	6	6	6	12

Mediální délka těla (bl) a maximální šířka pronota (hw) jsou morfometrickými znaky, které se u jednotlivých vývojových stadií svými hodnotami „nepřekrývají“. U sledovaných jedinců měly malou variabilitu. Jsou snadno měřitelné. Lze je spolehlivě užít jako základní znaky pro rozlišení jednotlivých nymfálních stadií. Jako kontrolní znaky pro takové rozlišení lze užít interokulární šířku (iow) a šířku mezi vnějšími okraji očí (eow).

4. 2. 2 Nohy

Vybrané morfometrické znaky noh jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab. č. 4 Morfometrická charakteristika jednotlivých vývojových stadií– parametry noh *Aphelocheirus aestivalis*. Zkratky uvedené v záhlaví tabulky tučně jsou vysvětleny v Tab.2. AD = dospělci, ♂♂ = samci, ♀♀ = samice, x = průměr, S² = rozptyl, S = směrodatná odchylka, n = počet měřených jedinců. Všechny rozměry jsou uvedeny v mm.

1. pár noh		l_{cx}	l_{tr}	l_{fe}	l_{ti}	l_{ta}	l_{ta1}	l_{ta2}
nymfy	x (mm)	0,2042	0,1983	0,5046	0,3879	0,2654		
1. instaru	S ² (mm)	0,00064	0,0003	0,0012	0,00075	0,00032		
	S (mm)	0,025	0,017	0,035	0,027	0,018		
	n	12	12	12	12	12		
nymfy	x (mm)	0,3106	0,2625	0,7306	0,5381	0,3281		
2. instaru	S ² (mm)	0,00086	0,00035	0,00087	0,00068	0,00068		
	S (mm)	0,029	0,019	0,029	0,026	0,026		
	n	8	8	8	8	8		
nymfy	x (mm)	0,3413	0,3267	0,8925	0,6796	0,3442		
3. instaru	S ² (mm)	0,0014	0,0025	0,003	0,0028	0,0015		
	S (mm)	0,037	0,05	0,055	0,053	0,039		
	n	12	12	12	12	12		

nymfy 4. instaru	x (mm)	0,4725	0,4083	1,2338	0,9479	0,3938		
	S ² (mm)	0,009	0,0021	0,0087	0,0069	0,0045		
	S (mm)	0,095	0,046	0,093	0,083	0,067		
	n	12	12	12	12	12		
nymfy 5. instaru	x (mm)	0,6067	0,5367	1,6363	1,33	0,5279		
	S ² (mm)	0,0048	0,00088	0,0051	0,0058	0,0012		
	S (mm)	0,069	0,03	0,071	0,076	0,035		
	n	12	12	12	12	12		
AD ♂♂	x (mm)	0,8167	0,6417	2,2342	1,8754		0,28	0,3588
	S ² (mm)	0,015	0,0055	0,013	0,013		0,0038	0,0036
	S (mm)	0,122	0,074	0,114	0,114		0,062	0,06
	n	12	12	12	12		12	12
AD ♀♀	x (mm)	0,805	0,5804	2,2429	1,8171		0,2888	0,3471
	S ² (mm)	0,0022	0,0019	0,0077	0,0048		0,00084	0,00049
	S (mm)	0,047	0,044	0,088	0,069		0,029	0,022
	n	12	12	12	12		12	12

2. pár noh		l _{cx}	l _{tr}	l _{fe}	l _{ti}	l _{ta}	l _{ta1}	l _{ta2}
nymfy 1. instaru	x (mm)	0,2188	0,2071	0,5425	0,4229	0,3121		
	S ² (mm)	0,00069	0,00032	0,001	0,00053	0,0012		
	S (mm)	0,026	0,018	0,032	0,023	0,035		
	n	12	12	12	12	12		
nymfy 2. instaru	x (mm)	0,3063	0,2975	0,7656	0,6169	0,3544		
	S ² (mm)	0,00061	0,0014	0,0033	0,0024	0,00051		
	S (mm)	0,025	0,037	0,057	0,049	0,023		
	n	8	8	8	8	8		
nymfy 3. instaru	x (mm)	0,3821	0,385	0,9683	0,8313	0,4142		
	S ² (mm)	0,0016	0,00087	0,0072	0,0072	0,0013		
	S (mm)	0,04	0,029	0,085	0,085	0,036		
	n	12	12	12	12	12		
nymfy 4. instaru	x (mm)	0,4667	0,4492	1,2717	1,0967	0,4871		
	S ² (mm)	0,0025	0,0031	0,0058	0,0053	0,0046		
	S (mm)	0,05	0,056	0,076	0,073	0,068		
	n	12	12	12	12	12		
nymfy 5. instaru	x (mm)	0,63	0,6096	1,6975	1,47	0,6475		
	S ² (mm)	0,0033	0,011	0,02	0,011	0,0037		
	S (mm)	0,057	0,1	0,14	0,1	0,061		
	n	12	12	12	12	12		
AD	x (mm)	0,8517	0,6475	2,2458	1,8433		0,3092	0,3529

♂♂	S ² (mm)	0,0047	0,0044	0,016	0,0083		0,0024	0,0019
	S (mm)	0,069	0,066	0,13	0,091		0,049	0,044
	n	12	12	12	12		12	12
AD	x (mm)	0,7613	0,665	2,2196	1,8988		0,3442	0,3879
♀♀	S ² (mm)	0,0017	0,0031	0,018	0,0041		0,0012	0,035
	S (mm)	0,041	0,056	0,13	0,064		0,0011	0,033
	n	12	12	12	12		12	12

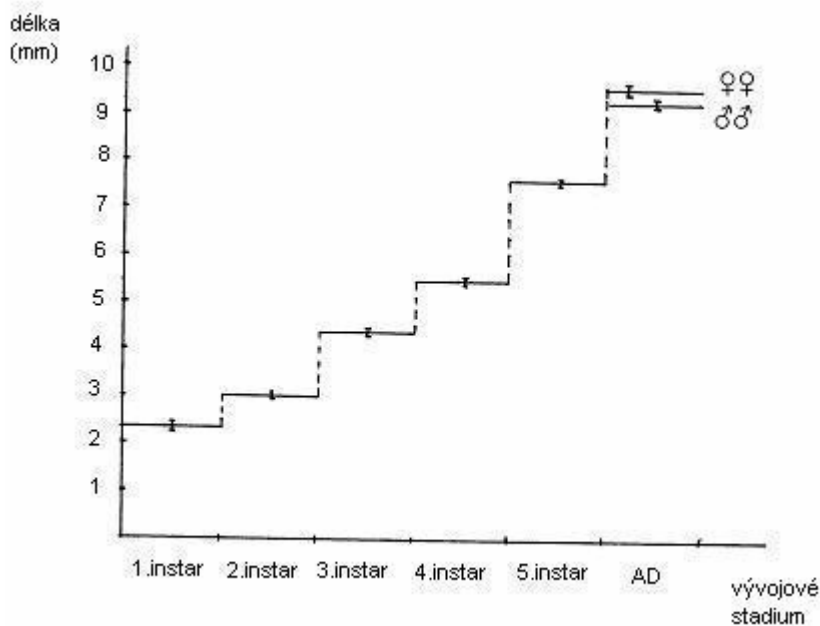
3. pár noh		l _{cx}	l _{tr}	l _{fe}	l _{ti}	l _{ta}	l _{ta1}	l _{ta2}
nymfy	x (mm)	0,2829	0,2683	0,6708	0,6708	0,7554		
1. instaru	S ² (mm)	0,00076	0,00097	0,0017	0,0017	0,001		
	S (mm)	0,028	0,031	0,041	0,041	0,032		
	n	12	12	12	12	12		
nymfy	x (mm)	0,35	0,3369	0,9056	0,9931	0,9406		
2. instaru	S ² (mm)	0,00034	0,0014	0,0022	0,001	0,0012		
	S (mm)	0,018	0,037	0,047	0,032	0,035		
	n	8	8	8	8	8		
nymfy	x (mm)	0,4871	0,4667	1,2104	1,2775	1,1725		
3. instaru	S ² (mm)	0,0016	0,00055	0,0052	0,0077	0,003		
	S (mm)	0,04	0,023	0,072	0,088	0,055		
	n	12	12	12	12	12		
nymfy	x (mm)	0,6475	0,56	1,6333	1,7646	1,4642		
4. instaru	S ² (mm)	0,0066	0,0013	0,013	0,0088	0,005		
	S (mm)	0,081	0,036	0,11	0,094	0,07		
	n	12	12	12	12	12		
nymfy	x (mm)	0,91	0,7583	2,17	2,4996	1,9454		
5. instaru	S ² (mm)	0,0073	0,0041	0,018	0,0037	0,014		
	S (mm)	0,085	0,064	0,13	0,061	0,12		
	n	12	12	12	12	12		
AD	x (mm)	1,2921	0,8692	2,9138	3,3717		1,5429	0,98
♂♂	S ² (mm)	0,018	0,0084	0,0091	0,01		0,0081	0,0033
	S (mm)	0,13	0,092	0,095	0,1		0,09	0,057
	n	12	12	12	12		12	12
AD	x (mm)	1,0821	0,8138	2,9167	3,3046		1,5021	0,9363
♀♀	S ² (mm)	0,0072	0,0019	0,013	0,017		0,0057	0,0031
	S (mm)	0,085	0,044	0,11	0,13		0,075	0,056
	n	12	12	12	12		12	12

Délka stehna (lfe) a délka holeně (lti) jsou morfometrickými znaky, které se u jednotlivých vývojových stadií svými hodnotami „nepřekrývají“. U sledovaných jedinců měly malou variabilitu. Jsou snadno měřitelné. Délka stehna 3. páru noh lze je spolehlivě užít jako základní znak pro rozlišení jednotlivých nymfálních stadií. Jako kontrolní znaky mohou být pro tento účel užity délka stehen 1. a 2. páru noh. Změny proporcí jednotlivých částí nohou v průběhu růstu jsou patrné z hodnot uvedených v Tab. 4.

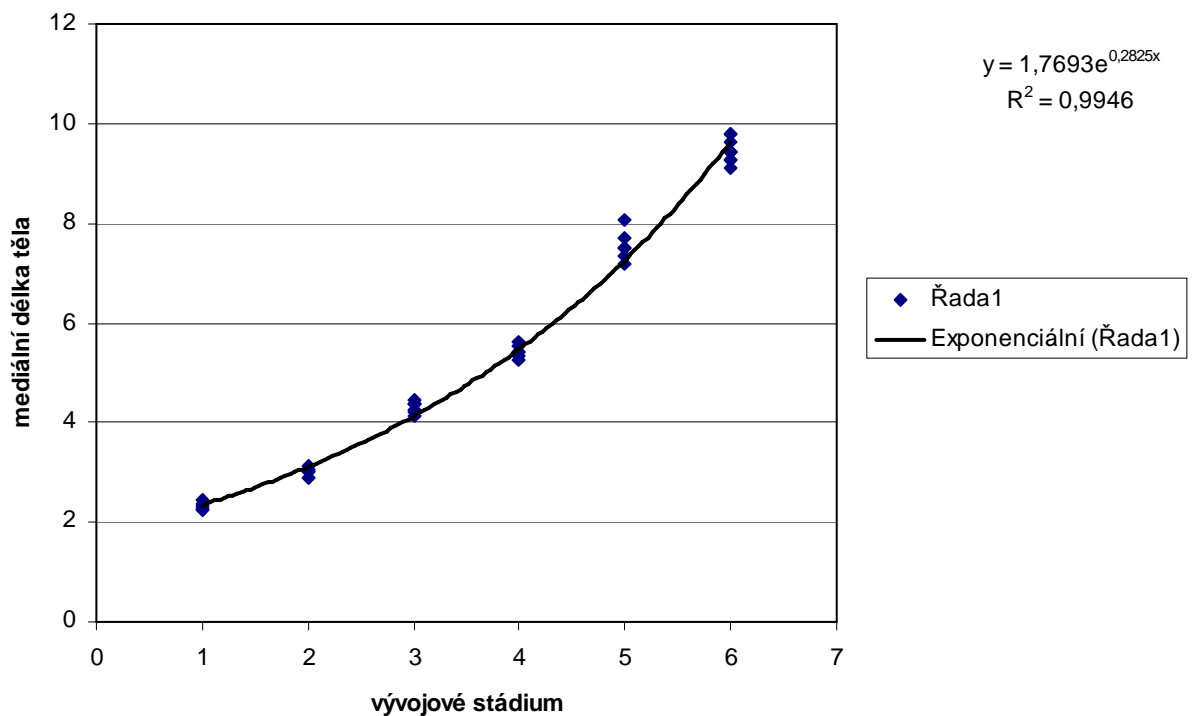
4. 3. Vybrané charakteristiky růstu

4. 3. 1 Vybrané rozměry těla

Pro prezentaci charakteristik růstu těla v závislosti na fyziologickém čase (stadiu) byly vybrány rozměry, kterými se jednotlivá postembryonální stadia zřetelně liší. Tj. mediální délka těla (bl) a maximální šířka pronota (hw).

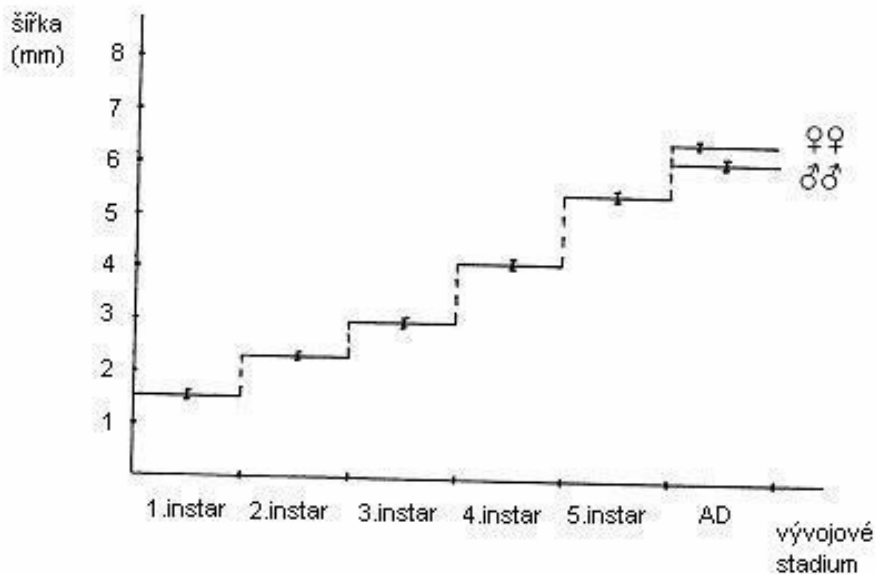


Obr. č. 28 Grafické znázornění reálného růstu mediální délky těla jedinců sledované populace *Aphelocheirus aestivalis* v závislosti na fyziologickém čase, tj. vývojovém stadiu. Vertikální úsečky znázorňují velikost směrodatné odchylky.

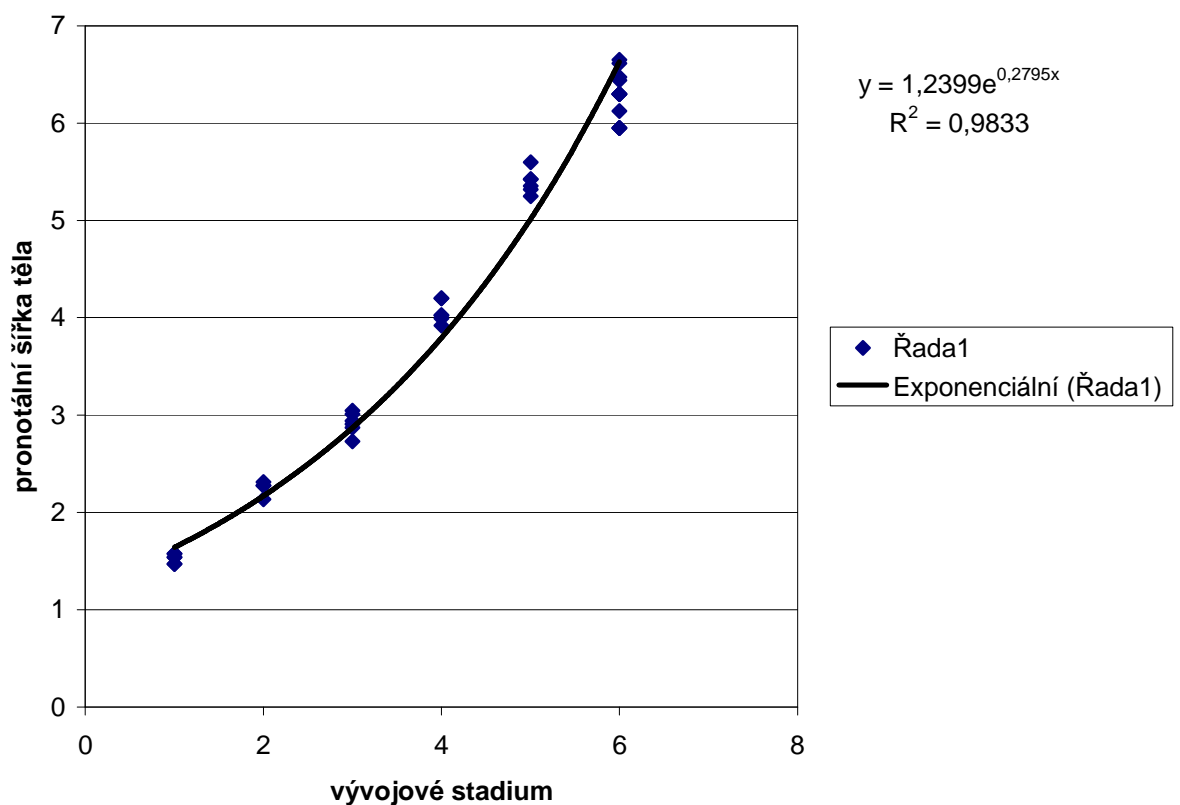


Obr. č. 29 Hypotetická růstová křivka mediální délky těla (bl) *Aphelocheirus aestivalis* v závislosti na fyziologickém čase, tj. vývojovém stadiu.

Růst mediální délky těla je patrný z Obr. 28 a 29, růstová rovnice je uvedena v obr.29. V této i v dále uvedených rovnicích: y = sledovaný rozměr (zde bl), x = instar, e = základ přirozených logaritmů, který je roven hodnotě 2,718281828459....., R^2 = koeficient determinace lineární regrese. Maximální mediální délka těla roste víceméně rovnoměrně. Největší nárůst délky těla probíhá mezi 4. a 5. vývojovým stadiem, kdy se délka těla zvětší v průměru o 50% délky nymf 3. instaru. Stejný nárůst délky existuje mezi nymfami 5. instaru a dospělci. Dospělé samice jsou zpravidla delší než samci, ale není výlučným znakem. Růst mediální délky těla lze vyjádřit i poměrem velikostí nymf 1. instaru až dospělců : 1 : 1, 1 : 1,3, 1 : 1,9, 1 : 2,3, 1 : 3,3, 1 : 4 (AD ♂♂), 1 : 4,2 (AD ♀♀). Následná stadia rostou v tomto rozměru během vývoje oproti předchozím 1,2 až 1,4 krát.



Obr. č. 30 Grafické znázornění reálného růstu pronotální šířky těla jedinců sledované populace *Aphelocheirus aestivalis* v závislosti na fyziologickém čase, tj. vývojovém stadiu. Vertikální úsečky znázorňují velikost směrodatné odchylky.



Obr. č. 31 Hypotetická růstová křivka pronotální šířky těla (hw) *Aphelocheirus aestivalis* v závislosti na fyziologickém čase, tj. vývojovém stadiu.

Růst maximální šířky pronota je patrný z Obr. 30 a 31, růstová rovnice je uvedena v Obr. 30. Od 1. vývojového stadia do 4. roste šířka těla víceméně pravidelně v průměru o 1 mm na každé vývojové stadium. Výraznějším skokem je nárůst pronotální šířky mezi 4. a 5. vývojovým stadiem. Šířka pronota je u nymf 5. instaru o 30% větší než u nymf 4. instaru. Dospělé samice mají větší pronotální šířku než samci. Růst pronotální šířky u jednotlivých vývojových stadií lze vyjádřit i poměrem velikostí u nymf 1. instaru až dospělců = 1 : 1, 1 : 1,5, 1 : 1,9, 1 : 2,7, 1 : 3,6, 1 : 4,1 (AD ♂♂), 1 : 4,3 (AD ♀♀). Následné stádium roste v tomto rozměru během vývoje oproti předchozímu 1,1 až 1,5 krát.

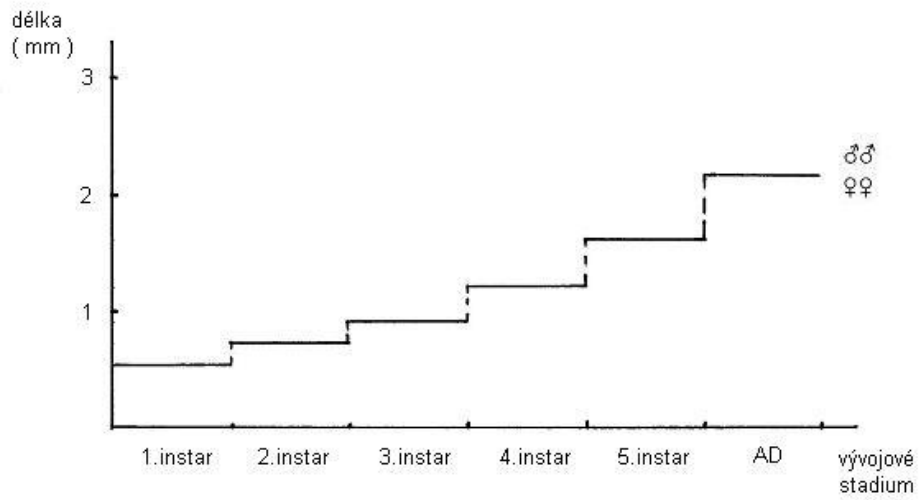
Celková délka tykadel se zvětšuje pravidelně v průměru o 0,1mm u každého vývojového stadia oproti předchozímu.

Rostrum roste od prvního vývojového stadia rovnoměrně a to v průměru o 0,5 mm na každé vývojové stadium.

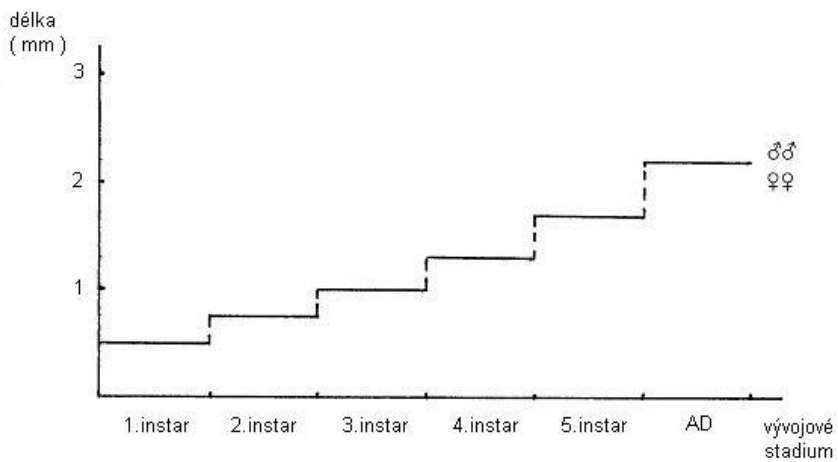
Rozměry vybraných struktur těla jsou uvedeny v Tab. 3.

4. 3. 2 Vybrané rozměry noh

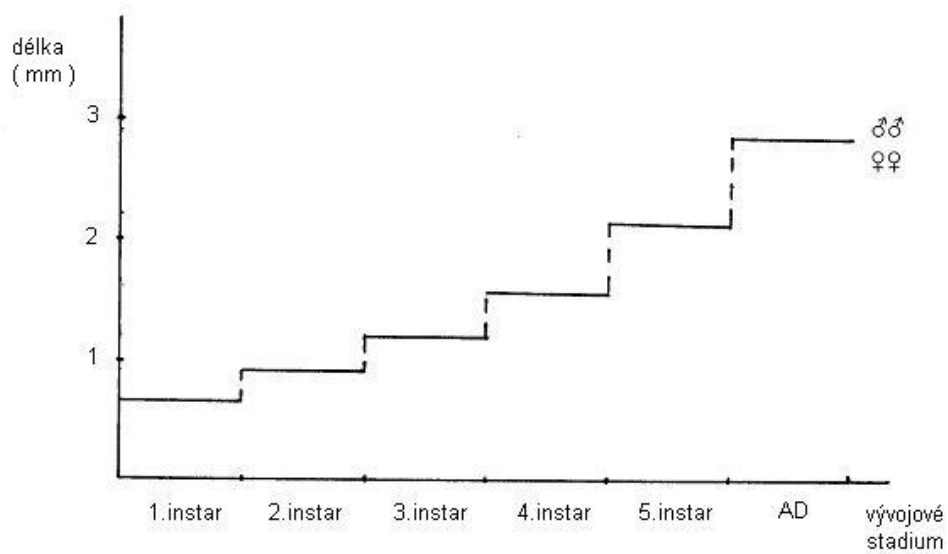
Pro růstových křivek , tj. charakterizování růstu v závislosti na fyziologickém čase (stadiu) byla vybrána délka stehna (lfe) všech tří párů noh jako morfometrický znak, který zřetelně odlišuje jednotlivá postembryonální vývojová stadia.



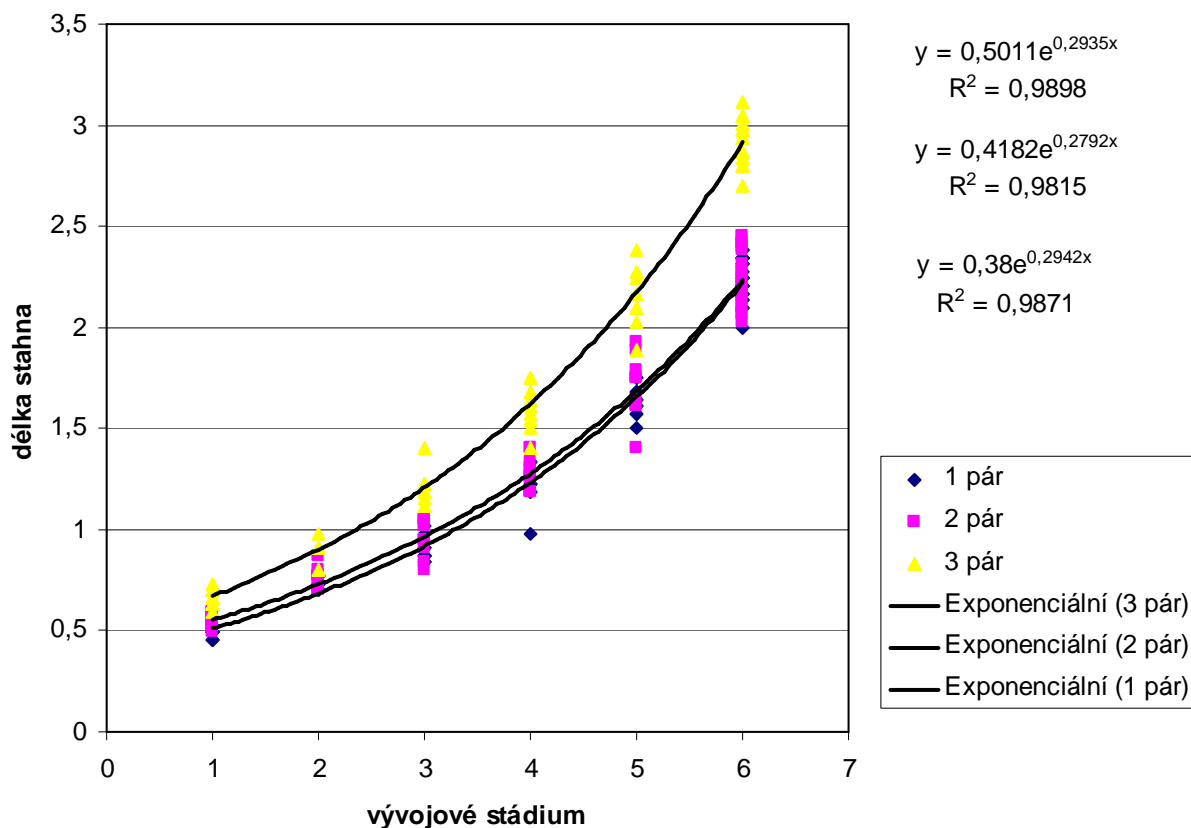
Obr. č. 32 Grafické znázornění reálného růstu délky stehna (lfe1) 1. páru noh *Aphelocheirus aestivalis*.



Obr. č. 33 Grafické znázornění reálného růstu délky stehna (lfe 2) 2. páru noh *Aphelocheirus aestivalis*.



Obr. č. 34 Grafické znázornění reálného růstu délky stehna (lfe 3) 3. páru noh *Aphelocheirus aestivalis*.



Obr. č. 35 Hypotetické růstové křivky délek stehen u všech tří párů noh jednotlivých vývojových stadií *Aphelocheirus aestivalis*.

Růst délky stehen 1. až 3. páru noh je charakterizován růstovými křivkami na Obr. 32, 33, 34 a 35 růstové rovnice jsou uvedeny na Obr. 35.

1.pár noh:

Délky kyčle i příkyčlí rostou pravidelně a to vždy o 0,1 mm na každé vývojové stádium. Růst stehna mezi 1. – 3. vývojovým stadiem je malý, ale výrazný je nárůst jeho délky mezi 3. a 4. vývojovým stadiem až o 50% délky stehna. Dále se stehno prodlužuje vždy o cca 30% oproti předešlému vývojovému stadiu. Rozdíl délky stehna mezi dospělými samci a samicemi je zanedbatelný. Také růst holeně je velmi nepravidelný. K největšímu nárůstu dochází mezi 5. vývojovým stadiem a dospělcem a to skoro o ½ délky holeně. Tarsální články rostou rovnoměrně.

2. pár noh:

Růst rozměrů jednotlivých článků noh je podobný jako u 1. páru noh. Délky kyčlí a příkyčlí rostou pravidelně. Největší růstový skok délky stehna je mezi 4. a 5. vývojovým stadiem. Délka holeně však roste víceméně rovnoměrně. Rovnoměrný je i růst chodidla.

3. pár noh:

Délka kyčle roste rovnoměrně pouze v řadě vývojových stadií – nymfy 1. instaru až dospělé samice. Porovnáme-li délku kyčle u nymf 5. instaru a dospělých samců, roste mezi těmito stadii cca o 30% délky kyčle nymf 5. instaru, tj. skokem. Příkyčlí roste rovnoměrně. V případě stehna dochází k velkému nárůstu jeho délky mezi 4. a 5. vývojovým stadiem - až o 30% a mezi nymfami 5. instaru a dospělci skoro o 50%. Stejně skokový nárůst existuje u zmíněných stadií i v případě délky holeně. Celková délka chodidla roste víceméně rovnoměrně, a to bez ohledu na jeho rozpad na dva tarsomery při posledním svlékání do stadia dospělé.

5. DISKUSE A ZÁVĚRY

Ačkoli je populace *A. aestivalis* v České republice resp. střední Evropě mikropterní (apterní v ohledu zadních křídel) (viz např. Papáček & Soldán, 2008), lze jednotlivá vývojová stadia tohoto druhu poměrně dobře odlišit, a to jak podle morfologických, tak podle morfometrických znaků. Základní znaky odlišující jednotlivá vývojová stadia a pohlaví u dospělců jsou uvedeny v Tab. 5. Tabulková forma uspořádání rozlišujících znaků je zde užita namísto klíče. Lze ji pokládat za přehlednější s možností okamžitého srovnání.

Tab. č. 5 Základní rozlišující znaky jednotlivých vývojových stadií *Aphelocheirus aestivalis* a pohlaví u dospělců tohoto druhu.

Stadium/ znak:	1.	2.	3.	4.	5.	AD ♂♂	AD ♀♀
obrys hlavy navazuje na obrys těla	ano	ano	ne	ne	ne	ne	ne
sc do „V“ tvaru	ne	ne	ano	ano	ano	ano	ano
wp ₁ dorzálně dosahují	ne	ne	ano, do 1/3 MtN	ano, do 1/2 MtN	ano, k zadnímu okraji MtN	ano, k zadnímu okraji ab ₂	ano, k zadnímu okraji ab ₂
7. sternit zadečku symetrický	ano	ano	ano	ano	ano	ne	ano
bl (mm)	2,3	3	4,3	5,4	7,6	9,3	9,6
hw (mm)	1,5	2,2	2,9	4,1	5,4	6,1	6,5
2lfe	0,5	0,8	1	1,3	1,7	2,2	2,2
3lfe	0,7	0,9	1,2	1,6	2,2	2,9	2,9

Odlišující morfologické znaky wp₁ a sc uvedené v tabulce víceméně odpovídají znakům, podle kterých lze rozlišit vývojová stadia ostatních vodních ploštic (viz Štusák 1980). Stejně tak růstové indexy mediální délky těla (bl) mezi jednotlivými nymfálními vývojovými stadii a dospělci (1,1 až 1,5) odpovídají v zásadě situaci růstu u ostatních vodních ploštic (M. Papáček, pers. com.).

Hausírková (1986) na příkladu populace vodní plošnice bodule obecné (*Ilyocoris cimicoides*) (Naucoridae) z Českobudějovicka a na srovnání s Waitzbauerovými (1974) (populace z Dolního Rakouska) daty ukazuje, že morfometrické znaky populací osídlujících různé lokality se mohou mírně lišit. Morfometrické znaky *A. aestivalis* získané měřením populace z povodí Dračice na Třeboňsku v jižních Čechách se mohou pravděpodobně také mírně lišit od znaků populací z povodí jiných řek a z jiných lokalit. Nepředpokládáme však takové rozdíly znaků, které by znemožňovaly (v případě jejich kombinace) rozhodnout o zařazení nymf do instaru.

Růst druhu lze charakterizovat následujícími růstovými rovnicemi:

Pro mediální délku těla (bl): $y = 1,7693e^{0,285x}$; kde $y = bl$; $R^2 = 0,9946$

Pro maximální šířku pronota (hw): $y = 1,2399e^{0,279x}$; kde $y = hw$; $R^2 = 0,9833$

Pro stehno 3. páru noh (3lfe): $y = 0,511e^{0,295x}$; kde $y = 3lfe$; $R^2 = 0,9898$

Pro všechny rovnice: $x = \text{instar}$; $e = \text{základ přirozených logaritmů, který je roven } 2.718281828459$. R^2 je koeficient determinace lineární regrese.

Hebsgaard et al. (2004) ukazuje, že Aphelocheiridae jsou čeledí vodních ploštic blízce příbuznou čeledím Naucoridae a Potamocoridae. V případě malé tropické čeledi Potamocoridae neznáme data o ontogenezi žádného jejího modelového zástupce. Čeleď Naucoridae je druhově bohatá a rozšířená po celém světě. Její skupiny jsou ale morfologicky rozmanité. Za evropského modelového zástupce této čeledi může být považován druh *I. cimicoides* (viz. Hausírková 1986; Rawat 1939, Waitzbauer 1974). *Aphelocheirus aestivalis* má velmi podobnou morfogenezi a růstové charakteristiky jako tento zástupce čeledi Naucoridae.

6. SEZNAM LITERATURY

- BAUER M. 2007: Zranitelný druh – vodní ploštice hlubenka skrytá (*Aphelocheirus aestivalis*) (Heteroptera.: Aphelocheiridae): rozšíření a preference habitů v česko – rakouském pohraničí v povodí Lužnice. Diplomová práce. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice. 83 s.
- BEUTLER R., FRUTIGER A. 1988: On the ekology of *Aphelocheirus aestivalis* FABR. (Heteroptera: Aphelocheiridae). Verhandlungen des Internationales Verein Limnologie 23: 2152 – 2155.
- HABROVÁ V., NEDVÍDEK J. a kol 1990: Mikroskopická technika. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Státní pedagogické nakladatelství Praha. 158 s.
- HAUSÍRKOVÁ Z. 1986: Životní cyklus a morfometrická charakteristika bodule obecné (*Ilyocoris cimicoides* L.) (Heteroptera: Naucoridae). Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice. 48 s.
- HEBSGAARD M. B., ANDERSEN N. M. & DANGAARD J. 2004: Phylogeny of the true water bugs (Nepomorpha: Hemiptera – Heteroptera) based on 16S and 28S rDNA and morphology. Systematic Entomology, 29: 464 – 468.
- JORDAN K. H. C. 1950: Wasserwanzen. Brehm – Bücherei, A. Ziemser Verlag, Wittenberg – Lutherstadt. 38 s.
- KMENT P. & VILÍMOVÁ J. 2005: Heteroptera (ploštice) s. 139 – 146.
In: FARKAČ J., KRÁL D. & ŠKORPÍK M. (eds.): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 760 s.
- MESSNER B. 1980: Ersten Nachweis der Grundwanze *Aphelocheirus aestivalis* (F.) 1803 in Mecklenburg, zugleich ein Beitrag zur Biologie und Verbreitung (Het.). Entomologische Berichte, 1.: 13 – 20.
- MESSNER B. 1999: Zur Atmung der Eier vonder ständig submers lebenden Grundwanze (*Aphelocheirus aestivalis*) (Hydrocorisae, Heteroptera). Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern 42(2): 66-67.
- MESSNER B., GROTH I. & TASCHENBERGER D. 1983: Zum jahreszeitlichen Wanderverhalten der Grundwanze *Aphelocheirus aestivalis*. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 110: 323-331.
- PAPÁČEK M. 1989: Životní cykly univoltinních vodních ploštic (Heteroptera, Nepomorpha) v Československu. Správy Slovenskej Entomologickej Spoločnosti pri SAV (Bratislava) 8: 45-52.

- PAPÁČEK M. 1989: Z Nové řeky a Nežárky – hlubenka skrytá. Informační zpravodaj správy Chráněné krajinné oblasti Třeboňsko 10: 18 – 20.
- PAPÁČEK M. 1993: K problematice morfologie a bionomie vodních ploštic nadčeledí Pleoidea a Notonectoidea (Heteroptera: Nepomorpha). Habilitační práce, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 232 s.
- PAPÁČEK M. & SLIPKA J. 1997: Úvod do odborné práce (pro posluchače studia učitelství Biologie). 2 vydání. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice. 88 s.
- PAPÁČEK M. & BAUER M. 2006: Benthic water bug *Aphelocheirus aestivalis* (Heteroptera: Aphelocheiridae) in the upper Lužnice River basin (Czech – Austrian border area). Pp. 193-195. In: RABITSCH W. & ZETTEL H. (eds.): Bericht über das „32. Treffen der Arbeitsgruppe Mitteleuropäischer Heteropterologen“ am Naturhistorischen Museum in Wien, 1.-4. September 2006. Beiträge zur Entomofaunistik 7: 179-201.
- PAPÁČEK M. & SOLDÁN T. 2008: Structure development of the reproductive system in *Aphelocheirus aestivalis* (Hemiptera: Heteroptera: Nepomorpha: Aphelocheiridae). Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, 48 (2): 299 – 318.
- POPOV Ju. A. 1971: Istoricheskoe razvitie poluzhestokokrylykh infraotryada Nepomorpha (Heteroptera). Trudy Paleontologiceskogo Instituta, AN SSSR, vol 129: 1 – 230. Nauka, Moskva.
- RAWAT B. L. 1939: On the habits, metamorphosis and reproductive organs of *Naucoris cimicoides* L. (Hemiptera-Heteroptera). Transactions of the Royal Entomological Society London 88: 119-138.
- ŠTUSÁK J. M. 1980: Řád Ploštice – Heteroptera. s. 133 – 155. In: Rozkošný R. (ed): Klíč vodních larev hmyzu – Academia, Praha. 521 s.
- ŠTYS P. & ŠKAPEC L. 1992: Hlubenka skrytá *Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1803). Pp. 73-74. In.: ŠKAPEC L. (ed.): Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČSFR. 3. Bezobratlí. Příroda, Bratislava, 155 s.
- ŠVAŇHALOVÁ B. 2006: Biologie hlubeny skryté – *Aphelocheirus aestivalis* (Heteroptera, Nepomorpha) a aktuální stav rozšíření v České republice. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, Brno, 30 s.
- WAITZBAUER W. 1974: Die Larvalentwicklung einiger aquatischer Wanzenarten (Ins., Heteroptera, Hemiptera) *Naucoris*, *Ranatra*, *Notonecta*. Sitzungster. Österr. Akad. Wiss., Math. Naturw. Kl., Abt. I., 182: 77 – 102.
- ZÁRUBA P. 2000: Hlubenka skrytá – ohrožená vodní ploštice. Ochrana přírody. 48 – 49 s.
- ZRZAVÝ J. 1990: Evolution of Antennal Sclerites in Heteroptera (Insecta). Acta Universitatis Carolinae – Biologica 34. s 189 – 227.