

Katedra zoologie, oddělení ekologie a etologie
Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

Morfometrická analýza
zapadopalearktických zástupců rodu
Apodemus:
od determinace k ekomorfologii

Disertační práce

Pavλίna Mikulová

Školitel: doc. RNDr. Daniel Frynta, Dr.

Praha 2007

Prohlašuji, že jsem se v případě rukopisů zařazených do této disertační práce podílela na všech fázích jejich přípravy, od sběru materiálu (v tomto bodě v menší míře), přes jeho preparaci (vyjma zahrnutého preparovaného sbírkového materiálu PřF UK, NM, AV ČR), měření, statistické hodnocení až po sepisování rukopisů. Můj celkový podíl na rukopisech odpovídá pořadí a počtu spoluautorů.

Zároveň prohlašuji, že jsem nepředložila tuto disertační práci ani její podstatnou část k získání jiného či stejného akademického titulu.

V Praze 31. 1. 2007

Pavčina Mikulová
Pavčina Mikulová

Poděkování

Největší poděkování patří mému školiteli doc. RNDr. Danielu Fryntovi, Dr. za pomoc, cenné rady, ochotu, obětavost a nemalou trpělivost při vedení mé disertační práce.

Dále děkuji RNDr. Vladimíru Vohralíkovi za podnětné konzultace, korektury článků a zapůjčení literatury.

Za poskytnutí studijního materiálu či za pomoc při jeho získávání v terénu děkuji, vedle výše zmíněných spoluautorů článků, doc. RNDr. Miloši Macholánovi, CSc., Mgr. Jovaně Sádlové, Ph.D., Mgr. Hance Váchové, Mgr. Radce Volfové, Mgr. Petře Nové, Ph.D., Mgr. Pavlu Munclingerovi, Ph.D., RNDr. Petru Bendovi, Ph.D., RNDr. Zdeně Hodkové, doc. RNDr. Jaroslavu Flegrovi, CSc., prof. RNDr. Ivanu Horáčkovi, CSc., RNDr. Petru Kodymovi, CSc. a prof. RNDr. Janu Zimovi, CSc.

Za biochemické určení druhů Předního Východu děkuji Maria Grazia Filippucci a doc. RNDr. Miloši Macholánovi, CSc.

Za přínosné diskuse a rady děkuji Mgr. Lukaši Kratochvílovi, Ph.D. a dále Mgr. Evě Landové a Mgr. Markétě Slábové.

V neposlední řadě děkuji své rodině za pochopení během celého mého studia.

Obsah

Úvod – komentář k jednotlivým rukopisům

I.

Mikulová P. & Frynta D. 2001. Test of character displacement in urban populations of *Apodemus sylvaticus*. *Canadian Journal of Zoology* 79: 794-801.

II.

Frynta D., Mikulová P., Suchomelová E. & Sádlová J. 2001. Discriminant analysis of morphometric characters in four species of *Apodemus* (Muridae: Rodentia) from Eastern Turkey and Iran. *Israel Journal of Zoology* 47: 243-258.

III.

Vohralík V., Frynta D., Mikulová P., Benda P. & Nová P. 2002. Multivariate morphometrics of *Apodemus mystacinus* in the Near East and its divergence from European *A. m. epimelas* (Mammalia: Rodentia). *Israel Journal of Zoology* 48: 135-148.

IV.

Frynta D., Mikulová P. & Vohralík V. 2006. Skull shape in the genus *Apodemus*: phylogenetic conservatism and/or adaptation to local conditions. *Acta Theriologica* 51: 139-153.

V.

Mikulová P. & Frynta D. Ecomorphology of the genus *Apodemus* (Muridae: Rodentia): morphometry of postcranial skeleton.

Závěr

Příloha – prohlášení spoluautorů

Úvod

Myšovití hlodavci (čeleď Muridae) jsou jednou z nejúspěšnějších skupin savců na světě s kosmopolitním areálem rozšíření vyskytující se v nejrůznějších životních prostředích. Vzhledem ke své početnosti, nenáročnosti, vysoké reprodukční schopnosti a zajímavé ekologii jsou již po mnoha desítek let v popředí zájmů vědců. Ne jinak je tomu též na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze, kde je mj. věnována značná pozornost komplexnímu výzkumu zástupců rodu *Mus* a *Apodemus*. Předložená disertační práce představuje dílčí příspěvek k danému výzkumu, a to v oblasti studia morfologie myšic rodu *Apodemus*.

Disertační práce se skládá z pěti rukopisů, z nichž čtyři byly uveřejněny v zahraničních časopisech (*Canadian Journal of Zoology*, *Israel Journal of Zoology* a *Acta Theriologica*) a jeden je ve fázi recentního řízení (*Acta Theriologica*). Jednotlivé práce pokrývají tři tématické okruhy, kterými jsou:

1. *studium morfologických rozdílů mezi taxony a jejich užití k determinaci taxonů*
2. *testování evolučně ekologických hypotéz o vlivu mezidruhové kompetice na morfologii druhu*
3. *srovnávací ekomorfologická analýza*

Ad. 1

Vzhledem k tomu, že dosud existují méně prozkoumané oblasti areálu rozšíření rodu *Apodemus* či oblasti vyžadující komplexní revizi dosud popsaných taxonů, nacházejí morfologické analýzy stále uplatnění v oblasti taxonomie a druhové determinace. Z našich prací lze do tohoto tématického okruhu zařadit práce II. a III., v rámci nichž jsme ověřovali vypovídající schopnost kraniálních a tělesných znaků pro potřeby diskriminace více či méně molekulárně nebo biochemicky definovaných taxonů bez dalšího studia příčin podobnosti či odlišnosti studovaných znaků.

V práci II. jsme se zaměřili oblast Předního Východu, ve které došlo na základě biochemických studií teprve v nedávné minulosti k upřesnění druhového statutu zde žijících zástupců rodu *Apodemus* či dokonce k popsání druhů zcela nových

(*A. hyrcanicus* popsán z Azerbajdžánu Vorontsovem et al. (1992), *A. hermonensis* z Izraele Filippucci et al. (1989), přítomnost těchto druhů v námi studovaném materiálu byl prokázán Macholánem et al. (2001)). Cílem naší práce bylo na základě multivariátní analýzy kraniálních a tělesných rozměrů biochemicky určených jedinců druhů *A. flavicollis*, *A. hermonensis*, *A. uralensis* a *A. cf. hyrcanicus* odhalit znaky s diskriminační vypovídající hodnotou. Výsledkem bylo definování diskriminační funkce založené na 13 tělesných a kraniálních rozměrech dosahující až 96 % úspěšnosti klasifikace zástupců studovaných druhů. Získaná diskriminační funkce má obecně využití zejména pro potřeby druhové identifikace muzejních jedinců z této oblasti jako nezbytného prvotního kroku pro možnost následného studia distribuce a biologie jednotlivých druhů. V našem případě bylo využití získané diskriminační funkce základním předpokladem pro druhovou identifikaci zbývajících, biochemicky neurčených, jedinců této oblasti a jejich začlenění do dalších analýz (práce IV. a V.).

V práci III. jsme se zaměřili na studium morfologické variability v rámci druhu *A. mystacinus* sensu lato, včetně ověření validity popsáných poddruhů daného druhu. Výsledky multivariátní analýzy prokázaly, ve shodě s biochemickými a molekulárními metodami (Filippucci et. al 2002, Bellinvia 2004), zřetelnou morfologickou odlišnost taxonů *A. mystacinus mystacinus* (rozšířený na asijském kontinentu a přiléhajících ostrovech Mediteránu) a *A. mystacinus epimelas* (rozšířený na evropském kontinentu), dosahující odlišnosti obvyklé mezi dobře definovanými druhy. Naopak oprávněnost existence dalších popsáných poddruhů daného druhu (*pohlei*, *euxinus*) našimi výsledky podpořena nebyla. Zajímavým výsledkem bylo odhalení morfologické odlišnosti populace *A. mystacinus mystacinus* z oblasti hor Al-Duruz v jižní Sýrii izolované pruhem pouště od zbývajícího areálu rozšíření druhu.

Ad. 2

V rámci rodu *Apodemus* se vyskytují druhy, které splňující předpoklady modelových organismů pro testování obecných principů evoluční biologie. Jedním z příkladů může být studium uplatnění posunu znaků (sensu Brown a Wilson 1956, Grant 1972) u populací *A. sylvaticus*, kterému jsme se věnovali v práci I. Svou pozornost jsme přitom zaměřili na urbánní pražské prostředí, kde jsme srovnávali populace *A. sylvaticus* z lokalit se sympatrickým výskytem s *A. flavicollis* s populacemi z lokalit s výlučným výskytem *A. sylvaticus*. *A. sylvaticus* představuje v dané souvislosti ideální

předmět studia, vezmeme-li v úvahu dostupné literární údaje, které dokládají podobné ekologické nároky druhů *A. sylvaticus* a *A. flavicollis* a zároveň naznačují významnou roli kompetice (interferenční či exploatační) ve vzájemných interakcích mezi nimi (např. Hoffmeyer 1973, 1976, Montgomery 1978, Obrtel a Holišová 1983, Montgomery 1989, Čiháková a Frynta 1996). Omezená studijní plocha navíc nevyžaduje analyzování dalších faktorů (klimatické faktory, evoluční historie studovaných populací apod.) s možnou vazbou na studované znaky, které by mohly nabývat na významnosti v případě rozdílného geografického původu studovaných vzorků. Výsledky multivariátní analýzy kraniálních a tělesných rozměrů překvapivě uplatnění posunu znaků u populací *A. sylvaticus* nepodpořily, nicméně prokázaly odlišnost populací *A. sylvaticus* z centra města od populací tohoto druhu z okraje města (tzv. efekt urbanizace, který obdobně doložil např. Sikorski (1982a,b) u *A. agrarius*).

Ad. 3

V rámci rodu *Apodemus* se vyskytují blízce příbuzné, morfologicky uniformní, nicméně geneticky zřetelně vymezené druhy (viz Filippucci 1992, Filippucci et al. 1989, 1996, 2002, Macholán et al. 2001) charakteristické různými ekologickými nároky (u druhů s rozsáhlým areálem rozšíření se tyto nároky mohou lišit i mezi jednotlivými populacemi v rámci druhu) a vystavené tudíž působení odpovídajících selekčních tlaků. Při současné znalosti jejich fylogeneze a ekologie, při získání dostatečně reprezentativního studijního vzorku a volbě vhodných rozměrů se mohou zástupci rodu *Apodemus* uplatnit jako modelový organismus pro srovnávací ekomorfologické analýzy. V těchto analýzách je na studované rozměry nahlíženo jako na znaky, které mohly být předmětem adaptivní evoluce a pomocí srovnávacích analýz jsou vyšetřovány faktory zodpovědné za jejich utváření (historie, ekologie atd.).

Srovnávacím analýzám jsou věnovány poslední dvě práce, ve kterých jsme si za předmět studia zvolili znaky kraniálního (práce IV.) a postkraniálního (práce V.) skeletu většiny západopalearktických druhů rodu *Apodemus* (*A. agrarius*, *A. mystacinus*, *A. flavicollis*, *A. sylvaticus*, *A. uralensis*, *A. cf. hyrcanicus*, *A. hermonensis*), přičemž druhy s rozsáhlým areálem rozšíření byly v analýzách zastoupeny více populacemi (tj. populacemi z oblasti střední Evropy, Předního Východu a v případě práce IV. též populacemi z oblasti Balkánu a Kyrgyzstánu). Výsledky obou prací se překvapivě shodovaly a prokázaly značnou podobnost fenetických stromů odvozených

z morfologických dat se stávající fylogenetickou hypotézou (viz příloha úvodu). Výjimkou byla pouze pozice *A. hermonensis*, klastrující ke zbývajícím druhům Předního Východu. Uplatnění adaptivní evoluce studovaných znaků nebylo možno na základě těchto výsledků vyloučit, jelikož příbuzné druhy v rámci rodu *Apodemus* sdílejí často podobné ekologické strategie (např. oba druhy podrodu *Karstomys* jsou petrikolní, *A. cf. hyrcanicus* a *A. flavicollis* jsou vázány na lesní ekosystémy) či nepříbuzné druhy ekologické strategie odlišné (např. výše zmiňovaná *A. flavicollis* oproti *A. agrarius* vázanou na vlhčí lokality otevřené kulturní krajiny). Bližší vyšetření znaků postkraniálního skeletu studovaných populací ve vazbě na apriori definované hypotézy založené na funkčních vztazích mezi morfologií a ekologií, popř. performancí a morfologická podobnost kontrolního vzorku *A. peninsulae* (zástupce podrodu *Apodemus*) se zástupci podrodu *Sylvaemus* podpořily uplatnění adaptivní komponenty v utváření studovaných znaků. V případě znaků kraniálního skeletu bohužel obdobná analýza zatím nemohla být realizována vzhledem k nedostatku informací (o potravní ekologii a chování apod.) potřebných k možné funkční interpretaci morfologických výsledků.

Příloha - Poznámka ke stávající fylogenetické hypotéze zástupců rodu Apodemus

Ačkoliv byly příbuzenské vztahy druhů rodu *Apodemus* předmětem studia mnoha autorů, neexistuje dosud komplexní fylogenetická analýza zahrnující všechny druhy tohoto rodu. Ucelenější přehled o fylogenetických vztazích druhů rodu *Apodemus* lze tedy získat pouze kompilací dílčích výsledků jednotlivých autorů, které však neposkytují zcela vždy kongruentní závěry (obzvláště, co se týče příbuzenských vztahů uvnitř podrodu *Sylvaemus*). Níže jsou nastíněny fylogenetické vztahy mezi druhy rodu *Apodemus* vycházející z DNA analýz.

Sesterskou skupinou zástupců rodu *Apodemus* je s největší pravděpodobností *Tokudaia osimensis* Kuroda, 1943, endemický druh ostrovů Okinawa (Kawamura 1989 – paleontologie, Michaux et al. 2002 - IRPB, 12S rRNA a cyt b, ale viz Suzuki et al. 2000 – IRPB a cyt b). Prvotní radiace *Apodemus* proběhla zřejmě v oblasti jižní Číny (Musser et al. 1996) nebo ve střední Asii (Serizawa et al. 2000) a měla za následek vznik tří linií (Serizawa et al. 2000 – IRBP a cyt b, Suzuki et al. 2003– IRBP a cyt b):

(1) japonská *A. argenteus* (Temminck, 1844) + nepálská *A. gurkha* Thomas, 1924; (2) evropská linie (viz níže) a (3) východoasijská linie (podrod *Apodemus*). Východoasijská linie zahrnuje druhy: *A. agrarius* (Pallas, 1771), *A. chevrieri* (Milne-Edwards, 1872), *A. speciosus* (Temminck, 1844), *A. peninsulae* (Thomas, 1907), *A. draco* (Barrett-Hamilton, 1900), *A. semotus*, Thomas, 1908 a *A. latronum*, Thomas, 1911, přičemž poslední tři jmenované druhy tvoří monofyletickou skupinu a *A. agrarius* tvoří sesterskou skupinu s *A. chevrieri*. *A. agrarius* je jediný zástupce východoasijské větve, který se rozšířil až do Evropy. Podle molekulárních hodin proběhla radiace uvnitř východoasijské větve podstatně dříve (tj. je staršího data) než radiace uvnitř větve evropské (Serizawa et al. 2000, Michaux et al. 2002).

Evropská větev (zasahující vedle Evropy i do S Afriky a západní Asie) zahrnuje dva podrody - *Karstomys* Martino, 1939 a *Sylvaemus* Ognev, 1924 (Musser et al. 1996 - morfologie; Martin et al. 2000, Michaux et al. 2002, Bellinvia 2004 aj. - genetika). Do podrodu *Karstomys* se řadí pouze dva druhy: *A. epimelas* (Nehring, 1902) z Bálkánského poloostrova a *A. mystacinus* (Danford et Alston, 1877) z Kréty a Předního Východu. Ostatní druhy evropské větve náleží do podrodu *Sylvaemus*. Počet druhů podrodu *Sylvaemus* není dosud ustálený zejména z důvodu nevyjasněného postavení taxonů popsanych z území bývalého Sovětského svazu a západní Asie (např. Bulatova et al. 1991, Mezhzherin a Zыkov 1991, Orlov et al. 1996a, b, Mezhzherin 1997). Uvnitř podrodu *Sylvaemus* připadá bazální pozice druhu *A. hermonensis* Filippucci, Simson, and Nevo, 1989 (Bellinvia et al. 1999 – RAPD analýza, Michaux et al. 2002, Reutter et al. 2003 – cyt b, Bellinvia 2004 – D loop), po němž se odštěpuje *A. sylvaticus* (Linnaeus, 1758) (Michaux et al. 2002, Bellinvia 2004 – D loop, ale viz Bellinvia et al. 1999 – RAPD analýza, Martin et al. 2000 – cyt b a Hille et al. 2002 – cyt b). Zbývající druhy - *A. flavicollis*, *A. alpicola* Heinrich, 1952 a *A. uralensis* (Pallas, 1811), zahrnující *A. microps* Kratochvíl and Rosický, 1952, tvoří samostatnou monofyletickou větev. Michaux et al. (2002) uvádí dále sesterský vztah mezi *A. alpicola* a *A. uralensis*, zatímco Bellinvia (2004) mezi *A. flavicollis* a *A. alpicola*. Bellinvia (2004) řadí do poslední větve také druh *A. hyrcanicus* (pozn. v práci je tento druh označen jako *A. species*).

Literatura

- Bellinvia E. 2004. A phylogenetic study of the genus *Apodemus* by sequencing the mitochondrial DNA control region. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 42: 289-297.
- Bellinvia E., Munclinger P. a Flegr J. 1999. Application of the RAPD technique for a study of the phylogenetic relationships among eight species of the genus *Apodemus*. *Folia Zoologica* 46: 193-199.
- Brown W. L. a Wilson E. O. 1956. Character displacement. *Systematic zoology* 7: 49-64.
- Bulatova N. Sh., Nadjafova R. S. a Kozlovsky A. I. 1991. Cytotaxonomic analysis of species of the genera *Mus*, *Apodemus*, and *Rattus* from Azerbaijan. *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung*. 29: 139-153.
- Čiháková J. a Frynta D. 1996. Intraspecific and interspecific behavioural interactions in the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) and the yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*) in a neutral cage. *Folia Zoologica* 45: 105-113.
- Filippucci M. G. 1992. Allozyme variation and divergence among European, Middle Eastern, and North African species of the genus *Apodemus* (Rodentia, Muridae). *Israel Journal of Zoology* 38: 193-218.
- Filippucci M. G., Macholán M. a Michaux J. R. 2002. Genetic variation and evolution in the genus *Apodemus* (Muridae, Rodentia). *Biological Journal of Linnean Society* 75 (3): 395-419.
- Filippucci M. G., Simson S. a Nevo E. 1989. Evolutionary biology of the genus *Apodemus* Kaup, 1829 in Israel. Allozymic and biometric analyses with description of a new species: *Apodemus hermonensis* (Rodentia: Muridae). *Bollettino di Zoologia* 56: 361-376.
- Filippucci M. G., Storch G. a Macholán M. 1996. Taxonomy of the genus *Sylvaemus* in western Anatolia - morphological and electrophoretic evidence. *Senckenbergiana biologica* 75: 1-14.
- Grant P. R. 1972. Convergent and divergent character displacement. *Biological Journal of the Linnean Society* 4: 39-68.
- Hille A., Tarkhnishvili D., Meinig H. a Hutterer R. 2002. Morphometrics, biochemical and molecular traits in Caucasian wood mice (*Apodemus/Sylvaemus*), with remarks on species divergence. *Acta Theriologica* 47: 389-416.

- Hoffmeyer I. 1973. Interaction and habitat selection in the mice *Apodemus flavicollis* and *A. sylvaticus*. *Oikos* 24: 108-116.
- Hoffmeyer I. 1976. Experiments on the selection of food and foraging site by the mice *Apodemus flavicollis* and *Apodemus sylvaticus* (Melchior, 1834). *Säugetierkundliche Mitteilungen* 24: 112 – 124.
- Kawamura Y. 1989. Quaternary rodent faunas in the Japanese islands (Part 2). *Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology and Mineralogy* 54: 1-235.
- Macholán M., Filippucci M. G., Benda P., Frynta D. a Sádlová J. 2001. Allozyme variation and systematics of the genus *Apodemus* (Muridae: Rodentia) in Asia Minor and Iran. *Journal of Mammalogy* 82: 799-813.
- Martin Y., Gerlach G., Schlotterer C. a Meyer A. 2000. Molecular phylogeny of European muroid rodents based on complete cytochrome b sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 16: 37-47.
- Mezhzherin S. V. 1997. Revision of mice genus *Apodemus* (Rodentia, Muridae) of Northern Eurasia. *Vestnik Zoologii, Kiev* 31: 29-41. [In Russian with English summary]
- Mezhzherin S. V. a Zыkov A. E. 1991. Genetic divergence and allozyme variation in mice of the genus *Apodemus* s. lato (Muridae: Rodentia). *Citologija i Genetika* 25 (4): 51-59. [In Russian with English summary]
- Michaux J. R., Chevret P., Filippucci M. G. a Macholán M. 2002. Phylogeny of the genus *Apodemus* with a special emphasis to the subgenus *Sylvaemus* using the nuclear IRBP gene and two mitochondrial markers: cytochrome b and 12s rRNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 23: 123-136.
- Montgomery W. I. 1978. Intra and interspecific interactions of *Apodemus sylvaticus* (L.) and *A. flavicollis* (Melch.) under laboratory conditions. *Animal Behaviour* 26: 1247-1254.
- Montgomery W. I. 1989. Population parameters, spatial division, and niche breadth in two *Apodemus* species sharing a woodland habitat. [In: *Patterns in the structure of mammalian communities*. D. W. Moriss, Z. Abramsky, B. J. Fox a M. R. Willig, eds]. Texas Tech University Press, Lubbock: 45-57.

- Musser G. G., Brothers E. M., Carleton M. D. a Hutterer R. 1996. Taxonomy and distributional records of Oriental and European *Apodemus*, with a review of the *Apodemus-Sylvaemus* problem. *Bonner Zoologische Beiträge* 46: 143-190.
- Obrtel R. a Holišová V. 1983. Winter and spring diets of three coexisting *Apodemus* spp. *Folia Zoologica* 32: 291-302.
- Orlov V. N., Bulatova N. S., Nadjafova R. S. a Kozlovsky A. I. 1996a. Evolutionary classification of European wood mice of the subgenus *Sylvaemus* based on allozyme and chromosome data. *Bonner Zoologische Beiträge*. 46: 191-202.
- Orlov V. N., Kozlovsky A. I., Nadjafova R. S. a Bulatova N. Sh. 1996b. Karyological diagnoses, distribution and evolutionary classification of wood mice of the subgenus *Sylvaemus* (*Apodemus*, Muridae, Rodentia) in Europe. *Zoologicheskii Zhurnal* 75: 88-102. [In Russian with English summary]
- Reutter B. A., Petit E., Brünner H. a Vogel P. 2003. Cytochrome b haplotype divergences in West European *Apodemus*. *Mammalian Biology* 68: 153-164.
- Serizawa K., Suzuki H. a Tsuchia K. 2000. A phylogenetic view on species radiation in *Apodemus* inferred from variation of nuclear and mitochondrial genes. *Biochemical Genetics* 38: 27-40.
- Sikorski M. D. 1982a. Craniometric variation of *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771) in Urban Green Areas. *Acta Theriologica* 27: 71-81.
- Sikorski M. D. 1982b. Non-metrical divergence of isolated populations *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771) in urban areas. *Acta Theriologica* 27: 169-180.
- Suzuki H., Tsuchiya K. a Takezaki N. 2000. A molecular phylogenetic framework for the Ryukyu endemic rodents *Tokudaia osimensis* and *Diplothrix legata*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 15: 15-24.
- Suzuki H., Sato J. J., Tsuchiya K., Luo J., Zhang Y. P., Wang Y. X. a Jiang X. L. 2003. Molecular phylogeny of wood mice (*Apodemus*, Muridae) in East Asia. *Biological Journal of Linnean Society* 80: 469-481.
- Vorontsov N. N., Boyeskorov G. G., Mezhzherin S. V., Lyapunova E. A. and Kandaurov A. E. 1992. Systematics of the Caucasian wood mice of the subgenus *Sylvaemus* (Mammalia: Rodentia, *Apodemus*). *Zoologicheskii Zhurnal* 71: 119-131. [In Russian with English summary]

Závěr

Předložená disertační práce představuje zástupce rodu *Apodemus* jako modelovou skupinu pro studium determinace taxonů a evoluční biologie na základě morfologických dat. Upozorňuje zároveň na specifika související s metodickým přístupem k danému studiu. U morfologicky značně podobných taxonů, jakými jsou druhy rodu *Apodemus*, je to především použití dostatečně přesné metody sběru dat, dále pak volba srovnatelných datových souborů, která je obzvláště významná při práci se znaky rostoucími v průběhu života studovaných jedinců, a následné vhodné statistické zpracování dat. V neposlední řadě disertační práce demonstruje, že objasnění podstaty evoluce morfologických znaků vyžaduje mezioborový přístup (nezbytné jsou informace o ekologii, etologii, fylogenezi, performanci apod.) a v současné době se neobejde bez dalšího výzkumu studovaných druhů.

Výsledky prezentované v předložené disertační práci:

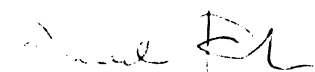
- přispěly k definování diskriminační funkce pro druhy Předního Východu založené na kraniálních a tělesných rozměrech (úspěšnost klasifikace zástupců daných druhů - 96 %)
- nepodpořily uplatnění posunu znaků (popř. uvolnění znaků) na kraniálních a tělesných rozměrech pražských populací *A. sylvaticus* v důsledku kompetičního vztahu s *A. flavicollis*
- prokázaly odlišnost kraniálních a tělesných rozměrů pražských populací *A. sylvaticus* z centra města oproti populacím z okraje města (tzv. efekt urbanizace)
- prokázaly výraznou odlišnost kraniálních a tělesných znaků mezi taxony *A. m. mystacinus* a *A. m. epimelas* odpovídající rozdílům obvyklým u zřetelně definovaných druhů
- nepodpořily oprávněnost existence dalších poddruhů *A. mystacinus* na základě studia kraniálních a tělesných rozměrů
- přispěly ke komplexnímu zhodnocení mezidruhové a vnitrodruhové morfologické variability západopalearktických zástupců rodu *Apodemus* a prokázaly značnou podobnost fenetických stromů založených na kraniálních, postkraniálních a tělesných rozměrech se stávající fylogenetickou hypotézou
- podpořily uplatnění adaptivní komponenty při utváření tělesných znaků a znaků postkraniálního skeletu u západopalearktických zástupců rodu *Apodemus*.

Příloha

- **Mikulová P. & Frynta D.** 2001. Test of character displacement in urban populations of *Apodemus sylvaticus*. *Canadian Journal of Zoology* 79: 794-801.
- **Frynta D., Mikulová P., Suchomelová E. & Sádlová J.** 2001. Discriminant analysis of morphometric characters in four species of *Apodemus* (Muridae: Rodentia) from Eastern Turkey and Iran. *Israel Journal of Zoology* 47: 243-258.
- **Vohralík V., Frynta D., Mikulová P., Benda P. & Nová P.** 2002. Multivariate morphometrics of *Apodemus mystacinus* in the Near East and its divergence from European *A. m. epimelas* (Mammalia: Rodentia). *Israel Journal of Zoology* 48: 135-148.
- **Frynta D., Mikulová P. & Vohralík V.** 2006. Skull shape in the genus *Apodemus*: phylogenetic conservatism and/or adaptation to local conditions. *Acta Theriologica* 51: 139-153.
- **Mikulová P. & Frynta D.** Ecomorphology of the genus *Apodemus* (Muridae: Rodentia): morphometry of postcranial skeleton.

Prohlašuji, že se u výše uvedených rukopisů zařazených do této disertační práce podílela Pavlína Mikulová na všech fázích jejich přípravy, od sběru materiálu (v tomto bodě v menší míře), přes jeho preparaci (vyjma zahrnutého preparovaného sbírkového materiálu PřF UK, NM, AV ČR), měření, statistické hodnocení až po sepisování rukopisů. Její celkový podíl na rukopisech odpovídá pořadí a počtu spoluautorů.

V Praze 17.1.2007




doc. RNDr. Daniel Frynta, Dr.

- **Vohralík V., Frynta D., Mikulová P., Benda P. & Nová P.** 2002. Multivariate morphometrics of *Apodemus mystacinus* in the Near East and its divergence from European *A. m. epimelas* (Mammalia: Rodentia). *Israel Journal of Zoology* 48: 135-148.
- **Frynta D., Mikulová P. & Vohralík V.** 2006. Skull shape in the genus *Apodemus*: phylogenetic conservatism and/or adaptation to local conditions. *Acta Theriologica* 51: 139-153.

Prohlašuji, že se u výše uvedených rukopisů zařazených do této disertační práce podílela Pavlína Mikulová na všech fázích jejich přípravy, od sběru materiálu (v tomto bodě v menší míře), přes jeho preparaci (vyjma zahrnutého preparovaného sbírkového materiálu PřF UK, NM, AV ČR), měření, statistické hodnocení až po sepisování rukopisů. Její celkový podíl na rukopisech odpovídá pořadí a počtu spoluautorů.

V Praze 11.1.2007


RNDr. Vladimír Vohralík

- **Vohralík V., Frynta D., Mikulová P., Benda P. & Nová P.** 2002. Multivariate morphometrics of *Apodemus mystacinus* in the Near East and its divergence from European *A. m. epimelas* (Mammalia: Rodentia). *Israel Journal of Zoology* 48: 135-148.

Prohlašuji, že se u výše uvedeného rukopisu zařazeného do této disertační práce podílela Pavlína Mikulová na všech fázích jeho přípravy, od sběru materiálu, přes jeho preparaci (v těchto bodech v menší míře), měření, statistické hodnocení až po sepisování rukopisu. Její celkový podíl na rukopisech odpovídá pořadí a počtu spoluautorů.

V Praze 12/1/07

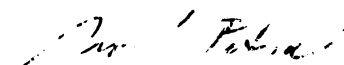
RNDr. Petr Benda, Ph.D.



- **Vohralík V., Frynta D., Mikulová P., Benda P. & Nová P.** 2002. Multivariate morphometrics of *Apodemus mystacinus* in the Near East and its divergence from European *A. m. epimelas* (Mammalia: Rodentia). *Israel Journal of Zoology* 48: 135-148.

Prohlašuji, že se u výše uvedeného rukopisu zařazeného do této disertační práce podílela Pavlína Mikulová na všech fázích jeho přípravy, od sběru materiálu, přes jeho preparaci (v těchto bodech v menší míře), měření, statistické hodnocení až po sepisování rukopisu. Její celkový podíl na rukopisech odpovídá pořadí a počtu spoluautorů.

V Praze 11. 4. 2007


RNDr. Petra Nová, Ph.D.

- **Frynta D., Mikulová P., Suchomelová E. & Sádlová J.** 2001. Discriminant analysis of morphometric characters in four species of *Apodemus* (Muridae: Rodentia) from Eastern Turkey and Iran. *Israel Journal of Zoology* 47: 243-258.

Prohlašuji, že se u výše uvedeného rukopisu zařazeného do této disertační práce podílela Pavlína Mikulová na měření a statistickém hodnocení materiálu a na sepisování rukopisu. Její celkový podíl na rukopisech odpovídá pořadí a počtu spoluautorů.

V Praze . 12.1. 2007

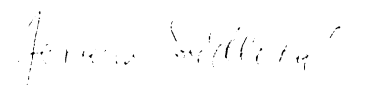


Mgr. Eva Suchomelová - Cepáková, Ph.D.

- **Frynta D., Mikulová P., Suchomelová E. & Sádlová J.** 2001. Discriminant analysis of morphometric characters in four species of *Apodemus* (Muridae: Rodentia) from Eastern Turkey and Iran. *Israel Journal of Zoology* 47: 243-258.

Prohlašuji, že se u výše uvedeného rukopisu zařazeného do této disertační práce podílela Pavlína Mikulová na měření a statistickém hodnocení materiálu a na sepisování rukopisu. Její celkový podíl na rukopisech odpovídá pořadí a počtu spoluautorů.

V Praze 15. 1. 2007


Mgr. Jovana Sádlová, Ph.D.