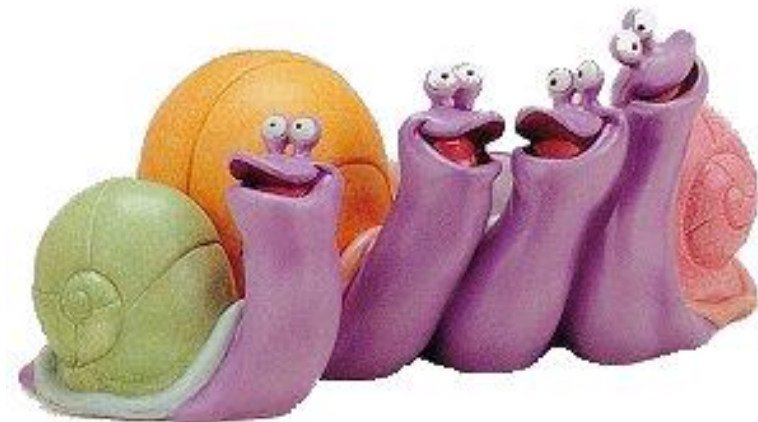


# Malakozologické okénko

metody sběru terénních dat a několik případových studií

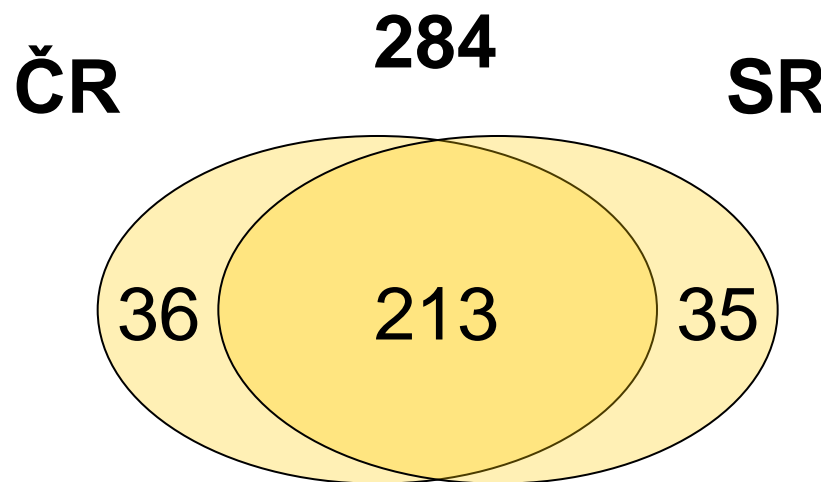
- **diverzita v ČR a SR**
- **metody terénního průzkumu**
- **specifika konzervace**
- **ekologické nároky suchozemských plžů**
- **případové studie**



# Diverzita měkkýšů v ČR a SR

---

- **ČR: 249 druhů**
  - 221 plžů: 50 vodních a 171 suchozemských
  - 28 mlžů
- **SR: 248 druhů**
  - 219 plžů: 51 vodních a 168 suchozemských
  - 29 mlžů

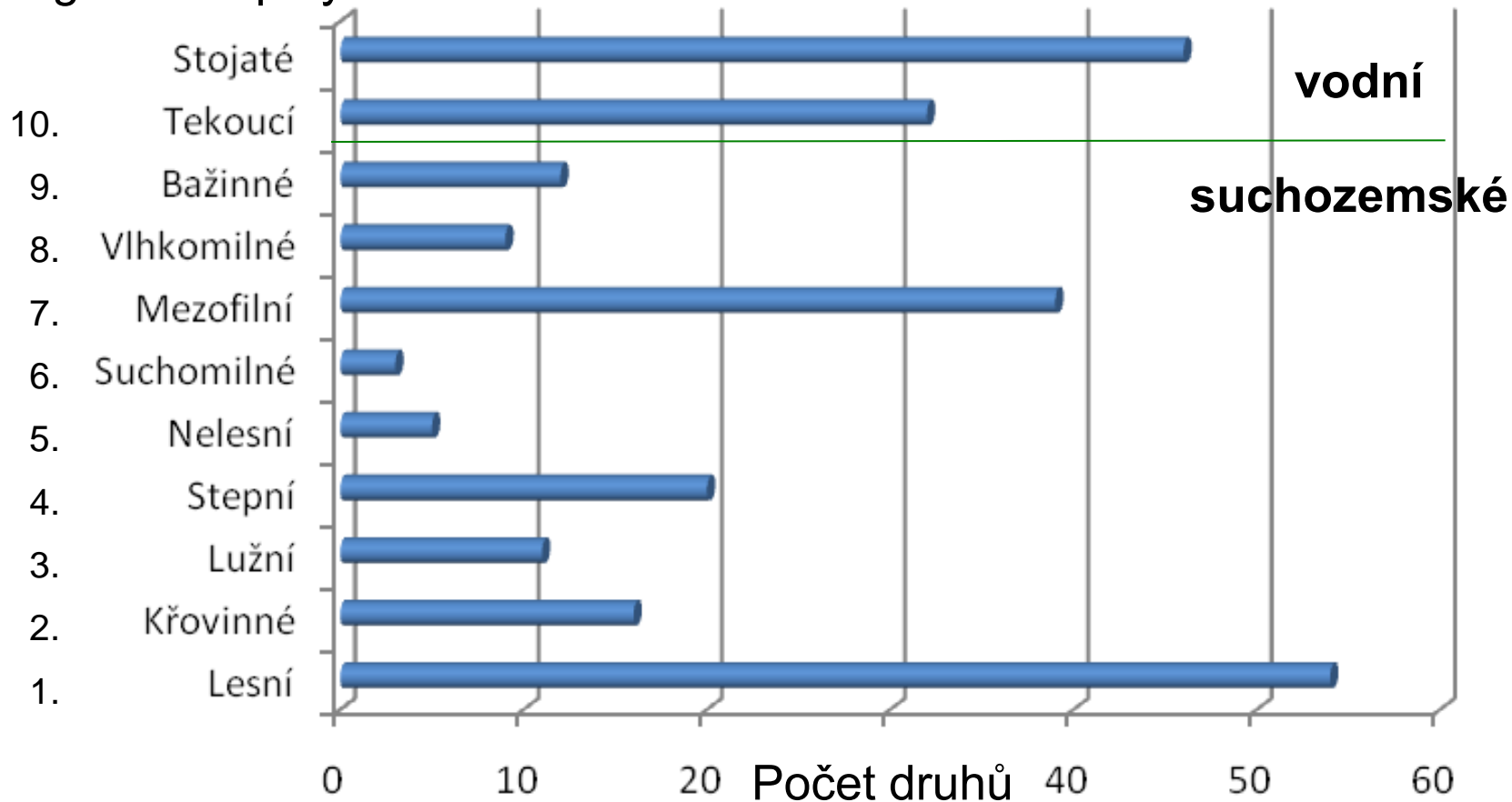


Porovnání počtu druhů měkkýšů České a Slovenské republiky (Horsák et al. 2013, aktualizováno)

# Ekologická klasifikace našich měkkýšů

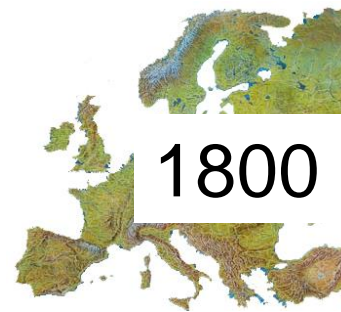
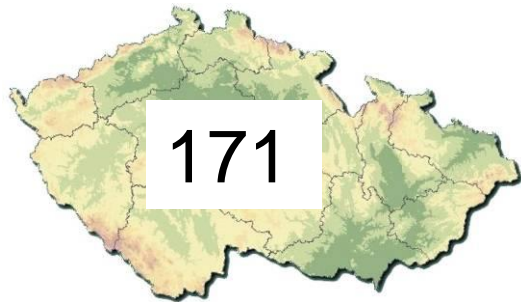
- dělení druhů do deseti základních ekologických skupin (Ložek 1964, Lisický 1991)
- klasifikace současné malakofauny ČR (249 druhů), vodní druhy (10. skupina) rozděleny podle převažujícího výskytu v tekoucích nebo stojatých vodách

## Ekologické skupiny



# Počet druhů a historie výzkumu

- druhová bohatost suchozemských plžů



- více než 150letá tradice výzkumu měkkýšů u nás
- dr. Vojen Ložek - náš nejvýznamnější badatel, zakladatel moderní kvartérní malakozologie





# Metody terénního průzkumu – terestrické biotopy

## ▪ ruční sběr

- pomůcky: kovové hrabátko, měkká pinzeta, epruvety, plátěné pytlíčky
- provedení: vytýčení plochy prozkoumání všech typů mikrostanovišť, standardizace



## ▪ odběr půdní hrabátkem

- pomůcky: kovové hrabátko, igelitová sáček
- provedení: vytýčení plochy, vykopání hloubky ca 5 cm, uložení do igelitového sáčku
- zpracování: uskladnění



## ▪ doplňkové/speciální metody

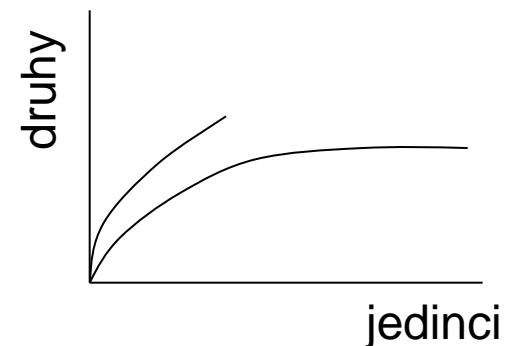
- smýkadlo, močkový listového opad

# Metody terénního průzkumu – terestrické biotopy

---

## ▪ optimalizace úsilí

- Cameron & Pokryszko (2005): jedinců 10x více než druhů a ne méně než 200 kusů
- verifikace pomocí rarefaction



# Metody terénního průzkumu – vodní biotopy

---

## ▪ ruční sběr

- pomůcky: kovové síto, ruční síť na rámu, měkká pinzeta, epruvety, plátěné pytlíčky
- provedení: prozkoumání všech typů mikrostanovišť, prohlížení vegetace, kamenů, dřev, promývání vegetace a sedimentů sítím/sítí, standardizace na čas/úsilí

# Determinace, kde se bez pitvy neobejdeme

---

## rody

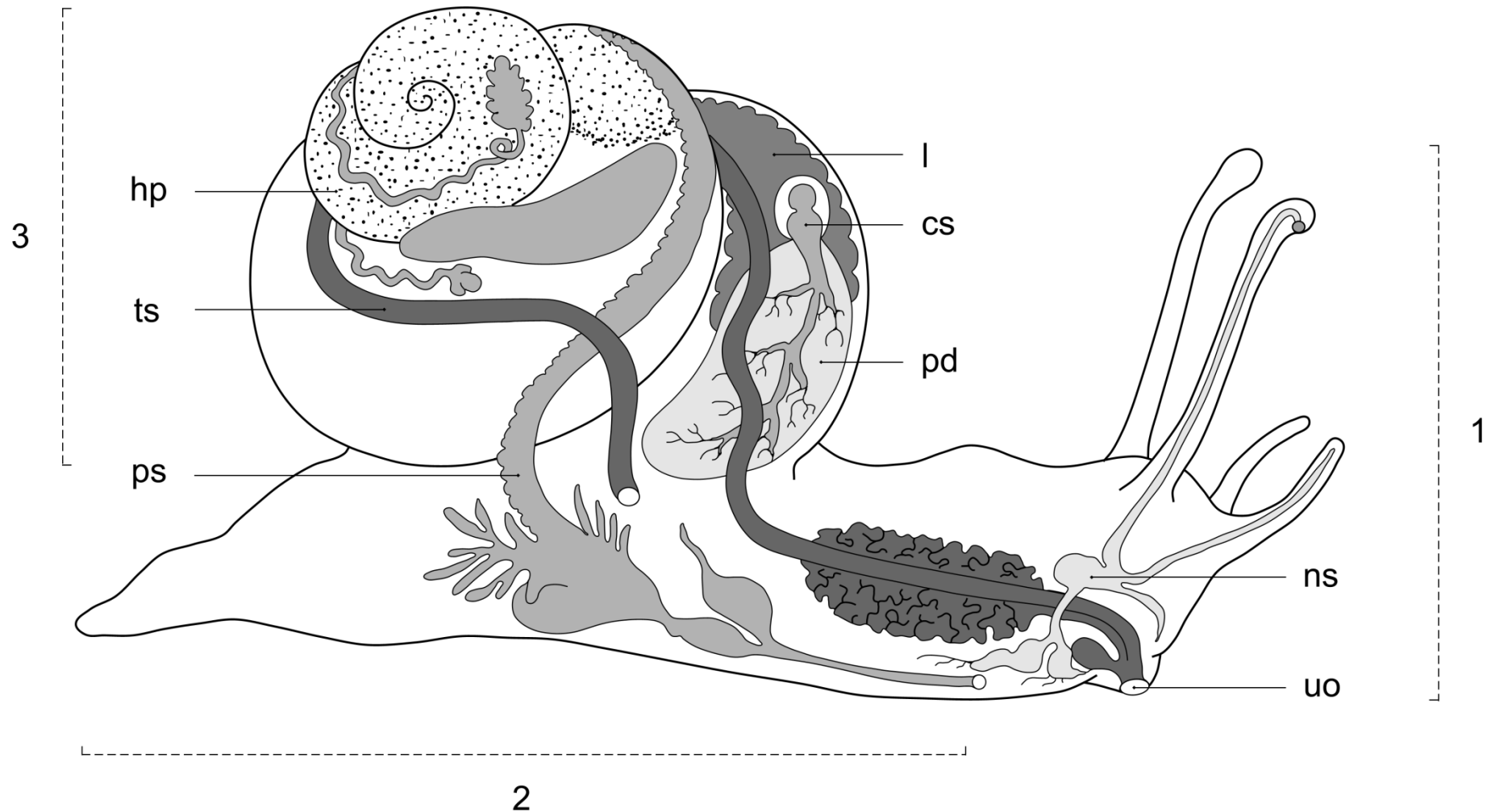
## znaky

<i>Stagnicola</i> ( <i>Anisus</i> )	poměr praeputia a phallotheky penisu, řez prostatou počet klků prostaty
<i>Gyraulus</i>	znaky na penisu, poměr proximální a distální části
<i>Aegopinella</i> ( <i>Oxychilus</i> )	poměr proximální a distální části penisu, napojení zatahovače penisu
<i>Lehmannia</i>	znaky na penisu, tvar, délka flagella
<i>Deroceras</i> ( <i>Arion</i> )	tvar penisu a dráždicího tělesa, délka slepého střeva celkový tvar, poměr penisu a oviduktu, tvar bursy
( <i>Trochulus</i> )	celkový tvar, počet glandula mucosae
(suchomilky)	celkový tvar, utváření a počet šípových vaků

rody v závorkách – pitva nutná méně často

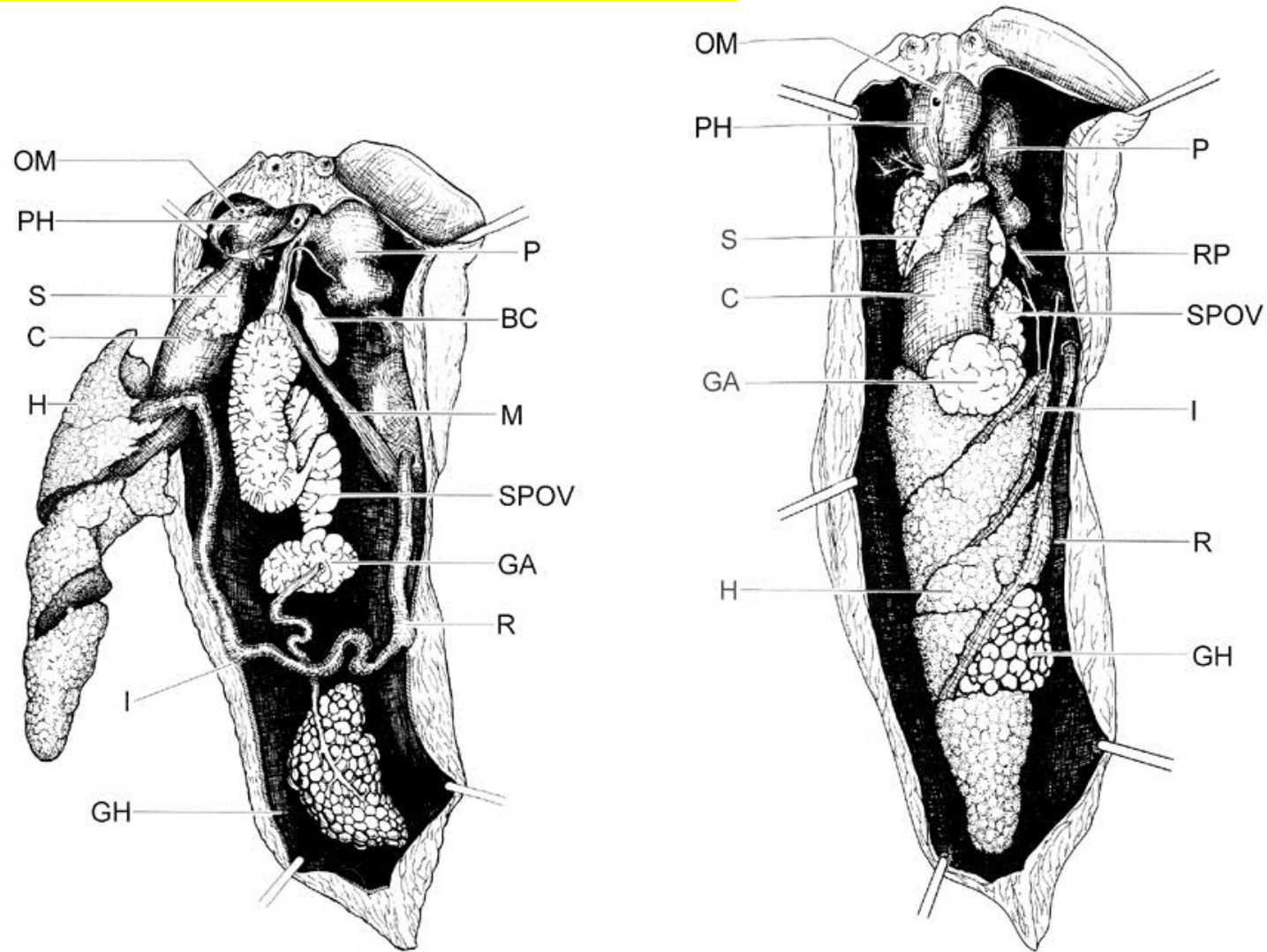


# Základní anatomie ulitnatého plže



1 - hlava s horním párem tykadel nesoucích na konci jednoduché oči a dolním párem čichových tykadel, 2 - svalnatá noha, 3 - ulita kryjící útrobní vak s orgány, cs - cévní soustava, hp - hepatopankreas, ns - nervová soustava, l - ledvina, pd - plíce, ps - pohlavní soustava, ts - trávicí soustava, uo - ústní otvor

# Základní anatomie nahého plže



C - vole, GA – bílková žláza, GH – obojetná žláza, H - hepatopankreas, I - střevo, OM – horní tykadlo, P - penis, PH - hltan, R – rektální část střeva, RP – zatahovač penisu, S – slinné žlázy, SPOV - spermoviduct, (Wiktor 2000)

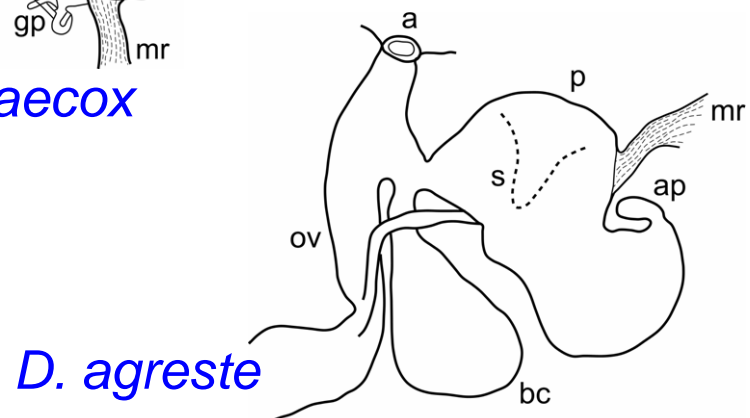
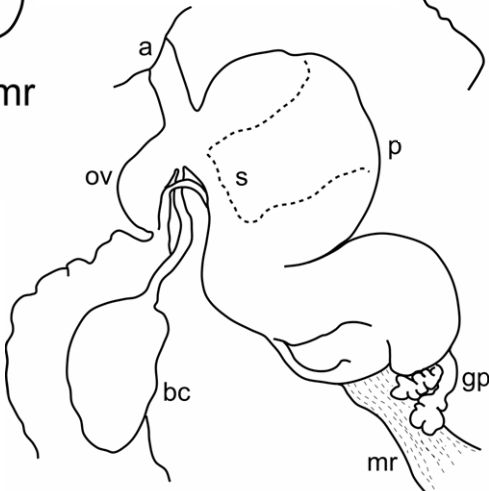
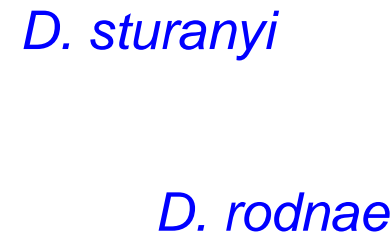
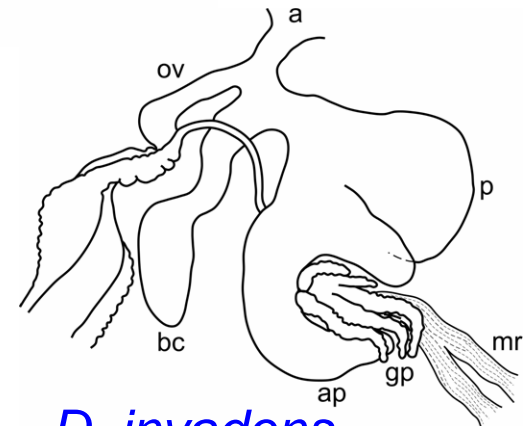
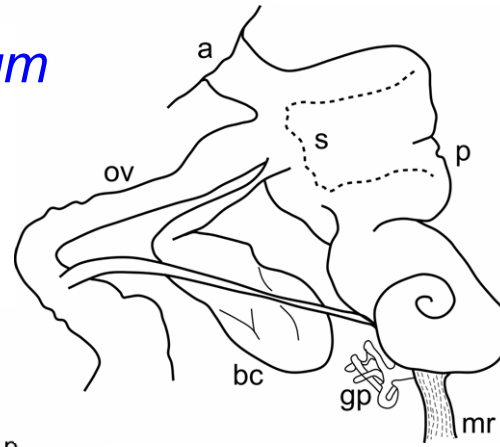
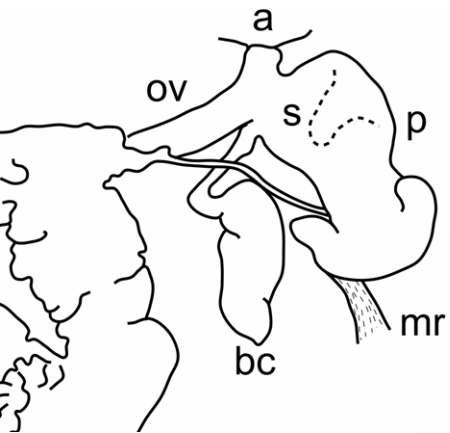
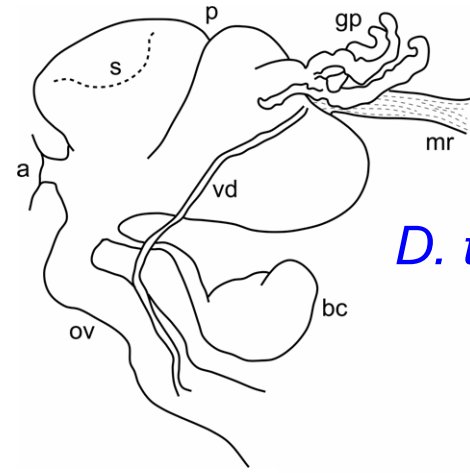
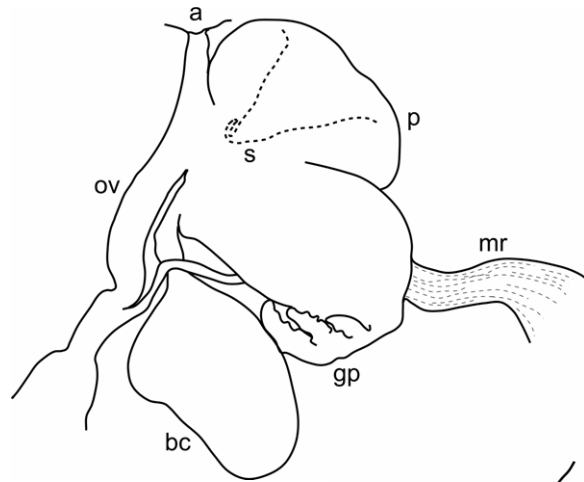
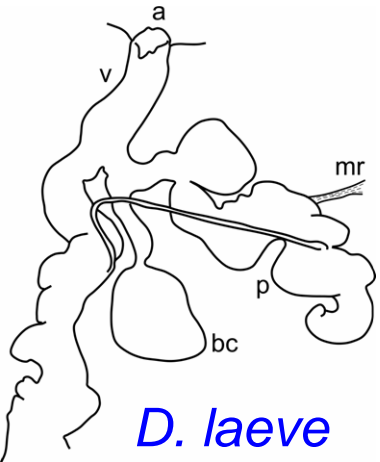
# Fixace před pitvou

---

- ☉ obecně je nutné před fixací plže utopit – relaxovat jeho tkáň, jinak dojde ke křečovitému scvrknutí a následně jsou tkáň tuhé, křehké a lámavé (po delší době mohou macerovat a hnít)
- ☉ doba topení trvá okolo 1 dne, záleží na množství a teplotě vody (jde o obsah kyslíku), utopeného plže poznáme zpravidla tak, že se ve vodě bezvládně vznáší
- ☉ u naháčů možné zjednodušení a urychlení:
  - usmrcení ve vodě sycené  $\text{CO}_2$  (perlivá voda - udušení během několika minut)
  - po 15 min. převedení do ca 70% etanolu
- ☉ plovatky je možné usmrtit vařící vodou a pak převést do lihu
- ☉ suchozemské plže, hlavně menší doporučuji topit (je třeba hlídat - tělo rychle přehnije!)



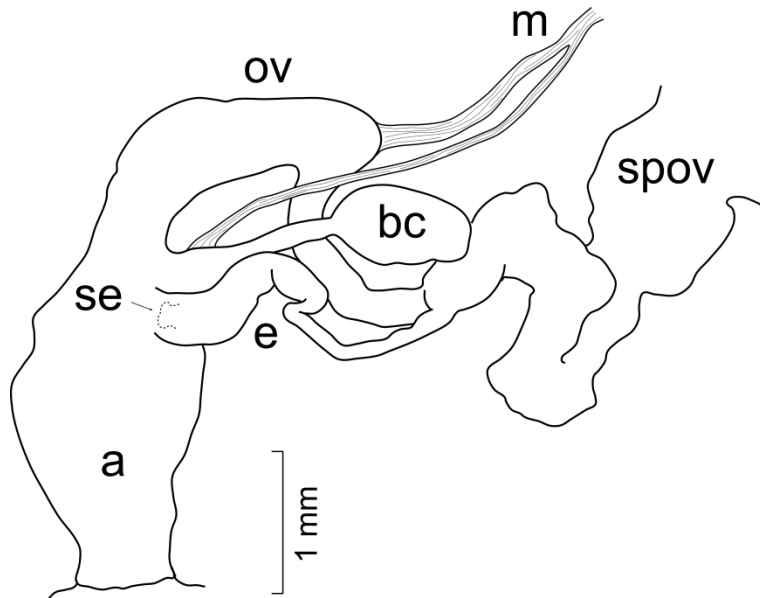
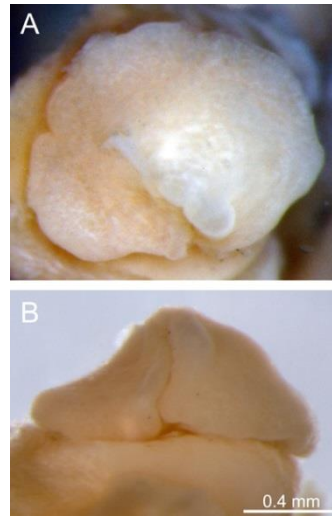
# Variabilita penisů v r. *Deroceras*



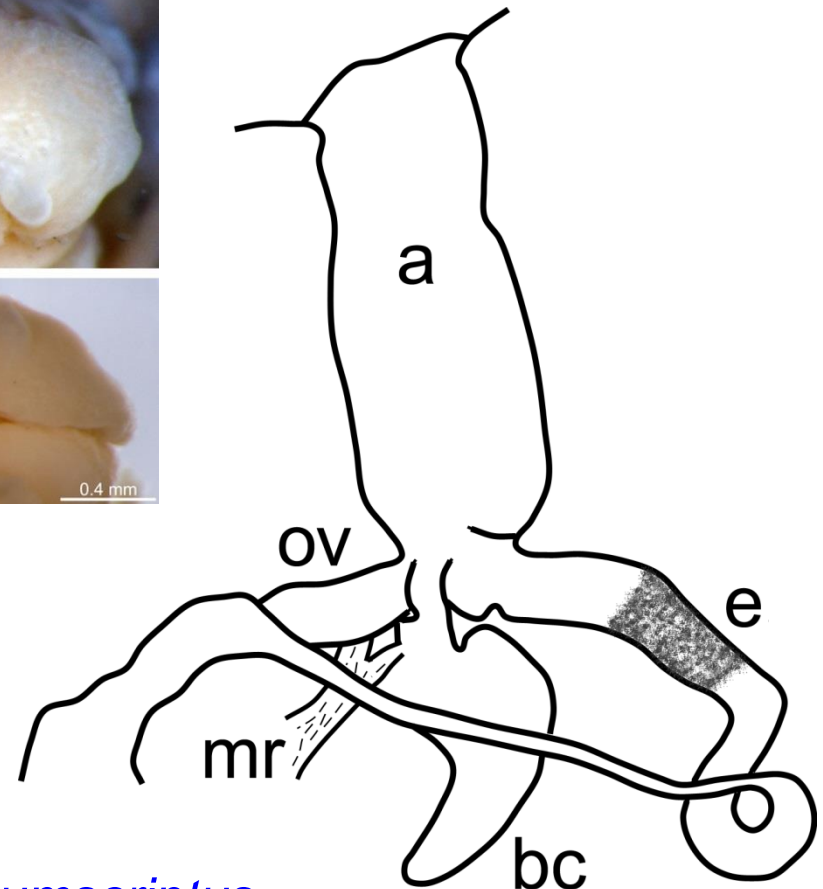
# Pohlavní znaky v r. *Arion*

- znaky v tomto rodě jsou ve vzájemném poměru oviduktu (ov) a epiphalu (e), utváření atria (a) a semenné schránky (bc), a také napojení zatahovače penisu (mr/m), někdy také vnitřní struktury epiphalu (se)

*A. distinctus*, vnitřní struktura epiphalu



*A. alpinus*



*A. circumscriptus*

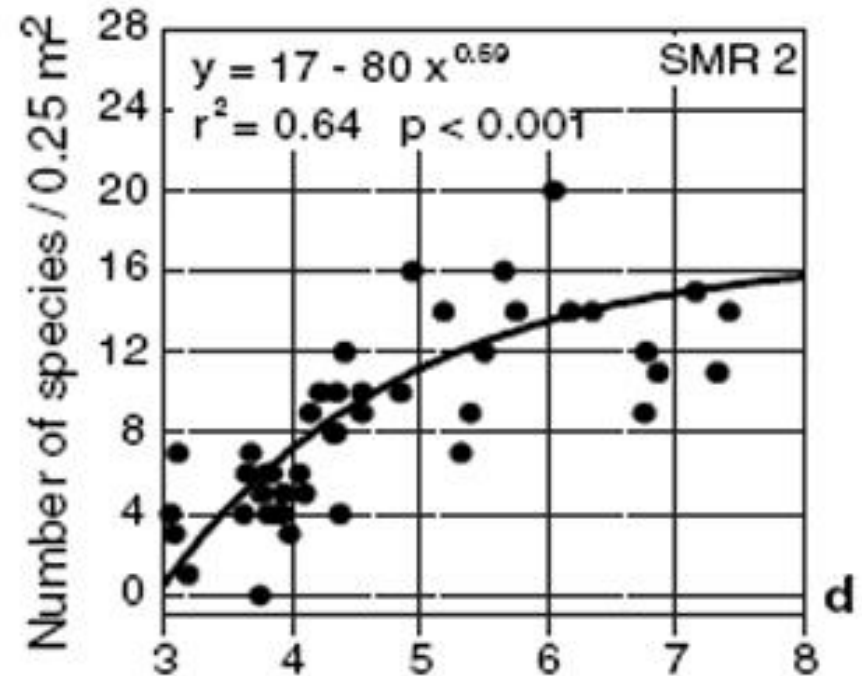
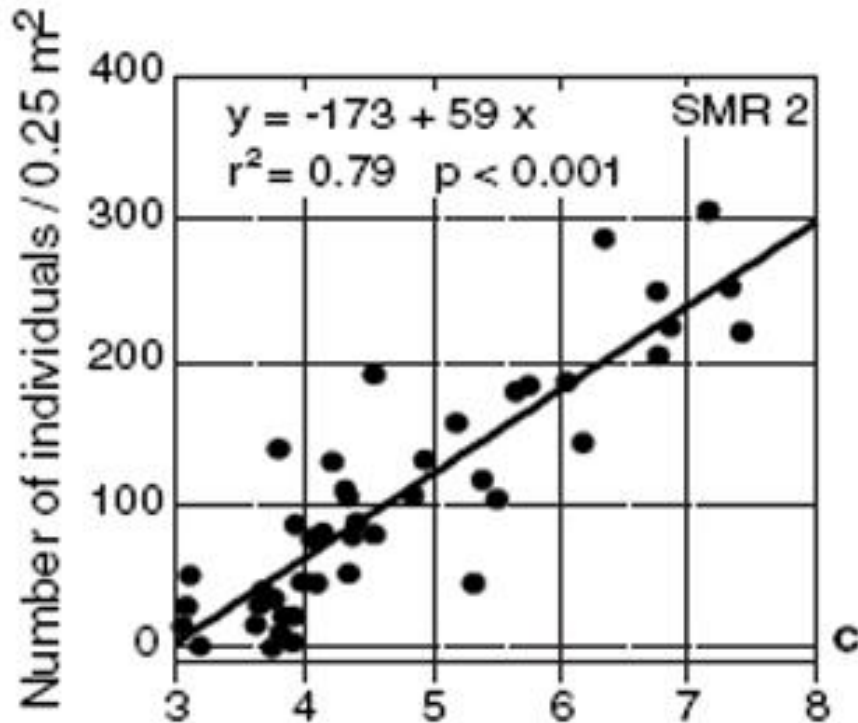
# Hlavní ekologické faktory

---

- **obsah vápníku** – pozitivní vliv, množství studií:
  - velkoškálové, společenstva: např. Wäreborn 1969, 1970, 1976; Waldén 1981; Millar & Waite 2002; Martin & Sommer 2004a, Horsák & Hájek 2003; Horsák 2006; Horsák & Cernohorsky 2008
  - maloškálové, společenstva: Nekola & Smith 1999; Juříčková et al. 2008 (review studií, hlavně vliv vápníku)
  - druhy: Horsák et al. 2007 (více druhů); Horsák et al. 2011 (*P. alpicola*); Schenková et al. 2012 (*V. geyeri*)
- **vlhkost** – pozitivní vliv, studií méně:
  - společenstva: Wäreborn 1969; Martin & Sommer 2004a, b; Gleich & Gilbert 1976; Getz & Uetz 1994; Dvořáková & Horsák 2012; Chiba 2007
  - druhy: Schenková et al. 2012 (*V. geyeri*), Tattersfield & McInnes 2003 (*V. moulinsiana*), málo suchomilných druhů
- **zachovalost / historická kontinuita** – pozitivní vliv, málo: např. Horsák et al. 2007, Horsák et al. 2012
- **vlastnosti substrátu** – relativně málo studií: Hermida et al. 1995; Nekola 2003

# Vliv vápnicku

- pozitivní vliv na abundance i počet druhů, málo nebo chybí acidofilní druhy

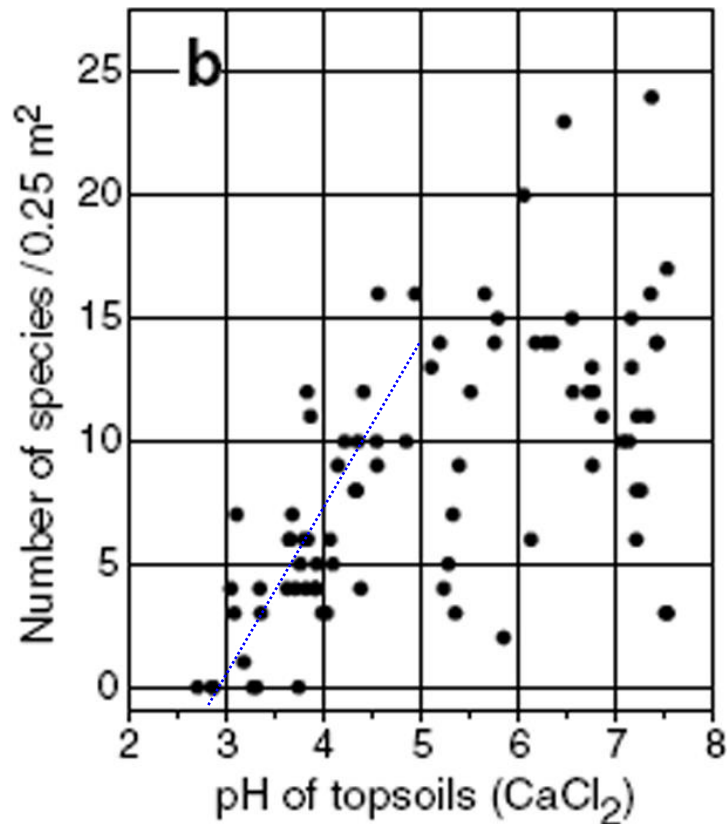


pH půdy

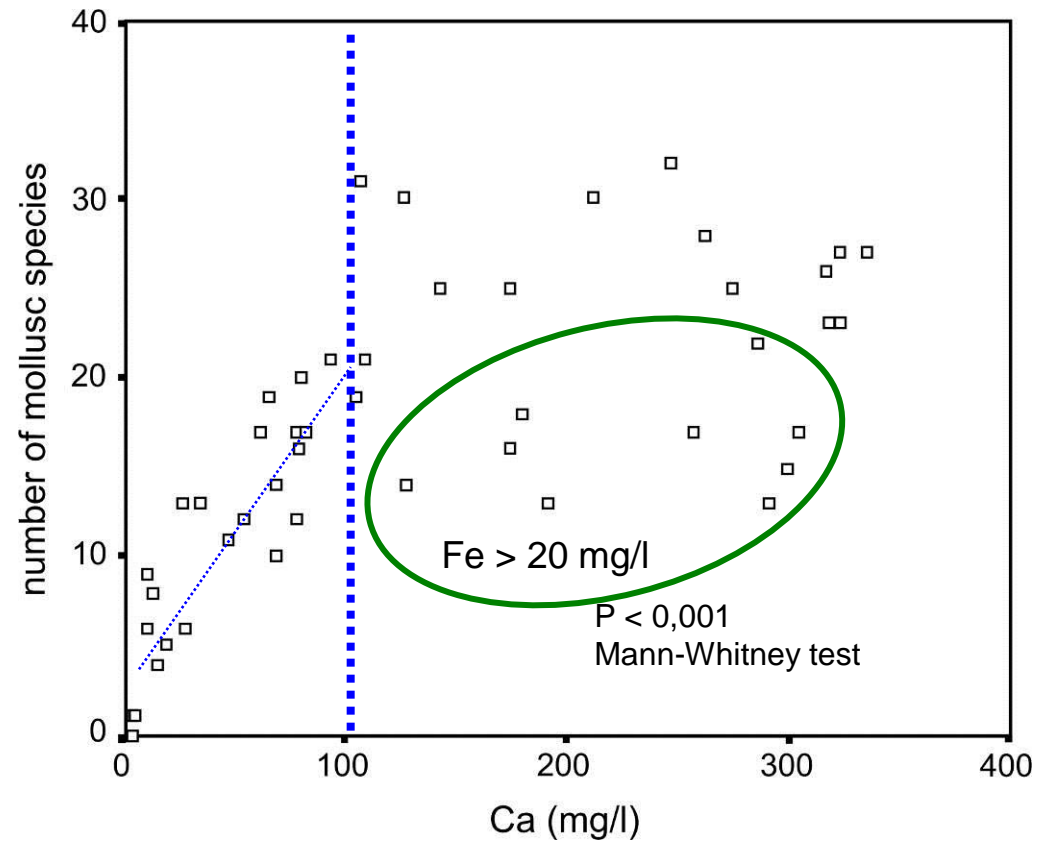
(středně vlhké lesy jih.-záp. Německa, Martin & Sommer, 2004)

# Vliv vápníku

- úzká vazba pouze na vápníkem chudých stanovištích (limitující faktor)



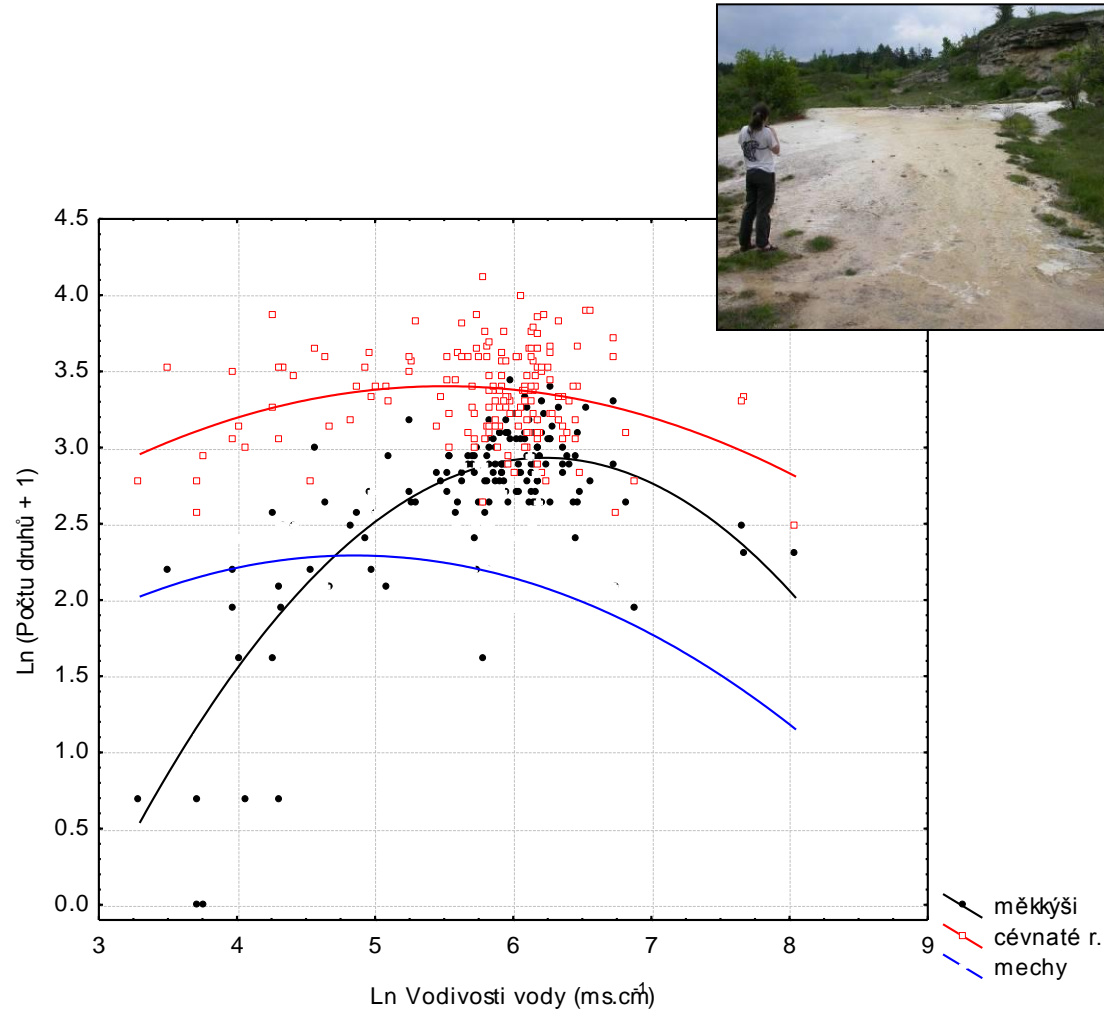
(Martin & Sommer, 2004)



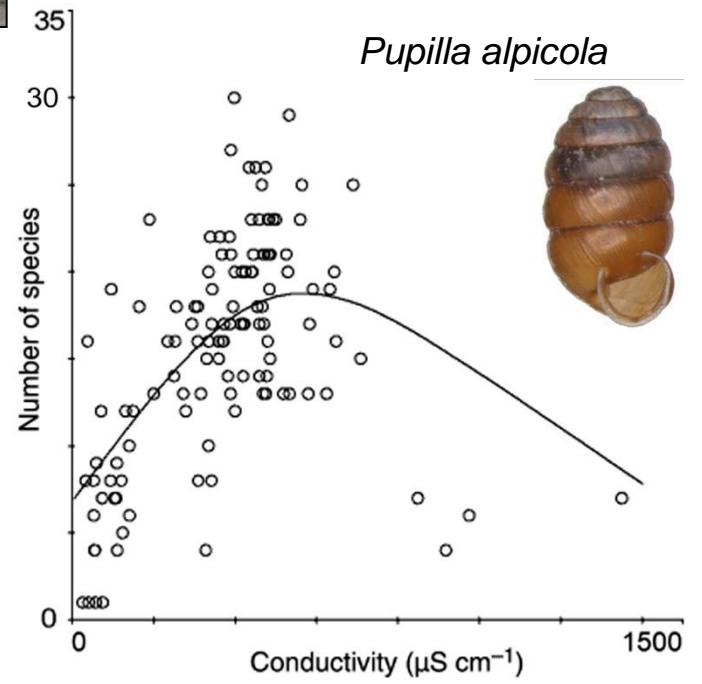
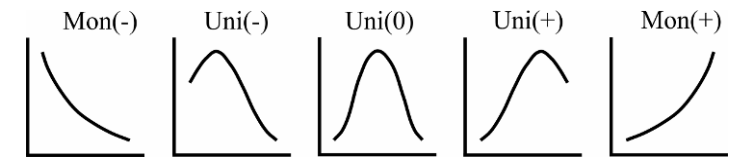
(Horsák & Hájek, 2003)

# Vliv vápničku

- pokles druhů s vysokou bazicitou (další limitující faktory)



(Horsák & Hájek, nepubl. data)

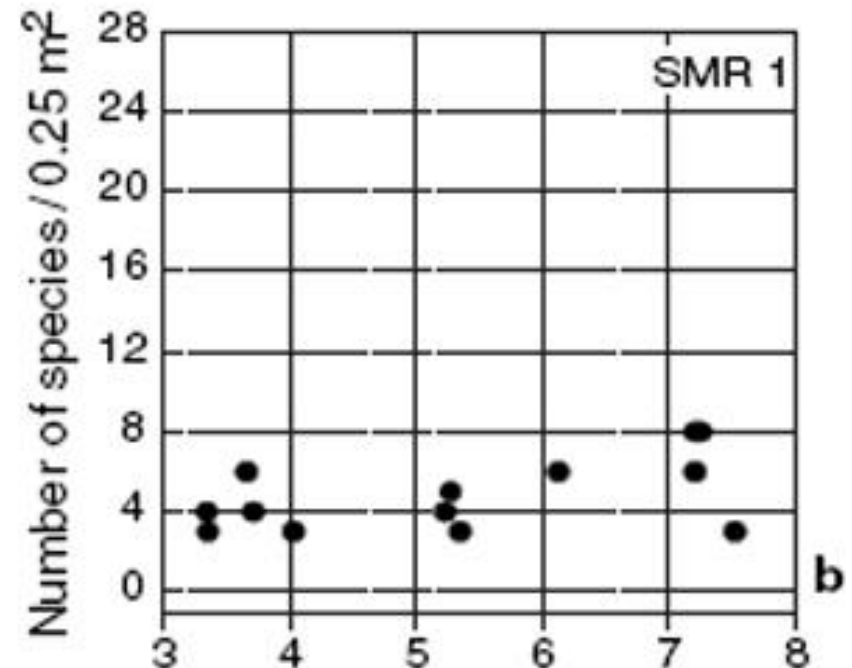
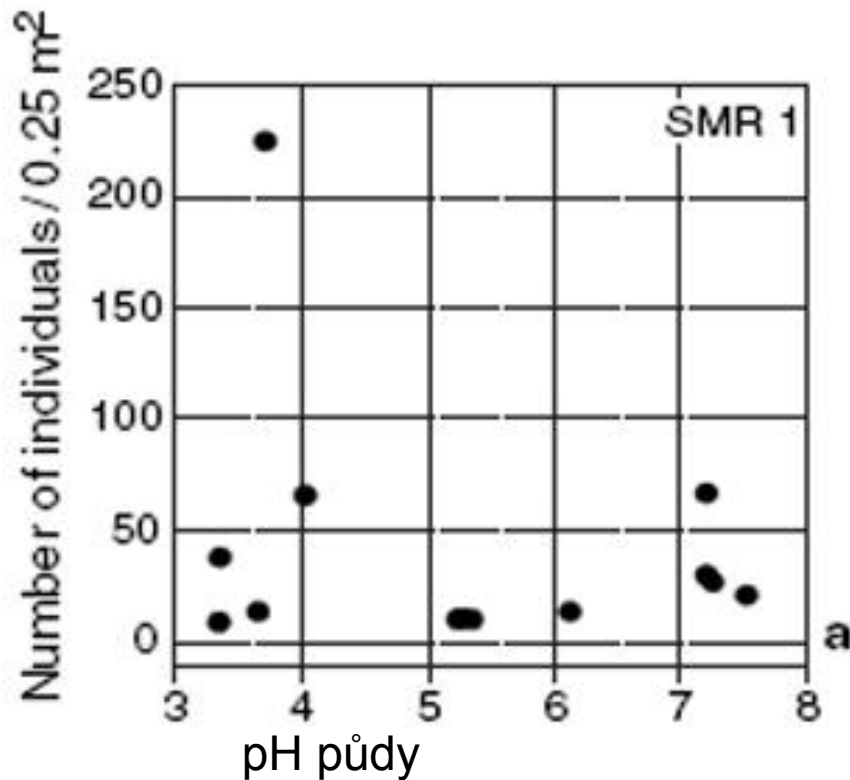


(Horsák 2006)



# Vliv vlhkosti

- pozitivní vazba, v temperátu málo suchomilných druhů (nenáročné na další faktory prostředí)

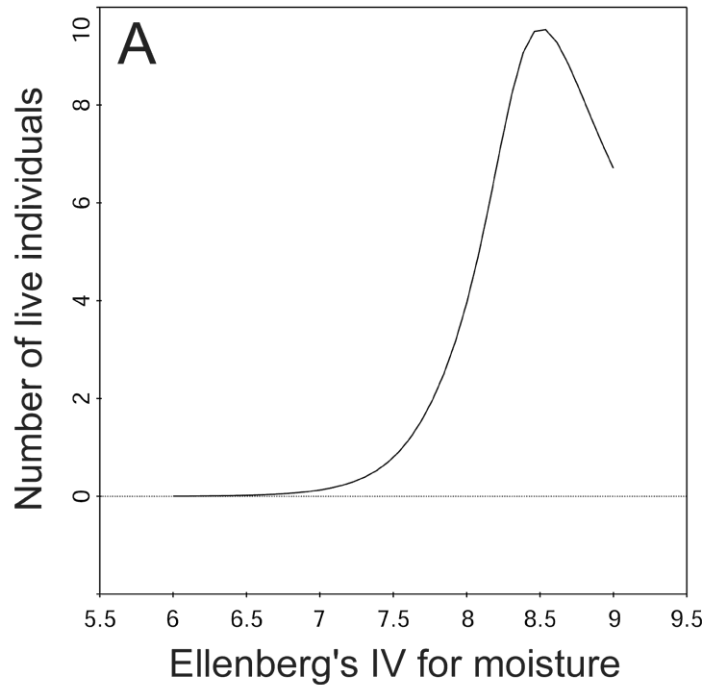


(suché lesy jih.-záp. Německa, Martin & Sommer, 2004)

# Vliv vlhkosti

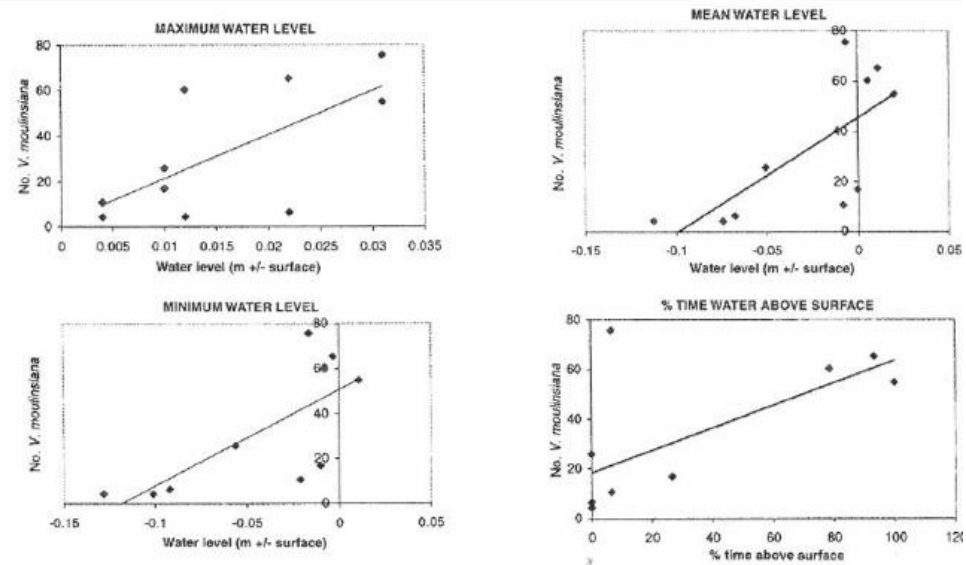
- vazba na stabilní zamokření u bažinných druhů

## *Vertigo geyeri*

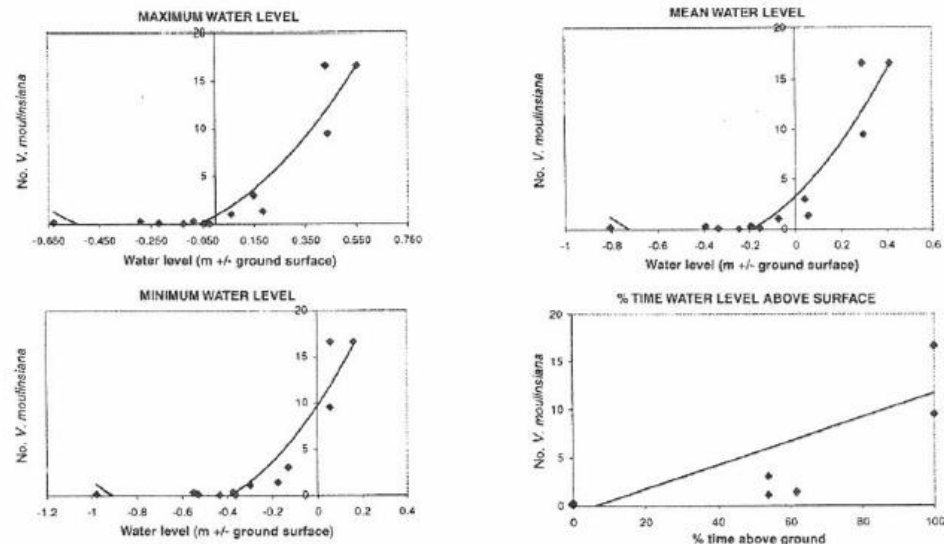


(Schenková et al. 2012)

## (b) MARKET WESTON FEN



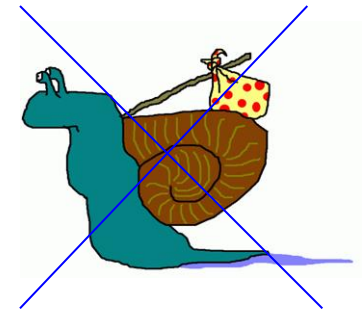
## (c) THOMPSON COMMON



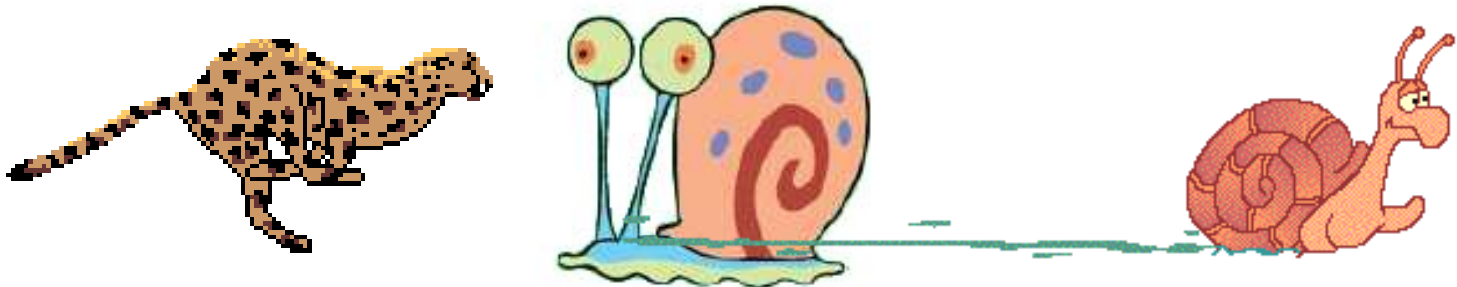
(Tattersfield & McInnes 2003)

- dobrá znalost autekologie – jasně definované hlavní ekologické faktory, společné pro většinu druhů

1. obsah dostupného vápníku
2. vlhkost
3. zachovalost stanoviště



- relativně nízká mobilita a těsná vazba na stanoviště (např. dospělci závornatky *Bulgarica cana* urazili za den od 10-150 cm, za měsíc max. 20 m, M. Marzec, 2006)



# Rychlost aktivního šíření - rekordy

- nízká mobilita, aktivní pohyb omezený (vazba na stanoviště)
  - *Achatina fulica*: 1,5 (dospělci) až 8,3 m (juvenilové) za den (Tomiyama & Nakane 1993)
  - *Cepaea nemoralis* a *Arianta arbustorum*: 50-100 cm za den, 5-20 m za rok (viz Baur & Baur 1993)
  - *Punctum pygmaeum*: cca 5 cm za 12 hodin (Baur & Baur 1988)
  - *Chondrina clienta*: 88-264 cm za rok (Baur & Baur 1995)
- rychlost souvisí s velikostí těla (drobní – velmi neefektivní)
- běžný „homeing“, ale spíše na úrovni druhu (disperze nižší)

cm



20



2,5



0,1



0,6



*Limacus flavus*



# Možnosti pasivního šíření

- hydrochorně (plovoucí dřeva či ostrůvky, porézní horniny)
- anemochorně (na listech, tornáda)
- exozoochorně (ptáci, savci, obojživelníci, vodní hmyz)

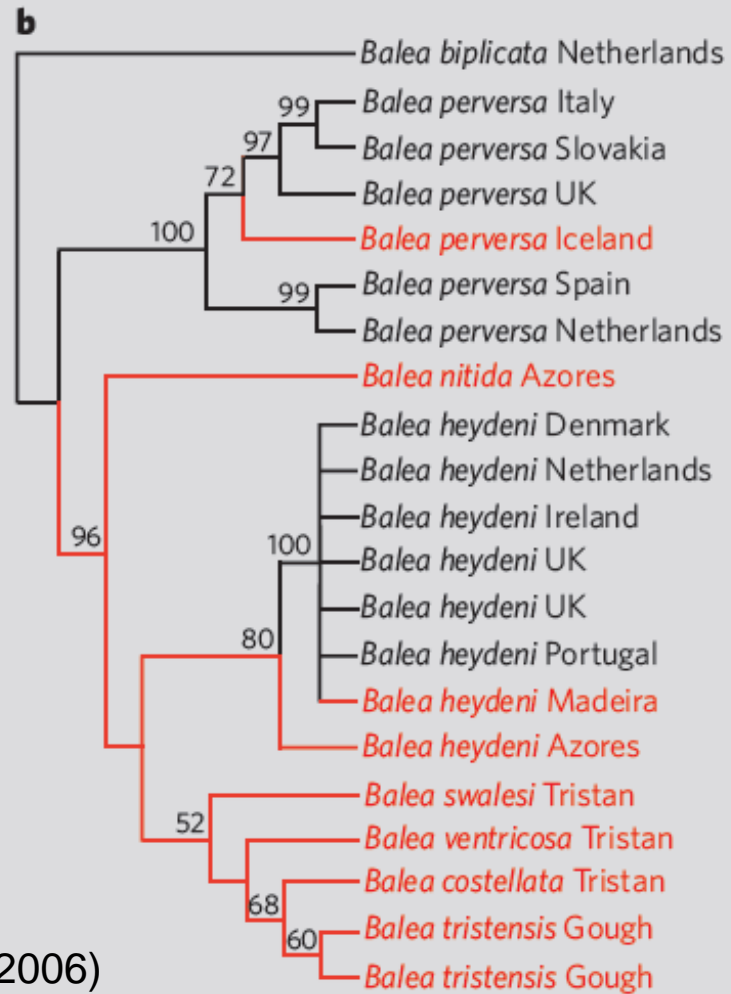
*Balea sarsii* (= *B. heydeni*)



“Pride Comes Before the Fall”  
 Marcus Gheeraert (1597)



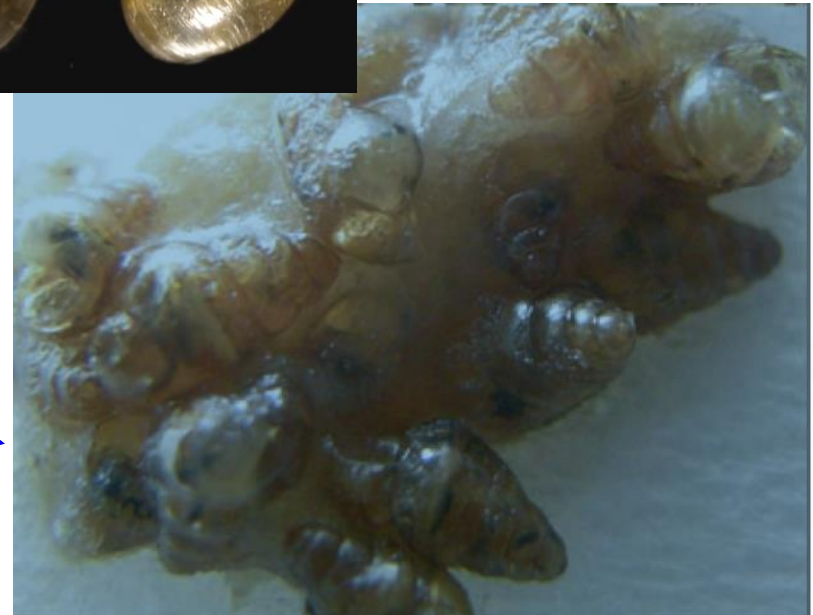
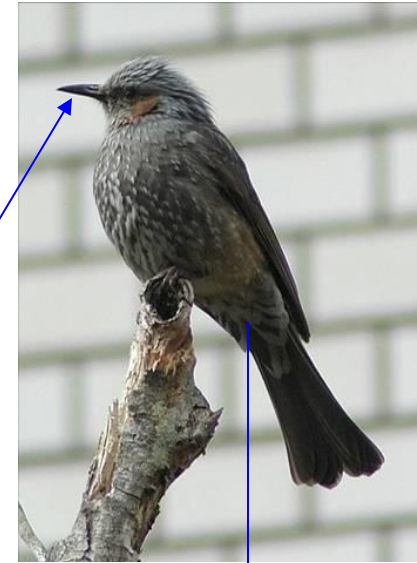
(Gittenberger et al. 2006)



- když plži prochází žaludkem (Wada et al. 2012)



*Zosterops japonicus* (kruhoočko japonské)

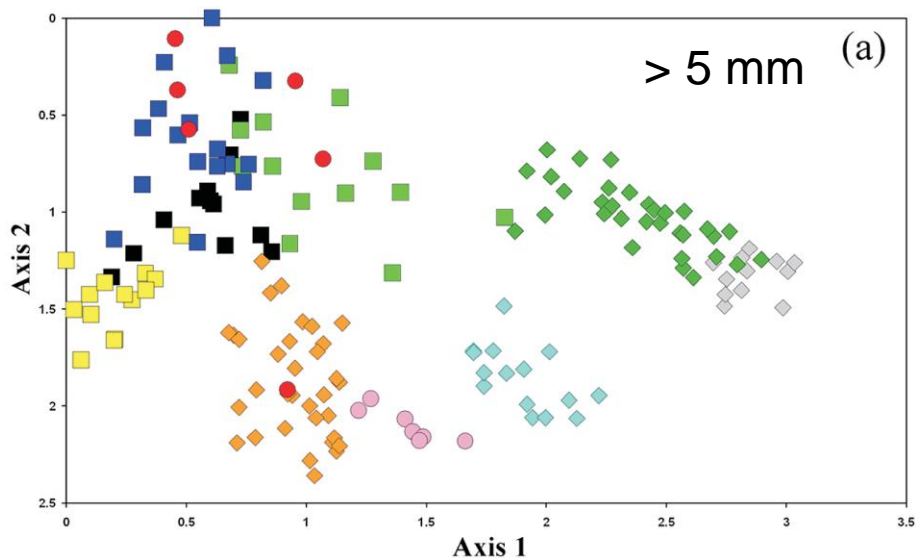


plži *Tornatellides boeningi* v exkrementech

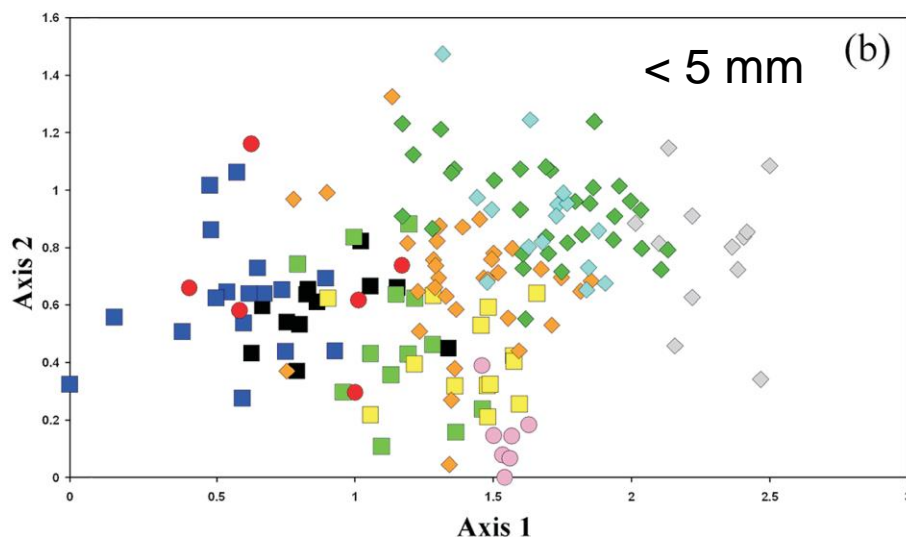
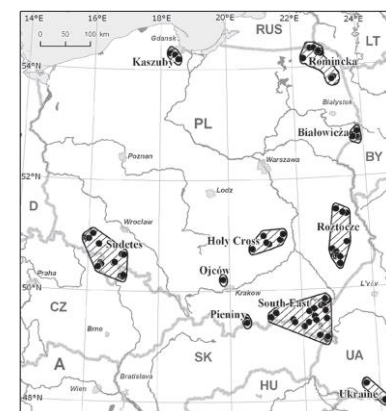


# Biogeografické důsledky pasivního šíření

- s velikostí těla roste endemismus a biogeografický signál, malé druhy mají velké areály – hlavní jsou „niche-base processes“, fyziologická tolerance chladu



(Cameron et al. 2010)

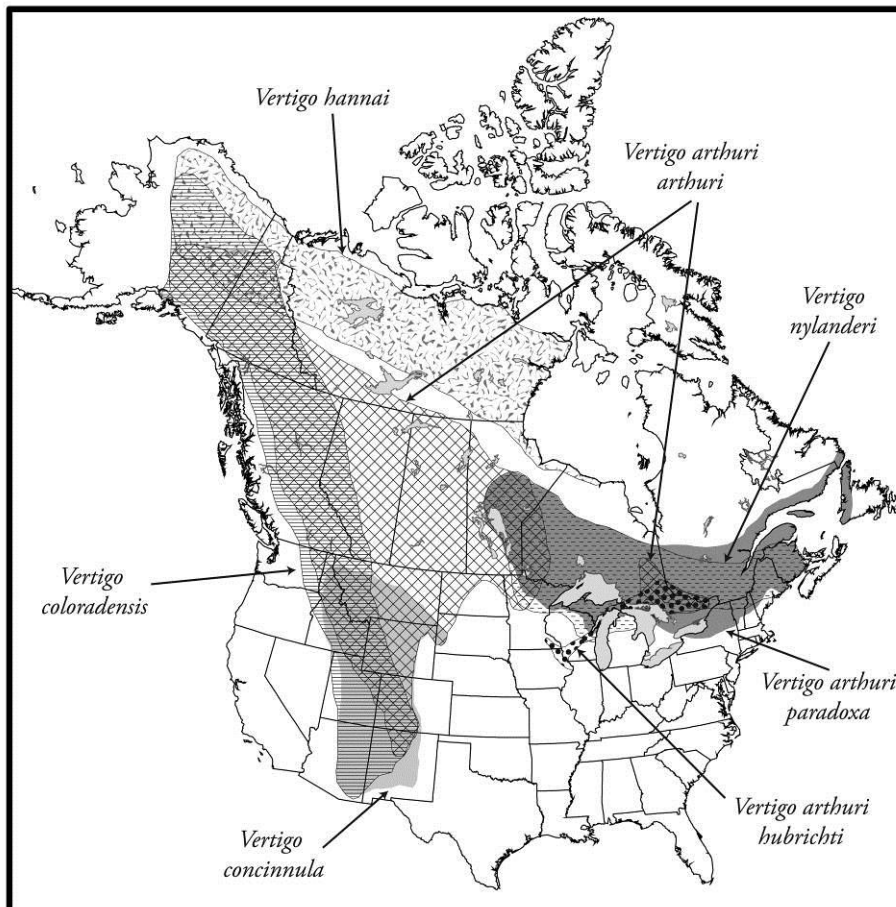


- DCA společenstev lesních plžů Polska, zvlášť pro velké a malé druhy (symboly jsou označeny jednotlivé regiony)

# Biogeografické důsledky pasivního šíření

- velké areály drobných druhů – holoarktické universum

tyto ulity jsou menší než 2,3 mm



(Nekola 2011, in litt.)

*Vertigo arthuri*  
*arthuri*



*Vertigo arthuri*  
*hubrichti*



*Vertigo arthuri*  
*paradoxa*



*Vertigo nylanderi*



*Vertigo hannai*



*Vertigo concinnula*



# Biogeografické důsledky pasivního nešíření

- v jihovýchodní USA téměř každý plž s ulitou nad 1 cm je endemitem jednoho horského pohoří



*Ashmunella angulata*  
Chiricahua Mountains



*Ashmunella proxima*  
Chiricahua Mountains



*Ashmunella hebari*  
Big Hatchet Mountains



*Ashmunella mogollonensis*  
Mogollon Mountains



*Ashmunella cockerelli*  
Mimbres Mountains



*Ashmunella rhyssa*  
Sacramento Mountains



*Ashmunella townsendi*  
Nogal Peak



*Ashmunella pseudodonta*  
Capitan Mountains



*Ashmunella ashmuni*  
Jemez Mountains



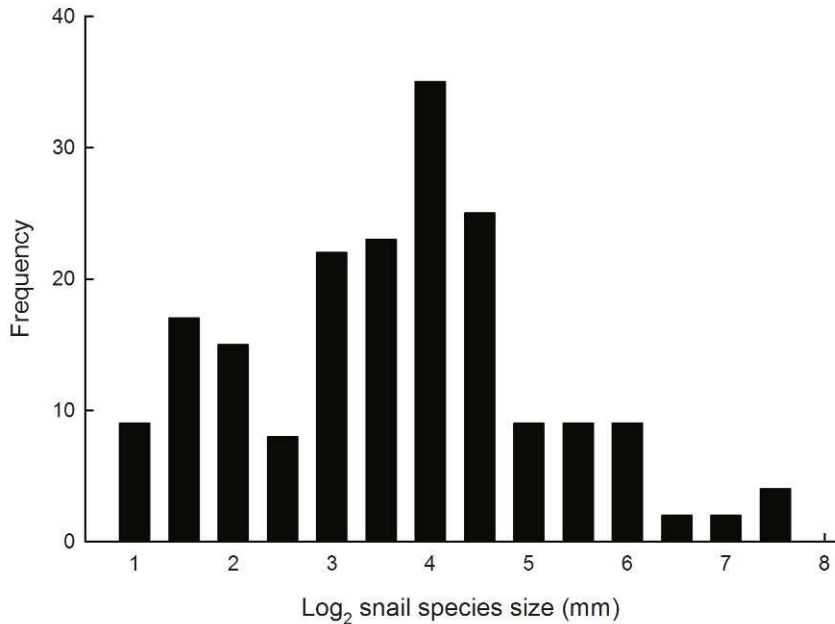


# Velikost těla suchozemských plžů

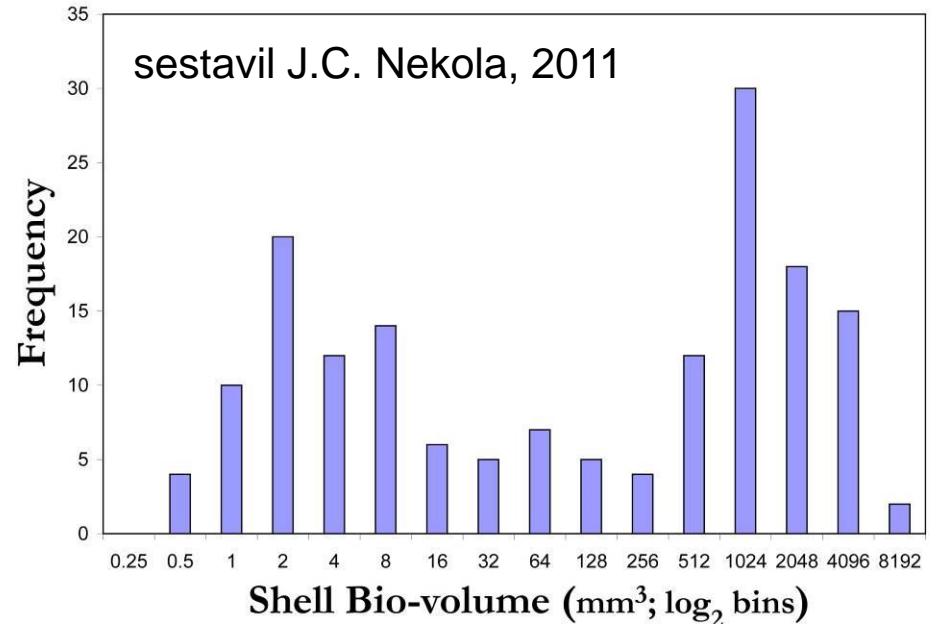


- univerzální bimodalita – ekologicky a biogeograficky dvě velmi rozdílné skupiny plžů

střední Evropa



Body Size Spectrum  
New Mexico Land Snails



# Novodobé možnosti pasivního šíření

---

- transport s člověkem (Dörge et al. 1999 – review, Aubry et al. 2006)
- *Cornu aspersum* a *Helix lucorum* v Praze (Juříčková & Kapounek 2009, Peltanová et al. in prep.)



*Cornu aspersum*



*Helix lucorum*



Zoologické dny, 7.-8. 2. 2013, Brno

# Za měkkýši do Jakutska (nejezděte)

*„babička Lena“, šířka ca 10 km*

Michal Horsák

*Ústav botaniky a zoologie, MU, Brno*





# Geografická pozice, klima, zkoumané území

- Jakusko, rep. Sakha, Республика Саха (Якутия)
- rozloha: 3,083,523 km<sup>2</sup> (největší federativní stát na světě)
- hlavní město Jakutsk (nevětší město světa na permafrostu), 270 tis. lidí
- ø červen: +20 °C, ø leden: -39 °C





# Stanovištní heterogenita: nelesní stanoviště

- velmi malá, homogenita na velkých prostorových škálách





# Stanovištní heterogenita: lesní stanoviště

- velmi malá, homogenita na velkých prostorových škálách





# Stanovištní heterogenita: specifika

- permafrost a termokras: alasy, pinga, bajdžarachy a opilý les





# "Background", hypotézy a cíle

- velmi málo dat z arktických a velmi chladných oblastí
- suchozemským plžům obecně chybí specif. kryoprotektivní látky, počet druhů do chladných oblastí klesá
- klimatická hypotéza latitudinálního gradientu diverzity



# Výsledky

- celkem 11 ulitnatých a dva nazí plži
- pouze 4 druhy hojněji, v hemiboreálních lesích



*Vertigo  
ronnebyensis*



*Vertigo  
alpestris*



*Euconulus  
fulvus*

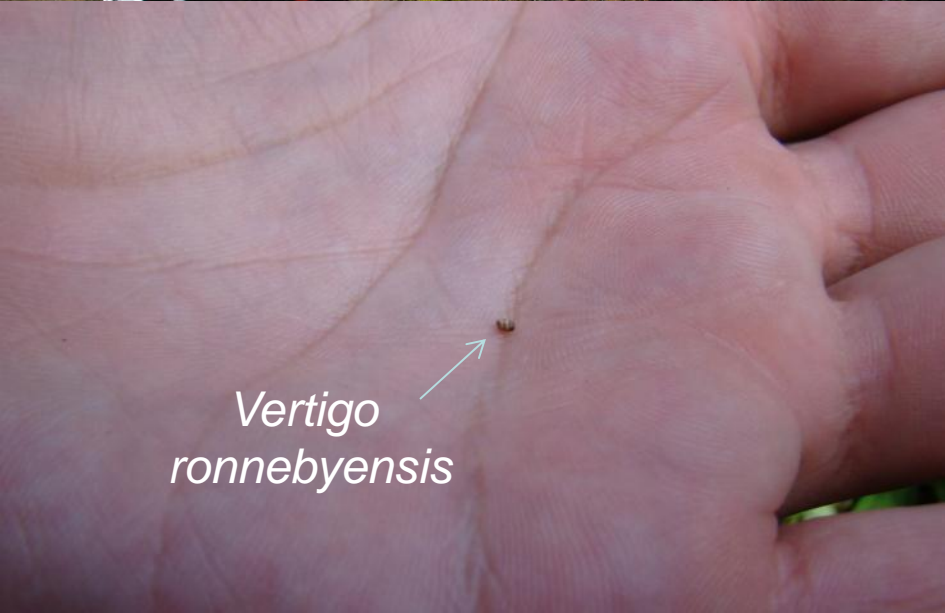


*Vallonia  
kamtchatica*

- průměrně 1,4 druhu na lokalitu, max. 8
- většina nelesních ploch bez plžů, většina lesních s výskytem
- výskyt plžů na nelesních plochách pozitivně korelovat s množstvím nadzemní biomasy vegetace
- na lesních plochách počet druhů roste s množstvím vápníku



# Proč tak málo druhů?



*Vertigo  
ronnebyensis*

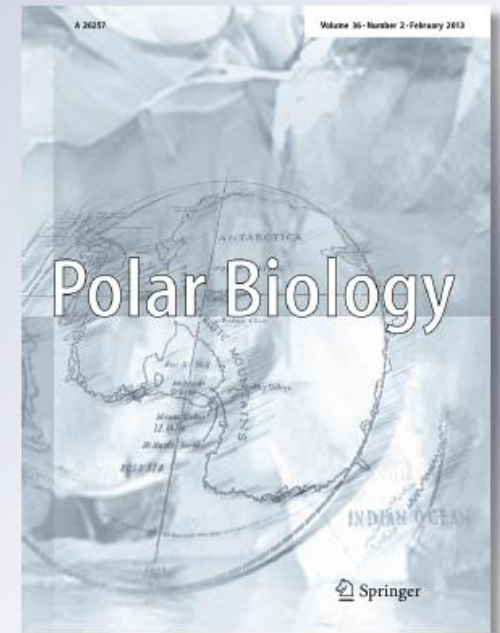
*Exceptionally poor land snail fauna of central Yakutia (NE Russia): climatic and habitat determinants of species richness*

**Michal Horskák, Milan Chytrý & Irena Axmanová**

**Polar Biology**

ISSN 0722-4060  
Volume 36  
Number 2

Polar Biol (2013) 36:185–191  
DOI 10.1007/s00300-012-1249-5



 Springer



# Proč do Jakutska?

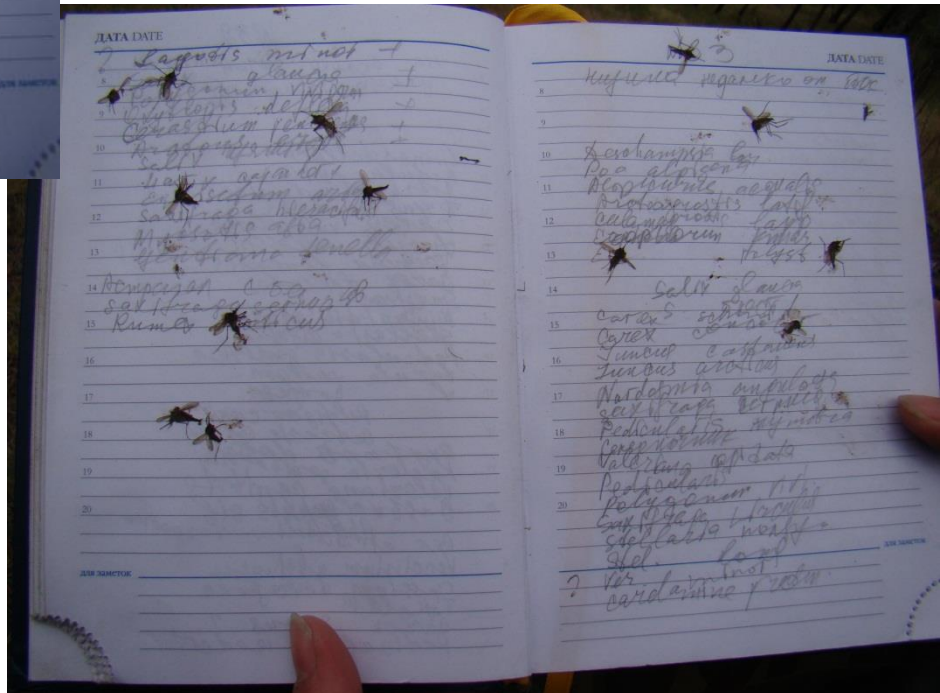




# Proč do Jakutska?



# Něco pro entomology



**Děkuji za pozornost!**

- **Fylogenetické a fylogeografické studie holarktických suchozemských plžů: sumarizace a struktura poznatků**
- **Vliv výšky hladiny pozemní vody na diverzitu suchozemských plžů**