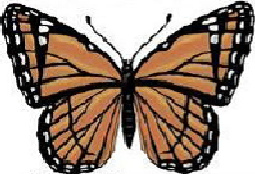
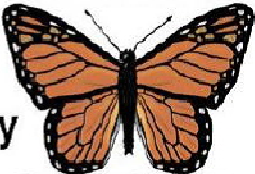


Obrana proti predátorům (kryptické zbarvení a mimikry)





Mimetismo



Mimicry



Danaus plexippus *Limenitis archippus*
Batesian mimicry: Monarch (*Danaus*) is poisonous; viceroy (*Limenitis*) is palatable mimic



Heliconius erato *Heliconius melpomene*



Heliconius sapho *Heliconius cydno*
Müllerian mimicry: two pairs of mimics; all are distasteful

Bára Turbaková

Brno 1. 12. 2014

Závody ve zbrojení (arms race) (Cott 1940)



-**permanentní souboj** - jedinci, kteří díky mutacím mají vylepšené obranné mechanismy- **reprodukční výhoda** proti ostatním jedincům v populaci, **jejich geny se šíří**

- to samé platí i na straně nepřátel, kteří na vylepšenou obranu odpovídají vylepšenými útočnými technikami

-v souboji má evoluční výhodu kořist -> větší selekční tlak ze strany predátora



-> vysvětlení: **princip života a večere** (Dawkins & Krebs 1979)

Příklady adaptací predátora a protiadaptací kořisti

predator activity	predator adaptations	counter-adaptations by prey
searching for prey	improved visual acuity	crypsis
	search image	polymorphism
	search limited area, where prey abundant	space out
recognition of prey	learning	mimicry
catching prey	motor skills (speed, agility)	escape flights, "startle" response
	weapons of offence	weapons of defence
handling prey	subduing skills	active defence, spines, tough integument
	detoxification ability	toxins

Typy obranných strategií rostlin

2 obranné strategie: 1) **evoluce rezistence** (mechanická nebo chemická obrana)
2) **evoluce vyšší tolerance k herbivorii** (snižování účinků ztráty biomasy na fitness)

- **Mechanická obrana** – tuhost, horší chuť
 - Trny, ostny, žláznaté trichomy, tvrdá kůra na kmenu, skořápka na semenech, vysoký obsah křemíku u trav
- **Chemická obrana** – pomocí sekundárních metabolitů (alelochemikálií)
 - **Fenoly** – nejvýznamnější jsou taniny – inaktivují trávicí enzymy a tím snižují stravitelnost, mají také svíravé účinky na sliznici ústní dutiny
 - v listech dřevin (bobovité, bukovité, rdesnovité)
 - **Alkaloidy** – nikotin, kokain, kofein, morfin, chinin - hořká chuť, toxické
 - mákovité, lilkovité, pryskyřníkovité
 - **Terpeny** – esenciální oleje, pryskyřice, steroidy
 - pryskyřice borovic zalepuje ústní orgány býložravců
 - srdeční glykosidy zpomalují srdeční frekvenci (oleandr, náprstník červený)

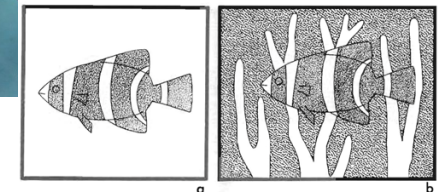


Konstitutivní obrana - před napadením má rostlina vždy jen malé množství obranných sloučenin

Indukovaná obrana – po napadení toto množství vzroste a mohou se objevit zcela nové látky

Typy obranných strategií živočichů

- **obrana primární** (před napadením)
- **obrana sekundární** (po zahájení útoku)



1) vyhýbání se detekci predátorem

- krypse, maškaráda (napodobování nejedlého objektu), disruptivní zbarvení (falešné kontury těla), protistín a protiosvětlení, průhlednost a stříbření

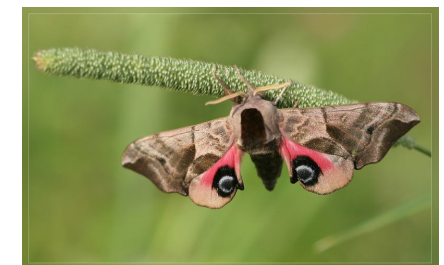


2) odrazování útočníka po detekci

- útěk, bodliny, toxiny, signály (stotting u gazel), aposematismus, Müllerovy mimikry

3) klamání protivníka- využívání signálních systémů jiných druhů

- Batesovy mimikry, Mertensovy mimikry, Peckhamovy mimikry, deflekce (přesměrování útoku na méně choulostivé místo pomocí zbarvení-falešné oči), překvapivé podněty



Kryptické zbarvení

- **napodobování pozadí**
- důležitý je barevný **polymorfismus** v populacích
 - pozadí je variabilní
 - ochranný účinek zbarvení klesá s rostoucí abundancí druhu (predátoři se zaměřují na formy vyskytující se s vyšší frekvencí – vytvoří si preferenci pro vyhledávanou formu)



Trimerotropis saxatilis



Uroplatus sikorae

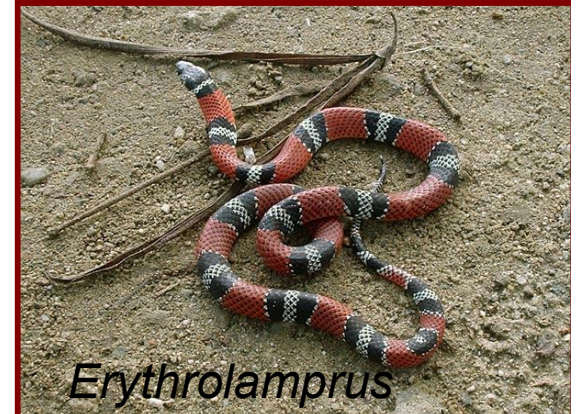
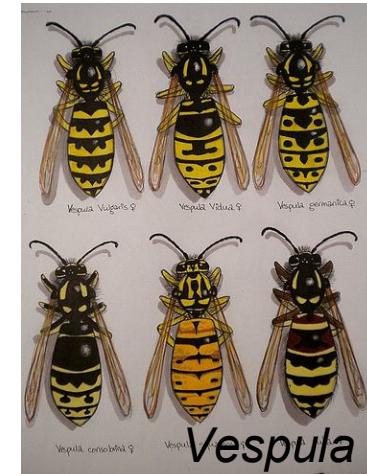


13 August 2004 Bishops Mills
11:00, 18C, calm, between rain showers
Cepaea nemoralis

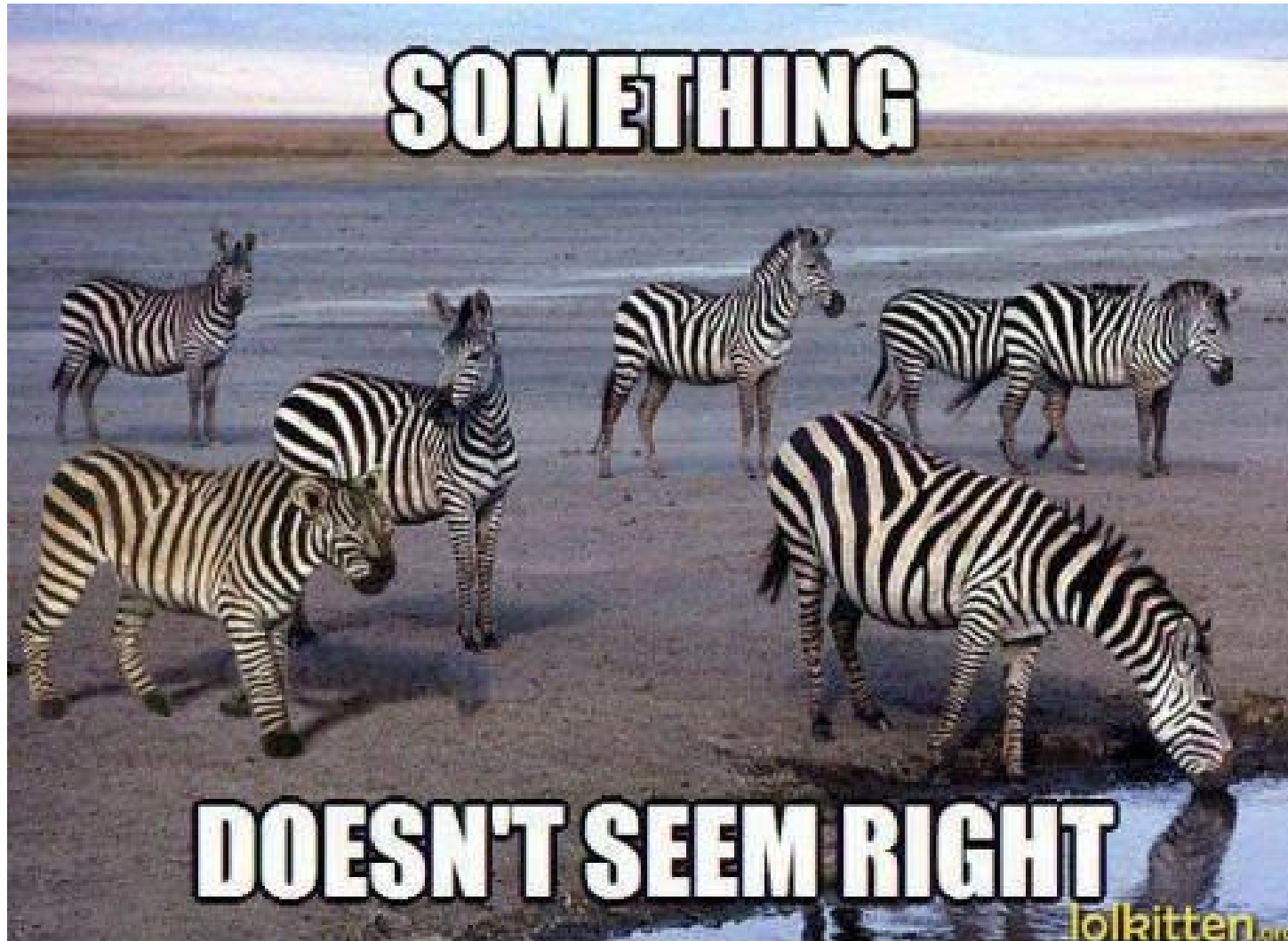
Mimikry

Napodobování aposematického (varovného) zbarvení jednoho druhu (*modelu*), jiným druhem (*mim*) za účelem snížení přitažlivosti pro predátora

- **Müllerovy mimikry** – 2 a více druhů, kteří jsou nechutní až nebezpeční, mají stejný vzhled
 - koevolučně mutualistický vztah – oba druhy se podílejí na výuce predátora
 - mimetické komplexy motýlů (*Heliconius*), vos (*Vespula*), sršní (*Vespa*), žab (*Dendrobatidae*)
- **Batesovy mimikry** – neškodný a chutný druh napodobuje druh nechutný, nebo nebezpečný
 - „parazitický vztah“ – mim profituje, protože získává určitou ochranu, zato model prodělává, protože s rostoucí abundancí vzoru jeho ochrana klesá (predátor sní neškodný druh a tak už se vzoru tolik nebojí)
 - pestřenky, tesařík (*Plagionotus arcuatus*)
- **Mertensovy mimikry** – smrtelně toxický druh napodobuje druh středně toxický a případného útočníka pak zabije
 - smrtelně jedovatý korálovec (*Micrurus*) napodobuje středně jedovatého korálovce (*Erythrolamprus*)
- **Peckhamovy (agresivní) mimikry** – predátor napodobuje neškodný druh s cílem oklamat kořist
 - želva (*Macrochelys temminckii*) – láká kořist na jazykový výběžek připomínající potravu kořisti
 - samice světlušek (*Photuris*) napodobují světelný sexuální signál samic jiného druhu a lákají tím jejich samečky, které loví



O jaký tip mimiker jde na obrázku?

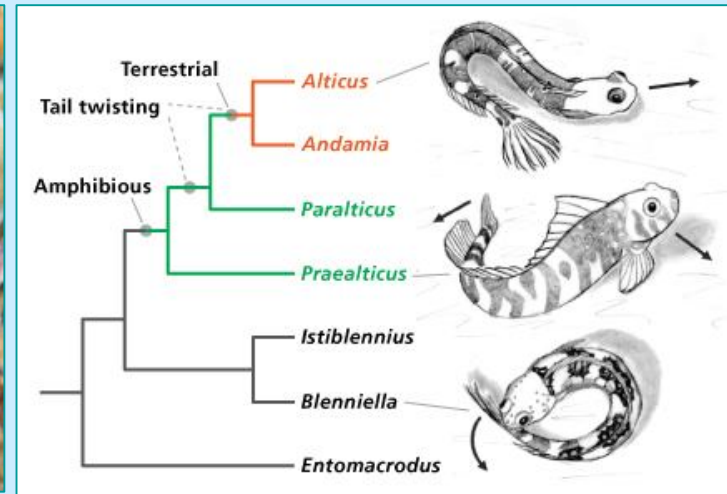


Natural selection in novel environments: predation selects for background matching in the body colour of a land fish

Courtney L. Morgans & Terry J. Ord



Kořist: *Alticus arnoldorum* (slizoun)



třída *Actinopterygii* - paprskoploutví »
řád *Perciformes* - ostnoploutví »
čeleď *Blenniidae* - slizounoví

https://www.youtube.com/watch?v=V_Tzx-tAS8w

Predátoři: ptáci, krabi, ještěrky





Cíl výzkumu:

- zjistit, jak se slizoun vyrovnal s predáčním tlakem po přechodu na souš

hypotézy:

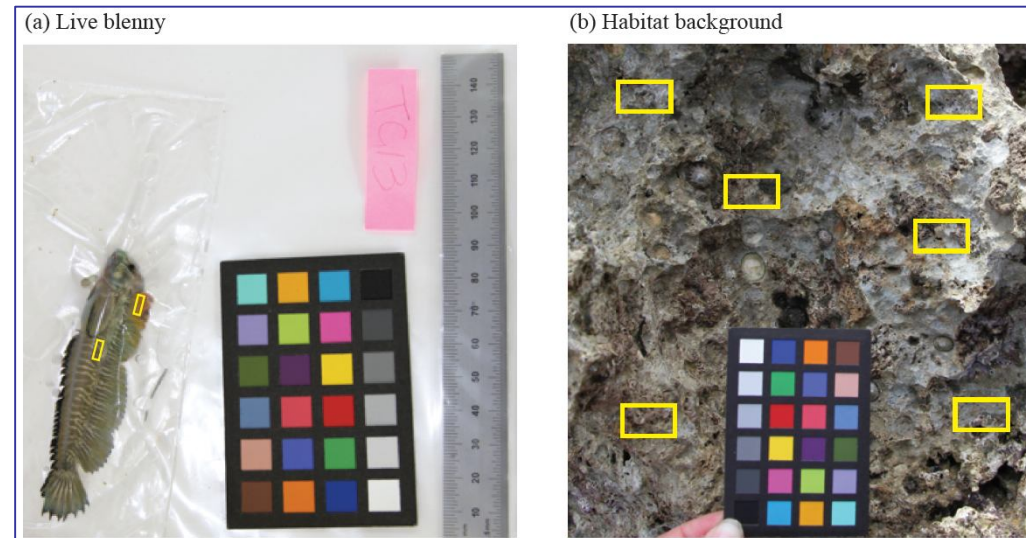
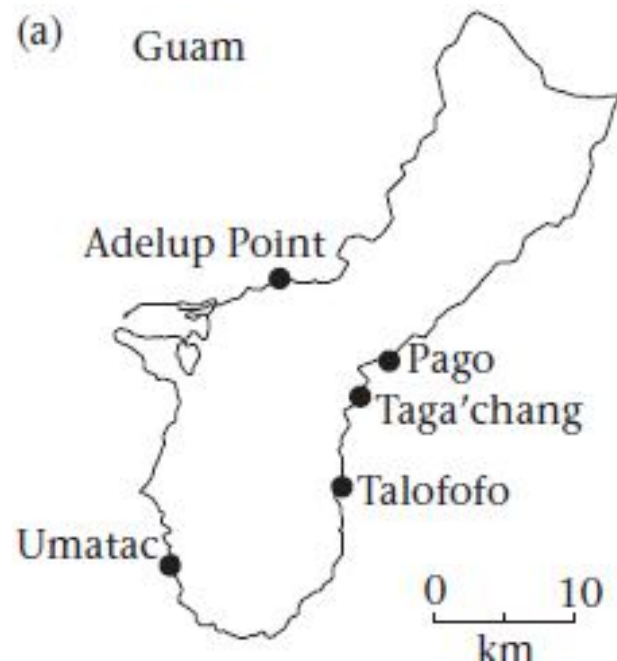
1. zrakově se orientující predátoři podmínili selekci kryptického zbarvení slizouna
2. kryptické zbarvení redukuje predaci

- vyvinul slizoun svoje zbarvení už před nebo až po osídlení terestriálního habitatu?

Podmínili zrakově se orientující predátoři selekci kryptického zbarvení slizouna?

• Population cover analysis

- jak ladí zbarvení těla s prostředím, ve kterém se jedinec nachází
- 5 lokalit (95 samců a 95 samic)
- několik fotografií každého jedince + fotografie 6ti různých pozadí na každé lokalitě
- analýza barevnosti v inCamera plug-in for Photoshop CS4, barevnost a světlost
- porovnání zbarvení těla a ploutví slizouna s barvou a jasností pozadí



Snižuje kryptické zbarvení riziko predace?

• Predation experiment

- test relativní predace (porovnávání míry predace na naturalistických plastových modelech ve dvou různých prostředích (skály, písčná pláž)
- Naturalistické plastové modely oproti nápadně zbarveným modelům

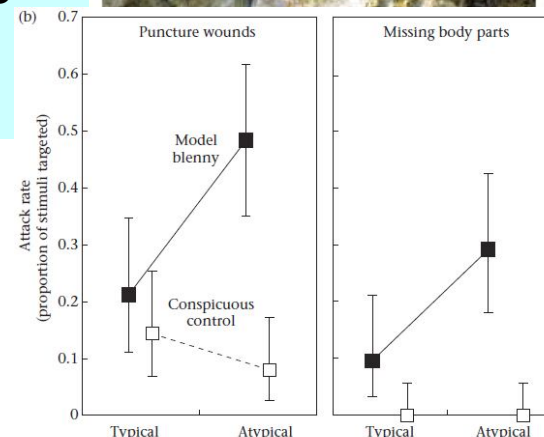
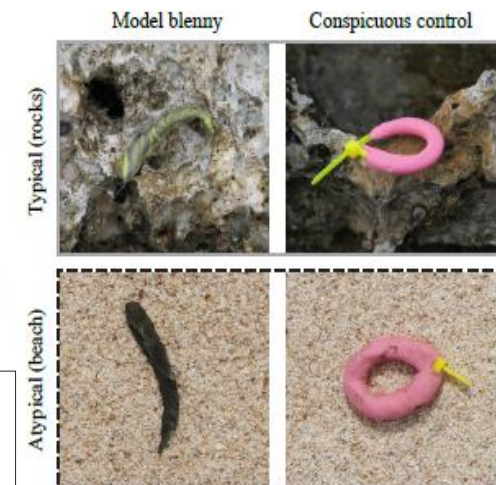
- jako útok predátora se vyhodnocuje chybějící část modelu nebo jiné poškození

- pokud je hypotéza platná, pak by míra predace měla být nejnižší v prostředí, kde se nachází nejvíce slizounů a ve kterém se slizouni zdají být nejvíce kryptičtí

(a) Live animal
(adult male)



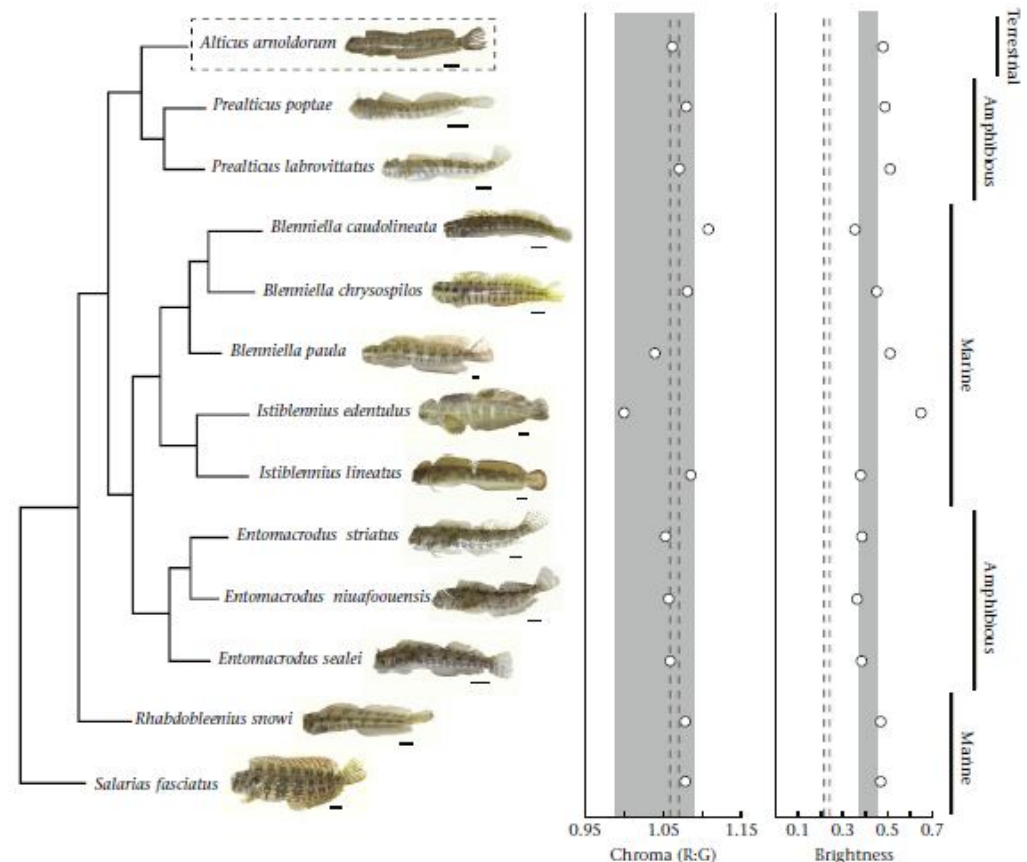
(b) Experimental stimuli



Vyvinul slizoun kryptické zbarvení až s příchodem na souš, nebo už tak byl zbarvený před kolonizací souše?

• Comparative study

- 12 druhů slizouna (7 vodních a 5 obojživelných)
- kvalitativní porovnání zbarvení mezi druhy s ohledem na předběžnou fylogenezi založenou na mitochondriální DNA



Výsledky a diskuze

- **Population cover analysis** - ve všech pěti populacích byly chromatické vlastnosti tělního zbarvení pro obě pohlaví statisticky nerozlišitelné od skalnatého prostředí - pokud by někteří jedinci chtěli kolonizovat sousední písčité pláže, byli by mnohem zranitelnější vůči predaci. To potvrzuje hypotézu, že predace podmiňuje selekci kryptického zbarvení u slizouna
- **Predation experiment** – útoky byly častější u naturalistických modelů na pláži než u modelů ve skalách, což potvrzuje hypotézu, že kryptické zbarvení slizouna vyskytujícího se v habitatu skal redukuje predaci, (kontrolních modelů si predátoři moc nevšimli)
- **Comparative study**- zbarvení ostatních druhů je podobné-pohybuje v rozsahu zbarvení skalnatého habitatu, ve kterém se vyskytuje *Alticus arnoldorum*
- *Alticus a.* se pravděpodobně vyvinul z předchůdce, žijícího v moři, který byl do jisté míry též podobný zbarvení skalnatého terénu na souši – výhoda pro kolonizaci



S. Tonia Hsieh



Díky za pozornost

SOUTHEAST ASIAN SEA LIFE IDENTIFICATION CHART



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



MIMIC OCTOPUS



TWO MIMIC OCTOPUSES