



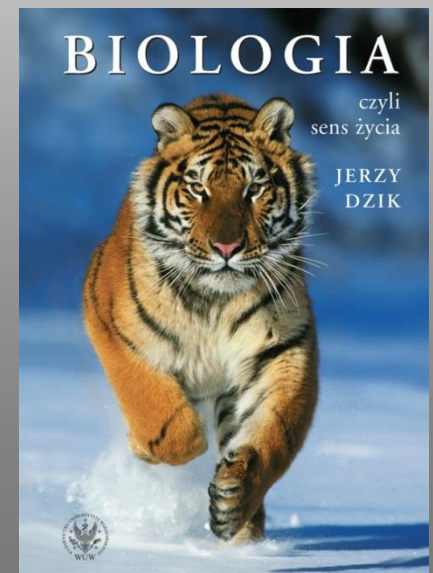
Wstęp do biologii **11.**

PRZYCZYNY ZBIEŻNOŚCI *(dokąd zmierza ewolucja?)*

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Zoologii UW*

2017



UWARUNKOWANIA

ewolucji

- procesy płciowe ograniczają różnorodność w obrębie grup krzyżujących się osobników
- stymulują jednak tempo ewolucyjnego pogłębiania odmienności w różnych liniach
- mimo to, niespokrewnione organizmy bywają uderzająco podobne do siebie

bo są związane niezmiennymi prawami fizyki i chemii

ANALOGIE międzykontynentalne

europyjski wilczomlec
Euphorbia cyparissias



południowoafrykańska
Euphorbia obesa



- sposób na deficyt wody: zmniejszenie powierzchni parowania i magazynowanie wody w tkankach i
- wychwytywanie energii słonecznej w dzień a wiązanie dwutlenku węgla w nocy przy otwartych szparkach
- liście zmienione w kolce chronią przed zwierzętami

Echinocactus
z Ameryki Płd

ulistniony kaktus
Pereskia
z Ameryki Płd



kula ma najlepszy stosunek powierzchni do objętości



SKRZYPY

analogie ponad erami

skrzyp polny
Equisetum arvense



liście kalamitów
sprzed 320 mln lat



E. giganteum
z Chile

- redukcja liści i rozbudowa części podziemnych sposobem na ubogie w biogeny i wodę półpustynie
- na ostrych koniuszkach liści skrapla się mgła



Casuarina z Australii

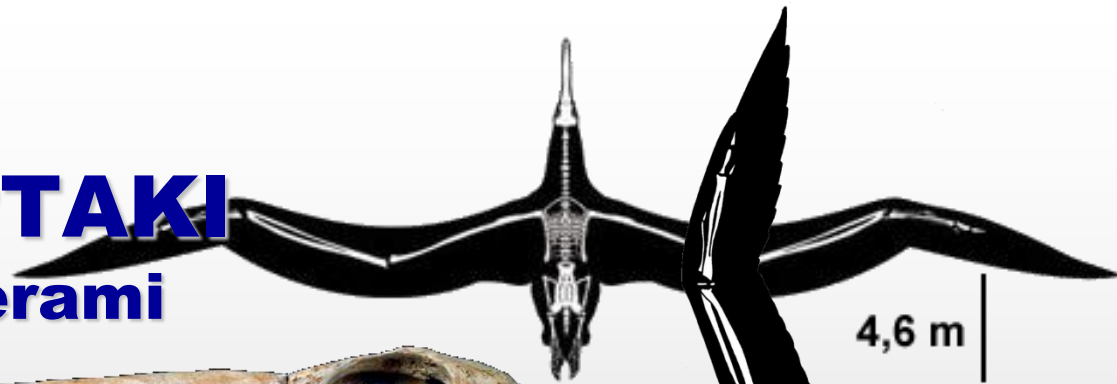
kazuaryny pokrewne olszy *Alnus*
też mają bakterie korzeniowe *Funkia*

dzisiaj akacje najskuteczniejsze w opanowaniu pustyni

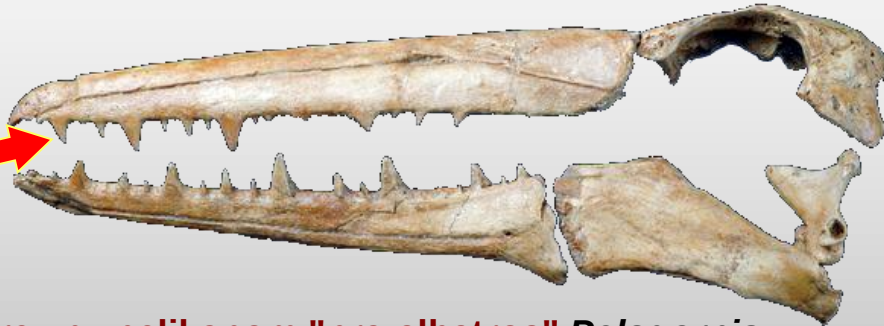


UŻĘBIONE PTAKI

analogie ponad erami



kostne „zęby”



pokrewny pelikanom "pra-albatros" *Pelagornis*
13 mln lat



- prawdziwe zęby praptaka odziedziczone po gadzim przodku
- kostne zęby wymarłych blaszkodziobych analogią

praptak
Archaeopteryx
145 mln lat

prawdziwe gadzie zęby



zapomniana funkcja odnowiła się wraz z podobnym trybem życia

NISZE EKOLOGICZNE są niepowtarzalne

- wykonywanie podobnych czynności wymusza podobne rozwiązania konstrukcyjne
- ale środowisko nie bywa identyczne
- odmienny też jest wyjściowy stan anatomii

podobieństwa są zwykle powierzchowne

AMERYKI I EURAZJA

AUSTRALIA



Talpa



Notoryctes



Myrmecophaga



Myrmecobius



Mus



Sminthopsis



Lemur



Phalanger



Glaucomys



Peraurus



Felis



Dasyurus



Canis



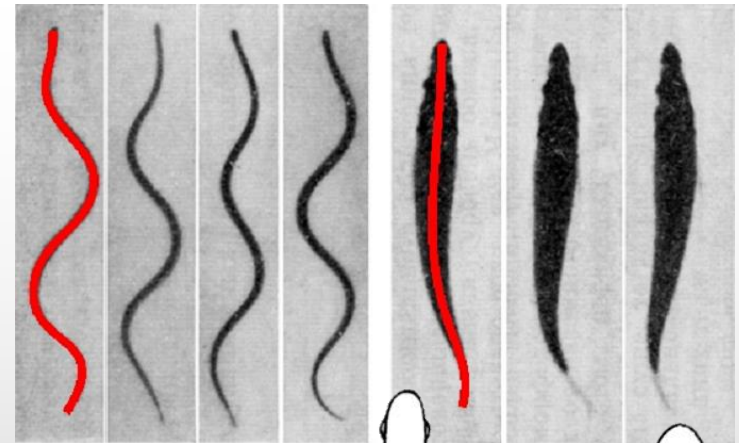
Thylacinus

PLACENTALIA

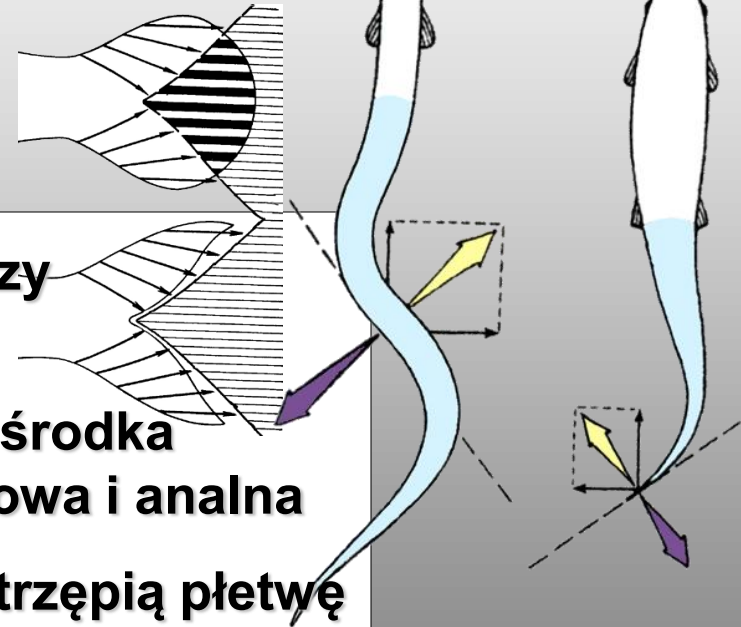
MARSUPIALIA

HYDRODYNAMIKA

uniwersalne zasady fizyki



- undulacyjny napęd najefektywniejszy na końcu ciała: płetwa ogonowa
- wspomaganie bezwładności blisko środka ciężkości: płetwy brzuszne, grzbietowa i analna
- turbulencje przy krawędzi spływu strzępią płetwę
- kształt płetw powiązany z prędkością pływania



inżynieria jest przyczyną konwergencji

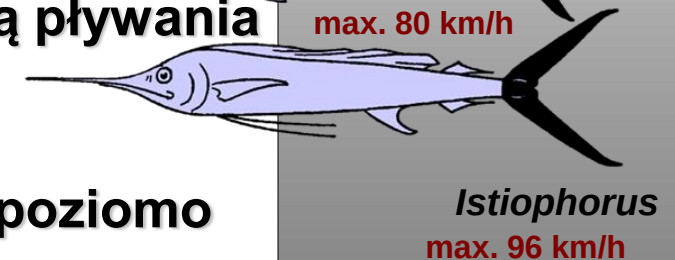
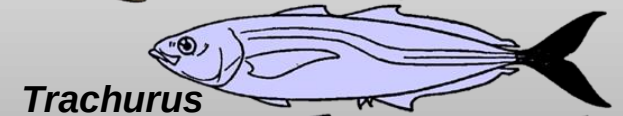
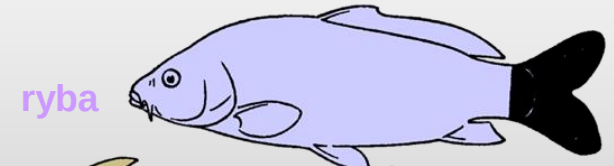
INŻYNIERIA i historia

gad



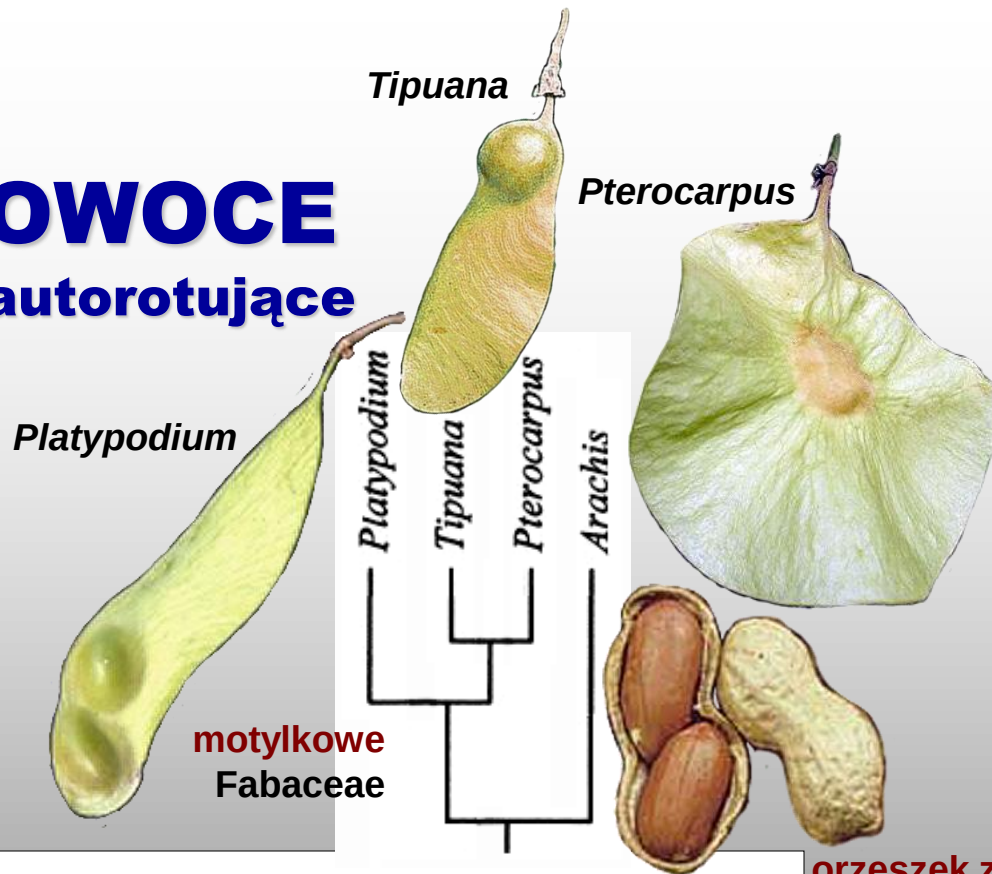
jurajski ichtiozaur – pionowa płetwa ogonowa

- kształt płetw powiązany z prędkością pływania
- ich ustawienie z historią szczepu
- płetwa ogonowa ssaków ustawiona poziomo



przemieszczanie się powietrza wymaga podobnych przystosowań

OWOCE autorotujące

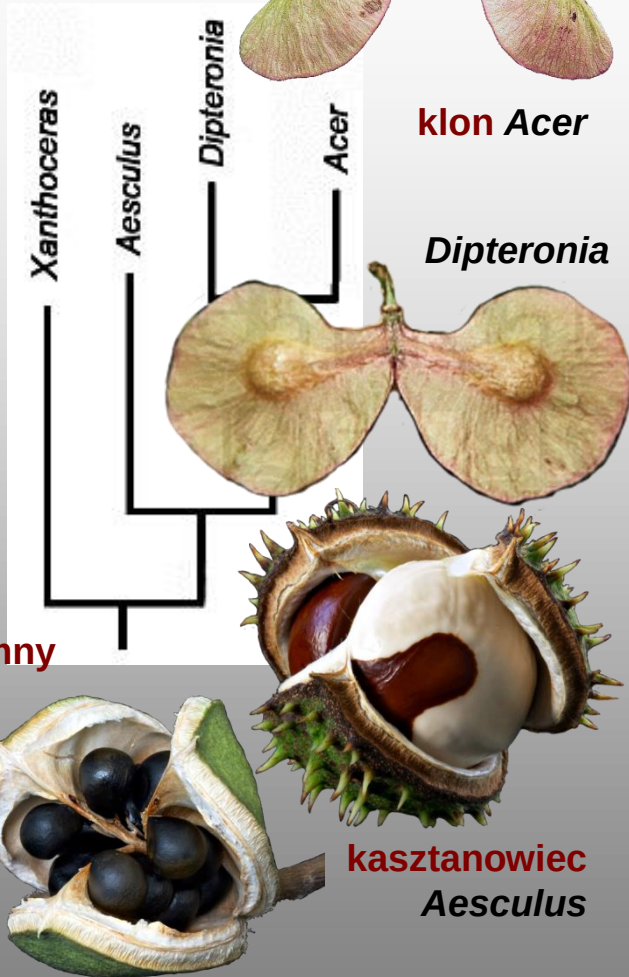


- im dłużej owoc unosi się w powietrzu, tym dalej zaleci
- tym szerzej rozprzestrzeni się genom zawarty w nasionie

orzeszek ziemny
Arachis

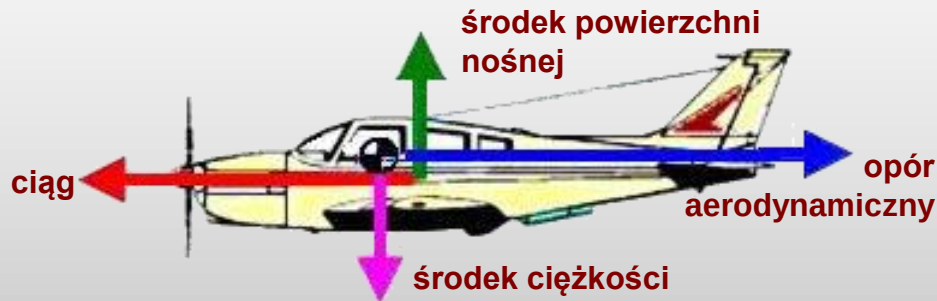
Xanthoceros

Sapindaceae



skutek asymetrii powierzchni nośnej i koncentracji masy na skraju

AERODYNAMIKA ptaków



- stabilnie szybujący aeroplan musi mieć środek ciężkości przed środkiem powierzchni nośnej
- ogon utrzymuje stateczność naciskając do dołu

długie skrzydła doskonalsze aerodynamicznie ale trudniej nimi poruszać



jerzyk *Apus*

mewa *Larus*



myszołów *Buteo*

szpak *Sturnus*



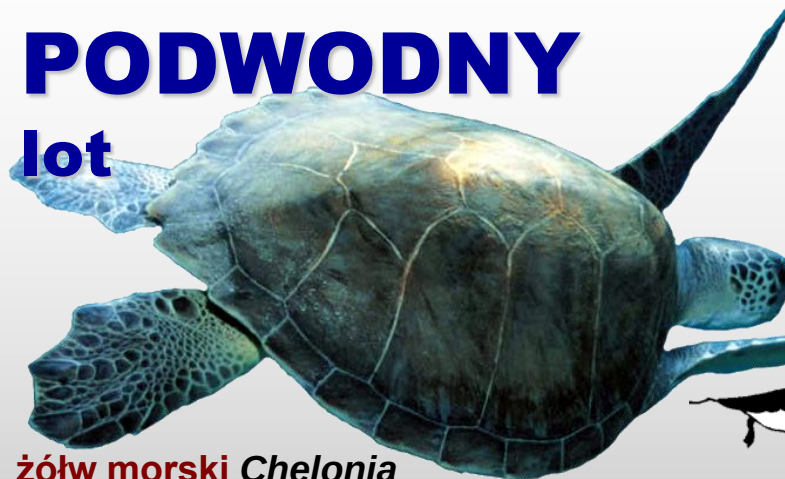
kaczka *Anas*

bocian *Ciconia*

krótki ogon wyznacznikiem zdolności manewrowania skrzydłami

gołąb *Columba*

PODWODNY lot



żółw morski *Chelonia*



pingwin
Pygoscelis

ANTARKTYKA

ARKTYKA

- na północy alki pokrewne mewom
- na południu pingwiny pokrewne nurom

"fruwające" w wodzie żółwie od 250 mln lat,
pingwiny od 40, alki znacznie później



pingwiny



petrel nurkujący
Pelecanoides



fulmar
Fulmarus



skrzydła
do lotu w
wodzie

skrzydła
do lotu w
powietrzu
i w wodzie

skrzydła
do lotu w
powietrzu

wymarła
Alca impennis

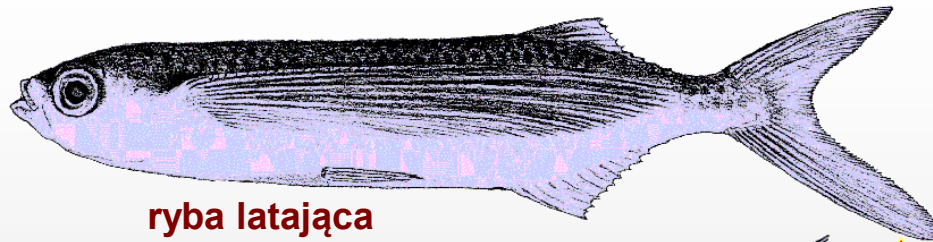


Alca torda

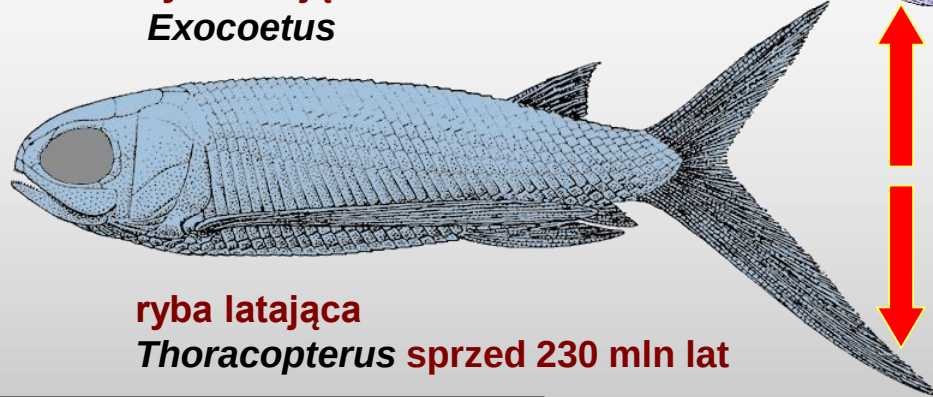


mewy

RYBY latające



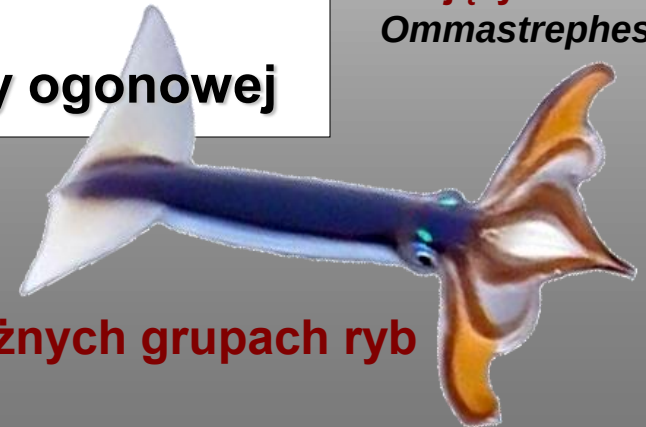
ryba latająca
Exocoetidae



ryba latająca
Thoracopterus sprzed 230 mln lat

- ucieczka przed drapieżnikami do innego żywiołu
- mniejszy opór powietrza wykorzystywany do przyspieszenia po wynurzeniu
- służy temu sztywny dolny płatek płetwy ogonowej

latający kalmar
Ommastrephes



konstrukcja powstawała wielokrotnie w różnych grupach ryb

SMOKI latające

prolacertid
Kuehneosaurus
sprzed 220 mln lat



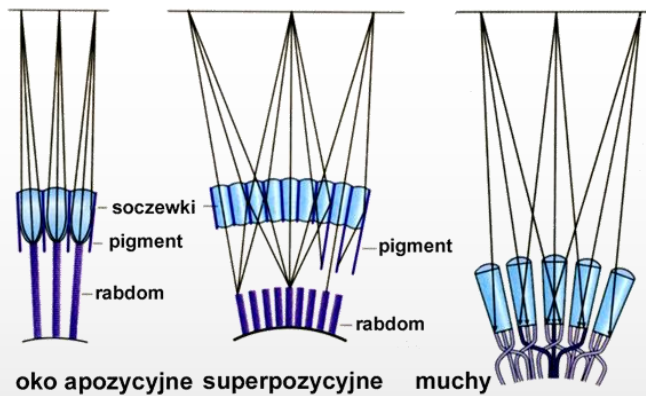
- błona lotna rozpięta na żebrach
- zatem w pobliżu środka ciężkości
- wyselekcjonowana przynajmniej trzykrotnie wśród gadów



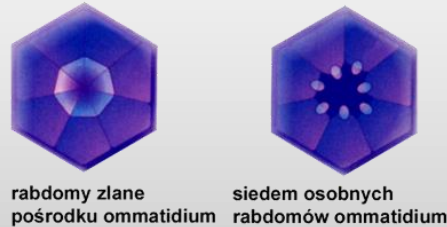
agama
(smok latający) *Draco*
z Płd Azji

typowe rozwiązanie dla gadów łuskonośnych o słabych kończynach

ROZUM muchy

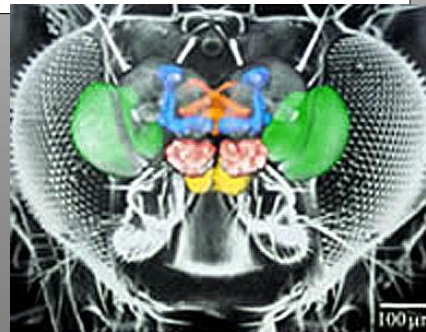


doskonalenie oczu owadów

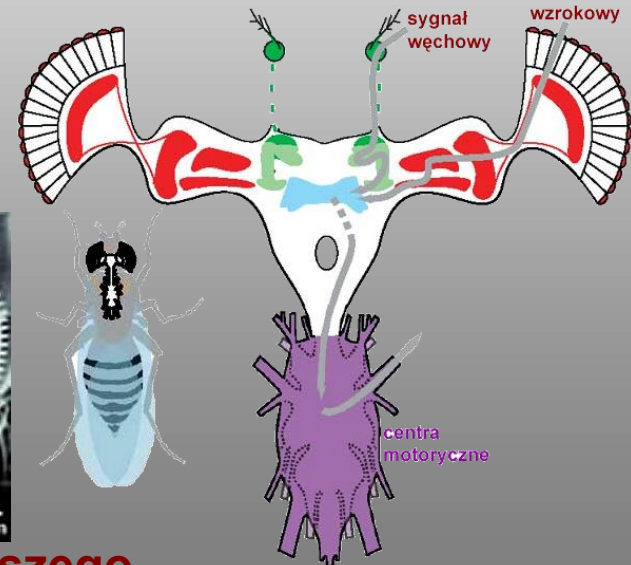


- oczy złożone dają obraz mozaikowy
- ale ommatidia muchy przenikają się
- dopiero w "mózgu" obraz jednorodny

mózg *Drosophila*

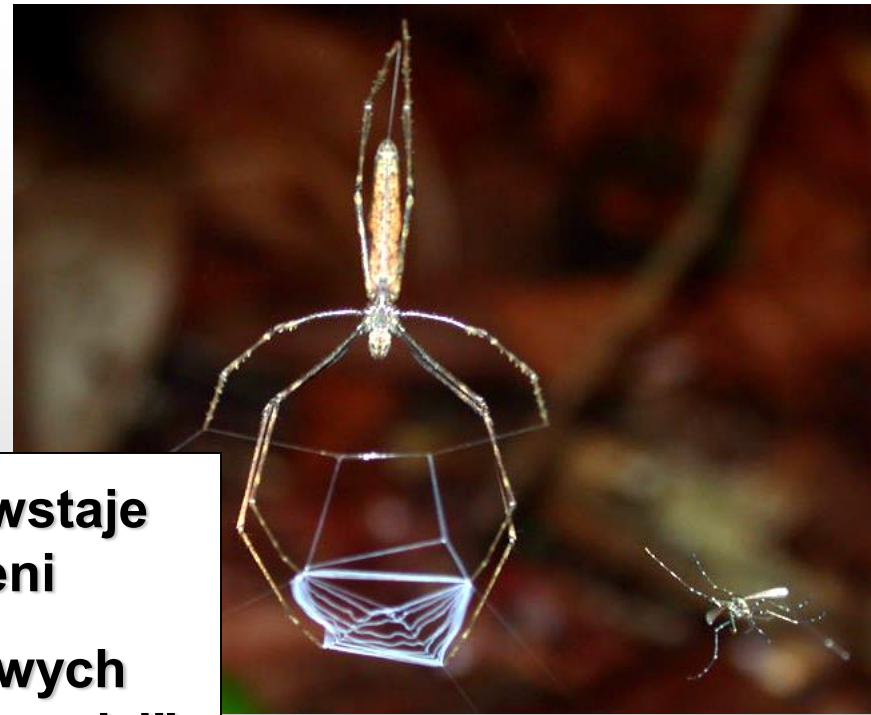


trójwymiarowy ogląd muchy nie gorszy od naszego



NARZĘDZIA a instykt

pająk *Deinopsis*
zarzucający pajęczą sieć
na komara



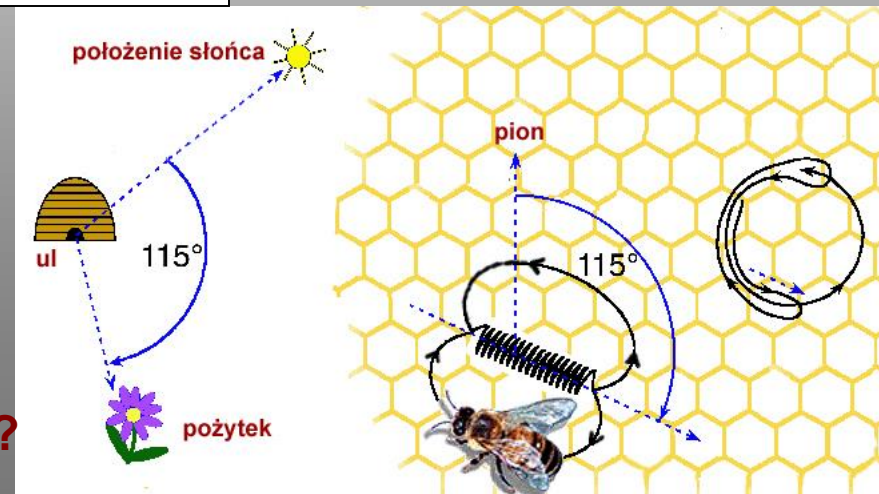
taniec wywijany pszczoł
Apis mellifera
– przekaz informacji

- w "mózgu" bezkręgowców powstaje trójwymiarowa mapa przestrzeni
- rozwój odruchów bezwarunkowych sięga aż do wykorzystania "narzędzi"
- u owadów społecznych swoisty język

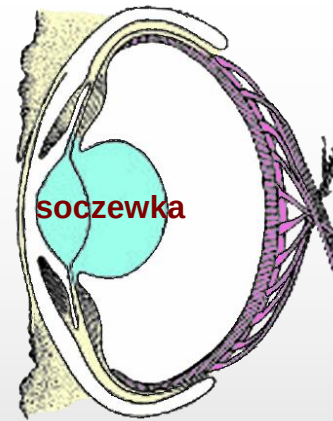
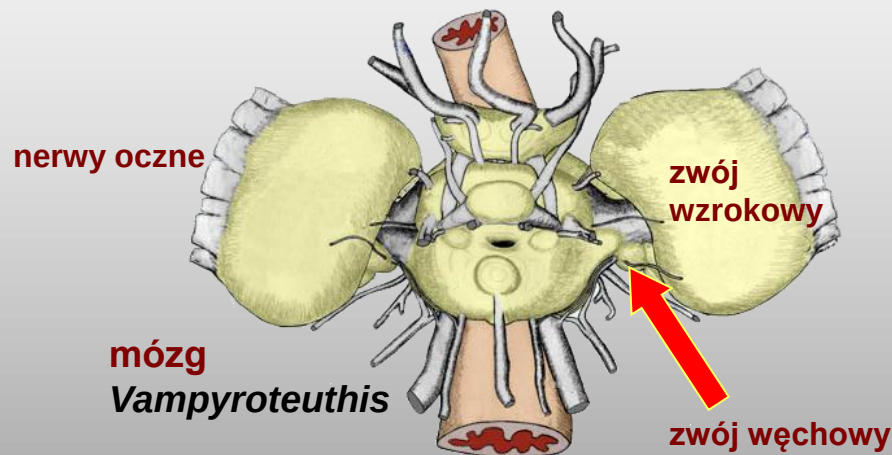


Karl von Frisch (1886-1982)
odczytał sens tańca pszczoł

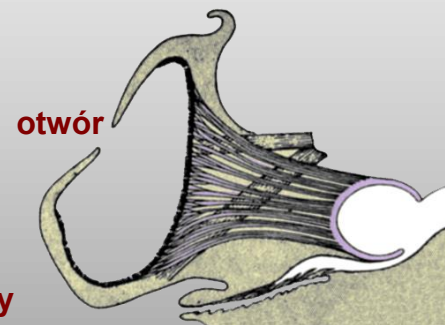
jak daleka analogia z kręgowcami?



INTELIGENCJA głowonogów



oko ośmiornicy
Octopus

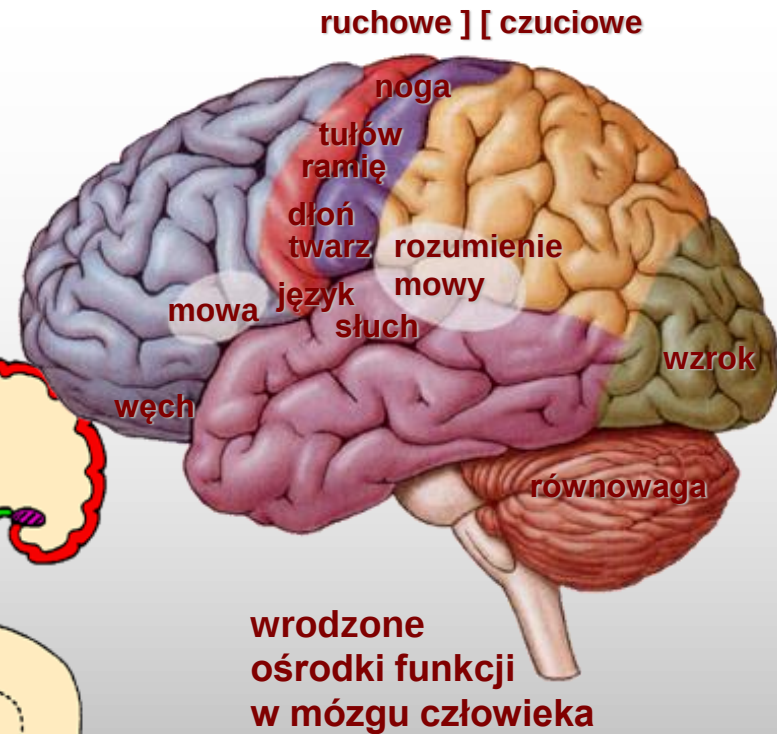
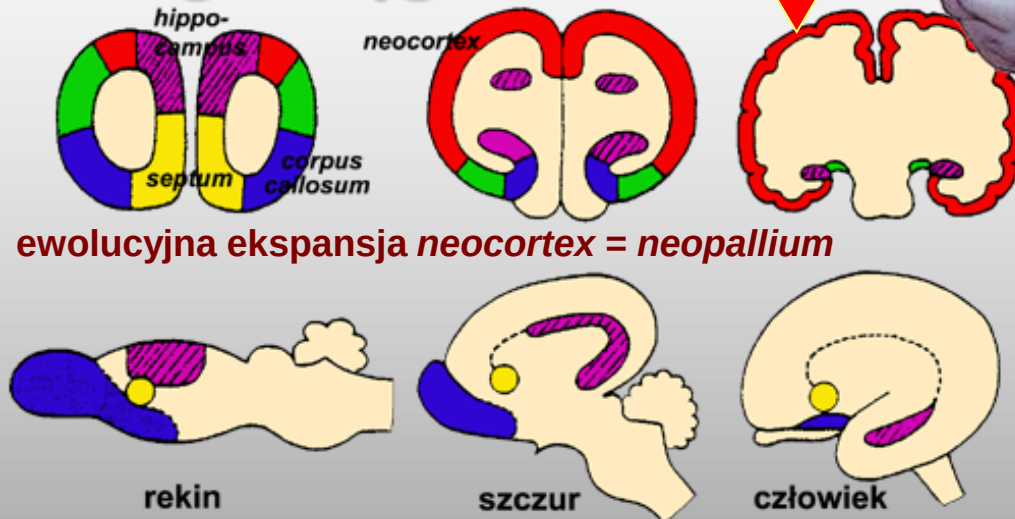


oko łodzika *Nautilus*
bez soczewki (*camera obscura*)

- oczy z soczewkami; czuły węch
- bardzo złożony behavior rozrodczy
- zdolność uczenia się (odruchy warunkowe)!

nabywany intelekt nie jest właściwy jedynie wyższym kręgowcom

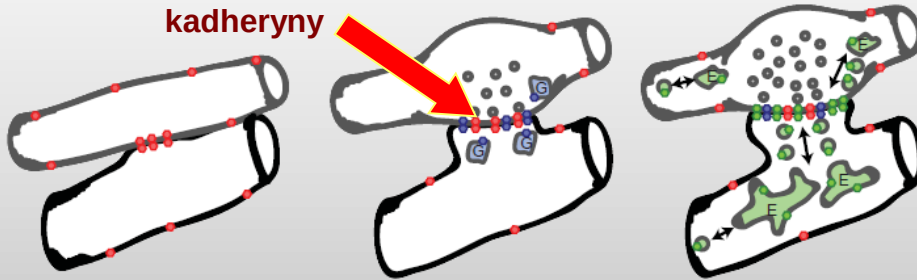
PRZEMIANY mózgu kręgowców



- pierwotnie funkcje oddziałów mózgu stałe
- ale stopniowo wzrastała ich plastyczność i dominacja uczenia nad instynktem
- szczególnie w wielowarstwowej korze nowej

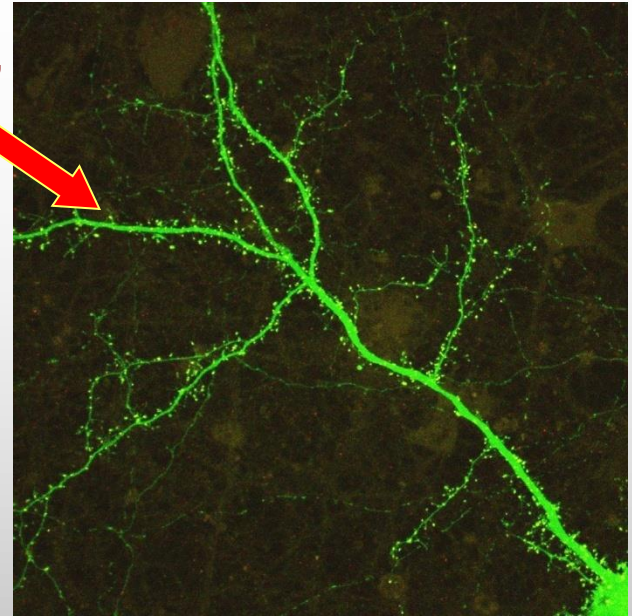
rozum nie ma ścisłej lokalizacji

DARWINOWSKI mechanizm uczenia się?



formowanie synapsy
przy udziale coraz bardziej specyficznych białek adhezyjnych

„kolce synaptyczne”



- **10^9 neuronów w mózgu człowieka, miliony razy więcej niż genów; synaps 10^{15}**
- **synapsy to pseudopodia wchodzące w stały związek z sąsiednimi komórkami, utrwalany drogą doboru**



Jean-Pierre Changeaux (1936-)
1983 (1972) idea selektywnej stabilizacji synaps

uczenie się skutkiem selekcji losowo powstających połączeń nerwowych

EKSPANSJA

życia

- ewolucja zbieżna i równoległa są powszechne
- nakładając się na różnicowanie form żywych
- przez wzrost złożoności i upraszczanie
- zwiększając upakowanie ekosystemów
- ale w nieprzewidywalnych kierunkach

ten darwinowski mechanizm może działać i poza biologią