

EKOLOGIE

- zaoberá sa vzájomnými interakciami medzi organizmami a prostredím
- úzky vzťah k evolúcii, fyziológii, chovaniu, molekulárnej biológii a genetike

Dekriptívna ekológia - a procesy spojené s popisom vzájomných vzťahov živočíchov pre každý ekosystém

Funkčná ekológia - identifikuje a kvantifikuje vzťahy, analyzuje obecné problémy spoločné väčšine rôznych prostredí. **Ako systém pracuje?**

Evolučná ekológia – Historické dôsledky: prečo prírodná selekcia favorizovala určité ekologické riešenie? **Prečo systém pracuje?**

Behaviorálna ekológia – vzťahy spojené s chovaním živočíchov

Molekulárna ekológia – aplikácia molekulárnych metód pri riešení ekologických problémov

Ekologická genetika – študuje variabilitu genotypov a ich expresiu na úrovni fenotypov

Matematická ekológia – Teoretická ekológia

Kvantitatívna ekológia (Modelovanie,

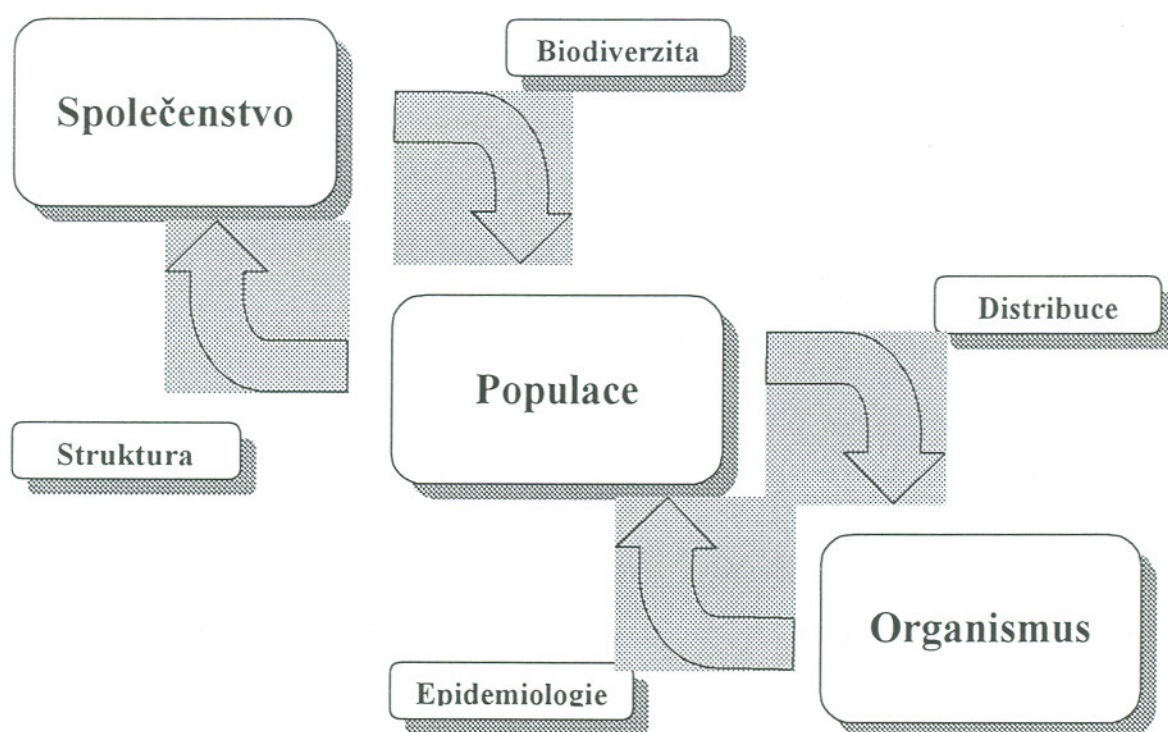
Ekologická štatistika, Numerická ekológia)

HIERARCHICKÉ ÚROVNE EKOLÓGIE

- tri základné jednotky: **organizmus, populácia, spoločenstvo**
 - **autekológia** – individuálny organizmus vo vzťahu k prostrediu
 - **synekológia** – skupina organizmov vo vzťahu k prostrediu
- **populačná ekológia, ekológia spoločenstiev, ekológia ekosystému**

Hierarchické úrovně ekologie

Schématické znázornění tří hierarchických úrovní studia živočichů



Znečištění

Vliv polutantů na organismy a ekosystém.

Zdroj

P o l u t a n t
(fyzikálně a chemické vlastnosti)



Distribuce

Transport

Transformace

B i o g e o c h e m i c k é c y k l y



V o d a

S e d i m e n t y

Expozice

Příjem

P r o s t ř e d í



O r g a n i s m y



Fyziologické vlastnosti
polutantu

Biochemické vlastnosti
polutantu



Reakce
organismu

Letální a subletální
toxicita

Biotransformace
Bioakumulace
Potravní řetězec



Reakce
populace
společenstva
ekosystému

P o p u l a c e

(reprodukce, migrace, natalita, mortalita)



S p o l e č e n s t v o

(druhová diverzita, vztahy dravec-kořist)



E k o s y s t é m

(fotosyntéza a respirace, cirkulace živin, tok energie a látek aj.)

METÓDY VÝSKUMU

- pozorovanie v prírode (terénne)
- experimentálne pozorovanie (v laboratóriu)
- matematické modely



Vzájomné
prepojenie

- porovnáva teóriu (hypotéza) s realitou (pozorovanie)
- **hypotéza** – testovaná empiricky tzn. **experiment**
- **dôležité!!!** – dopredu definovať testované hypotézy a **design experimentu** – správny zber dat
- pozorovanie by malo byť **verifikovateľné**
- **nutnosť kontroly** – v závislosti na typu experimentu
- správna **interpretácia výsledkov**

To summarise, three general hypotheses can be proposed to explain morphological differences among related species living in the same habitat (here host species) and we tested these hypotheses to explain morphological differences of parasite attachment parts and copulatory organs.

1- **Niche restriction** can be the result of **mating rendez-vous** i.e. restricted niche leads to increase intraspecific contacts and thus the chances to find a mate (Rohde, 1977). Coexisting species, living in the same niche, should differ in their copulatory organs. This can be seen as a reinforcement of isolation barriers (pre-zygotic isolation) or, according to Butlin (1989), as “reproductive character displacement”, which is the result of interactions between species causing divergence in mate recognition.

2- Differences are the results of niche restriction due to **competition**. In this case potentially competing species should differ in their attachment organs.

3- Differences are the results of **niche specialisation**. If this occurs, species that colonise the same niche should exhibit similarities in organs involved in resource exploitation.

ŠTATISTIKA A INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV

- pozor na interpretáciu výsledkov s ohľadom na veľkosť študovaného vzorku!!
- Pr.: Interpretácia p-hodnoty (probability level)
stredná chyba odhadu priemeru (standard error)

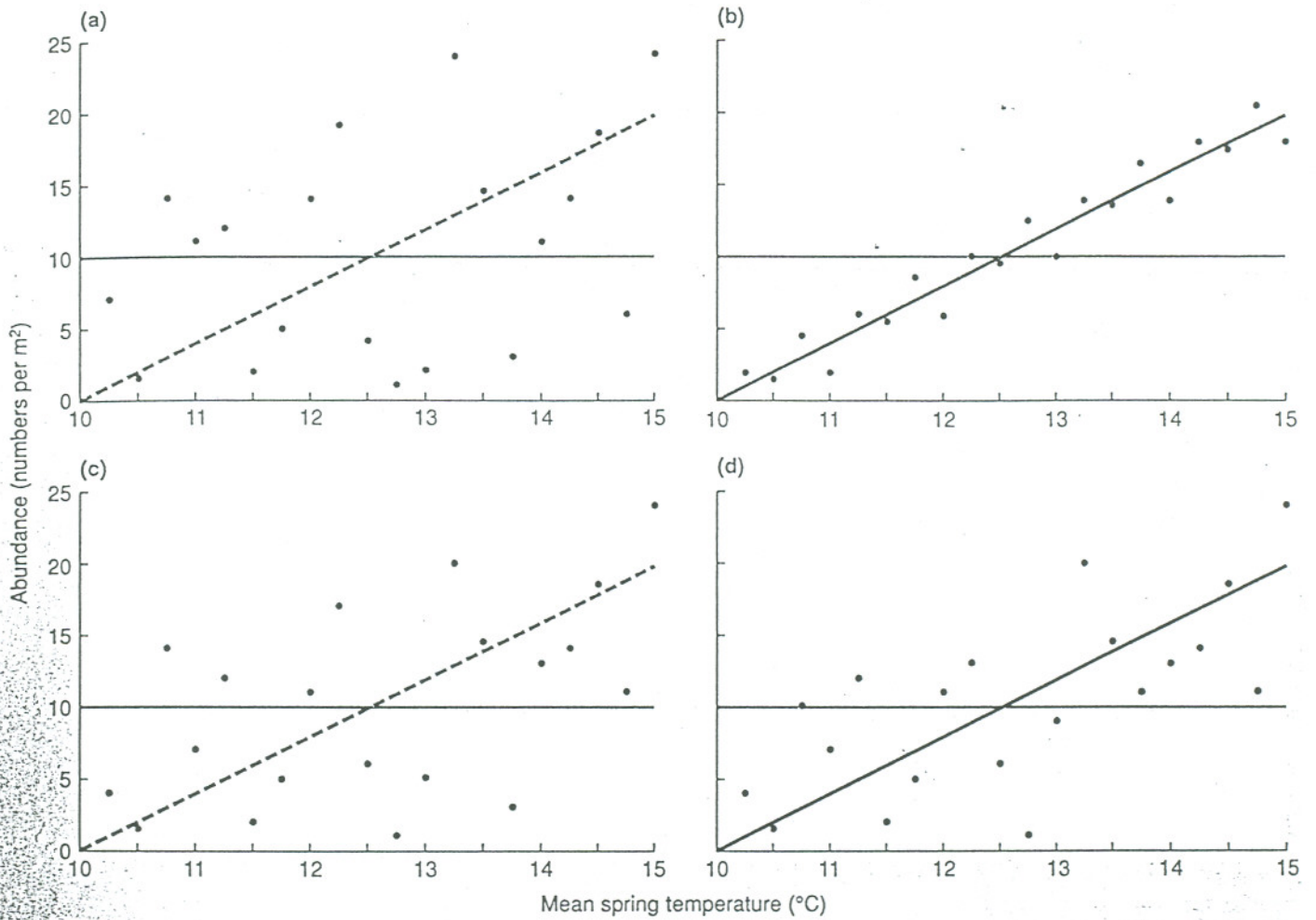


Figure 1.3

The results from four hypothetical studies of the relationship between the abundance of an insect pest in the summer and the mean temperature in the previous spring. In each case, the points are the data actually collected. Horizontal lines represent the *null hypothesis*—that there is no association between abundance and temperature, and thus the best estimate of expected insect abundance, irrespective of spring temperature, is the mean insect abundance overall. The angled line is the *line of best fit* to the data, which in each case offers some suggestion that abundance rises as temperature rises. However, whether we can be confident in concluding that abundance does rise with temperature depends, as explained in the text, on statistical tests applied to the data sets. (a) The suggestion of a relationship is weak ($P=0.5$). There are no good grounds for concluding that the true relationship differs from that supposed by the null hypothesis and no grounds for concluding that abundance is related to temperature. (b) The relationship is strong ($P=0.001$) and we can be confident in concluding that abundance increases with temperature. (c) The results are suggestive ($P=0.1$) but it would not be safe to conclude from them that abundance rises with temperature. (d) The results are not vastly different from those in (c) but are powerful enough ($P=0.04$, i.e., $P<0.05$) for the conclusion that abundance rises with temperature to be considered safe.

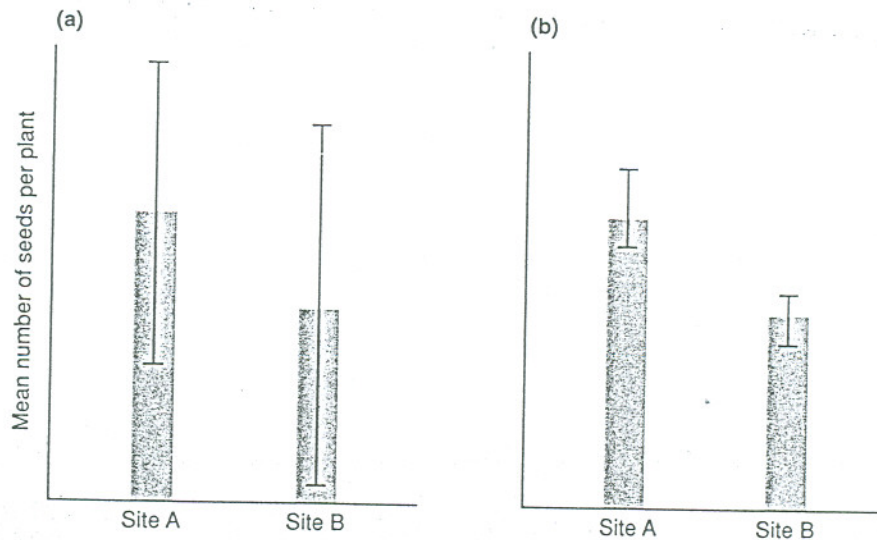


Figure 1.4

The results of two hypothetical studies in which the seed production of plants from two different sites was compared. In all cases, the heights of the bars represent the mean seed production of the sample of plants examined, and the lines crossing those means extend one standard error above and below them. (a) Although the means differ, the standard errors are relatively large and it would not be safe to conclude that seed production differed between the sites ($P=0.4$). (b) The differences between the means are very similar to those in (a), but the standard errors are much smaller, and it can be concluded with confidence that plants from the two sites differed in their seed production ($P < 0.05$).

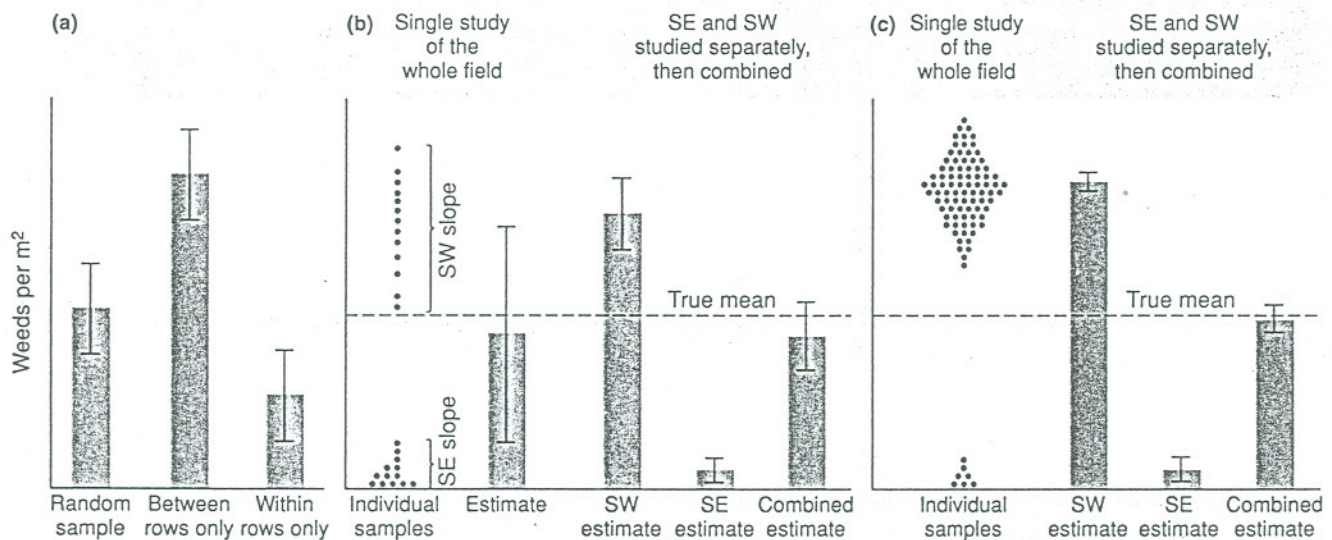


Figure 1.5

The results of hypothetical programs to estimate weed density in a wheat field. (a) The three studies have equal precision (95% confidence intervals) but only the first (from a random sample) is accurate. (b) In the first study, individual samples from different parts of the field (southeast and southwest) fall into two groups (left); thus the estimate, although accurate, is not precise (right). In the second study, separate estimates for southeast and southwest are both accurate and precise—as is the estimate for the whole field obtained by combining them. (c) Following on from (b), most sampling effort is directed to the southwest, reducing the confidence interval there, but with little effect on the confidence interval for the southeast. The overall interval is therefore reduced: precision has been improved.

SÚLAD MEDZI ORGANIZMAMI A ICH PROSTREDÍM

Prostredie: abiotické a biotické

Rozmiestnenie druhov v prostredí

- nenáhodné, nehomogénne
- aké sú príčiny rozmiestnenia druhov?
- Ktoré vlastnosti umožňujú druhu žiť v prostredí a ktoré ho vylučujú?

Rozmanitosť druhov

- Čo je príčinou druhovej diverzity?
- Ako došlo k diverzifikácii druhov?

Náhoda hrá dôležitú úlohu

- v ekológii
- polom v lese po búrke veľký vplyv na faunu
- dynamika spoločenstiev piesočných dun a skalného pobrežia je modelovaná náhodnými procesmi deštrukcie → ovplyvňuje kolonizáciu nových povrchov
- ekologické procesy sú aj napriek náhode predikovateľné
- v evolúcii

Table 2.1 Estimated numbers of described Recent species in various kingdoms and major groups of organisms. (From Grant 1985.)

| <i>Kingdom and Group</i> | <i>Approximate Number of Described Species</i> | |
|--|--|------------------|
| <i>Animal Kingdom</i> | | |
| Chordates | 43,000 | |
| Arthropods | 838,000 | |
| Molluscs | 107,250 | |
| Echinoderms | 6,000 | |
| Segmented worms | 8,500 | |
| Flatworms | 12,700 | |
| Nematodes and relatives | 12,500 | |
| Coelenterates | 5,300 | |
| Bryozoans and relatives | 3,750 | |
| Sponges | 4,800 | |
| Miscellaneous small groups | 2,100 | |
| Total | | 1,043,900 |
| <i>Plant Kingdom</i> | | |
| Flowering plants | 286,000 | |
| Gymnosperms | 640 | |
| Ferns and fern allies | 10,000 | |
| Bryophytes | 23,000 | |
| Green algae | 5,280 | |
| Brown and red algae | 3,400 | |
| Total | | 328,320 |
| <i>Fungus Kingdom</i> | | |
| True fungi | 40,000 | |
| Slime molds | 400 | |
| Total | | 40,400 |
| <i>Protistan Kingdom</i> | | |
| Protozoans, plant flagellates, diatoms | 30,000 | 30,000 |
| <i>Moneran Kingdom (prokaryotes)</i> | | |
| Blue-green algae | 1,400 | |
| Bacteria | 1,630 | |
| Total | | 3,030 |
| Viruses | 200 | 200 |
| Grand Total | | 1,445,850 |

Note that Erwin (1982, 1983) has estimated the existence of about 30 million extant species.

PRÍRODNÝ VÝBER, ADAPTÁCIE K PROSTREDIU

Evolučné zmeny zahrňujú

- adaptívne charakteristiky
- zmeny vo frekvencii individuálnych génov v populácii, ktoré sa prenášajú z generácie na generáciu

Prírodná selekcia – mechanizmus riadiaci evolúciu (Darwinova teória, 1859)

- jedinci, ktorí tvoria jednu populáciu, nie sú zhodní (veľkosť, reakcia na teplotu....)
- niektoré z týchto foriem vlastností sú dedičné, takže favorizované formy sa dostávajú do ďalšej generácie
- každá populácia by bola schopná teoreticky produkovať nadmieru potomstva, avšak prakticky sa jedinci reprodukovujú v menšej miere než sú schopní
- rôzni jedinci po sebe nechávajú rôzne množstvo potomkov
- počet potomkov, ktoré jedinec po sebe zanecháva môže závisieť na interakciách medzi jeho vlastnosťami a okolím.

Adaptácia k prostrediu

- dedičný charakter morfológický, fyziologický alebo behaviorálny, ktorý pomáha akýmkoľvek spôsobom pre prežívaní a reprodukciu
- je výsledkom prírodnej selekcie.

Zdatnosť (fitness)

- najzdatnejší jedinci sú tí, čo v porovnaní s inými menej zdatnými jedincami, zanechávajú najviac potomstva.
- prírodný výber zvyhodňuje najzdatnejšie jedince z práve prítomných a nie z maximálne zdatných tj. nie sú najdokonalejšie.
- evolúcia optimalizuje fitness organizmov

Evolúcia pre dobro druhu?

Aktivity organizmu nákladné pre jedinca sa dejú pre dobro druhu.

- pr. uhynutie samičky chobotnice pre produkciu potomstva
- chybné tvrdenie
- prírodná selekcia favorizuje gény, ktoré sú predávané väčšine potomstva ⇒ ak gény zodpovedné za uhynutie samičky by boli dobré pre zachovanie druhu, ale nevýhodné pre udržanie jedinca, evolúcia by ich nahradila inými génmi
- ⇒ vplyv evolúcie na jedincov

Evolučné obmedzenia

- sú bežné, ale relatívne neočakávané
- napr. existencia slepej škvrny v oku obratlovcov je považovaná za konštrukčnú vadu. Nezávisle na evolúcii obratlovcov sa podobne zložité oko vyvinulo u chobotníc, kde funkcia sietnice nie je narušená a slepá škvrna nie je vyvinutá.

⇒ evolúcia nemusí byť vždy perfektná, ale jej produktom môžu byť chyby

Organizmus a mnohonásobné pôsobenie

- Obrovská diverzita foriem a funkcií prostredia
- Každý jedinec alebo druh vystavený úzkemu rozmedziu rôznych pôsobení
 - 1. majú povahu fyzikálnych zákonov
 - 2. majú povahu evolučnú – sú výsledkom evolúcie a limitácie genetickej flexibility

Fyzikálne zákony – určujú hranice možnosti pre organizmus

Pr. slon nemôže mať proporcie končatín ako gazela, pretože je len 4x dlhší, ale má 64x väčšiu hmotnosť ($4^3=64$)

Evolučný kompromis (trade-off)

- medzi pohyblivosťou a veľkosťou u gazely a slona
- obmedzenie maximálnej veľkosti jednobunkových organizmov, ktoré spočíva vo fyzikálnych možnostiach difúzie živín z povrchu do stredu bunky

HISTORICKÉ VPLYVY

- môžu vysvetliť súčasnú distribúciu druhov

1. Pohyby zemských hmôt (Wegenerova teorie, 1915) – rozpad

Gondwany a kontinentálny drift

- napr. bezkrídli vtáci

2. Klimatické zmeny – pleistocenná doba ľadová

- izolované miesta s vysoko špecializovanými druhmi

3. Špecifické rysy ostrovov

- počet druhov na ostrovoch < počet druhov na rovnako veľkej pevnine
- druhy na ostrove ≠ druhy na najbližšej pevnine
Prečo?
- vzdialenosť pevniny a ostrova → disperzia druhu
- → potláča genetickú výmenu medzi ostrovnou a rodičovskou pevninskou populáciou
- izolovanosť ostrovov prispieva k **vzniku nových druhov**
(havajské drosophily alebo Darwinove penkavy na Galapágoch)

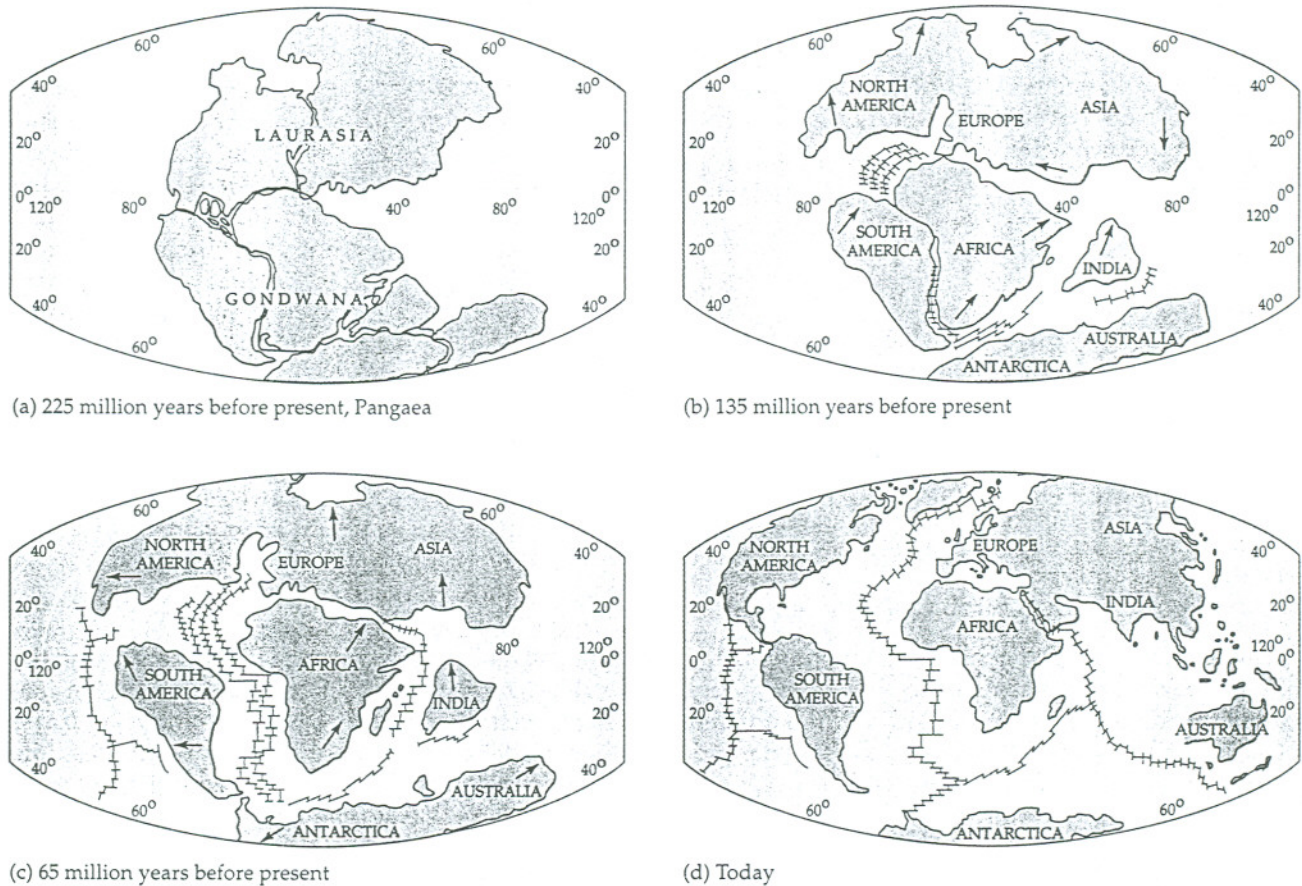


Figure 2.4 The drifting of continents. Sketches map the relative locations of the continents at various times since about 225 million years ago. Note the position of the Indian plate as it crosses from one side of the equator to the other. (a) In Pangaea, all the landmasses are connected. (b) Gondwana separates from Laurasia about 190 million years ago; Australasia and Antarctica separate from South America, Africa, and India about 150 million years ago. By 135 million years ago, India has also separated from the other landmasses. Arrows indicate the direction of movement. (c) The Indian plate is about to cross into the Northern Hemisphere at 65 million years ago. (d) The modern arrangement of continents. Major oceanic plate boundaries are shown by hatched lines. (After McKnight, Tom, *Physical Geography: A Landscape Appreciation*, 5/E © 1996. Adapted by permission of Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ)

A dramatic example of one effect of continental drift came to light in 1994, when a grove of trees, distant cousins of pines, were discovered in seldom-visited forests about 200 km (125 mi) from Sydney, Australia. These trees were of a type previously known only from the fossil record of sediments deposited before the breakup of the continents 135 million years ago. More than 30 individuals of these trees, the botanical equivalent of dinosaurs, were found growing in a secluded cove. Before the results of the initial study of these trees were published, a second botanical find was made in the forests of Queensland, Australia. This was another "living fossil," a member of the family Proteaceae, one of the first flowering plant families to evolve. The nut of the plant is an almost exact match to fossils of 60 million

years ago. In both these cases, the Australian population managed to survive while the counterpart population on the other plates went extinct because of competition from other species, climatic change, or disease.

It is not only the plants of Australia that hint at its long evolutionary isolation. The Australian plate separated from Africa and South America during the reign of the dinosaurs. The dinosaurs included the largest predators and herbivores, but a new group of small, largely nocturnal animals were becoming established; these were the mammals (animals that suckle their young by milk-producing mammary glands). The earliest forms of mammals in the evolutionary record are animals similar to the egg-laying

Geografide izolaci →

Divergence : ptoeuv

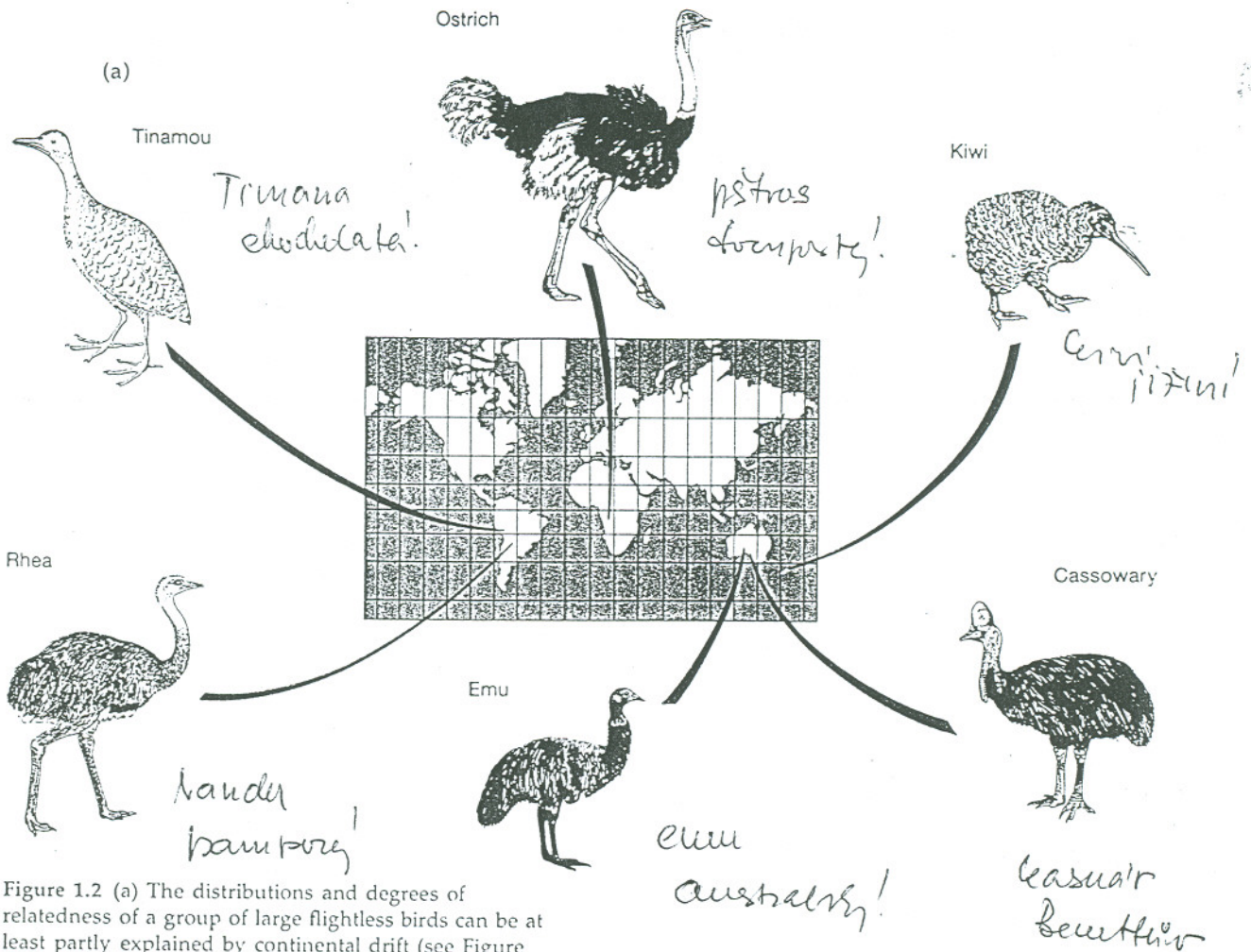
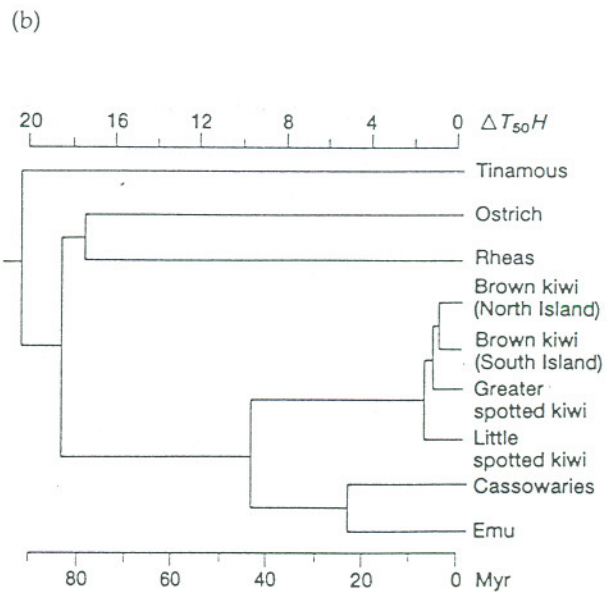


Figure 1.2 (a) The distributions and degrees of relatedness of a group of large flightless birds can be at least partly explained by continental drift (see Figure 1.1). (b) The degrees of relatedness have been measured by a DNA hybridization technique. The double-stranded DNA is separated into single strands by heating. The strands from different species can then be combined, and again separated by heating. The more similar they are, the higher is the temperature required to separate them, ΔT_{50H} . The temperature for separation then gives a measure of the relatedness of the species and an estimate of the time at which they diverged.

Myr = millions of years. The earliest divergence was that of tinamous from the remainder (the ratites). The subsequent divergences agree well with the timing of the break-up of Gondwanaland and the subsequent continental drift (Fig. 1.1): (i) the rift between Australia and the other southern continents; (ii) the opening of the Atlantic between Africa and South America; (iii) the opening of the Tasman Sea about 80 Myr ago, probably followed by island hopping by ancestors of the kiwi across this divide to New Zealand 40 Myr ago. The divergence of the various species of kiwi appears to be very recent. (After Diamond, 1983, from data of Sibley and Ahlquist).



Asian monsoon

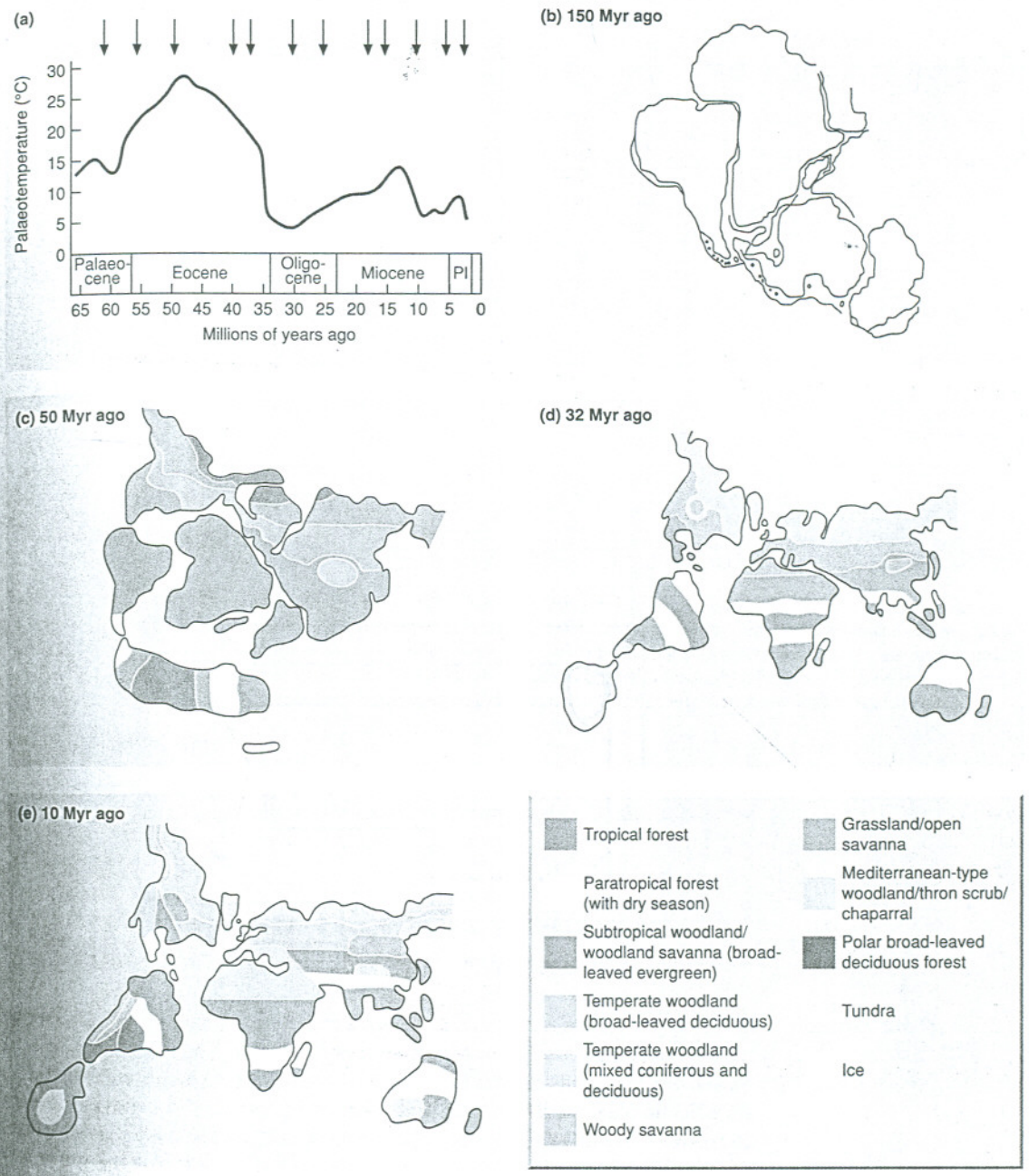


Figure 2.19 (a) Changes in temperature in the North Sea over the past 65 million years. During this period there were large changes in sea level that allowed the dispersal of both plants and animals between land masses. (b–e) Continental drift. (b) The ancient supercontinent of Gondwanaland began to break up about 150 million years ago. (c) About 50 million years ago (early Middle Eocene) recognizable bands of distinctive vegetation had developed, and (d) by 32 million years ago (early Oligocene) these had become more sharply defined. (e) By 10 million years ago (early Miocene) much of the present geography of the continents had become established but with dramatically different climates and vegetation from today: the position of the Antarctic ice cap is highly schematic. (After Norton & Sclater, 1979; Janis, 1993; and other sources.)

at the
that is
osphere
out 8°C
ep pace
for trees
–40 km
precisely
occurred
ckson &
ctions of

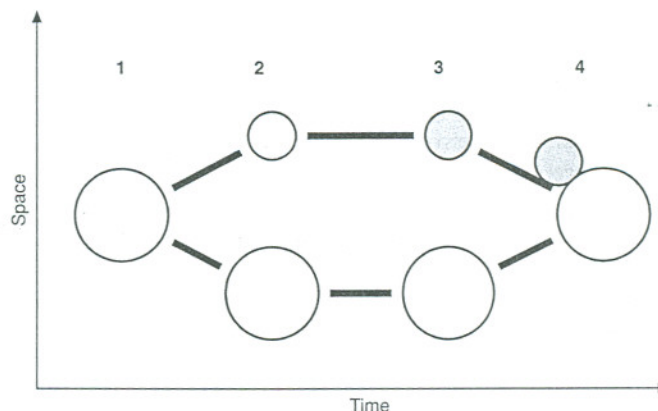
lution

arger scale
ibutions of
er vast dis-
logists and
had moved
rements of
ntly wildly
the tectonic
them recon-
velopments
e being split
as happening
an the glacial

he ecology of
one example

Figure 2.13

The role of isolation in the evolution of species. A uniform species with a large range (1) differentiates (2) into local forms, varieties, or subspecies, which (3) become genetically isolated from each other, for example, separated by geographical barriers or dispersed onto different islands. After evolution in isolation they may meet again (4) when they are unable to hybridize and have become true biospecies.



can mate and that the offspring are fully fertile; this is also true of colored and dull guppies and of plants from the different types of *Agrostis*. They are all variations within species—not separate species.

In practice, however, biologists do not apply the Mayr–Dobzhansky test before they recognize every species: there is simply not enough time and resources; but it is there to resolve arguments if they arise. What is more important is that the test recognizes a crucial element in the evolutionary process. If the members of two populations are able to hybridize and their genes are combined and reassorted in their progeny, then natural selection can never make them truly distinct. Although natural selection may tend to force a population to evolve into two or more distinct forms, sexual reproduction and hybridization mix them up again.

Two parts of a population can evolve into distinct species only if some sort of barrier prevents gene flow between them; they might, for example, be isolated on different islands. While isolated from each other they may then evolve and become so different that, if they meet again, they can no longer hybridize and their populations can no longer exchange genes. They are now different biospecies. Figure 2.13 illustrates this process.

Differences that are particularly effective in keeping newly evolved species distinct are different rituals of courtship, different signals of attraction between the sexes, and in flowering plants, different species of insect pollinator. It may sometimes happen that hybrids form between two evolving species but their parental chromosomes have become so different that they fail to pair at meiosis: the hybrids are then sterile (for example, the horse–donkey hybrid is the sterile mule).

The evolution of species and the balance between natural selection and hybridization are illustrated by the extraordinary case of two species of sea gull. The lesser black-backed gull (*Larus fuscus*) originated in Siberia and colonized progressively to the west, forming a chain or *cline* of different forms, spreading from Siberia to Britain and Iceland (Figure 2.14). The neighboring forms along the cline are distinctive, but

biospecies do not exchange genes

evolution in sea gulls

they hybrid part of the *Larus fuscus* spread east the population meet and overdiverged so species, the *atus*). More

In this from one p cline that c isolated pe readily div

2.4.2 Is

The most of Darwin

onded
 rtance
 which

 00 km
 m from
 ssland.
 getation
 of finch
 d from a
 America.
 a variety
 e group,
 ratch for
 and feeds
 rd group
 th group
 s, feeding
 ker finch,
 a spine or
 nat, rather
 ophy and in
 most likely
 id evolved
 ough non-
 ill different
 s compete,
 members of
 sely related
 cts of their

 ears to have
 nong species
 e species are
 pecies is nor-
 like the boil-

 es have been
 DNA) (Petren
 ng-held view
 unk (i.e., was
 ch (*Certhidea*
 o be the most

 mples of great
 rom one island
 picture-winged

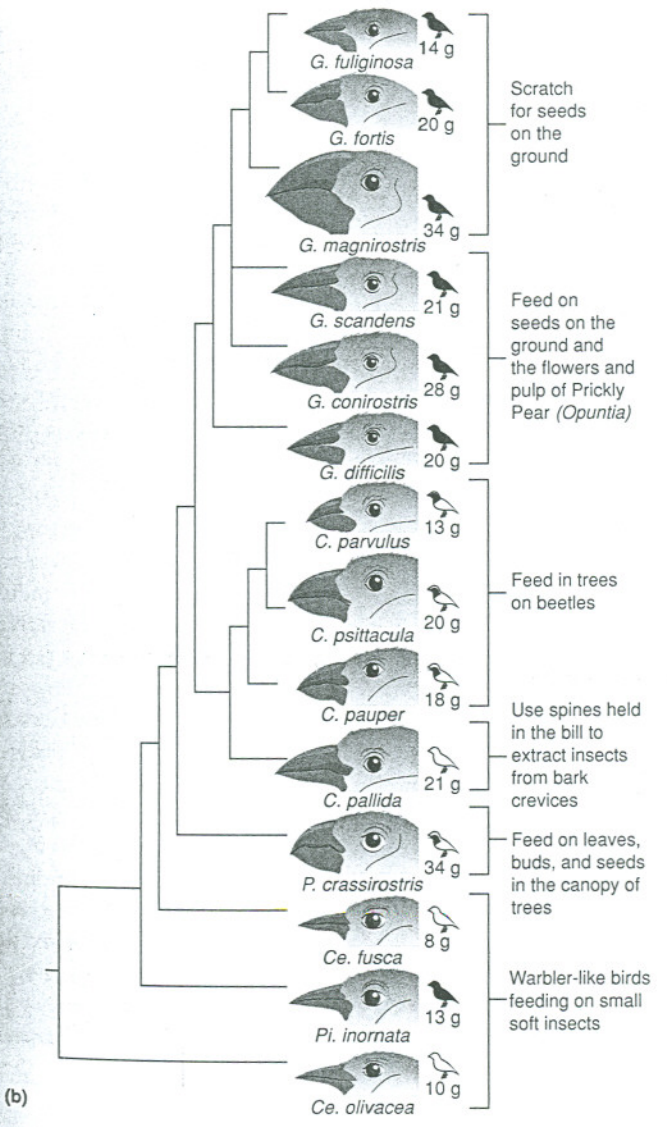
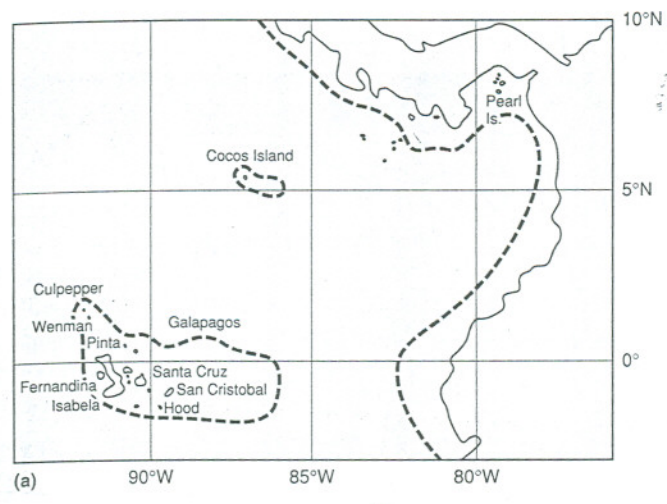


Figure 2.15
 (a) Map of the Galapagos Islands showing their position relative to Central America; on the equator 5° equals approximately 560 km. (b) A reconstruction of the evolutionary history of the Galapagos finches based on variation in the length of microsatellite DNA. The feeding habits of the various species are also shown. Drawings of the birds are proportional to actual body size. The maximum amount of black coloring in the male plumage and the average body mass are shown for each species. The genetic distance (a measure of the genetic difference) between species is shown by the length of the horizontal lines. Notice the great and early separation of the warbler finch (*Certhidea olivacea*) from the others, suggesting that it may closely resemble the founders that colonized the islands. *C.*, *Camarhynchus*; *Ce.*, *Certhidea*; *G.*, *Geospiza*; *P.*, *Platyspiza*; *Pi.*, *Pinaroloxias*. (After Petren et al., 1999.)

⇒ výskyt druhov, rodov alebo čel'adí nemusí vypovedať o ekologickej podobnosti

- konvergentná a paralelná evolúcia

Konvergentná evolúcia

Vývojové línie evolučne značne vzdialené jedna od druhej majú štruktúry

- analogické = morfologicky alebo funkčne podobné
- nehomologické = nie sú odvodené z odpovedajúcej štruktúry spoločného predka

pr. veľké vodné mäsožravce

Paralelná evolúcia

Fylogeneticky príbuzné skupiny – diverzifikovali sa po izolácii

- funkčne rozdielne, ale homologické štruktúry

pr. evolučná radiácia placentárnych savcov a vačnatcov

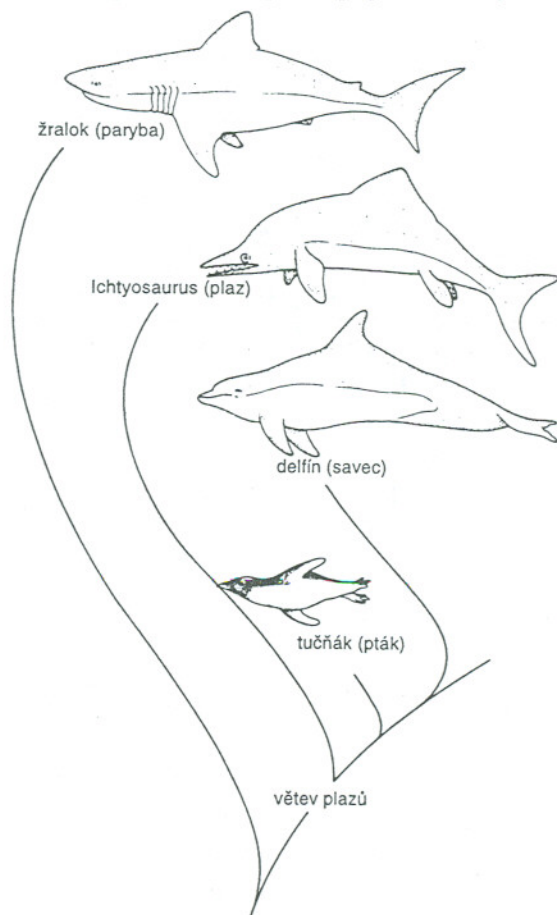
1.3 Konvergence a paralely

Shodu mezi povahou organismů a jejich prostředím můžeme vnímat často jako podobnost tvaru a chování u organismů, které žijí v podobném prostředí, ale patří k rozdílným vývojovým liniím (tj. k odlišným větvím evolučního stromu). Zmíněná podobnost ještě více vyvrací názor, že pro každé prostředí existuje toliko jeden jediný dokonalý organismus. Vidíme to zvláště přesvědčivě v případech, kdy jsou vývojové linie značně vzdáleny jedna od druhé a kdy obdobné role plní struktury zcela rozdílného evolučního původu, tj. když tyto struktury jsou *analogické* (podobné ve vnějším tvaru či funkci), avšak nikoli *homologické* (odvozené z odpovídající struktury společného předka). V takových případech mluvíme o *konvergentní evoluci*.

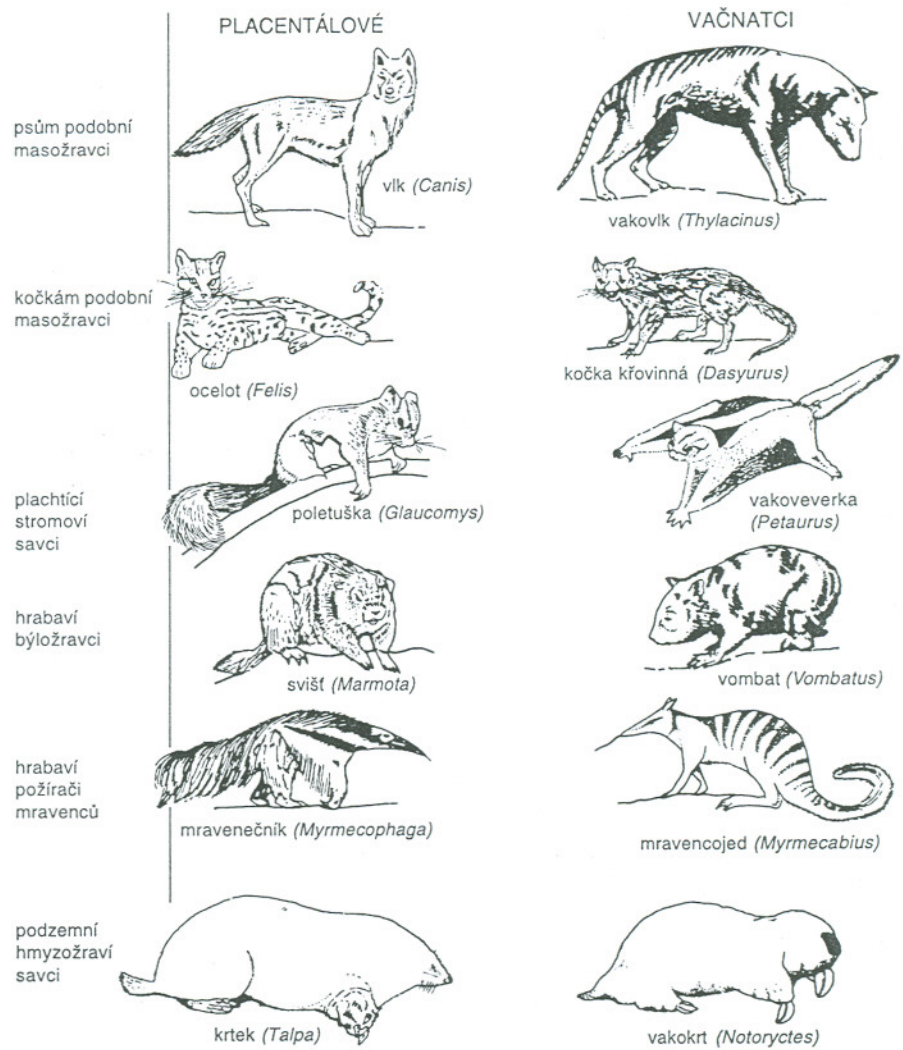
popínavé orgány
rostlin a velcí vodní
masožravci
jsou příkladem
konvergentní evoluce

Velcí vodní masožravci se vyvinuli ve čtyřech zcela odlišných skupinách: mezi rybami, plazy, ptáky a savci. Konvergence formy (obr. 1.9) je pozoruhodná, neboť skrývá hluboké rozdíly ve vnitřní stavbě a v metabolismu, což ukazuje na to, že tyto organismy jsou si navzájem ve své evoluční historii velmi vzdáleny.

Mnoho kvetoucích rostlin (a některé kapradiny) používá jiné rostliny jako opory k tomu, aby se mohly vyšplhat do vrcholků vegetace. Získávají tak přístup k většímu množství světla, než kdyby spoléhaly pouze na své vlastní podpůrné pletivo. Schopnost popínání se vyvinula u mnoha různých čeledí



Obrázek 1.9. Příklad konvergentního vývoje tvarů těla u velkých mořských masožravců z různých evolučních větví. (Hildebrand, 1974, aj.)



Obrázek 1.11. Paralelní evoluce vačnatých a placentárních savců. Dvojice druhů se podobají vzhledem i svým chováním.

těn květák a brokolice – typické megafyty s robustním, nerozvětveným stonkem, s velkými listy a mohutným květem. Jiná *Brassica* má silný 2–2,5 m vysoký nerozvětvený stonek a na vrcholu svazek rozložitých listů. Využívá se komerčně k výrobě vycházkových holí!

Ať už je příčinou konvergence megafytů cokoliv, působení selektivních sil tu lze odhadnout hůře než působení selektivních sil na velké vodní masožravce nebo na vývoj popínavých rostlin.

S tím, že většina konvergencí a paralel je rozpoznatelná podle nápadné podoby vzhledu, souvisí další problém. Tak ačkoliv vačnatý bandikut králíkovitý připomíná vzhledem placentárního králíka (dlouhé uši činí tuto podobnost zvláště nápadnou) a oba druhy hloubí doupata, je bandikut králíkovitý většinou masožravec, který se živí larvami hmyzu, zatímco králík je býložra-

Konvergencia medzi spoločenstvami

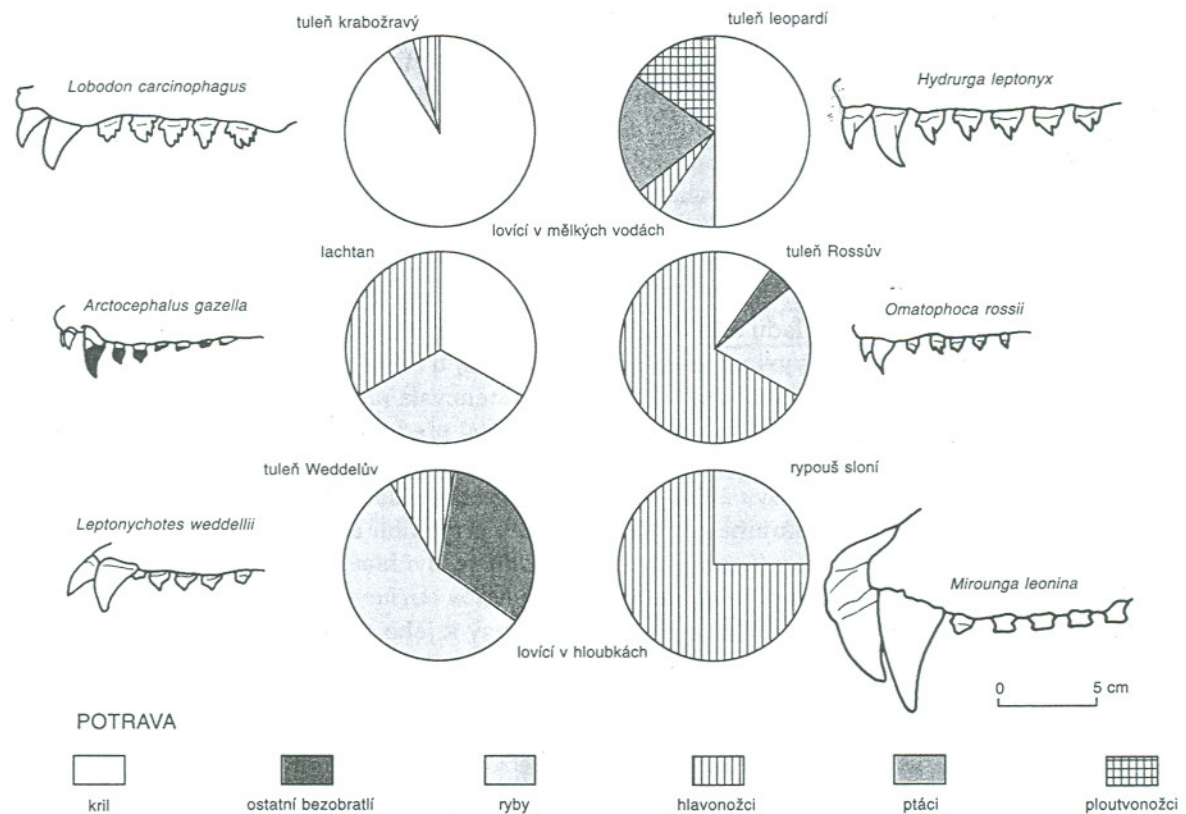
- súvisí z biogeografickým členením na biomy
- viz. prednáška základnej ekológie

Divergencia vo vnútri spoločenstva

Prečo existuje?

1. **heterogenita prostredia** – závisí na veľkosti organizmu, ktorý ju vníma
2. väčšina prostredí obsahuje **gradienty podmienok** a zdrojov, tj. priestorové, časové, rytmické (sezónne cykly), náhodné (povodeň, požiar)
3. existencia jedného typu organizmu v oblasti mení oblasť z hľadiska organizmu iného.

Pr. koexistencia antarktických tuleňov



Obrázek 1.15. Typ potravy, hloubka lovu potravy a struktura čelistí u skupiny antarktických ploutvonožců (Laws, 1984, upraveno)

tuleni, vzájemná *interakce*, anebo v minulosti vedla radiční evoluce ke ztrátě takových interakcí v dnešních společnostech? Na žádnou z těchto otázek neexistuje jednoznačná odpověď, ke každé z nich se však vrátíme v dalších kapitolách.

1.5 Specializace uvnitř druhů

Až dosud jsme chápali druhy (nebo vyšší taxony) jako jednotky, které žijí v souladu s prostředím. Avšak nejspecializovanější přizpůsobení prostředí můžeme vystopovat jen uvnitř druhů. Když jsme pojednávali o ostrovech, zdůraznili jsme, že homogenizující vlivy výměny genetické informace (a její rekombinace) způsobují, že většina zřetelnějších známek heterogenity populace se vyjeví tehdy, když se části populace geograficky izolují a nedochází tak ke vzájemnému křížení. Je jasné, že pokud jsou lokální vlivy přírodní selekce silné, mohou potlačit homogenizující vlivy sexuální reprodukce a rekombinace. I když zde existuje jisté vzájemné křížení, lokálně zvýhodněné genotypy mohou pak být tak zvýhodněny, že nevyhovující kombinace jsou soustavně eliminovány. Trvá tok genů, populace jsou stále součástí téhož druhu, ale objevují se lokálně specializované rasy.

Výměna genetického materiálu v populaci je závislá na mobilitě celých organismů, anebo - v případě organismů přisedlých - na pohyblivosti jejich gamet, pylu či semen. Pokud se členové populace při hledání partnera volně pohybují (anebo se jejich gamety, spory či semena šíří na značné vzdálenos-

Vnútrodruhovú špecializácia

- najšpecializované prispôsobenie je vnútri druhu
- hlavne pri geografickej izolácii časti populácie
- **Genetický polymorfizmus** – miera selektívne významnej premenlivosti
- Hypotézy zachovania gen. Polymorfizmu
- 1. Heterozygoti môžu mať niektoré výhodné vlastnosti vzhľadom k svojmu prostrediu, ale trvale generujú homozygoty.
- 2. Gradienty selekčného faktoru - na jednom konci gradientu priaznivé pre jednu formu, na druhom pre inú, v strede gradientu môžu vznikajú polymorfne populácie.
- 3. U selekcie závislej na frekvencii výskytu, každá z foriem je najzdatnejšia, keď je najvzácnejšia.
- 4. v prípade heterogenity biotopu môžu selekčné sily pôsobiť rôznymi smermi

VZŤAHY K ABIOTICKÉMU PROSTREDIU

Prostredie organizmu = **habitat** – špecifické charakteristiky

- Terestrické

- Vodné → morské
- → sladkovodné

Habitaty → microhabitat

Pre každý druh pre každý faktor definujeme rozsah environmentálneho faktoru:

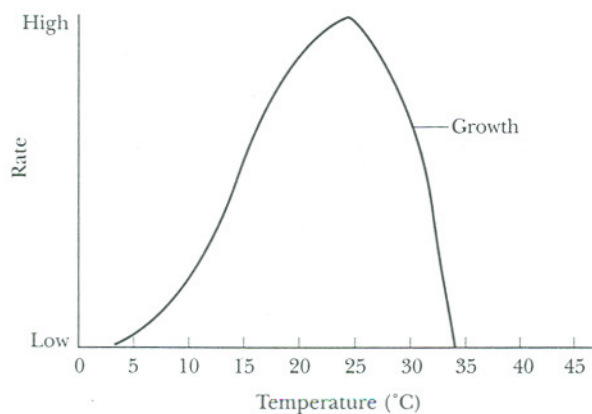
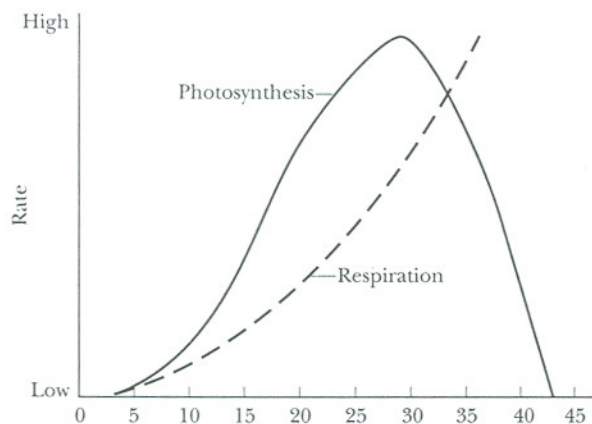
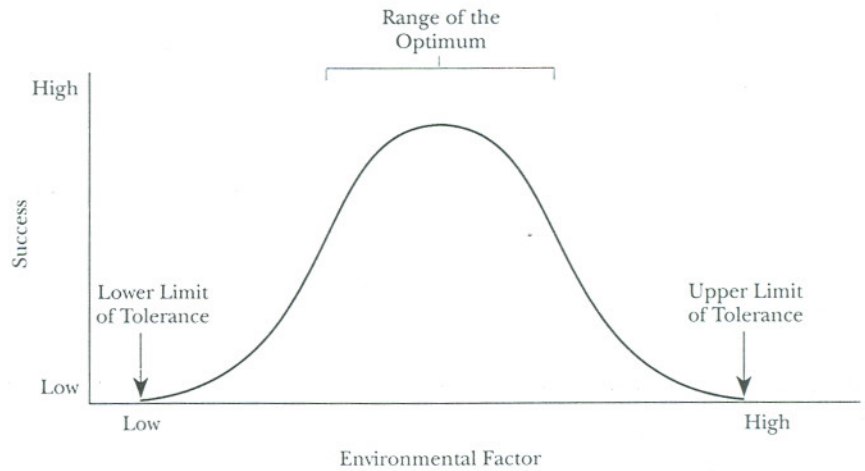
- **rozsah tolerancie** – určený hornou a dolnou hranicou tolerancie
(*Carassius auratus* akvar. forma – teplota 2-34°C)
- **rozsah optima**
- limitujúci faktor

Zmeny faktorov → odpoveď organizmu na zmenu, jedná sa o neevolučné zmeny

- hlavne zmeny fyziologické – **aklimatizácia** - mení sa rozsah tolerancie
- u mobilných druhov zmeny **behaviorálne**
- **fenotypická plasticita** – environmentálne indukovaná fenotypická variácia
- Zmena fenotypu z prostredím je často charakterizovaná použitím reakčnej normy.

Figure 2-3

When some measure of success of an organism is plotted against different levels of an environmental factor, a bell-shaped curve often results. It rises from zero success at the lower tolerance limit to high values in the range of the optimum and then falls again to zero at the upper tolerance limit.

**Figure 2-4**

Optimal conditions may differ for different aspects of the life of organisms. The optimum temperature for photosynthesis is about 30°, shown in the top graph. Growth rate, the difference between photosynthetic rate and respiration rate at a given temperature, is shown in the bottom graph. It peaks at 25°.

So, is 25°C the optimum temperature for pea plants? They grow fastest at that temperature, but is this the temperature at which they reproduce fastest or live longest? Possibly not. Quite different temperatures may be optimal for growth and for flowering, for example. Even considering just growth rate, the example is oversimplified because the effects of day-night temperature changes (thermo-periodism) are not considered.

The ecological optimum is a useful concept but a blunt one, like a hammer. When precision is needed, some other tool may be better.

When Conditions Change

Few habitats stay the same for very long. Some, such as the ocean depths, come close, but for most habitats environmental factors change between day and night, between drought and a wet period, between summer and winter. When some important feature of the habitat changes, the organism changes in response. The change may be mainly **physiological**. As the air temperature warms up during the day, a plant and a bird both exposed to the sun will undergo physiological changes because of the heat. These changes often have the effect of keeping certain important aspects of the organisms's internal environment constant despite the changing external environment. This tendency, which is an important physiological principle, is known as *homeostasis*. The bird may respond by lowering its rate of heat production and by arranging its feathers so as to lose heat rapidly, resulting in its body temperature remaining constant.

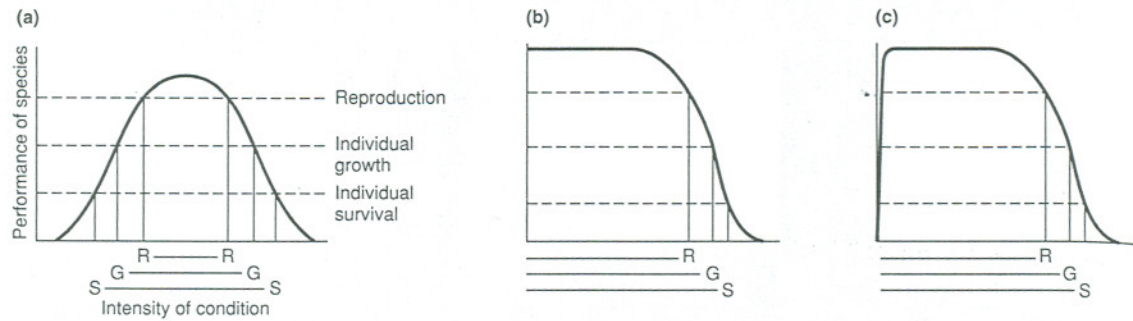
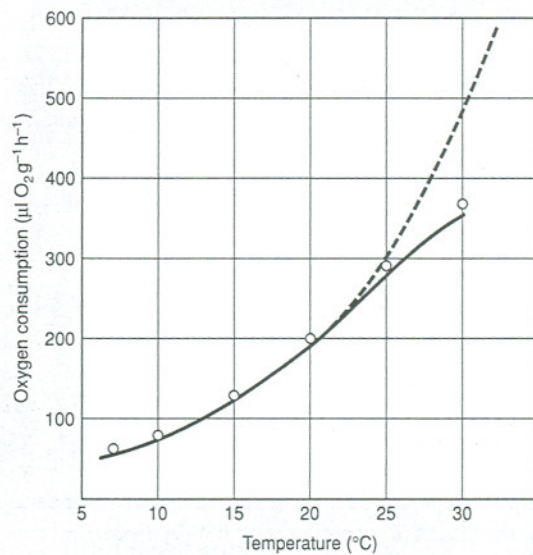


Figure 3.1

Response curves illustrating the effects of a range of environmental conditions on individual survival (S), growth (G), and reproduction (R). (a) Extreme conditions are lethal; less extreme conditions prevent growth; only optimal conditions allow reproduction. (b) The condition is lethal only at high intensities; the reproduction–growth–survival sequence still applies. (c) Similar to (b), but the condition is required by organisms, as a resource, at low concentrations.

Figure 3.2

The rate of oxygen consumption of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata*), which doubles for every 10°C rise in temperature up to 20°C, but increases less fast at higher temperatures. (After Marzusch, 1952.)



about because high temperature increases the speed of molecular movement and speeds up chemical reactions. Thus, at lower temperatures (though “lower” varies from species to species, as explained earlier) performance may be impaired simply as a result of metabolic inactivity.

high and low temperatures

At extremely high temperatures, on the other hand, enzymes and other proteins become unstable and break down, and the organism dies. But difficulties may set in before these extremes are reached. At high temperatures, terrestrial organisms are cooled by the evaporation of water (from open stomata on the surfaces of leaves, or

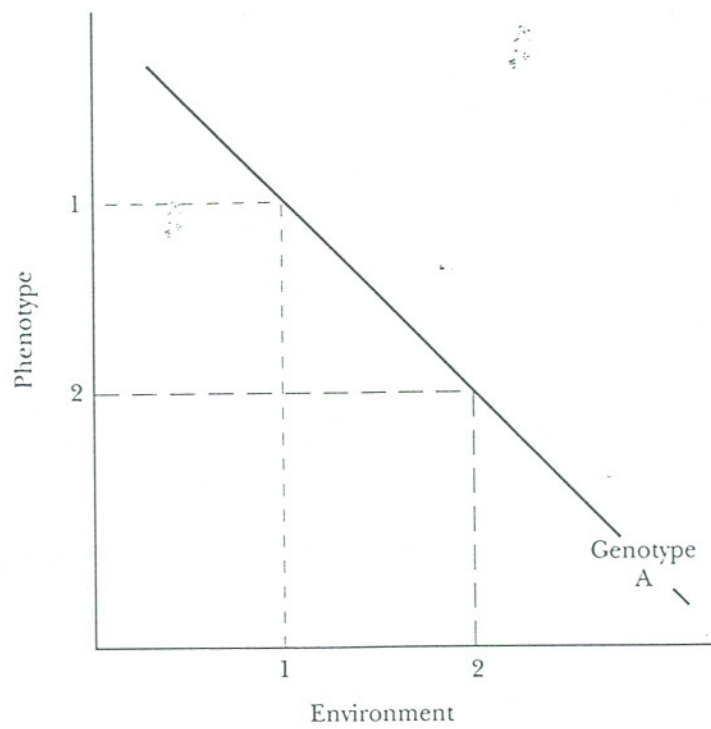


Figure 2-6

A reaction norm. An individual developing in environment 1 develops phenotype 1, whereas if it develops under environment 2, it develops a different phenotype.

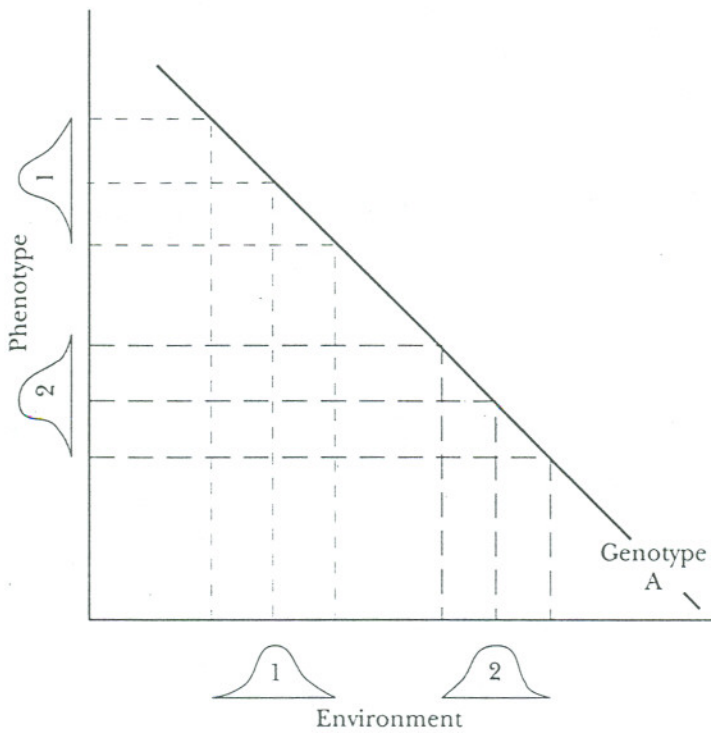


Figure 2-7

Usually a range of slightly different environments is present at any particular locality, hence the phenotypes reflect this range.

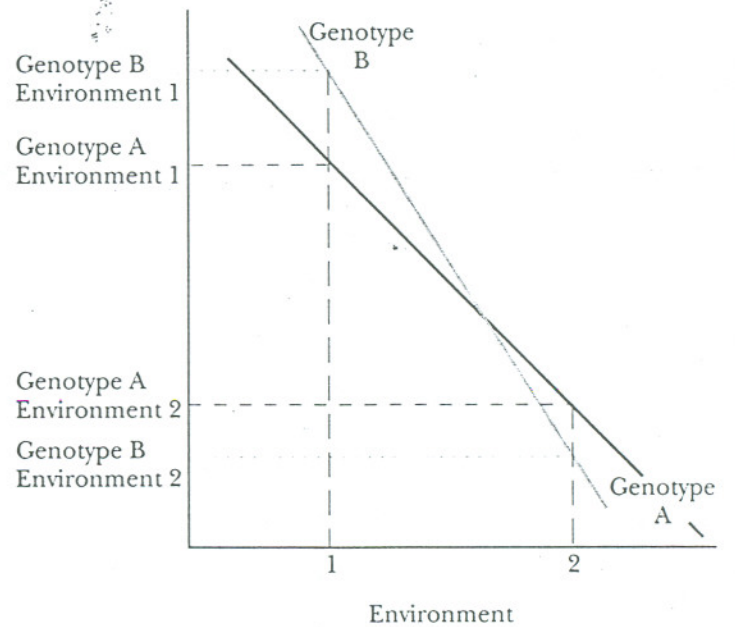


Figure 2-8

Different genotypes will have different reaction norms. If the lines for reaction norms cross, the resulting phenotypes will show these relationships.