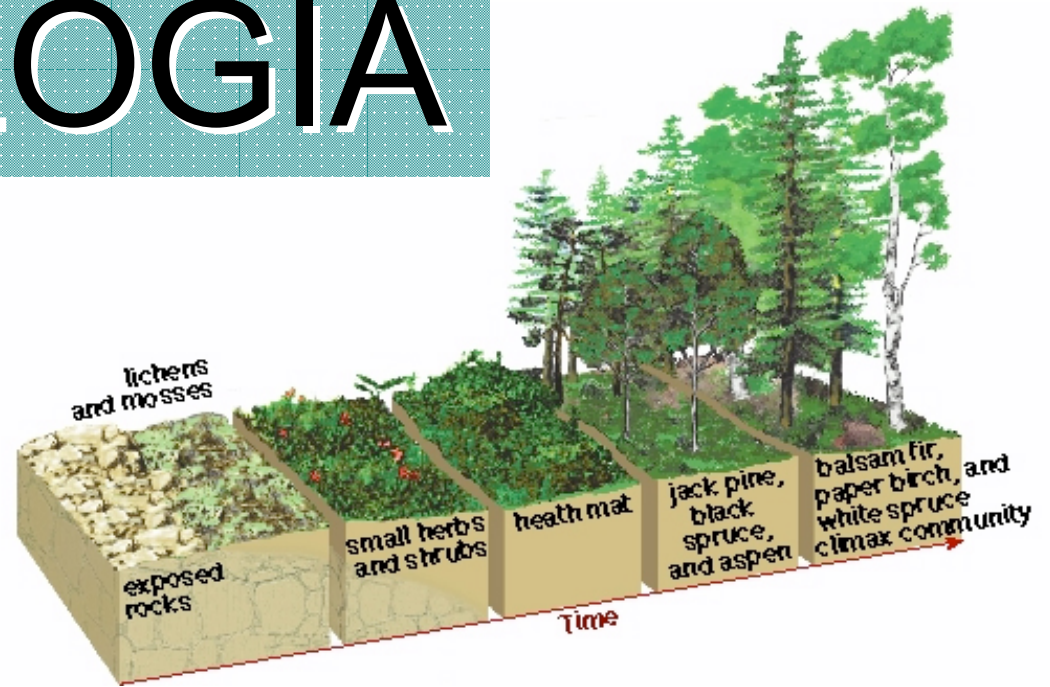
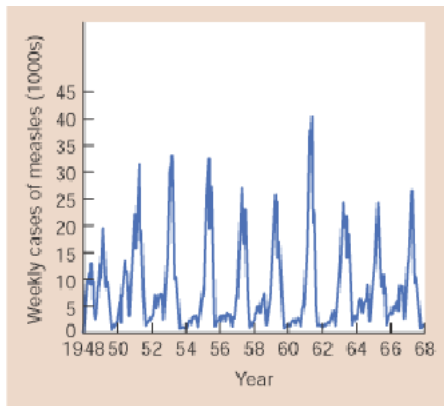


ÖKOLÓGIA



Mit tanulunk, mivel foglalkozunk az iskolában?

- szakmai ismeretek
- világkép
- ami a közösség életét jobbá teszi
- ami az egyéni életet majd jobbá teszi
- amit jó csinálni

Kamajura iskola



Egy emberi kultúra története: Rapa Nui

- A polinéziaiak i.e. 400 körül telepedtek itt le
- 23 C° (jan-febr.) – 18 C° (júli-aug.)
- füves parti sáv, erdők, chilei kúszópálma
- 25 tengeri és 6 szf-i madárfaj (emlős nincs)
- + hozott táró, jamsz, banán, édesburgonya, cukornád





Rapa Nui - találkozások

- 1722 húsvét délután, Jacob Roggeveen holland felfedező - katonák
- 1770: Don Felipe Gonzalez de Haedo – papok, katonák
- 1774: James Cook - kutatások



- fűtenger, sehol egy fa vagy bokor
- a legnagyobb állatok rovarok, sehol egy madár
- 2-10 m magas, 80 tonnás moai szobrok
- 2000 lakos szalmakunyhókban és barlangokban

Rapa Nui – mi történhetett?

- A moaik szállításához fagörgőkre volt szükség, a delfinvadászathoz pedig fa hajókra
- Kr.u. 800 körül az erdők már fogyatkozni kezdtek (pollenanalízis), de egy emberöltő alatt észrevehetően mértékben
- A pálmák kihalása után 200 évvel következett be a kb. 6-10 ezres népességcsúcs, de a jólét elmúlt
- Harcok, kannibalizmus

Rapa Nui – tanulságok

1. a környezet katasztrofális tönkretételéhez nincs szükség bonyolult technikára vagy piacgazdaságra
2. a változásokat nehéz felismerni, észrevehetetlenek maradhatnak egy emberöltőn belül
3. az életfenntartó rendszer tönkretétele és a kultúra összeomlása között hosszú idő is eltelhet
4. reménytelenül nehéz egy kultúra világnézetét megváltoztatni

Nauru

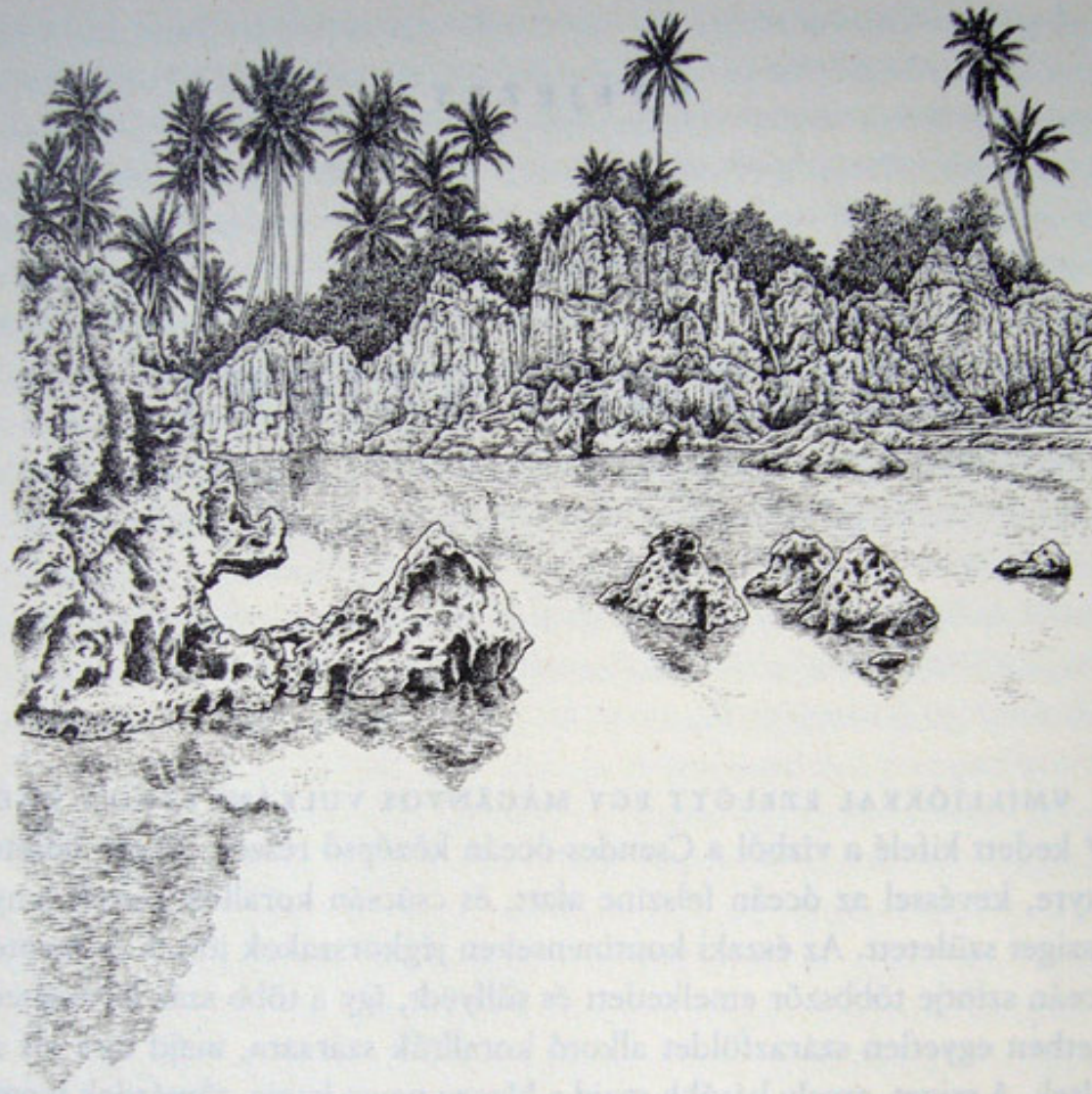
- alig 20 km átmérő, 21 km², korall + guanó
- az első lakók több mint 2000 éve érkeztek Mikronéziából
- kb. 1000 lakos; a fertőző betegségek ismeretlenek voltak
- kókuszligetek
- táplálkozás: hal + gyümölcs
- 1798. november 8., nyugati bálnavadászahajó: „Kellemes sziget”

Nauru



2. ábra. Nauru térképe a foszfátbányászat előtt, 5 méteres szintvonalakkal (egy 1910 körüli német térkép alapján, módosítva)

Nauru



1. ábra. Lagúna Naurun, Rosamond Dobson Rhone „Nauru, a Déli-tengerek leggazdagabb szigete” című képe alapján. *National Geographic Magazine* 40 (1921) 572

Nauru

- acélszerszámok, lőfegyverek, alkohol, dohány (dohányzóiskolák) – sertésekért és kókuszért, később pénzért
- alkohol, lőfegyverek – agresszív viselkedés (1870, 1888)
- 1899, a foszfát felfedezése
- az első évben 11.000 t foszfátot szállítottak Ausztráliába, később évi 100.000 tonnát
- keresztény misszió - szokások megváltozása

Nauru

- elterjedtek az autók, sztereomagnó, videó, mosógép, motorcsónak, terepjáró... (1976, NG), a népesség tízezerre nőtt
- egy db aszfaltozott út (18 km), 4 óra alatt megjárható gyalog
- az egyik fő halálok az autóbaleset
- a világ legkövérebb emberei
- a cukorbetegség a 25 év felettiéknél 30%
- az őshonos növényfajok többsége kipusztult, a megmaradtak fele veszélyeztetett; a növényfajok 50 %-a importált dísznövény
- a foszfátkészletek kimerültek
- vízhiány

Nauru – és mi

- „ne bányásszanak, őrizzék meg a hagyományos maurui életmódot és a sziget biológiai sokféleségét” - 😊
- a nauruiak vagy elmennek, vagy átalakítják életmódjukat
- mindez sokszor megtörtént már
- élőhelyek helyett új utak, bevásárlóközpontok stb.
- létszámunkat a nettó szf-i fotoszintézis 40%-ának felhasználásával tartjuk fenn

Nauru – és mi

- iparszerű mezőgazdasággal megnöveltük az ökoszisztéma produktivitását
- 1 cal élelmiszer előállításához 3 cal ásványi energiahordozót használunk fel
- az ivóvíz egyes vízadó rétegekben lassabban pótlódik, mint ahogy kiszivattyúzzuk
- a művelési mód a feltalaj nagymértékű pusztulásával jár (erózió)
- erózió: 150 év alatt 50% (Iowa), 30t/ha/év (a képződés 1 t/ha/év)
- hosszú távon az iparsz. mezőgazd. csökkenti az ökoszisztéma eltartóképességét
- őz: 4 egyed/km², az emberé 100x ennyi

A progresszivista világnézet

- „Az emberi történelem kezdetén a gyűjtögető, halászó és vadászó ember az életbenmaradásért folytatta a küzdelmet” (Fazekas-Szerényi: Biológia I.)
- „Az újkőkorban az élelem mennyiségének növekedésével együtt nőtt az életben maradás esélye. A halandóság leggyakoribb oka ugyanis korszakunkban – és még sokáig az emberiség történetében – az éhínség vagy az alultápláltság volt.(...) Az újkőkori ember (...) továbbra is állandó bizonytalanságban élt, rettegett a vadállatoktól (...) a betegségekkel szemben védtelen volt (...) Szenvedések, küzdelmek árán korai őseink élete egyre emberibbé vált.” (Történelem I., középiskolai tankönyv)

Progresszivista nézetek

- az emberiség történetének nagy részében az ember „vadászó-gyűjtögető” életet élt – élete „durva, kegyetlen és rövid” volt; „harc a betevő falatért”
- a mezőgazdasággal virágzott fel a tudomány és a művészetek
- egészség, biztonság, hosszú élet, szabad idő

Nauru

- „A fiatalok énekeltek, táncoltak, matracokat szőttek, birkóztak, labdáztak, szeretkeztek, társas életet éltek, zsinórmintákat találtak ki és élvezték az életet.” (Az édenkert kiárusítása, 35. o.)

Bálint Attila Indiánok c. könyvéből











A valószínű valóság

- Európában a földművelés 1000m/év sebességgel terjedt a Közel-Keletről (Kr. e. 8000-től) – „lelkedési hullám”
- a busmanok a Kalahári sivatagban hetente 12-19 órát fordítanak táplálékszerzésre, sokat alszanak. Egészségesek, sokat alszanak, kevés betegséget ismernek, nincs éhínség. 85-féle ehető növényt fogyasztanak
- paleopatológia: a mezőgazdaság megjelenésével csökkent a testmagasság, romlott az egészségi állapot, elterjedt a kolera, tüdővész, lepra. A himlő, bubópestis és kanyaró csak a városok létrejöttével kapott lábra az utolsó pár ezer évben.
- osztálytagozódás; gyakoribb szülések – növekvő népsűrűség

A valószínű valóság

- Az egészséges vadászó gyűjtögetőket kiszorították az alultáplált, de nagyobb létszámú földművesek
- A gyűjtögető-vadászó életmód volt „a legsikeresebb és legtovább fennmaradó emberi életmód fajunk egész fennállása alatt”
- Ha az emberiség történetét 24 órába sűrítjük össze, akkor a földművelés éjjel 23.54-kor kezdődött
- a mítoszok átírásának szükségessége

Az ökológia története

Ókori természetszemlélet

Ókori kelet (keleti vallások): intuitív humánökológiai szemlélet. Közvetlen tapasztalaton, megérzésen alapulva, nem tudományos igénygel, az ember magát a természet részének tekintette. Az értelem szerepe alárendelt. Meditatív, befelé forduló, passzív, felelősségvállaló ember (hindu). A „nem ártás elve” kiterjed a természetre is.

Kína: a világmindenség hatalmas eleven organizmus, a földi és a túlvilági élet egyetlen szerves egységet alkot, amelynek alapja az egyetemes világtörvény (tao). Forrása a harmóniának, az ember és a természet harmóniájának alapja. Mértékletesség. A világfolyamat ciklikus (jin, jang). A boldogság feltétele a természet rendjéhez való igazodás.

Lao-ce

- „ismerd meg önmagad, s magadban az egész világot megleled. A boldogságnak nincs köze ranghoz és vagyonhoz: egyszerűen csak harmónia dolga.”
- „Ébredj valódi tudásra, s hagyd magad mögött az ész dolgait.”
- „Ha azonban szembeszállunk az Éggel és erőszakosan bánunk a teremtményekkel, akkor a Nap és a Hold elsötétül, a csillagok letérnek útjukról, a négy évszak összekeveredik, az éjszaka világos lesz, a nappal pedig sötét.”
- „Ismerd a világot anélkül, hogy kilépnél ajtódon (...) Minél messzebbre mégy, annél kevesebbet tudsz ”

Lin-csi (kínai buddhizmus, IX. sz.)

- „Mit tesz majd ezzel a fával is az emberi lelemény, ha egyszer kitalálja, mire használhatja? Mit tesz majd az egész földi világgal, ha egyszer rájön, milyen könnyen hatalma alá hajthatja? S mivel kevésbé boldogul az égivel, a túlpartival, az ostoba, vak és akarnok elme célba veszi majd magának a külső világot, önmagától fordítva el az embert. Minden művelet, mellyel az anyagi világban merül el, egy lépéssel távolabb viszi égi lényegétől.”

Indiában vagyunk.

Mégis Csuang Ce szavai ötlenek fel bennem.

Mennyire igaz, hogy a bölcsesség nem ismer határokat!

Csuang Ce így mesél:

„Egyszer Huan herceg palotájának egyik felső szobájában olvasott, míg bognárja, Pien odalenn egy kerék készítésével foglalatoskodott.

Kalapácsát lerakta, felment a palotába és így szólt a herceghez:

– Mit olvas, felség?

– A szentek szavairól – válaszolta a herceg.

– Szentek... Élnek még ezek a szentek?

– Nem – válaszolta a herceg. – Meghaltak.

– Akkor – folytatta a bognár – csak az idejét vesztegeti. Mindaz, amit a Régiekről a könyveiben találhat, csak olyasmi, mint a bor lefejtésekor visszamaradt seprő.

– Olvasok – fortyant fel a herceg. – Hogy meri ebbe egy bognár beleütni az orrát! Túlzott jóindulatomnak köszönheted, hogy megmagyarázhatod állításod. Ha nem vagy erre képes, halállal lakolsz tiszteletlenségért.

– Elmesélem – mondta a bognár –, amit a mesterség tanított felséged hű szolgájának. Ha kereket készítek, csak úgy lassacskán, a munka kellemes. Az eredmény azonban nem lesz tartós. Ha ellenkezőleg, kapkodva dolgozom, az fárasztó. Az eredmény pedig tákolmány. Sem a lassú, sem a gyors munka nem jó! Meg kell találni a megfelelő ritmust. Amely alkalmas a kéznek. És megfelel a szívnek.

Rejtőzik itt valami, amit a szavak nem tudnak kifejezni. Valami, amit nem tudtam megértetni a fiammal. Aki, sajnos nem tudta ezt elsajátítani.

Ezért gyártom én, hetven éves fejjel, a kerekeket.

Amit a Régiek nem tudtak továbbadni, az meghalt.

És a könyvekben is csak a seprőt találja.”

SHANTALA

(Frédéric
Leboyer, 1976)



A kezdetek

Biblia: lineáris gondolkodás; kevésbé természettisztelő

Az antik (görög) kultúrában elkezdődött a természet leértékelődése, ami egyben a *H. sapiens* önértékelési zavara is. A természet és az ember egysége megbomlott. De a görögök még nem uralkodni akartak a természeten, hanem attól függetlenné válni.

Descartes (1596-1650) után: Az ész mindenhatósága. A matematika az eszményi tudomány.

- nyereségközpontúság, piacgazdaság, tömegfogyasztás
- a természet kiaknázandó nyersanyag
- még ma is: az oktatás-nevelés, a színház, a könyvkiadás, az egészségügy „nemtermelő” ágazat, így értékfogyasztó

Lassú fordulat:

- Freud, Nietzsche, Jung: az ész nem mindenható. Az embert sokkal inkább az ösztönök, mint az értelem befolyásolja. Az emberi lét irracionális.
- A mikroorganizmusok nélkül nem jöhet létre a szerves anyagok körforgása, a bioszféra éghajlatalakító tényező

- Darwin: „az olyan különféle érzelmek és képességek, mint a szeretet, az emlékezet, a figyelem, a kíváncsiság, az okoskodás stb., amelyekkel az ember büszkélkedik, kezdetleges, sőt, néha jól kifejtett formában az alacsonyabbrendű állatokban is megtalálhatók”
- Freud (1859-1939): A tudattalan meghatározó szerepe. Az utolsó csapás az ember önelégültségére (Kopernikusz és Darwin után).

- Freud: „az emberi intellektus gyenge az ember ösztönéletéhez képest... ez a gyengeség mégis különös: az intellektus hangja halk, de addig nem nyugszik, amíg meghallgatásra nem talál. Ez egyike ama kevés számú ténynek, amelyekre vonatkozólag az emberiség jövőjét illetően optimisták lehetünk.”

- XVI-XVII. sz. demográfia

N. Machiavelli (1526), J. **Graunt** (1662),

G. Buffon (1756)

■ Evolúció-elmélet

Cuvier

Erasmus Darwin, Lamarck, Ch. Darwin

A. R. Wallace -biogeográfia

■ az Ökológia mint tudomány

A. Humbolt

E. Haeckel 1866 οιχος + λογος = ökologia

K. Möbius biocönózis kifejezés

F. Clements (1936)

- szukcesszió,
- szuperorganizmus elmélet

Ch. Elton (1900-1991)

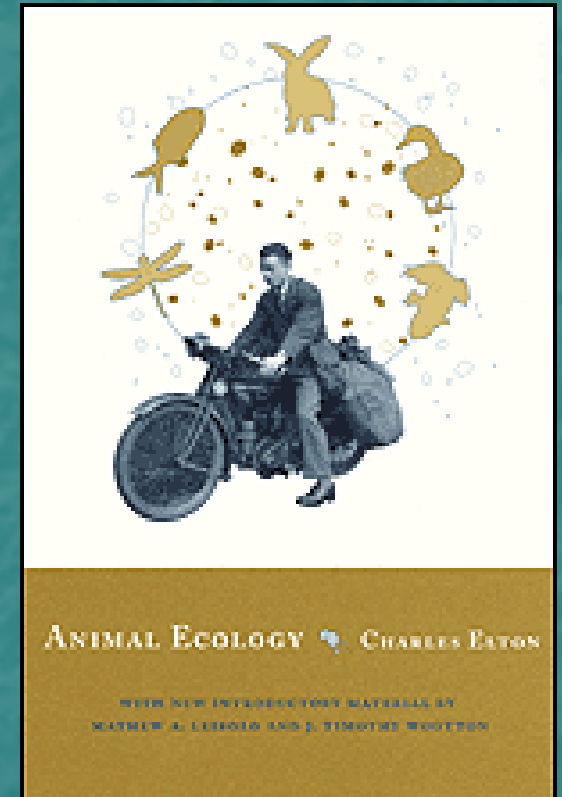
1927 Animal Ecology

Ökológia= „scientific natural history”

E. Odum (1913-2002)

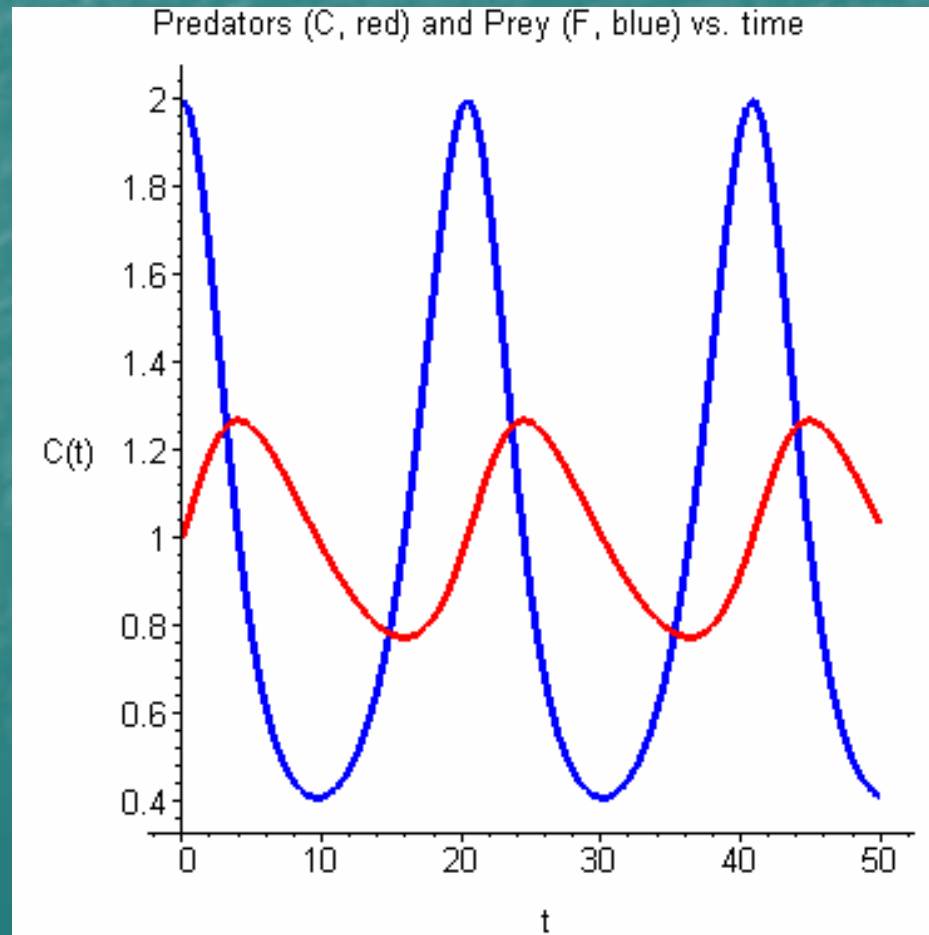
ökoszisztéma koncepció

1953 Fundamentals of Ecology



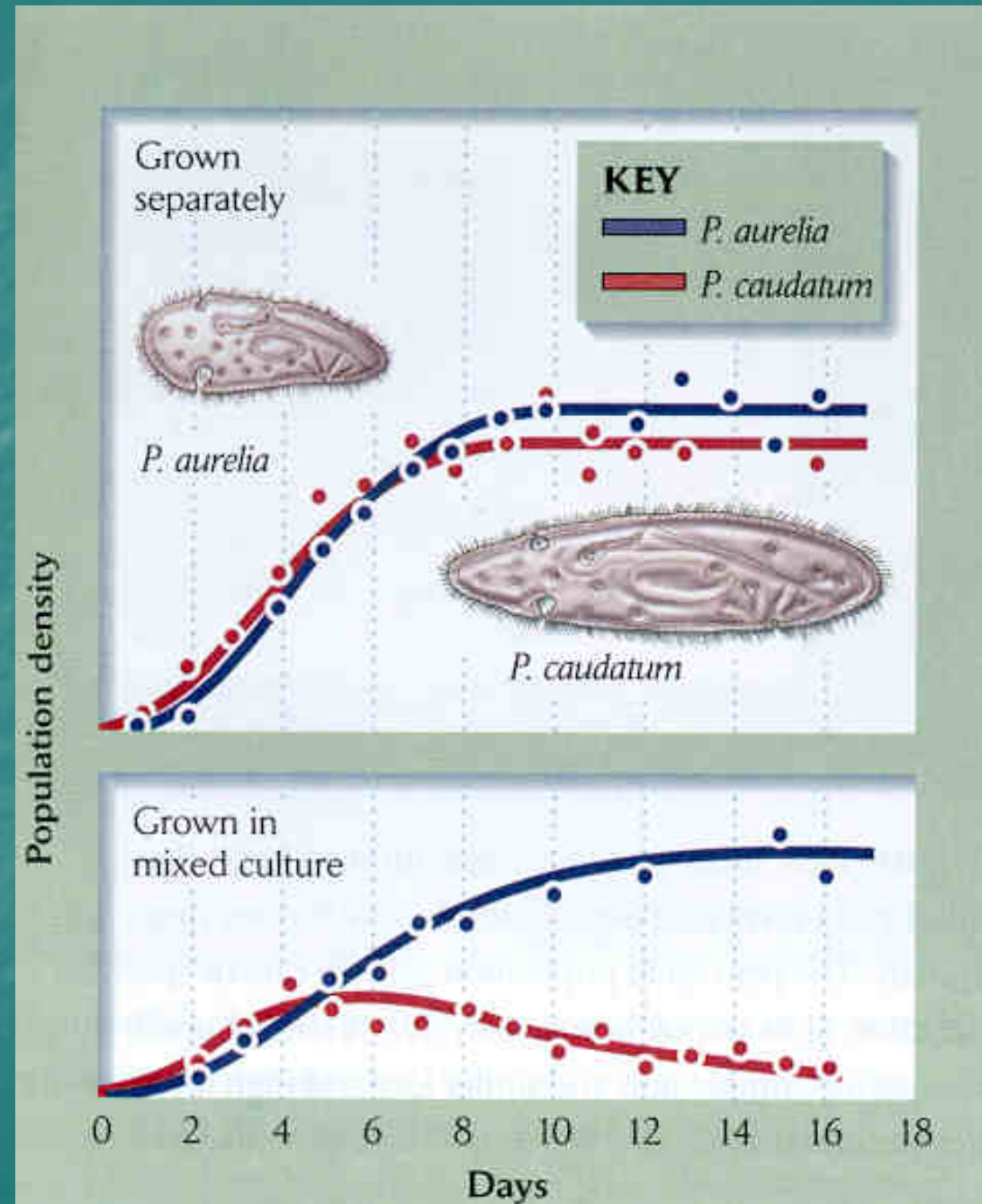
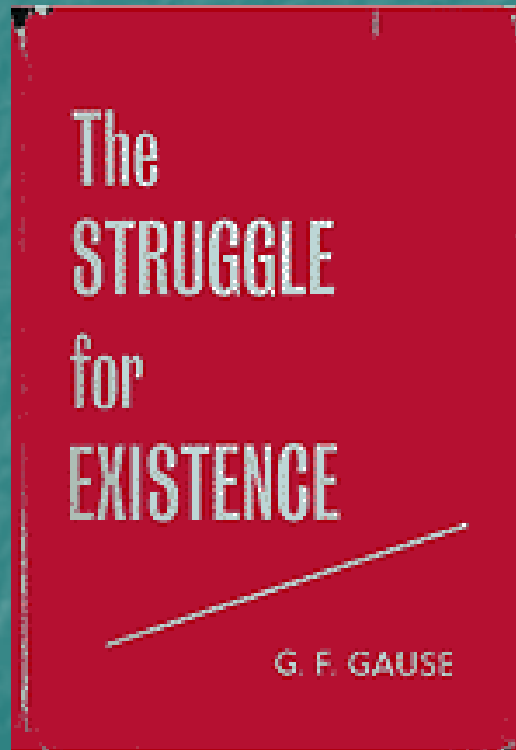
■ Matematikai modellek

Alfred **Lotka** (1925) és Vito **Volterra** (1926)
ragadozó-zsákmány modellje



G. F. Gause

kompetitív kizárás elve



■ Produkcióbiológia

Lindeman (1942), trofikus szintek, anyagforgalom

IBP International Biological Program (1964-74)

ökoszisztémák energiaforgalma

biológiai produkció mérése (biomassza)

Odum (geokémiai ciklusok)

■ Juhász-Nagy Pál (1935-1993)

- 1984 Beszélgetések az ökológiáról
- 1986 Egy operatív ökológia hiánya, szükséglete és feladatai
- JNP, Zsolnai László 1992: Az ökológia reménytelen reménye
- Az eltűnő sokféleség. (A bioszféra- kutatás egy központi kérdése) 1993.
- Juhász-Nagy Pál: A synbiológia alapjai. 1995.

Az ökológia megfogalmazása

- Vizsgálati alapegység: a **populáció**
- Centrális hipotézis (CH)

Bárhol, bármikor bármilyen populáció bármilyen mennyiségben megtalálható a természetben.

- Centrális probléma

CH milyen mértékben és miért hamis?



SZÜNBIOLÓGIA

SZÜNBIOLÓGIA

SZÜNFENOBIOLOGIA

biogeográfia
(növény- és állatföldrajz)
cönológia

ÖKOLÓGIA

populációökológia
közösségi ökológia
evolúciós ökológia
produkcióbiológia

Az ökológia olyan szünbiológiai tudomány, amely azt vizsgálja, hogy melyek a növények, állatok és mikroorganizmusok egyed feletti szerveződési szintjeire ható kényszerfeltételek, és hogy e feltételek – beleértve az emberi hatásokat is – hogyan határozzák meg térbeli eloszlásukat, viselkedésüket, működésüket.

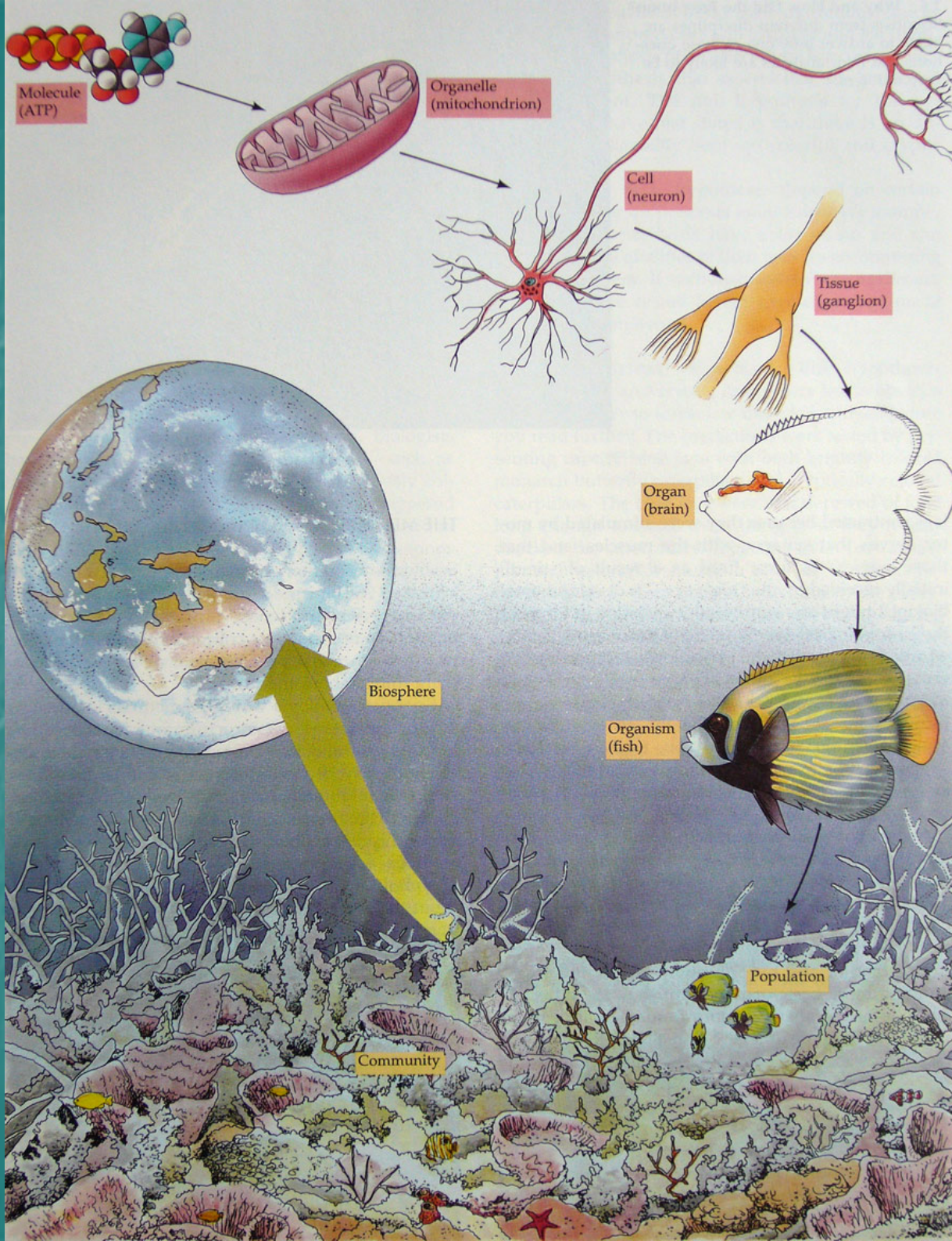
Ökológia - a biológiához, azon belül a szünbiológiához tartozó tudományág.

Tárgya a populációkra és populáció-kollektívumokra hatást gyakoroló "ökológiai-környezeti" és az ezeket a hatásokat fogadó és ezekre reagáló "ökológiai-tűrőképességi" tényezők közvetlen összekapcsoltságának (komplementaritásának) vizsgálata.

Feladata azoknak a limitálással irányított (szabályozott és vezérelt) jelenségeknek és folyamatoknak a kutatása, amelyek a populációk és közösségeik tér-időbeni mennyiségi eloszlását és viselkedését ténylegesen okozzák.

Ökológiai alapfogalmak

- Az ökológia az egyed feletti szerveződési szintek összefüggéseit vizsgálja. Az életközösségek törvényszerűségeivel, működésével, a közösségek és környezetük kapcsolatával foglalkozik. Azt vizsgálja, mi határozza meg, hol milyen állat- és növényfajok fordulnak elő, mi szabja meg, mennyi él ott belőlük, mi határozza meg közösségeik összetételét, kialakulását, és együttes fennmaradásuk kritériumait. Az élővilág legkomplexebb jelenségeivel foglalkozik. Több tudomány eredményeit ötvözi, interdiszciplína.
- Egyed feletti szerveződési szintek (SIO)
populáció, életközösség, biom, bioszféra



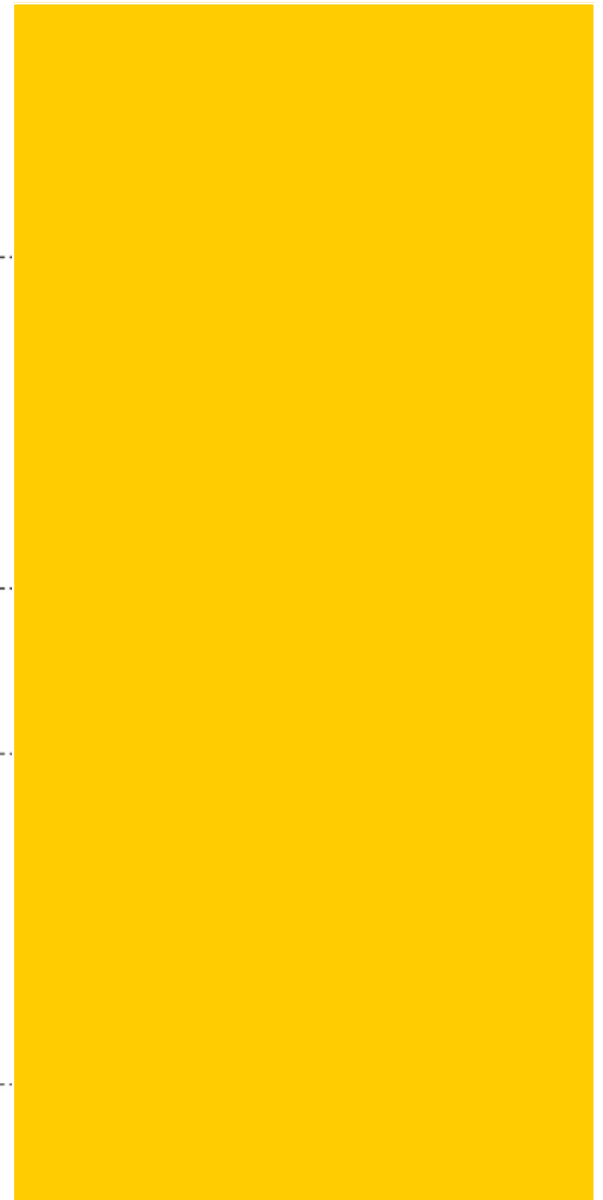
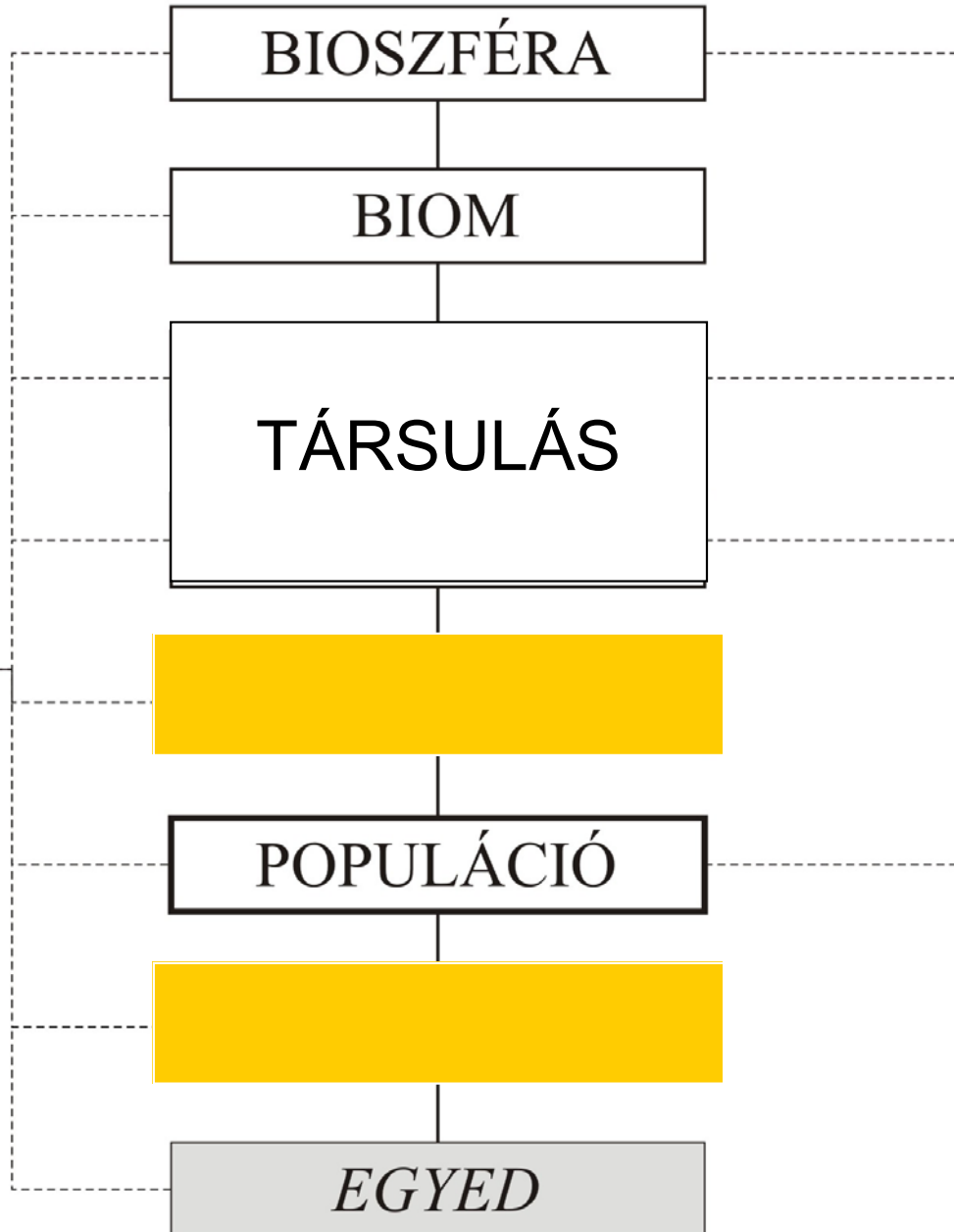
Egyed alatti és feletti szerveződési szintek

(infraindividuális és
szupraindividuális
organizáció)

Entitás

*Szerveződési
szint*

ÉLŐ TERMÉSZET



Egyed feletti (szupraindividuális) szerveződési szintek

populáció, életközösség, biom, bioszféra

- POPULÁCIÓ:

Egy fajba tartozó egyedek összessége, amelyek egy időben ugyanazon a helyen élnek és egymással tényleges szaporodási kapcsolatba kerülhetnek. Egymással kölcsönhatásban állnak, egymás között szaporodnak és kellően nagy számú egyedet foglalnak magukba.

Pl. egy erdő összes kocsánytalan tölgye, egy városi park összes balkáni gerléje, egy tó összes csapó sügérje (TK-i példák)

- jellemezhető az egyedszámával, koreloszlásával, ivararányával

■ TÁRSULÁS, ÉLETKÖZÖSSÉG (BIOCÖNÓZIS)

A populáció feletti szupraindividuális szerveződési szint, amelyet egymással kölcsönhatásban álló élőlény-populációk alkotnak. Valamely élőhely (biotóp) élővilága, az ott élő különböző fajok populációinak együttese. Nem véletlen csoportosulások, a populációk között bonyolult kapcsolatrendszer van jelen.

Új (ún. emergens) tulajdonságai: térszerkezet, mintázat, diverzitás stb.

Pl. hegyvidéki gyertyános tölgyes, nádas, süllőhínáros békaszőlőhínár, fűz-nyár ligeterdő, disznóparéj-libatop társulás, fűz- és nyárligetes kultúrnyáras stb. (növénytársulások)

Ökológiai alapfogalmak

- BIOM

A társulásokból szerveződő nagy élőlényközösségek, amelyeknek határait elsősorban az éghajlat határozza meg. Ilyen a tundra, tajga, mérsékelt övi lombhullató erdők, trópusi esőerdők, füves puszták, sivatagok stb.

- BIOSZFÉRA

A földi élet színtere, a biomok összessége, a Föld felszínének az a burka, amely a litoszféra, az atmoszféra és a hidroszféra találkozásánál alakult ki. Bonyolult működésű önszabályozó rendszer, magában foglalja az összes élőlényt és egy minőségileg más, magasabb szerveződési szintet jelent.

Ökológiai alapfogalmak

- **Környék:**

Mindaz, ami az élőlényeket az élőhelyükön körülveszi. A környezet számos eleme (potenciálisan ható tényezői, együttesen: milió) közül nem mindegyiknek a megváltozása van hatással az adott élőlényre. Amelyik megváltozására az élőlény valóban reagál, az az...

- **...Ökológiai környezet:**

Egy objektumra ténylegesen és közvetlenül ható tényezők halmaza.

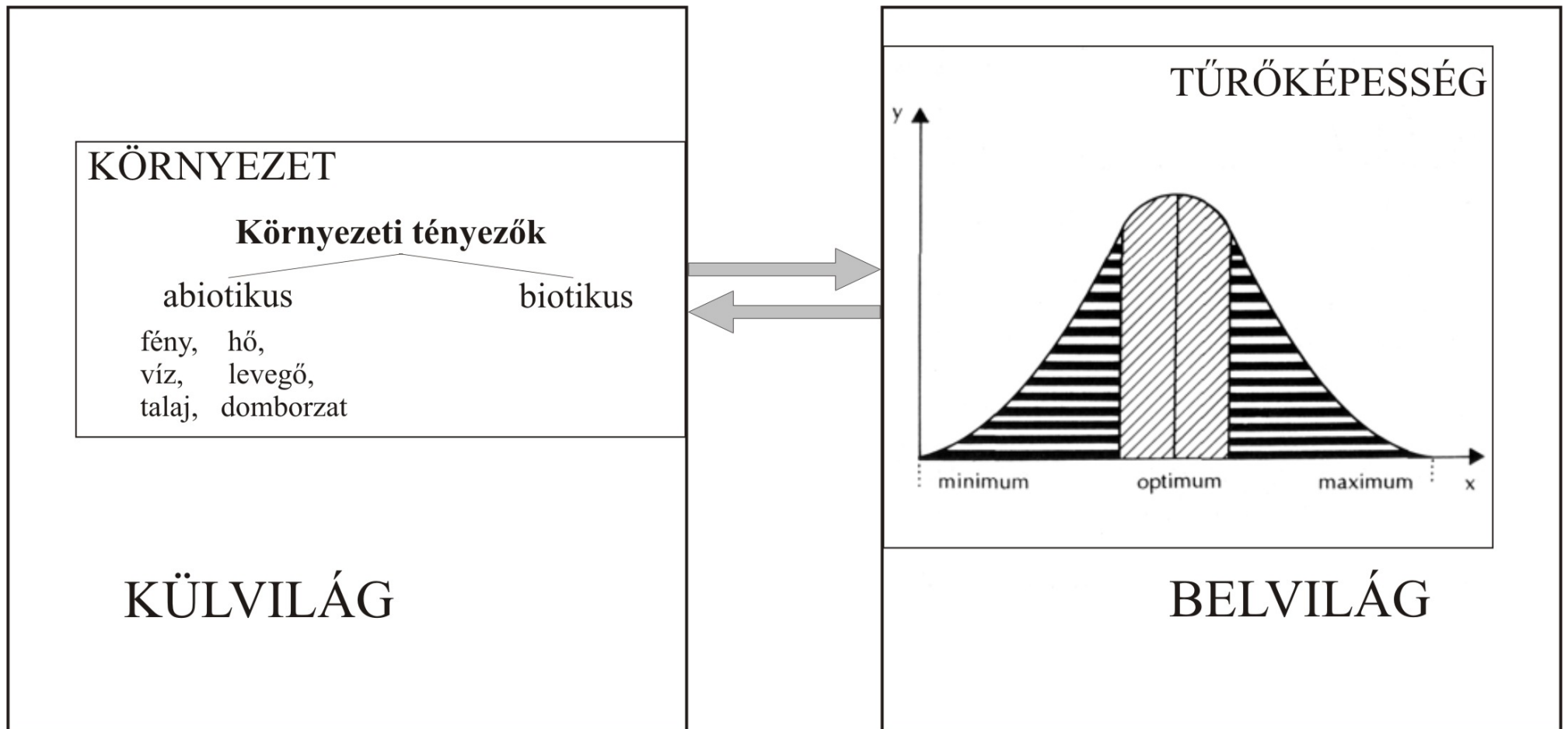
Ökológiai alapfogalmak

- **Ökoszisztéma:**

Önszabályozó képességgel rendelkező ökológiai rendszerek, amelyeket viszonylagos stabilitás és belső állandóság (homeosztázis) jellemez.

Ökoszisztémák a társulások, a biomok és a bioszféra az élettelen környezetükkel együtt, de akár egy tó vagy egy pocsolya is.

Környezet és tolerancia



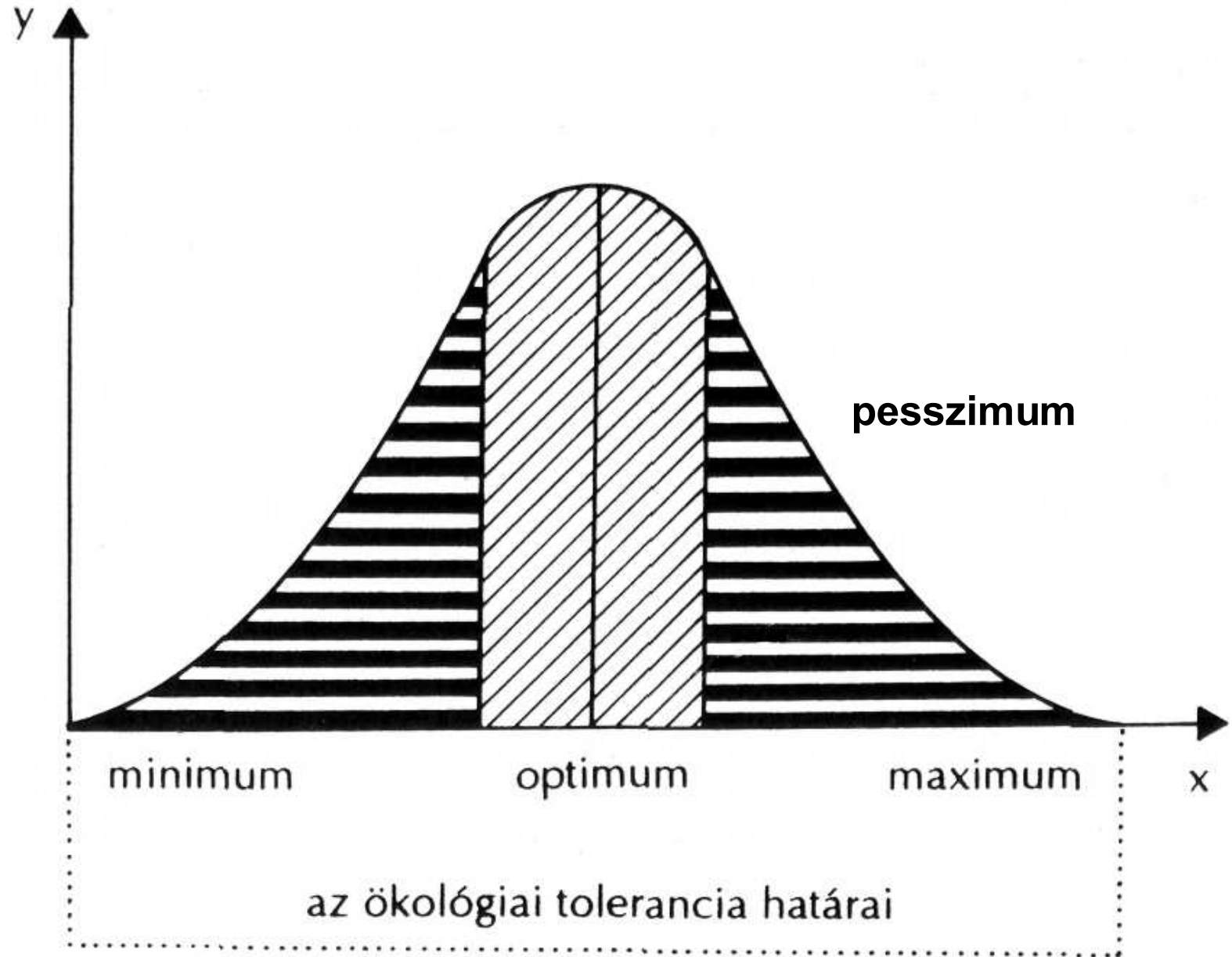
Egy populáció elterjedési területét (areáját) a környezeti tényezők és a tűrőképesség viszonya határozza meg. /lásd: kozmopolita fajok/

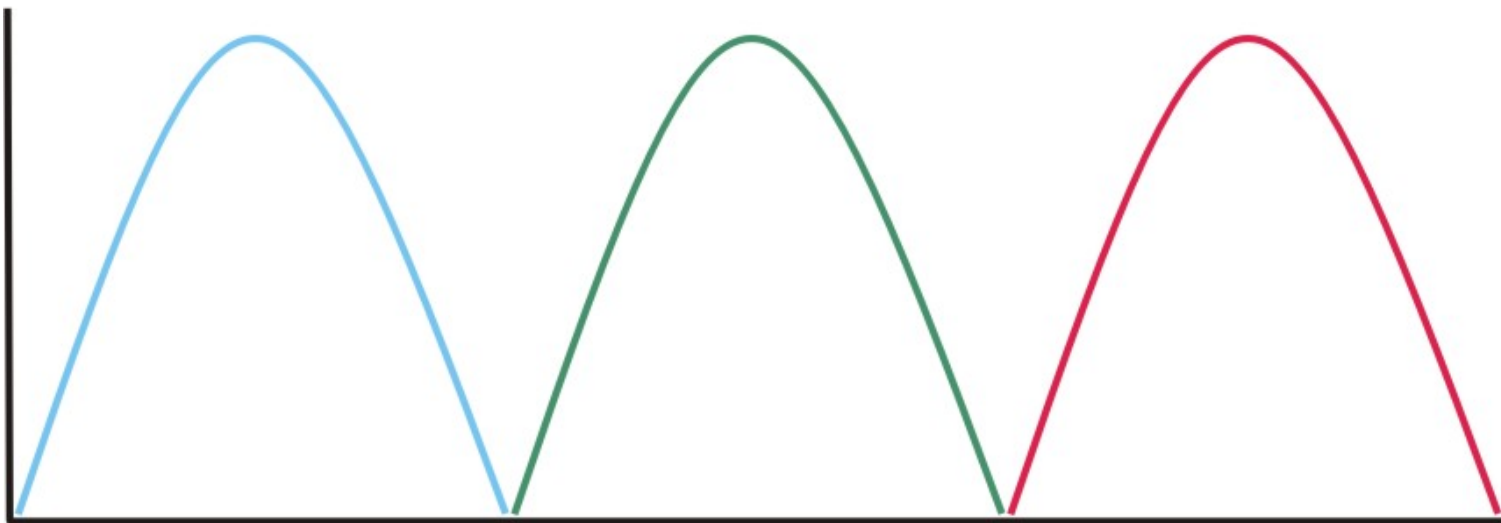
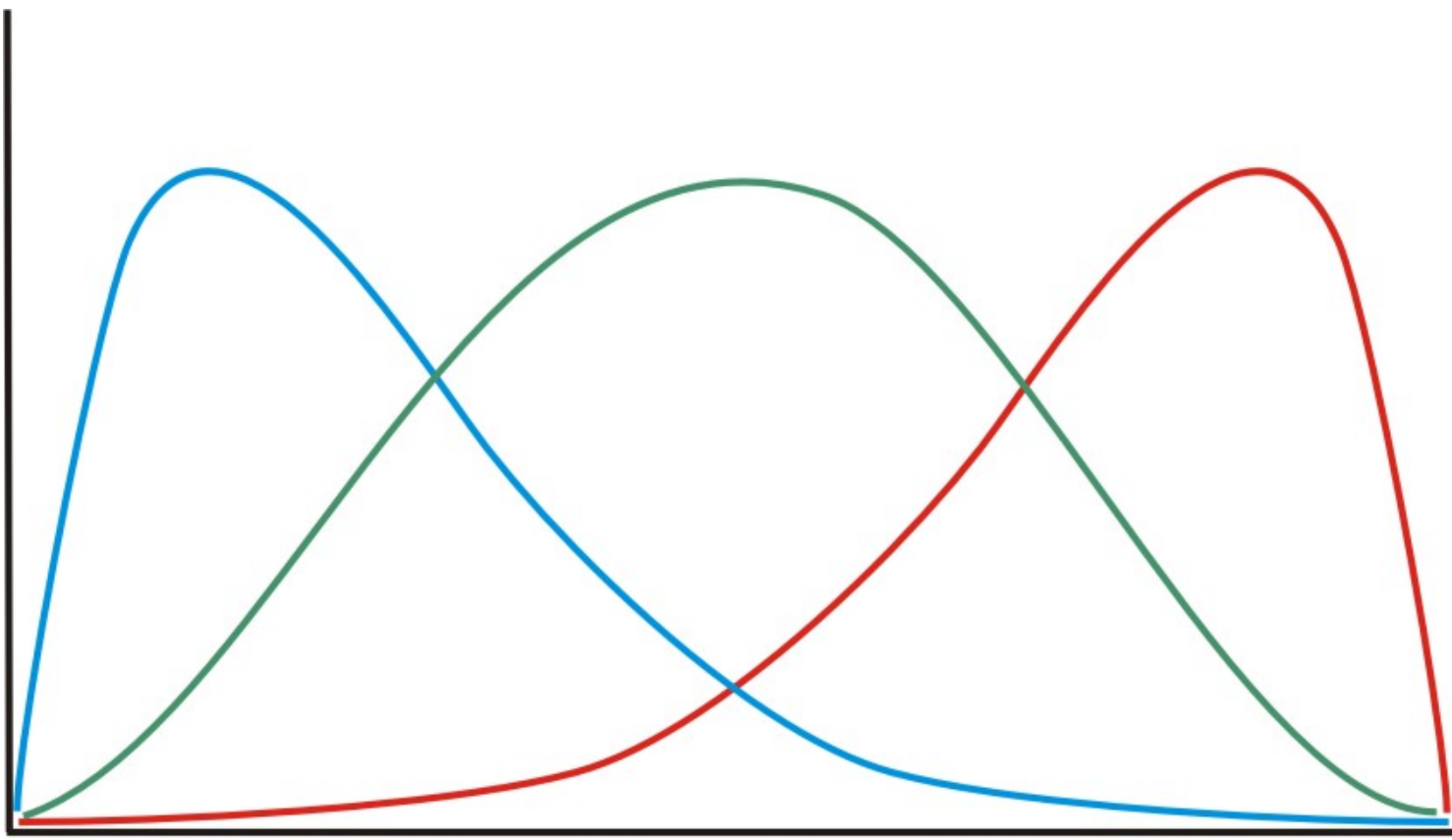
- **Tűrőképesség (tolerancia):**

A populációknak az a sajátossága, ahogy a környezeti hatásokat érzékelik és azokra reagálnak

- **...Ökológiai környezet:**

Egy objektumra ténylegesen és közvetlenül ható tényezők halmaza.





Élőlények csoportosítása tűrőképességük alapján

Egy adott tényezőre

- tág tűrésű (euriök)
- szűk tűrésű (sztenök) --- indikátorszervezetek

Több faktorral szemben

- generalista
- specialista

Shelford toleranciatörvénye:

egy élőlény elterjedését az a környezeti tényező határozza meg, amelyre nézve a legszűkebb az élőlény toleranciája.

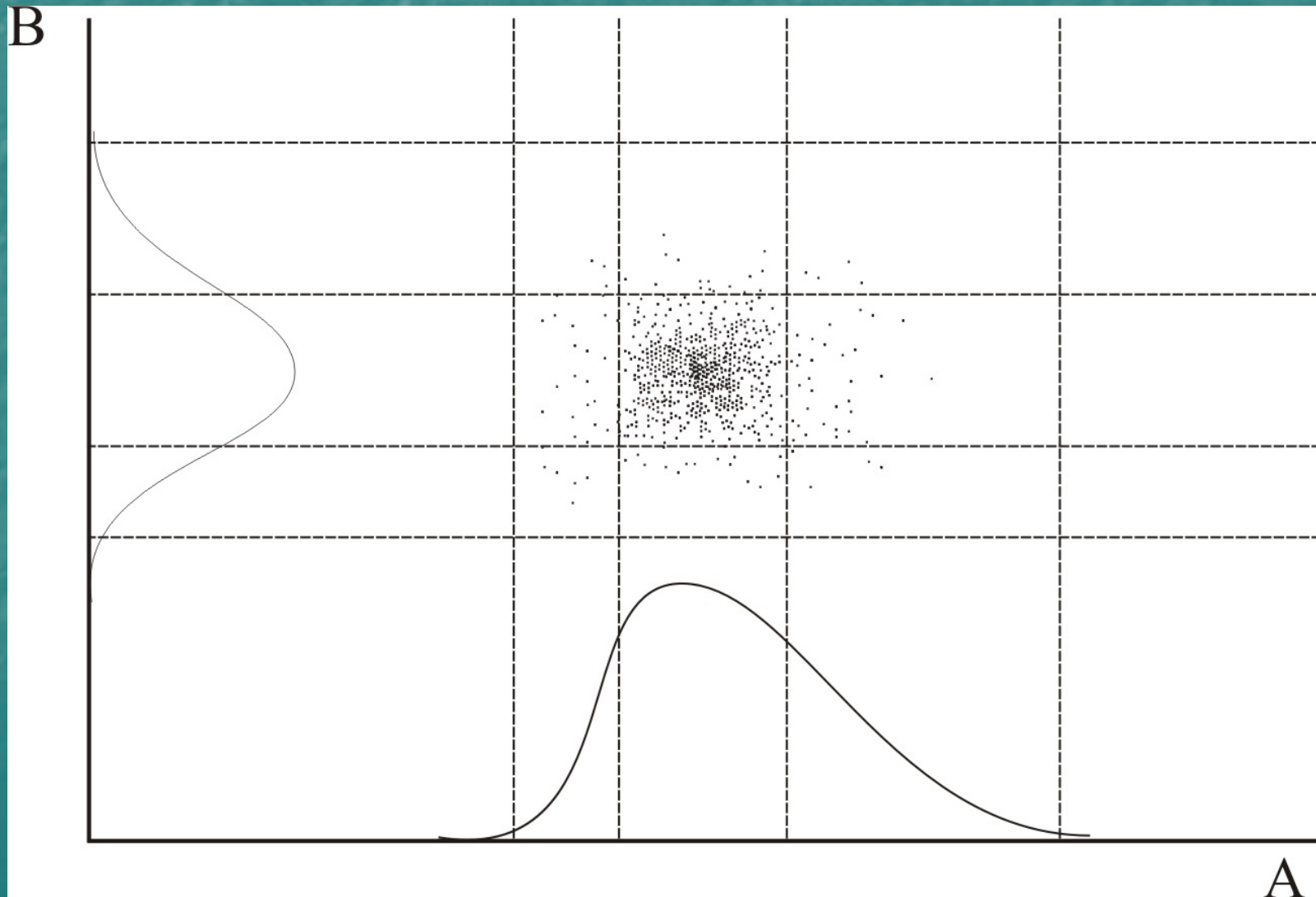
Liebig-féle minimumtörvény:

bármely biológiai folyamat sebességét az a tényező korlátozza, amely a szükségletekhez képest a legkisebb mennyiségben van jelen.

Ökológiai niche

Hutchinson (1957)

n dimenziós absztrakt hipertér



Ökológiai niche

A **niche-tér** egy olyan sokdimenziós absztrakt tér, amelynek tengelyein a lényeges források és élőhelyi jellemzők értékeit tüntetjük fel.

Egy faj **fundamentális niche**-e ennek az n-dimenziós állapottérnek az az altere, amely biztosítani képes egy adott faj populációjának tartós fennmaradását a versengő partnerek hiányában.

Egy faj **realizált niche**-e a fundamentális niche-nek az a része, ahol az adott faj populációja versenytársak, ragadozók és paraziták jelenlétében is képes a tartós fennmaradásra.

Két teljesen azonos realizált niche-sel rendelkező faj nem élhet tartósan együtt!

Életformák (Raunkiaer)

Fanerofitonok (Ph)	rügyben telelők. Fásszárú növények, a kedvezőtlen időszakot magasban, az ágvégeken lévő rügyekben vészelik át.
Kamefitonok (Ch)	talaj felett telelők. Áttelelő szerveik a talajszint felett helyezkednek el. Előfordul, hogy leveleik is áttelelnek vagy csak a levéltelen szár.
Hemikriptofitonok (H)	félíg rejtve telelők. Áttelelő szerveik a talajszinten vagy a talajszint alatt helyezkednek el (levélrózsák, indák, rhizómák stb.).
Kriptofitonok (K)	rejtve telelők. Áttelelő szerveik a talajban találhatóak, ezek lehetnek: hagyma, gyökérgumó, rhizoma stb. (<i>geofitonok</i>) Ha az áttelelő szervek az iszapban vannak, ezeket a növényeket <i>helofitonoknak</i> nevezzük
Terofitonok (Th)	egyéves növények. A kedvezőtlen időszakot mag (termés) formájában vészelik át.
Hemiterofitonok (TH)	kétéves növények. Az első évben csíráznak és vegetatív szerveket fejlesztenek, a táplálékot elraktározzák és a következő évben virágoznak és érlelnek termést.

Az állatvilág életformái

Mozgás alapján

- ülő (szesszilis)
- helyváltoztató

Táplálék alapján

- növényevő (fitofág)
- állatevő (zoofág)
- korhadékevő (szaprofág/szaprofita)
- mindenevő (polifág)

Környezeti tényezők

```
graph TD; A[Környezeti tényezők] --> B[abiotikus]; A --> C[biotikus];
```

abiotikus

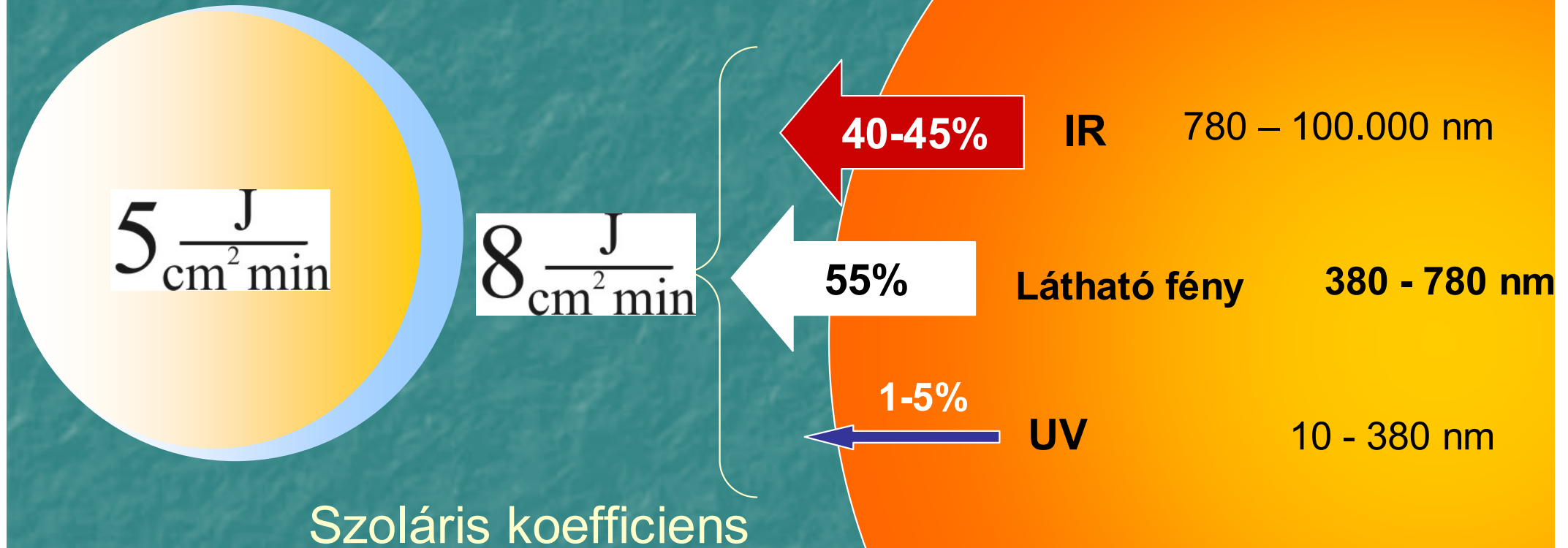
- fény
- hő
- víz
- levegő
- talaj
- domborzat

biotikus

A fény hatása

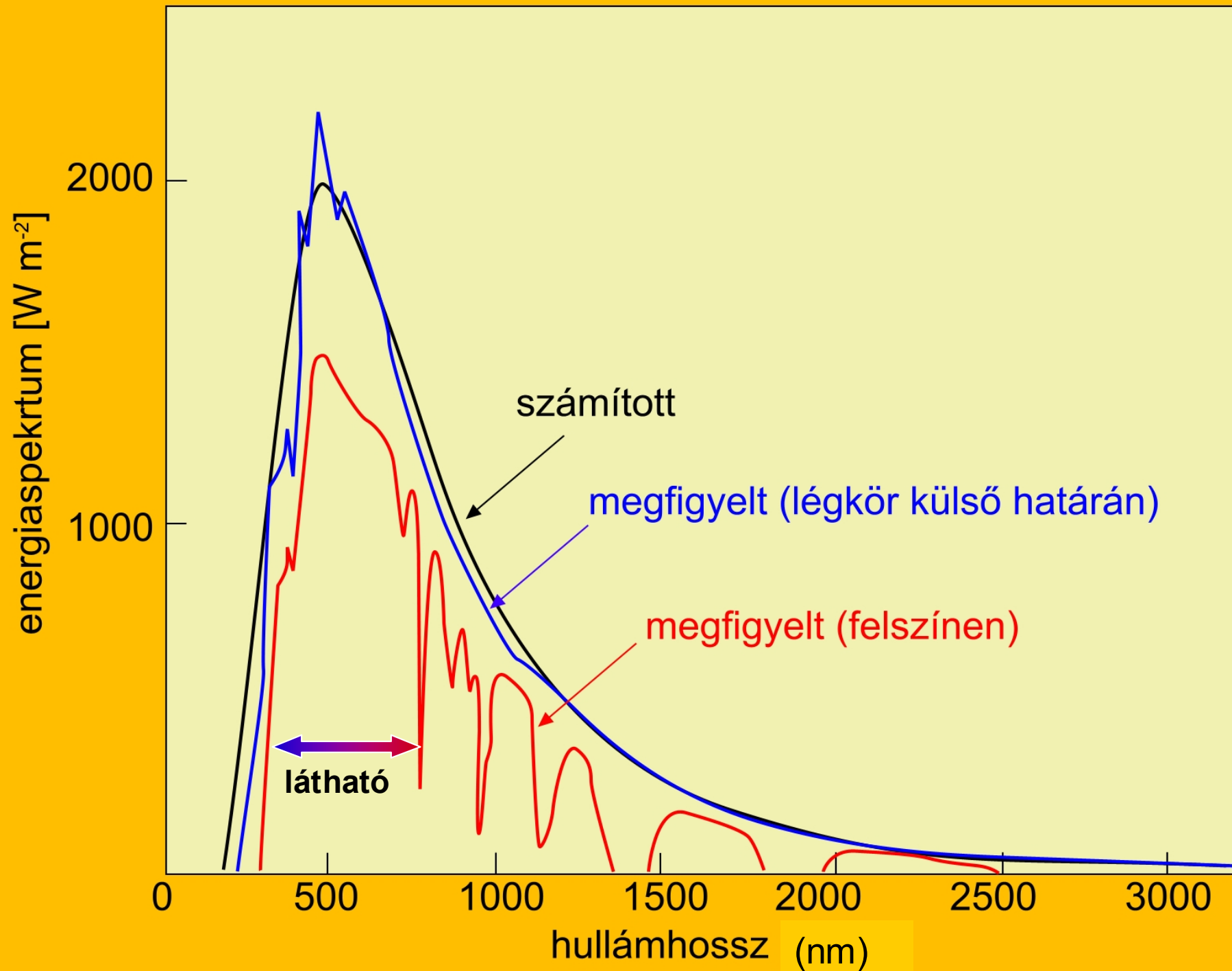


A napsugárzás

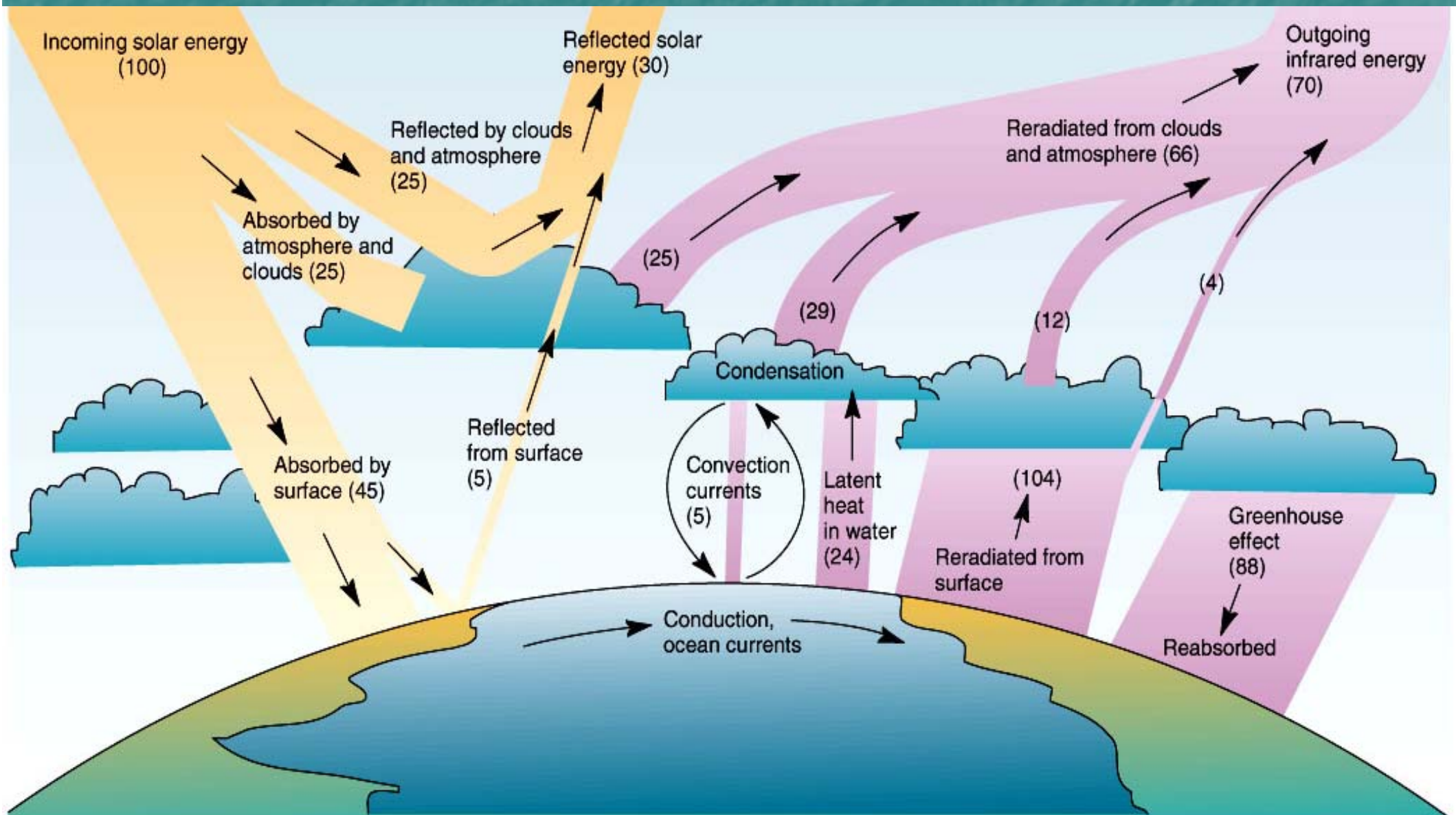


PAR=10,5 * 10²³ J/év

A napsugárzás összetétele



A Földet érő napsugárzás egyenlege



Egy terület fényviszonyait

- a fény erőssége,
- a megvilágítás időtartama,
- és az összetétele (a direkt és a szórt fény aránya) határozza meg.

Kevesebb narancs és vörös komponens (30-40%)

Több narancs és vörös komponens (akár 60%)

Reflexiókoefficiens (albedo)

(A világűrbe visszavert energia)

Albedo values
(% reflected)

Moon
6%–8%

Water bodies
10%–60%
(varies with Sun altitude)

Earth's albedo
(average) 31%

Dark roof
8%–18%

Light roof
35%–50%

Brick, stone
20%–40%

Fresh snow
80%–95%

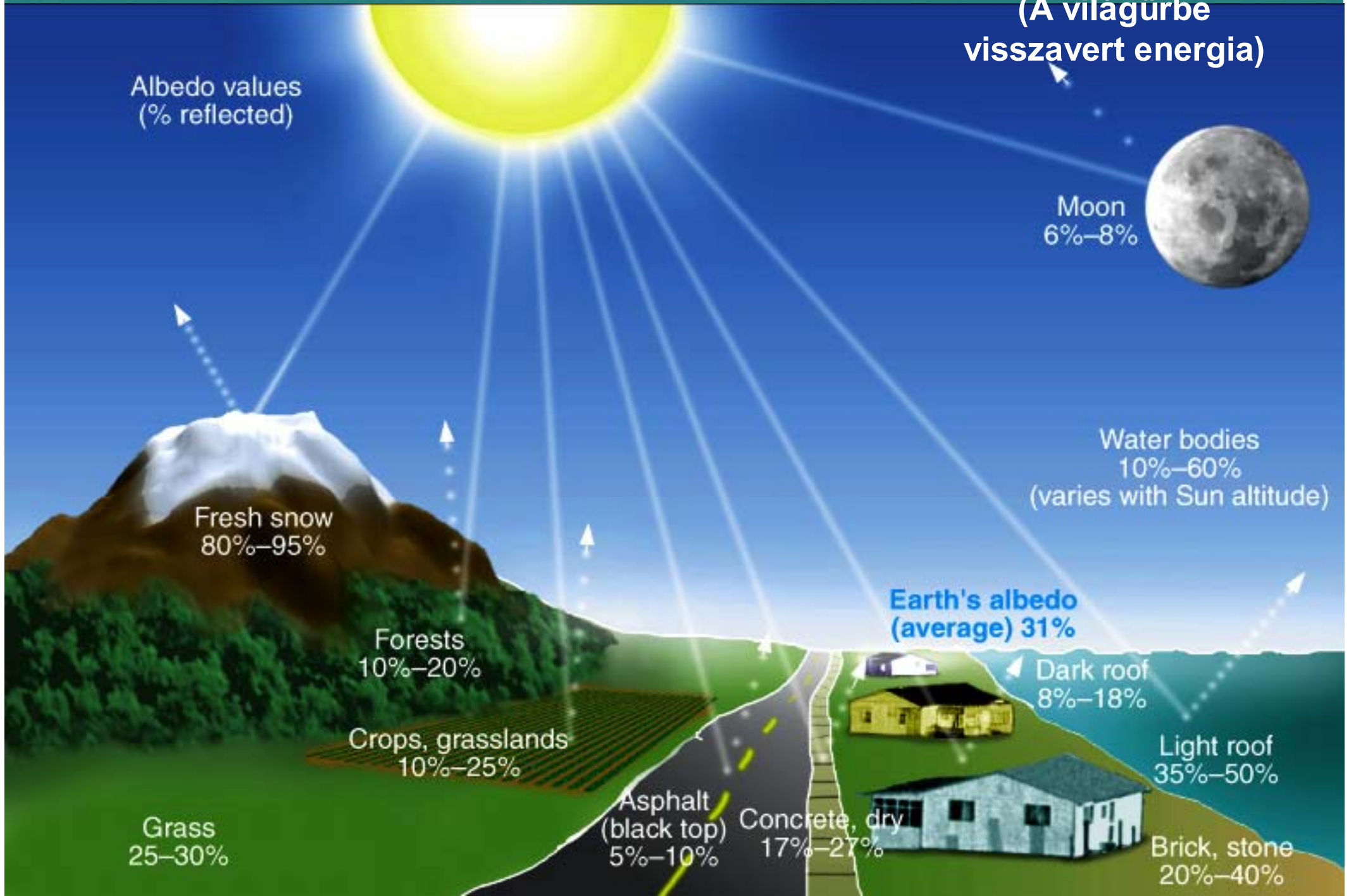
Forests
10%–20%

Crops, grasslands
10%–25%

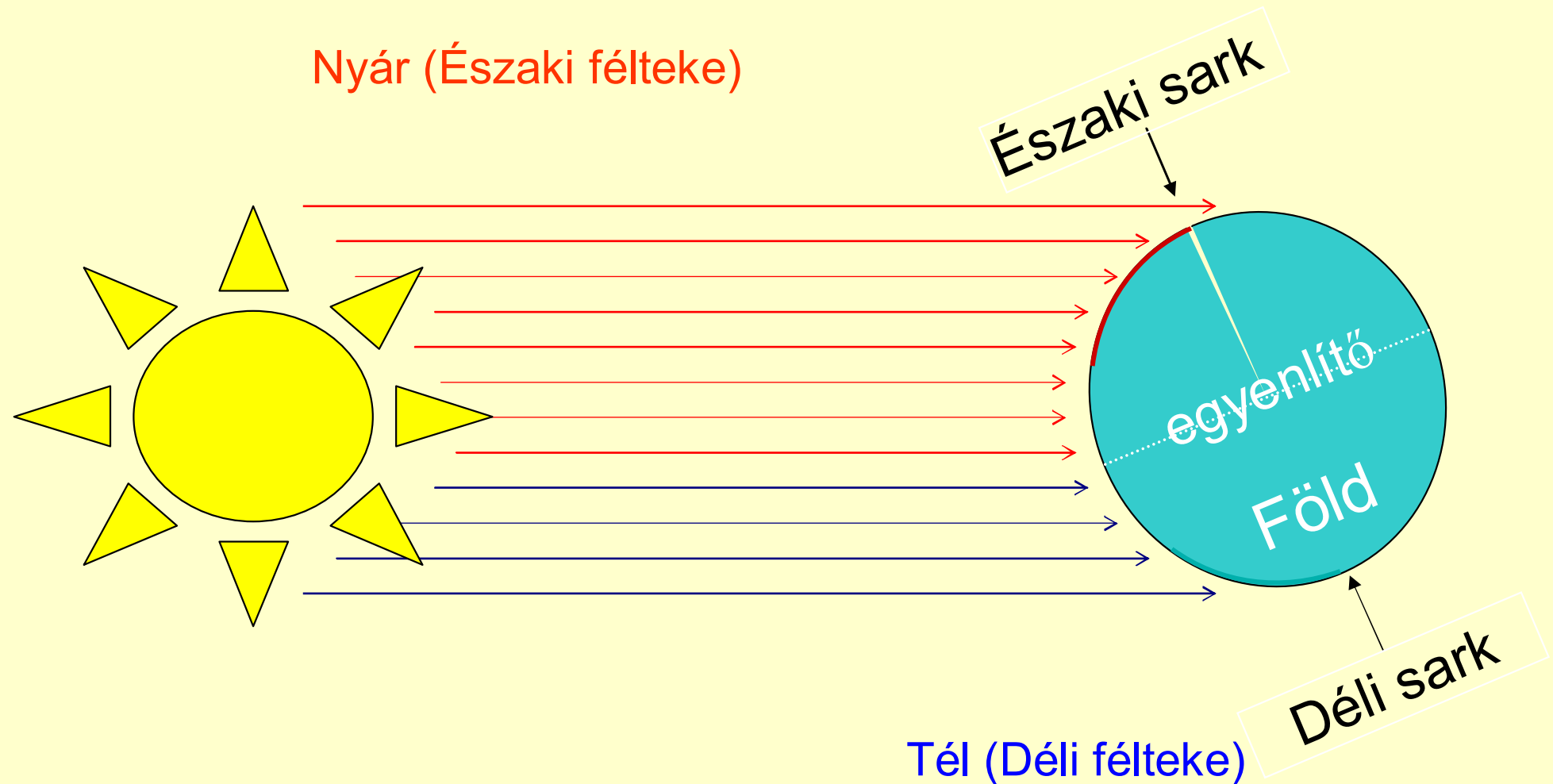
Grass
25–30%

Asphalt
(black top)
5%–10%

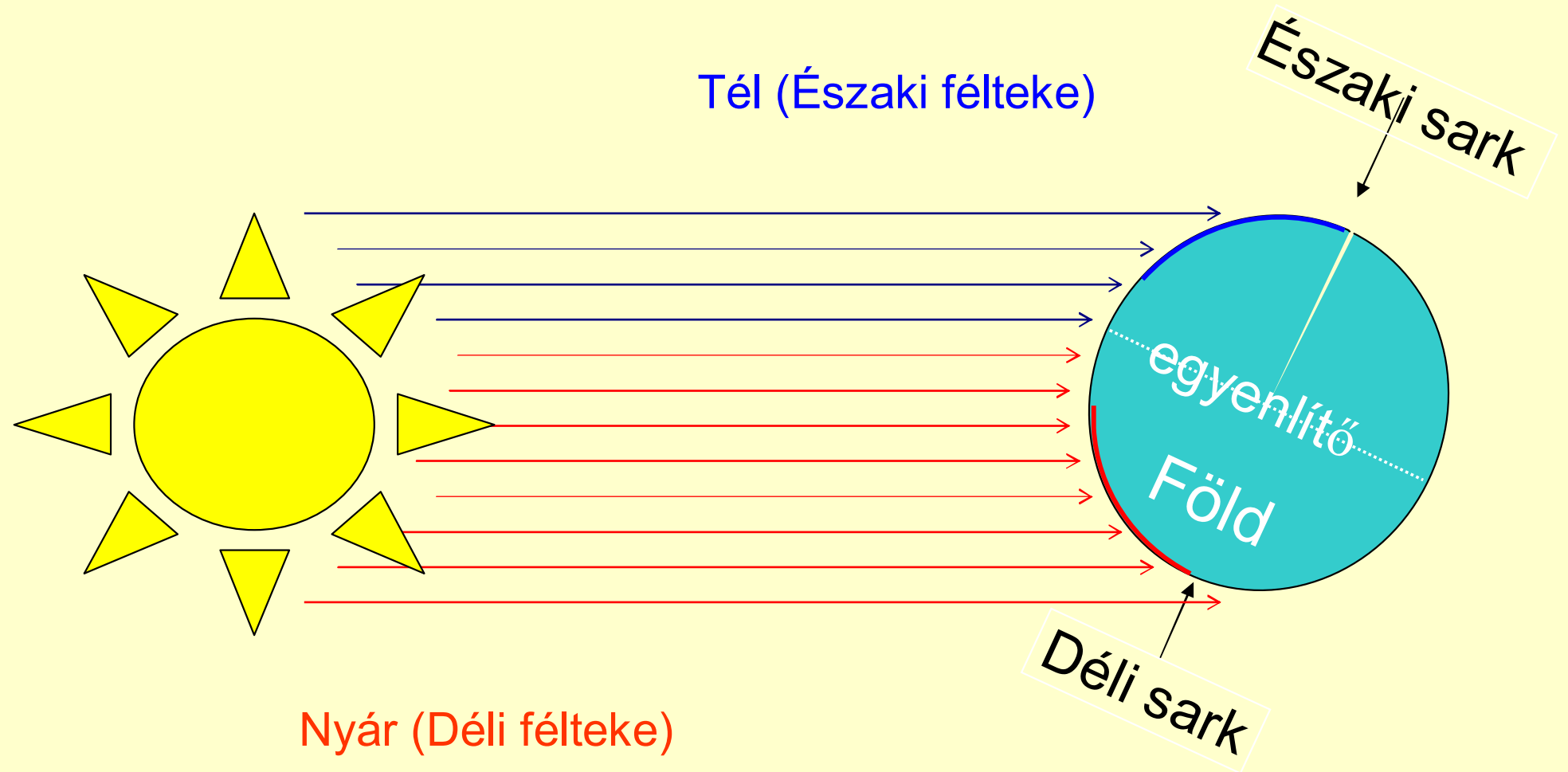
Concrete, dry
17%–27%



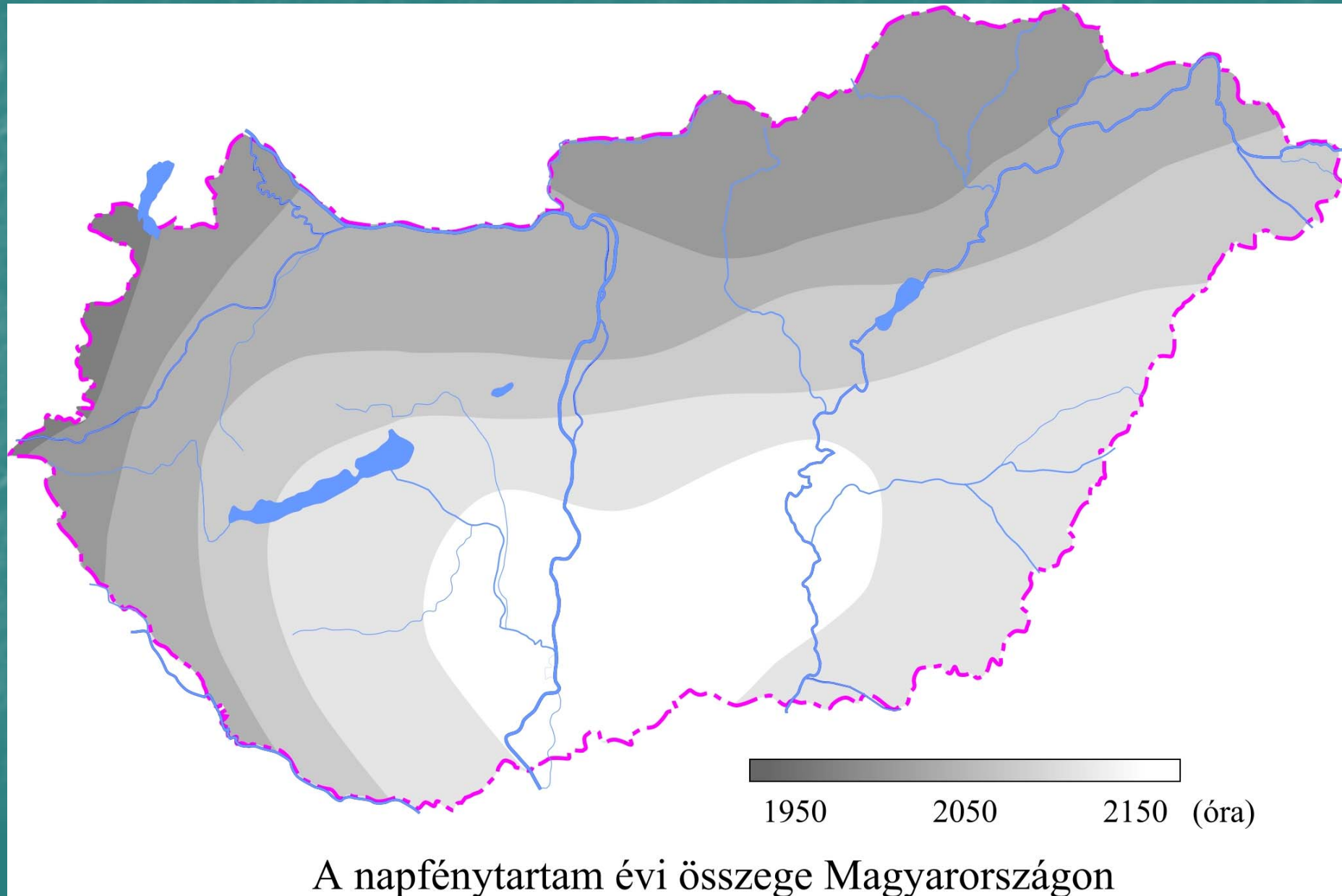
A napsugarak beesési szöge 1.



A napsugarak beesési szöge 2.



A napsütéses órák száma Magyarországon



Egy terület fényviszonyai függenek

- a földrajzi szélességtől,
- az évszaktól,
- a domborzattól,
- a felhősödéstől
- a biotikus tényezőktől.

A fény hatása a növényekre

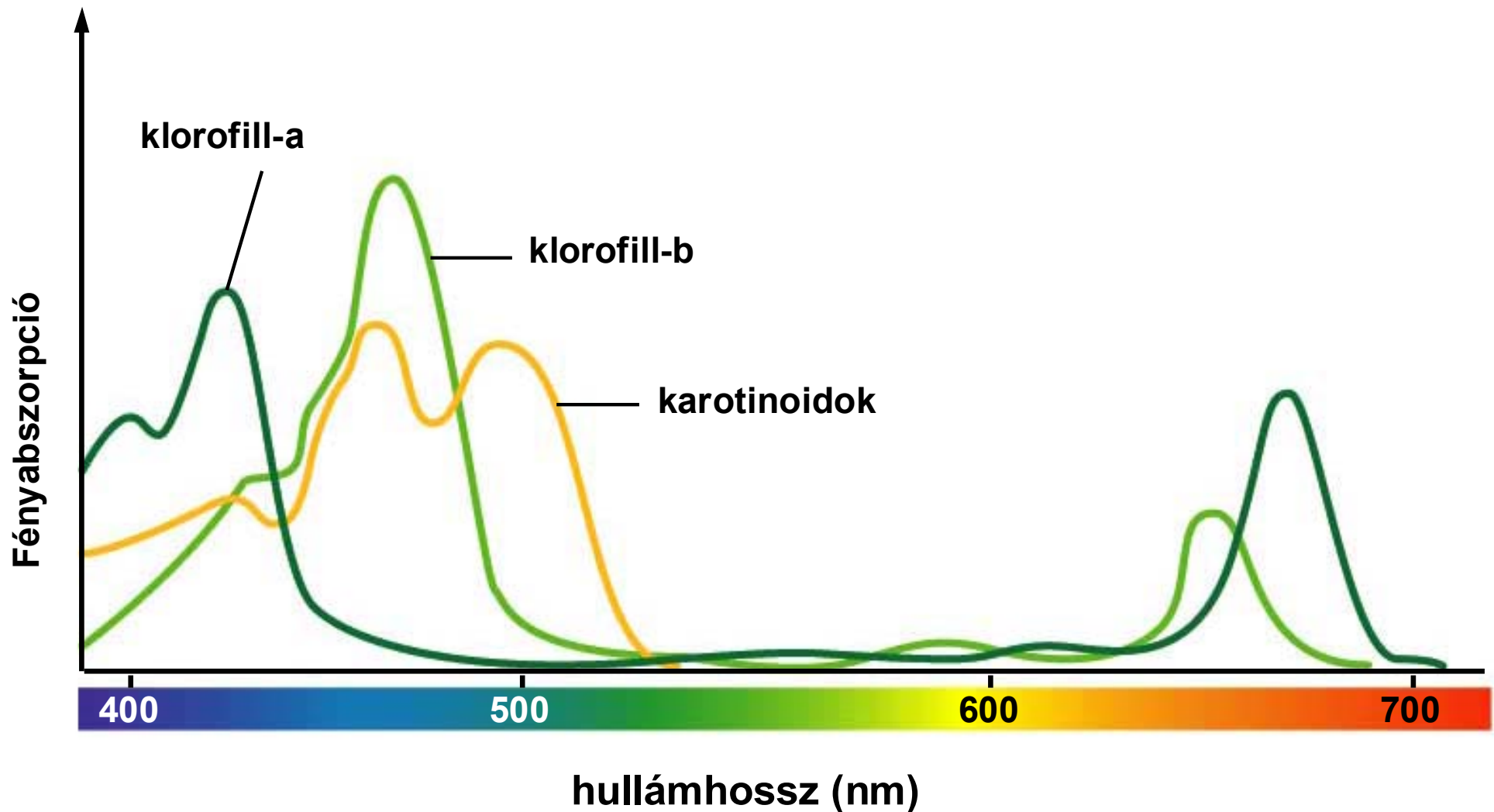
- **Hosszúnappalos növények:** legalább napi 12-16 óra megvilágításra van szükségük a virágzáshoz

(a hideg és mérsékelt öv növényei, pl. a rozs)

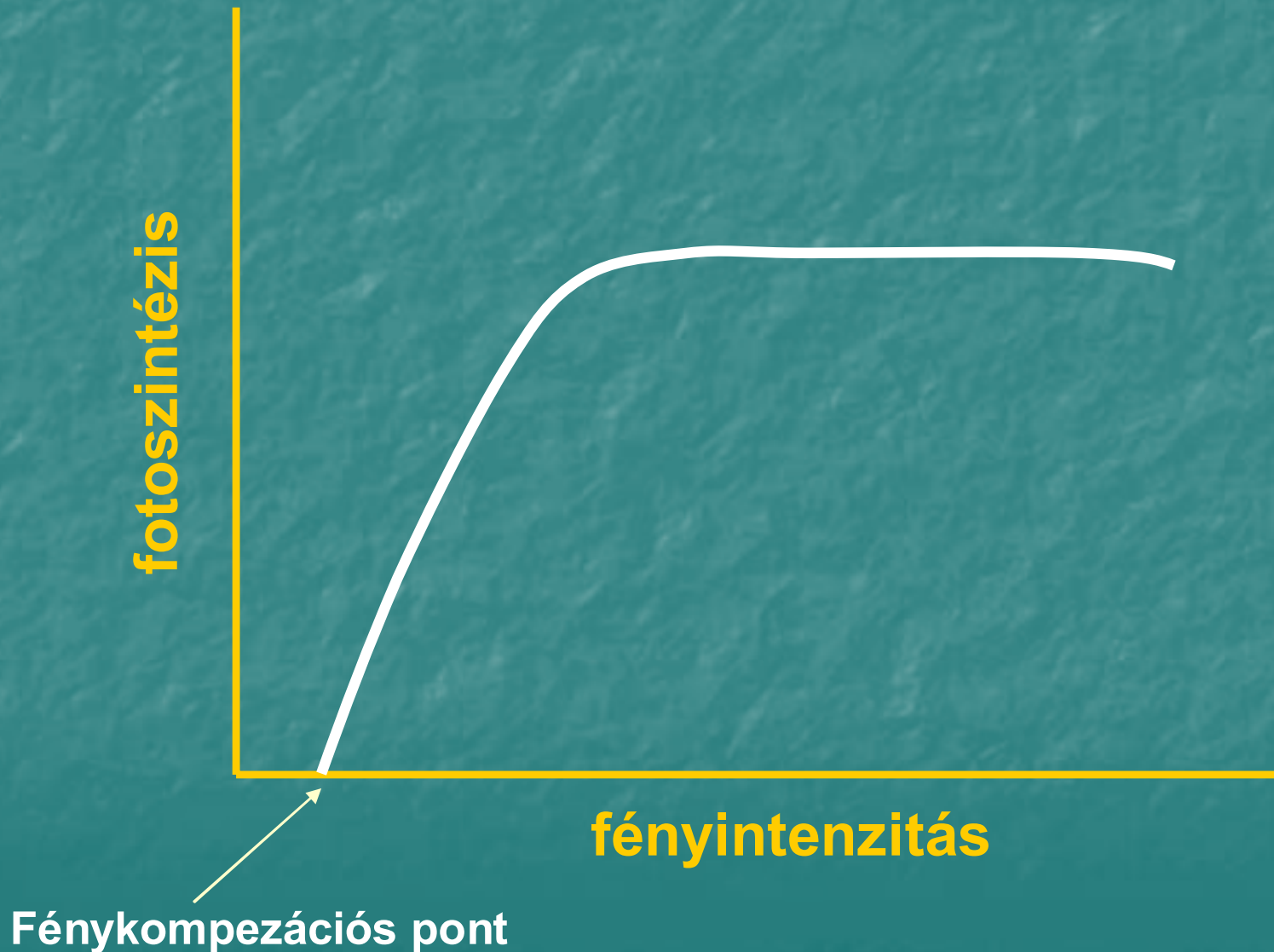
- **Rövidnappalos növények:** 8-12 óra megvilágítás is elegendő a virágzáshoz
(a trópusok növényei, pl. a kukorica)

A fény hatása az állatokra: nappal, alkonyatkor vagy éjjel aktív fajok. A nappalok hosszának változása hatással van az egyedfejlődésre.

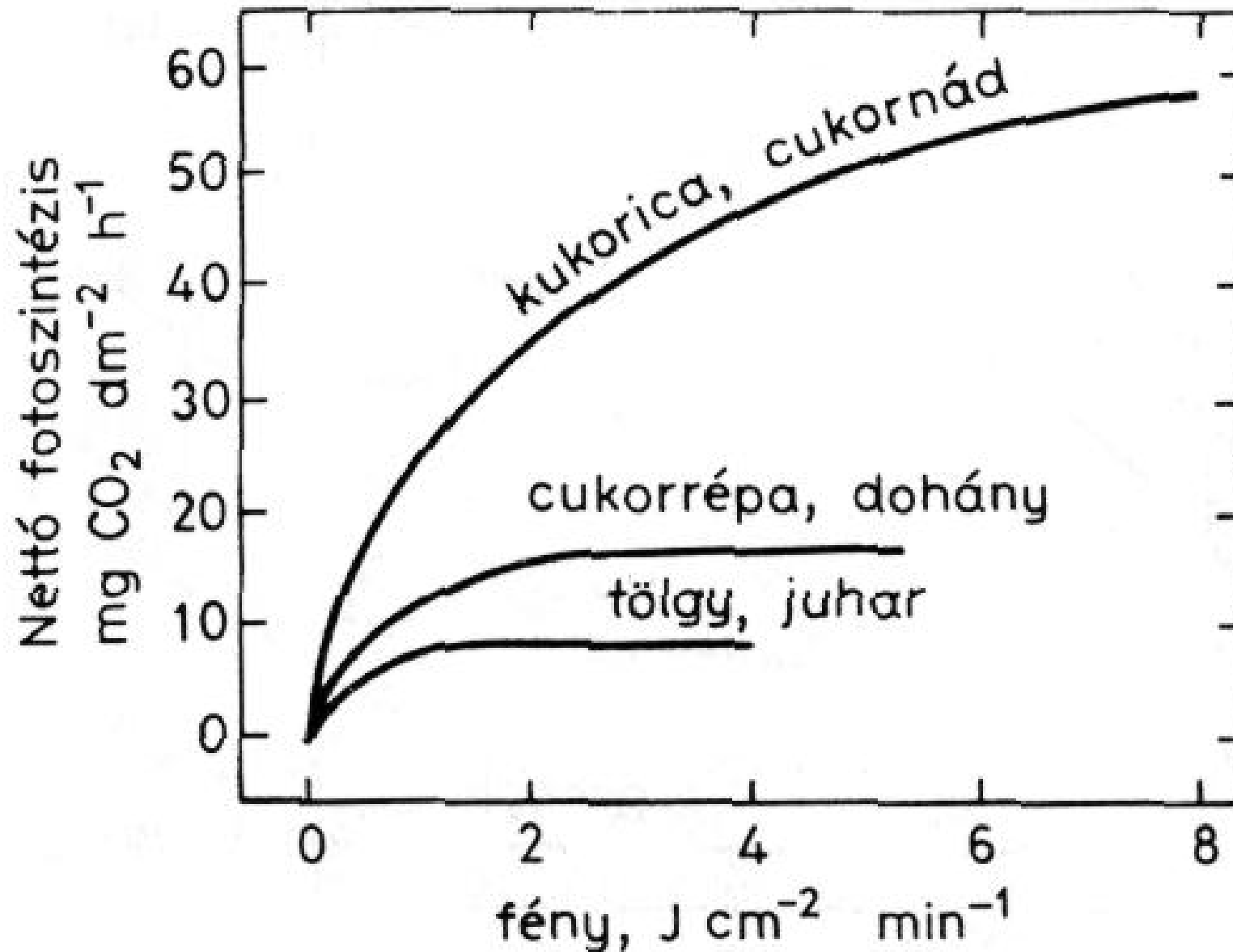
Különböző pigmentek elnyelési tartománya



A fotoszintetikus aktivitás fényfüggése



Különböző fényigényű növények fotoszintézisgörbéje



A növények fényigénye

- fényigényes (heliofil)
- árnyéktűrő
- árnyékkedvelő
- sötétségkedvelő





A növények fényigénye

- fényigényes (heliofil)
- árnyéktűrő (helio-szkiofil)
- árnyékkedvelő (szkiofil)
- sötétségkedvelő (szkotofil)



A növények fényigénye

- fényigényes (heliofil)
- árnyéktűrő (helio-szkiofil)
- árnyékkedvelő (szkiofil)
- sötétségkedvelő (szkotofil)





A növények fényigénye

- fényigényes (heliofil)
- árnyéktűrő (helio-szkiofil)
- árnyékkedvelő (szkiofil)
- sötétségkedvelő (szkotofil)



A fény hatása az állatokra

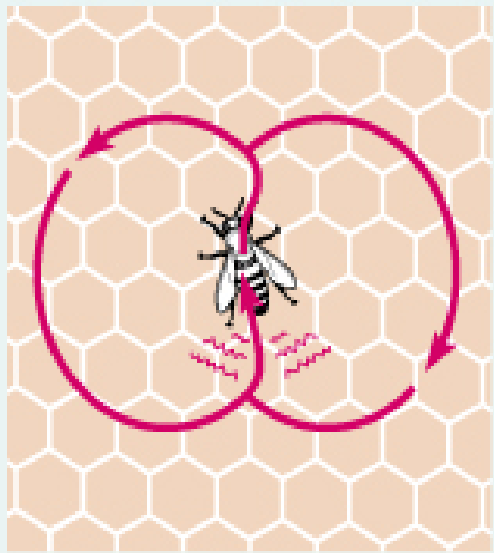
- Fénykedvelés (heliofil, szkiofil, **umbrofil**)
- Hőűréssel együtt
- Napi ritmus
- Tájékozódás



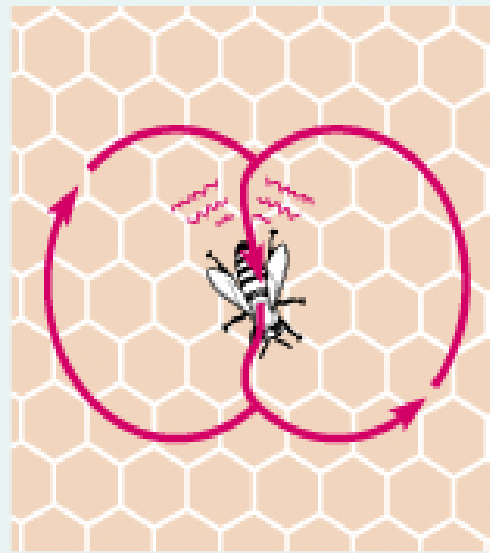
A fény hatása az állatokra

- Fénykedvelés (heliofil, szkiofil, **umbrofil**)
- Hőűréssel együtt
- Napi ritmus
- Tájékozódás

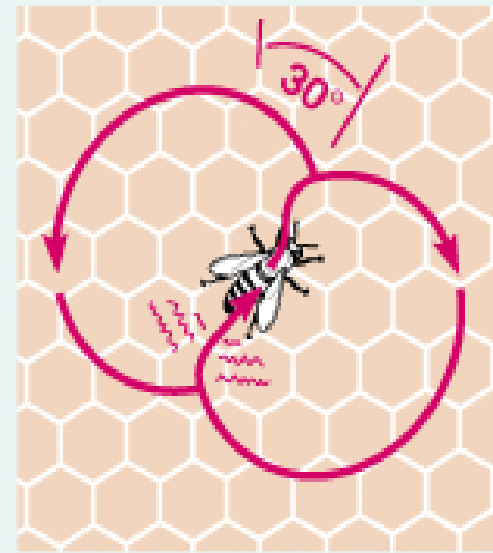




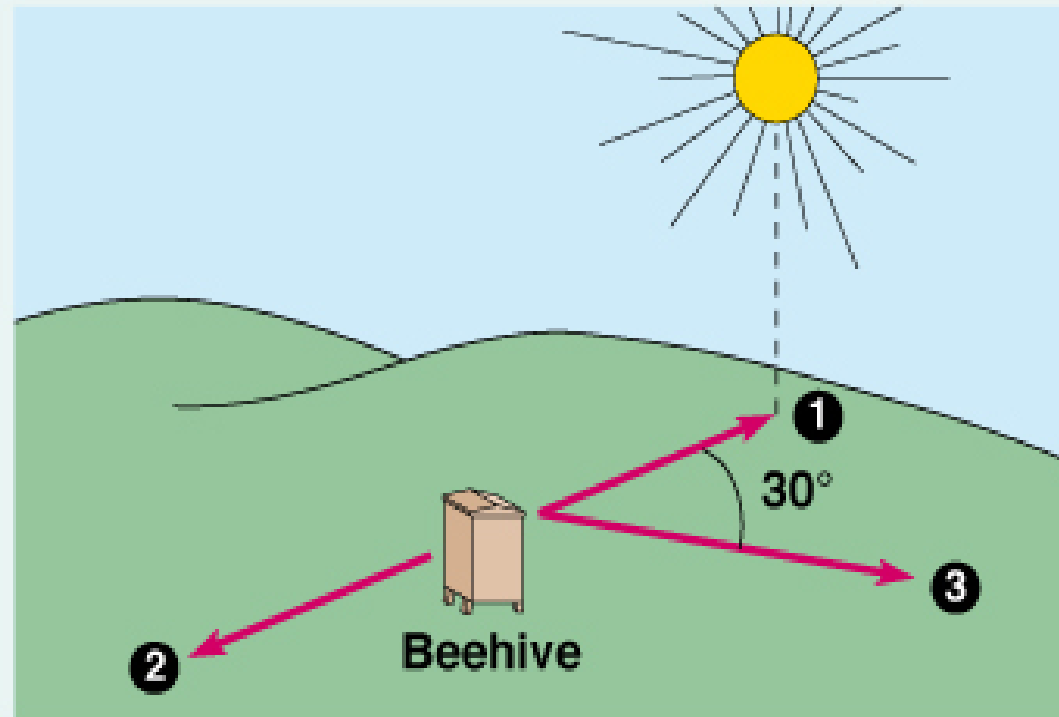
1



2



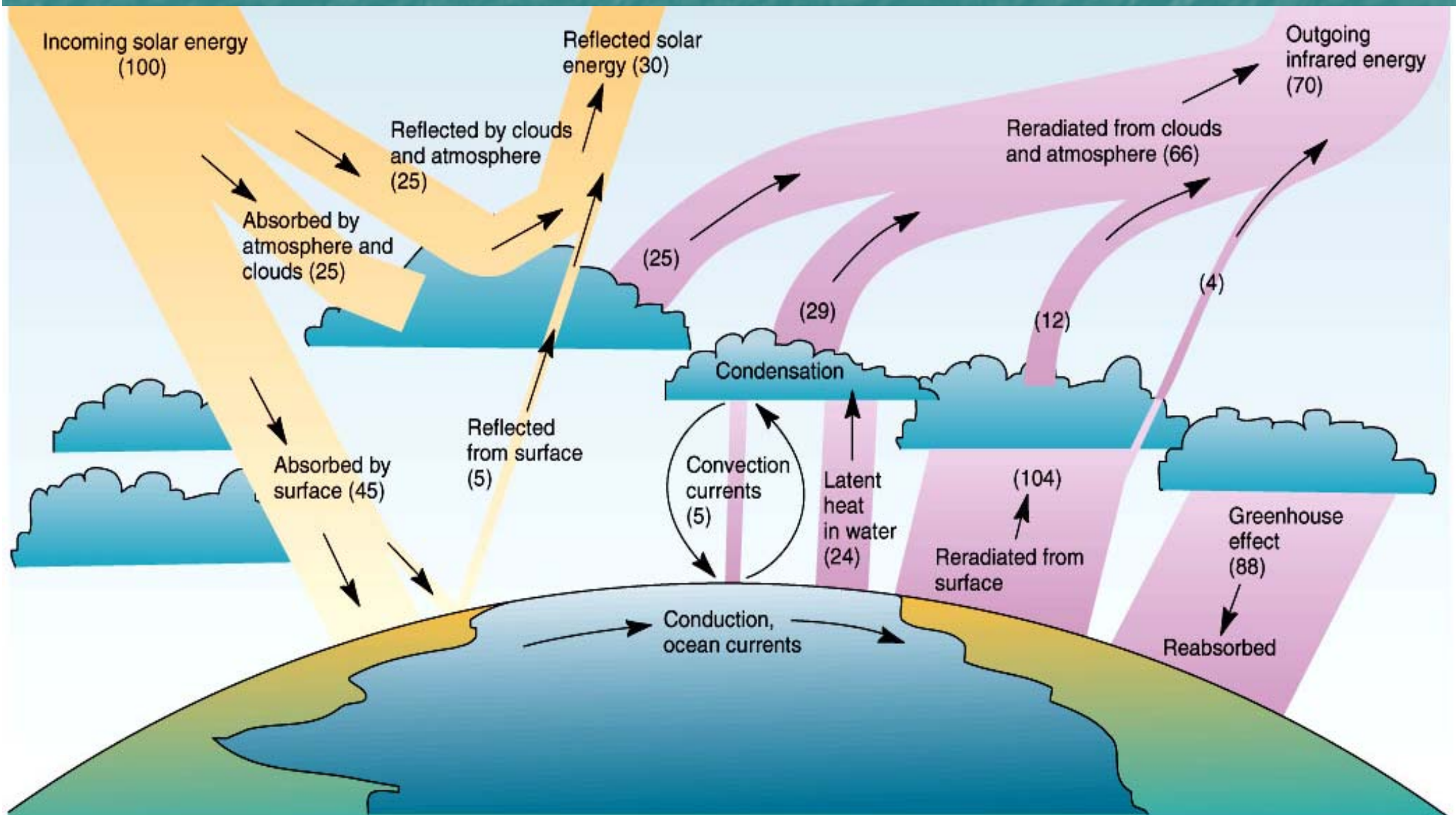
3



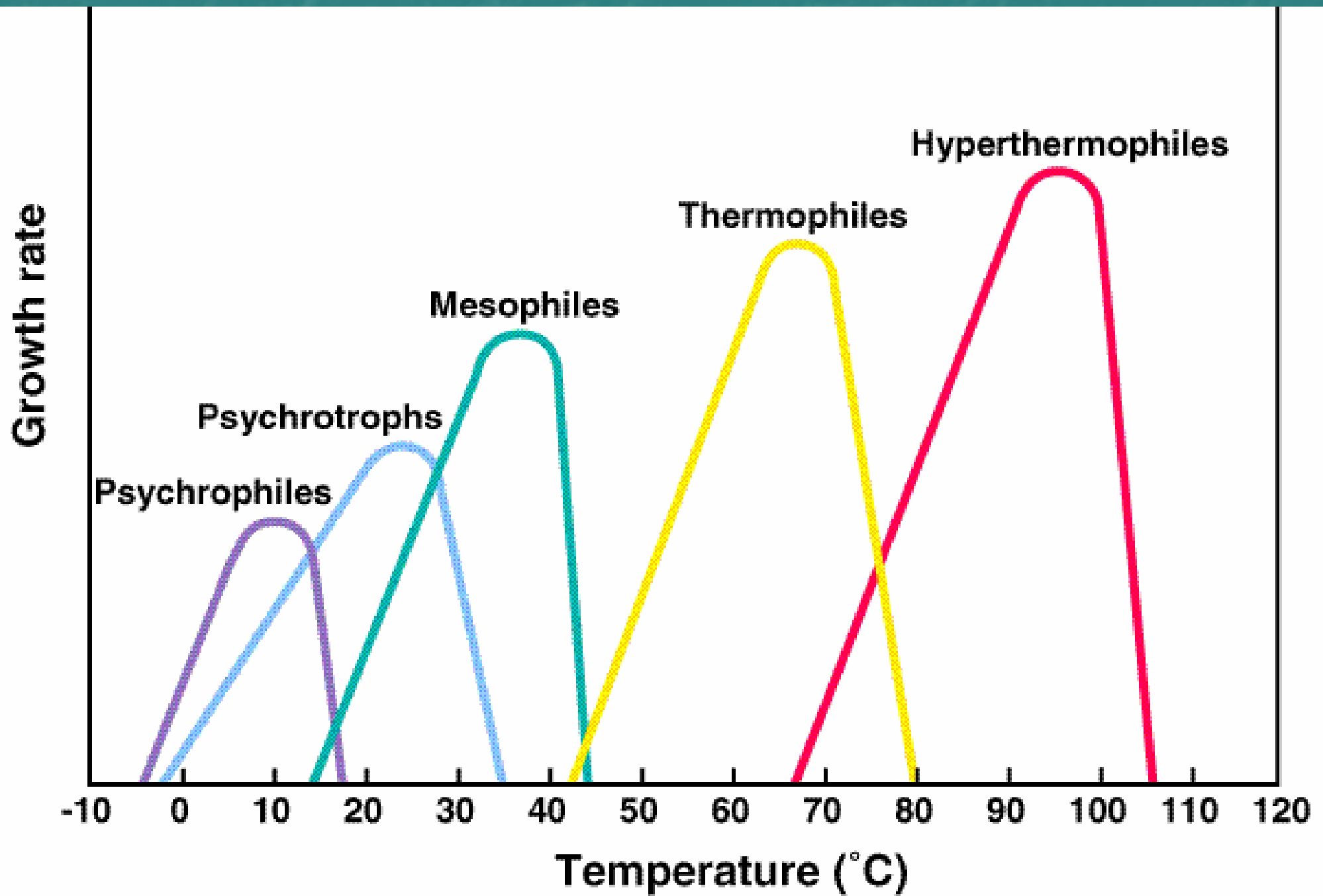
A hő

- A hőcsere módjai: hővezetés, hőáramlás, hősugárzás
- A légkör alulról felfelé melegszik fel; $0,5\text{ C}^\circ/100\text{ m}$ csökkenés felfelé
- Egy terület hőmérsékleti viszonyait befolyásolja:
 - makroklimatikus tényezők (földrajzi szélesség, tszf magasság, nagy víztömegek jelenléte)
 - mikroklimatikus tényezők (domborzat, talajtípus, növényzet)
- Üvegházhatás!

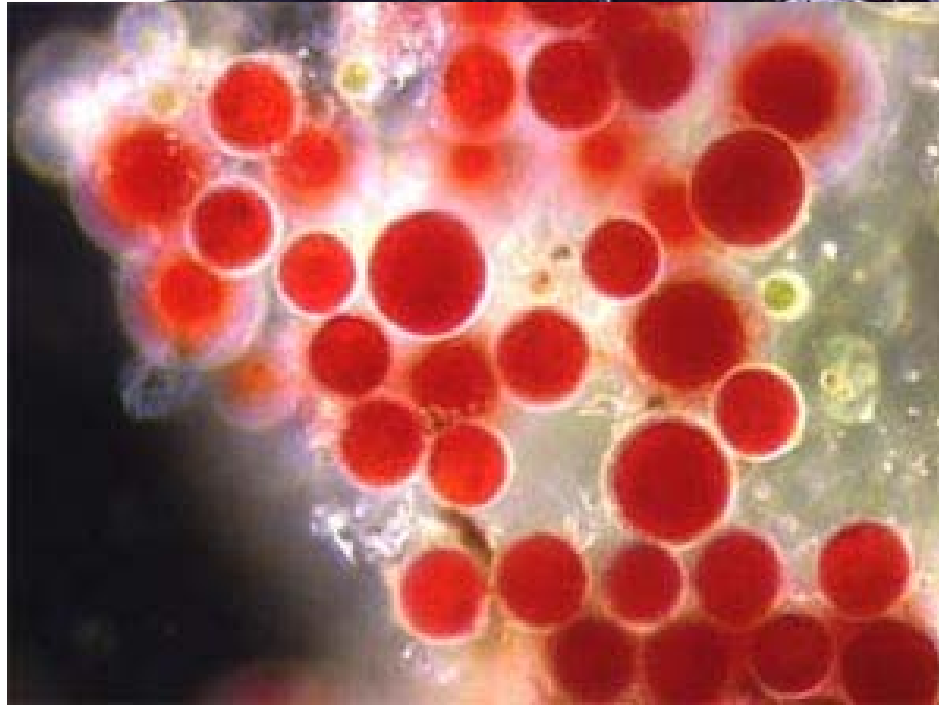
A Földet érő napsugárzás egyenlege



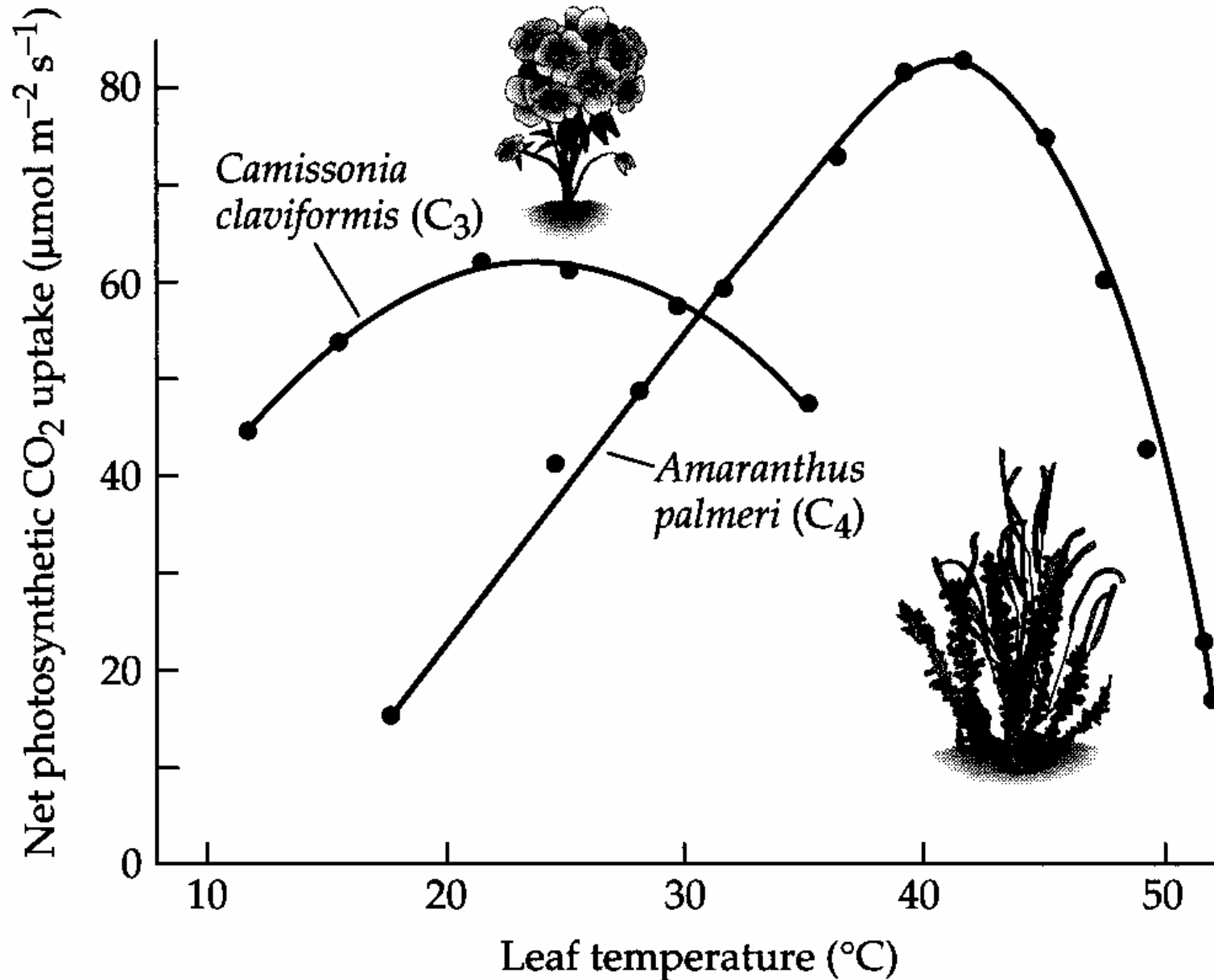
A hő hatása az élőlények közösségeire







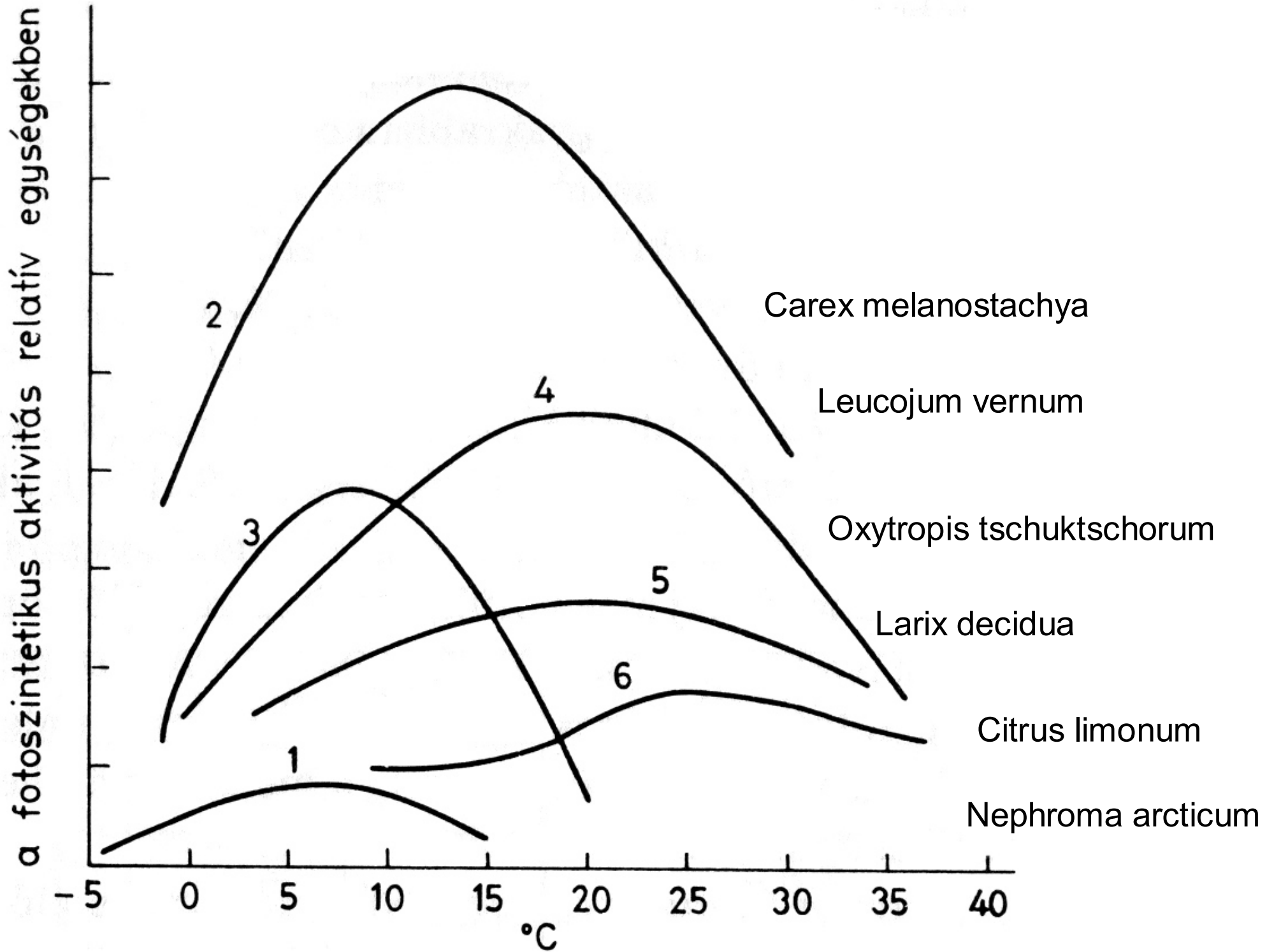
A fotoszintetikus aktivitás hőmérsékletfüggése



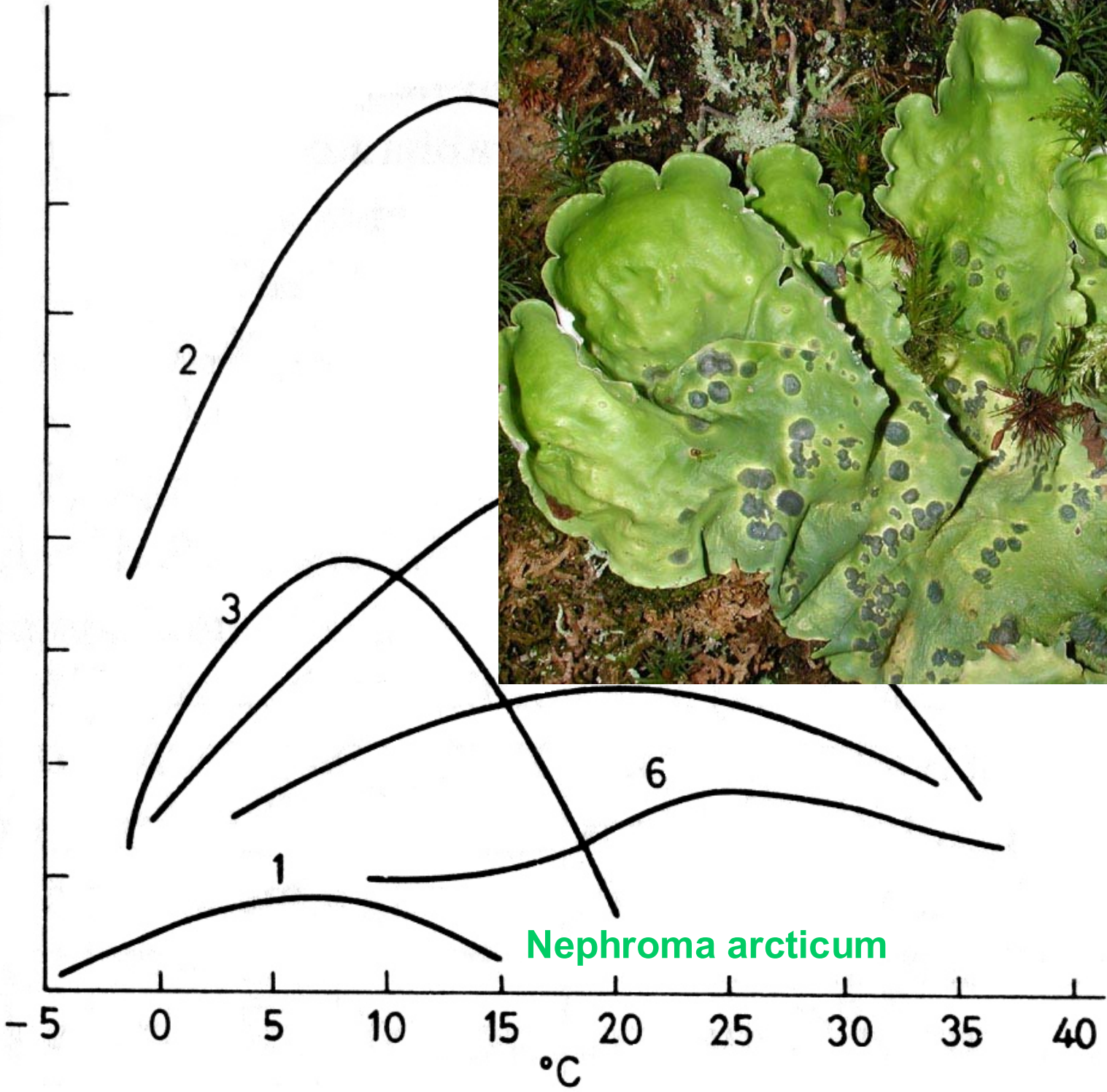
C₃:
Lucerna
cukorrépa

C₄:
kukorica
köles

Jobban
alkalmazkodtak a
nagyon száraz és
meleg klímához



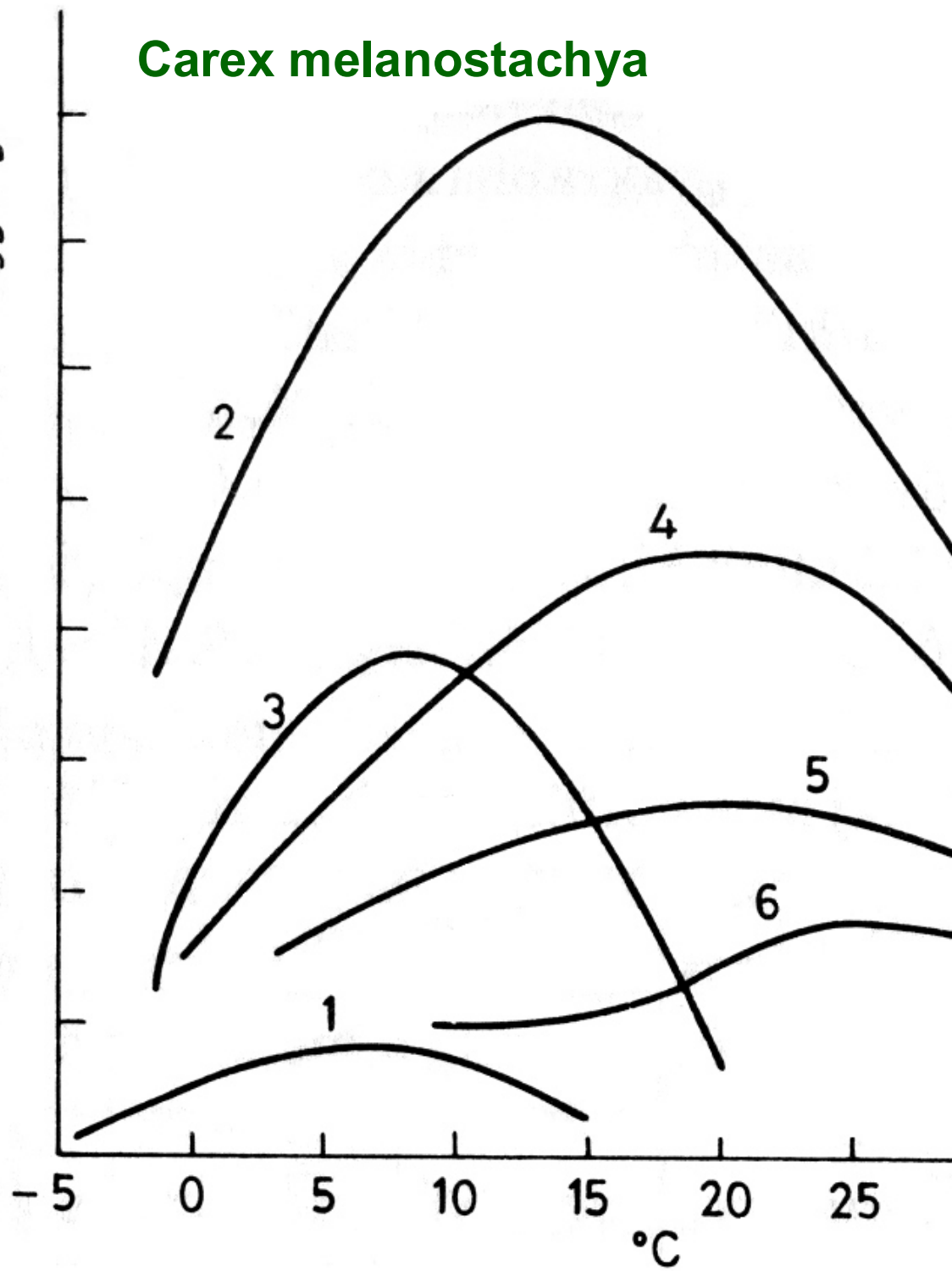
a fotoszintetikus aktivitás relatív egységeiben



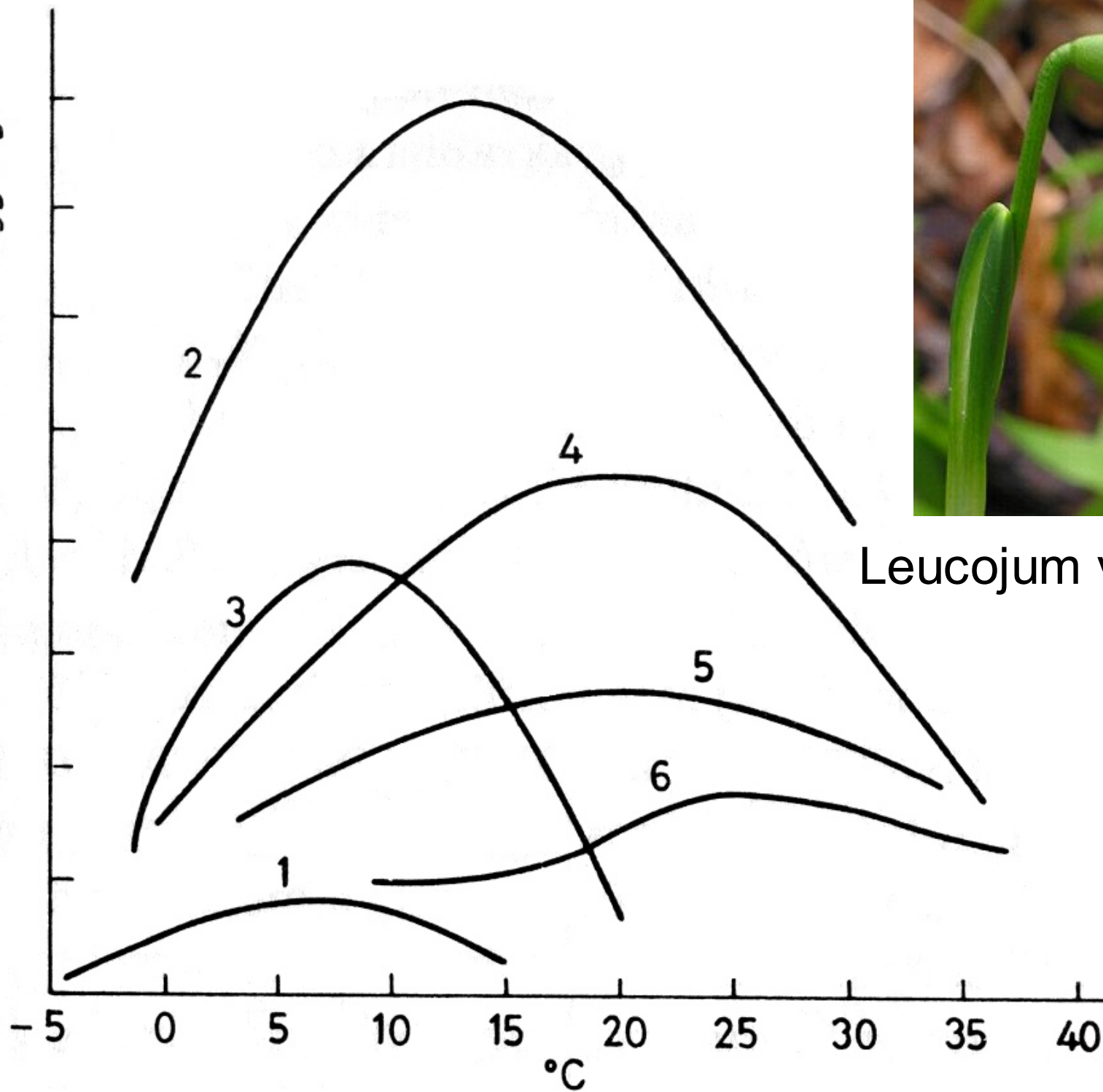
Nephroma arcticum

a fotoszintetikus aktivitás relatív egységeiben

Carex melanostachya

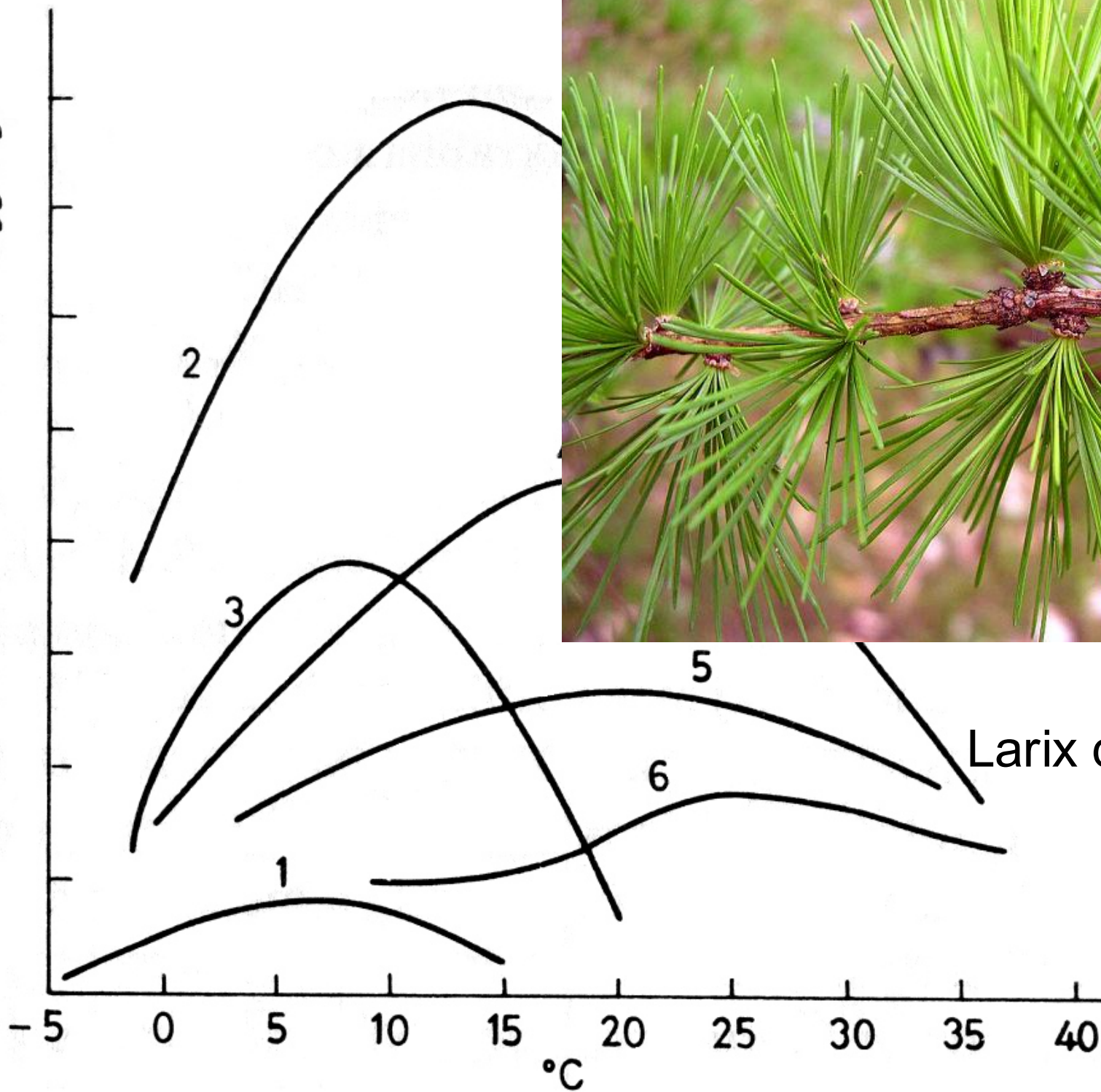


a fotoszintetikus aktivitás relatív egységeiben



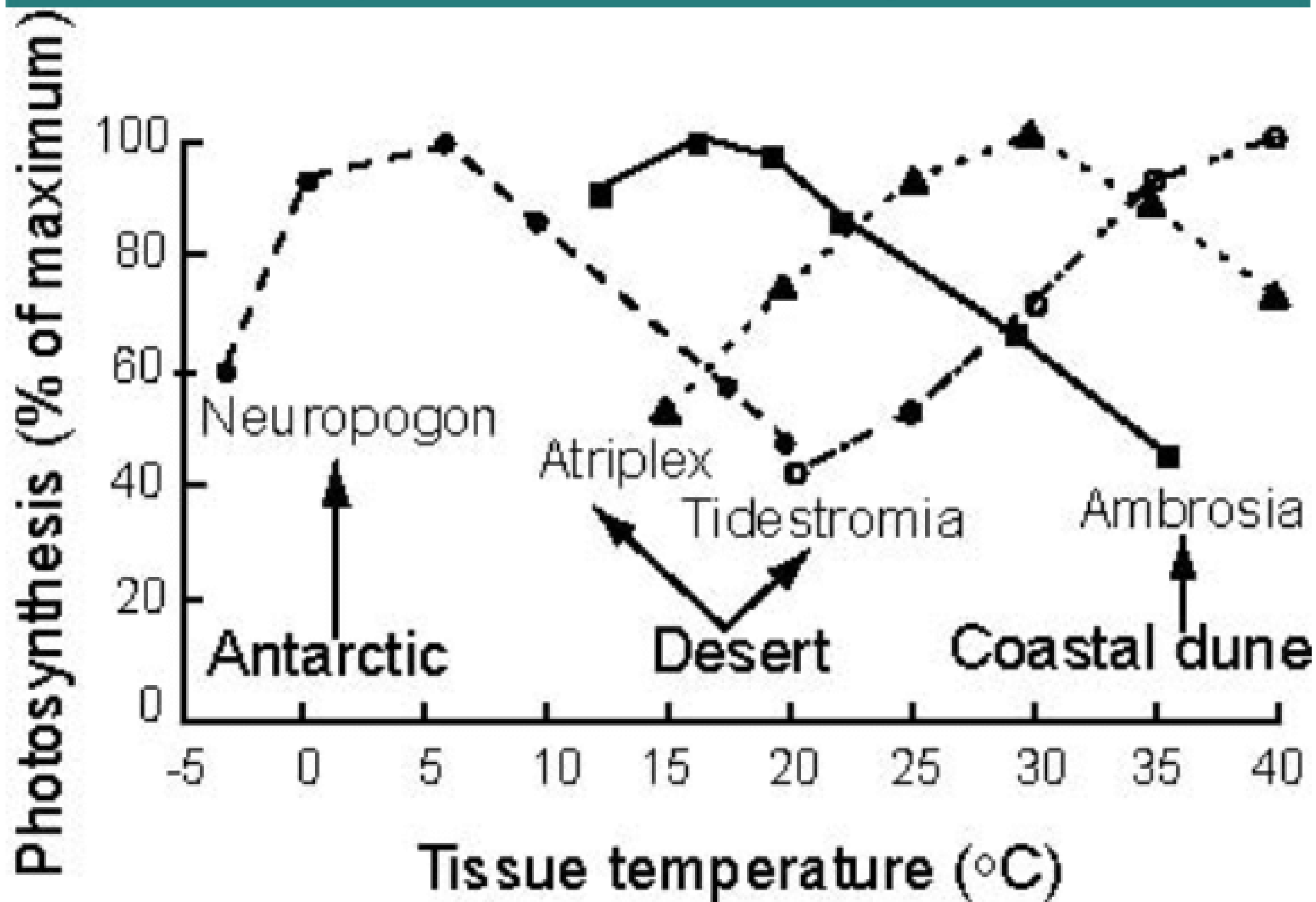
Leucojum vernum

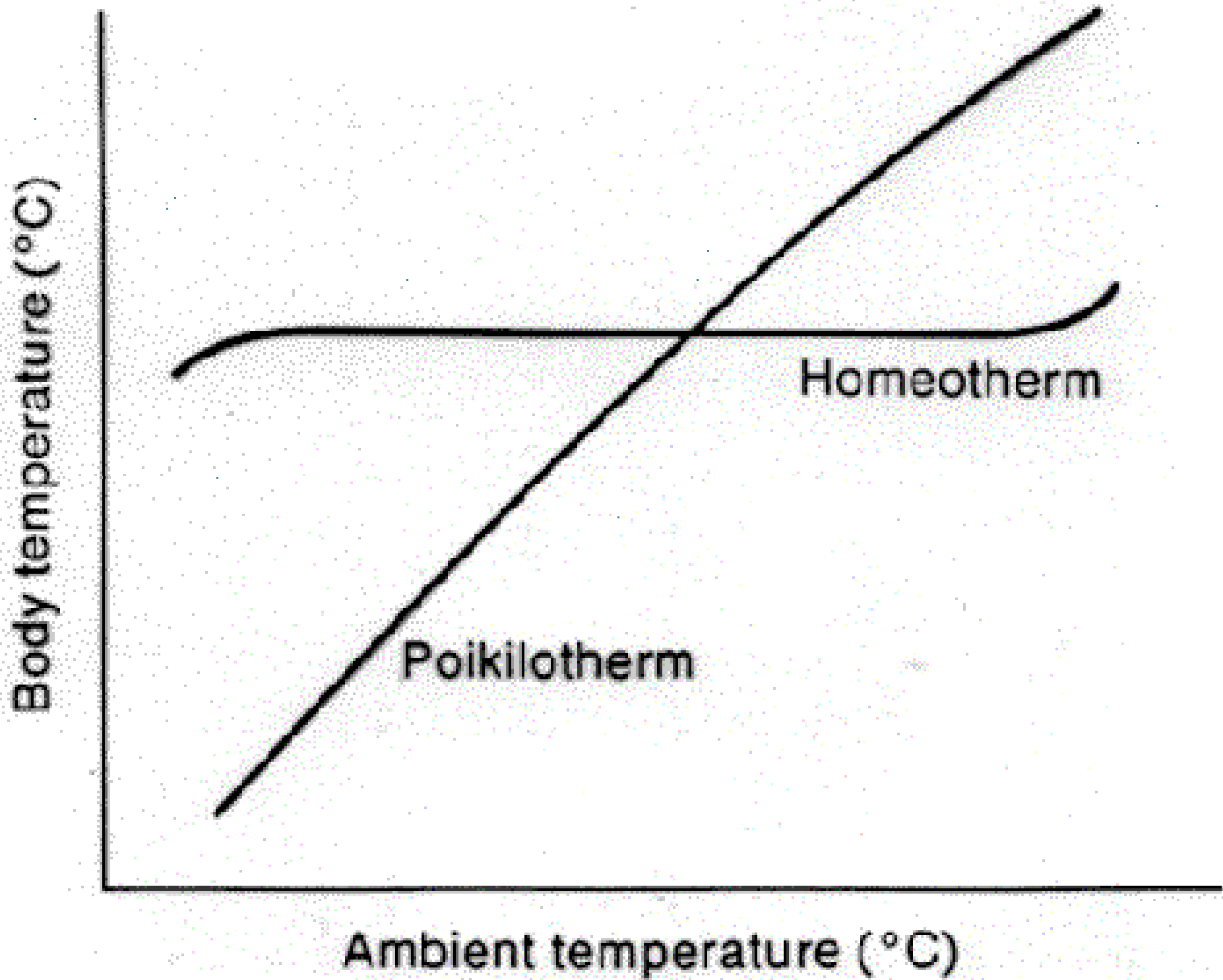
a fotoszintetikus aktivitás relatív egységeiben



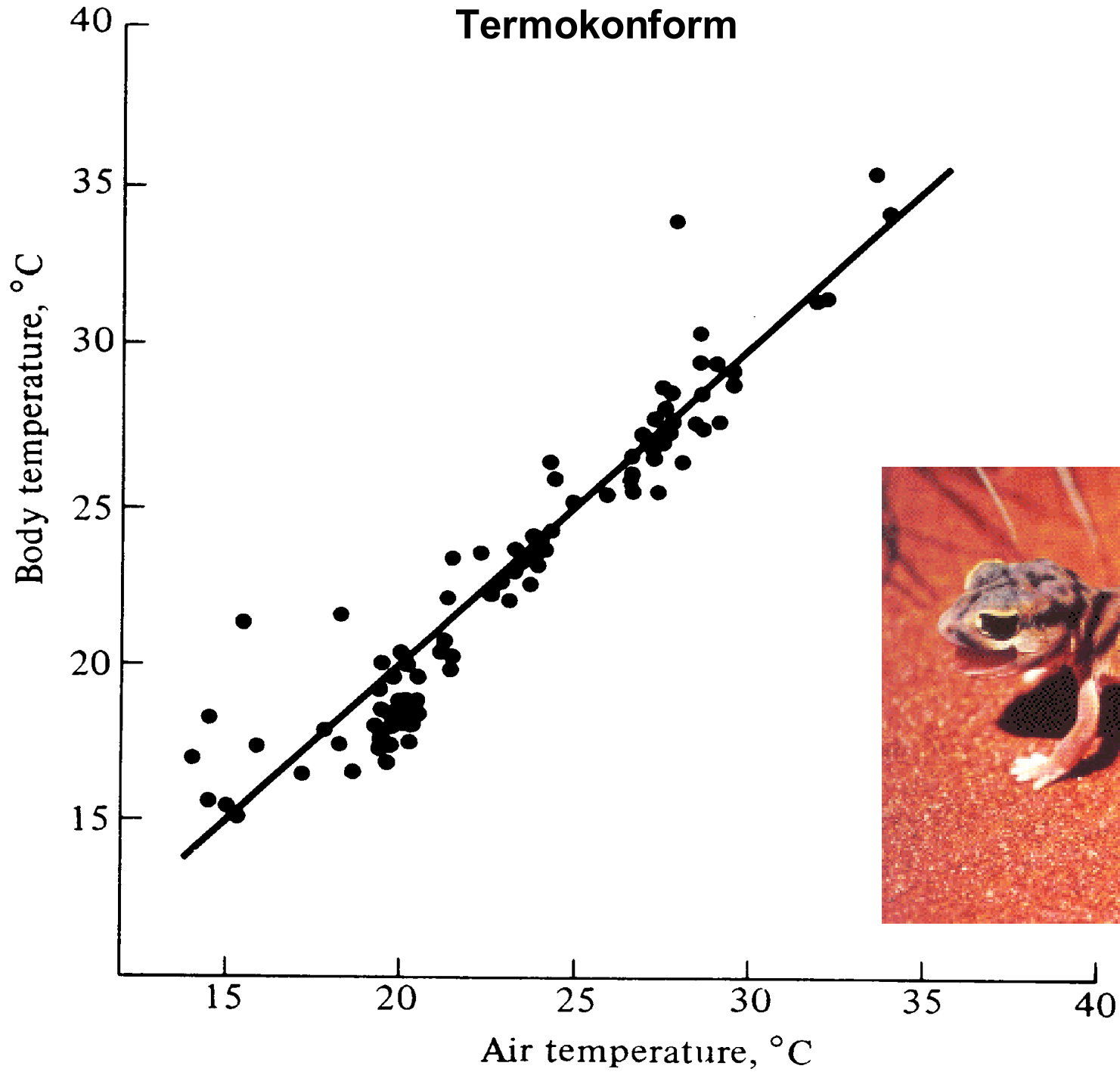
© Stephan Imhof

Larix decidua

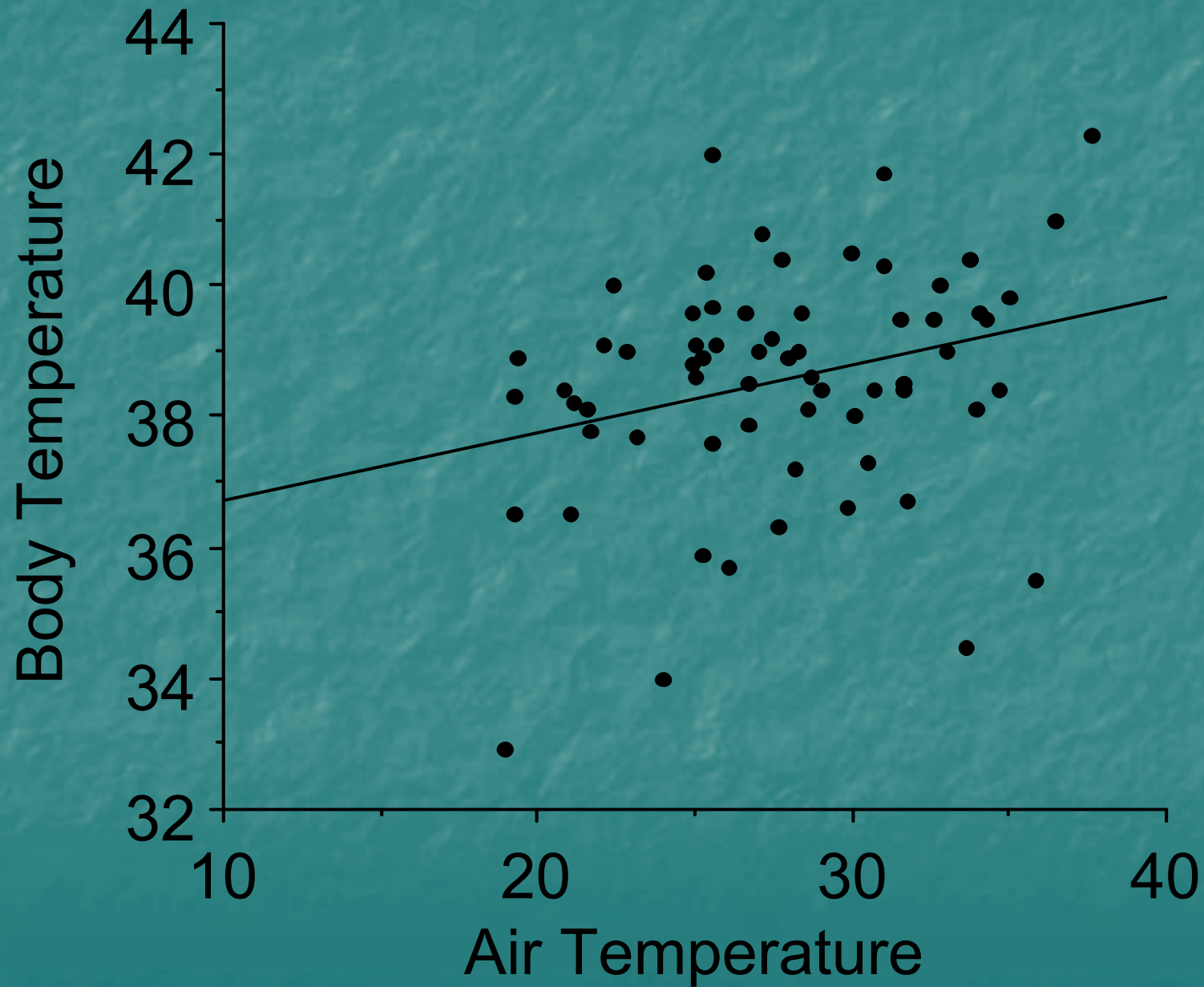




Termokonform



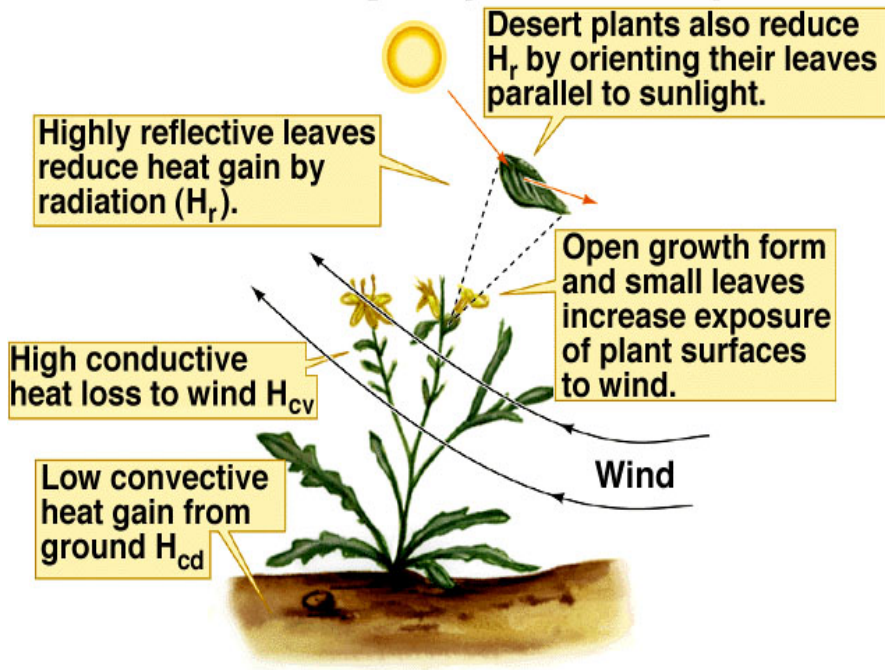
Active Thermoregulator



Morfológiai alkalmazkodás

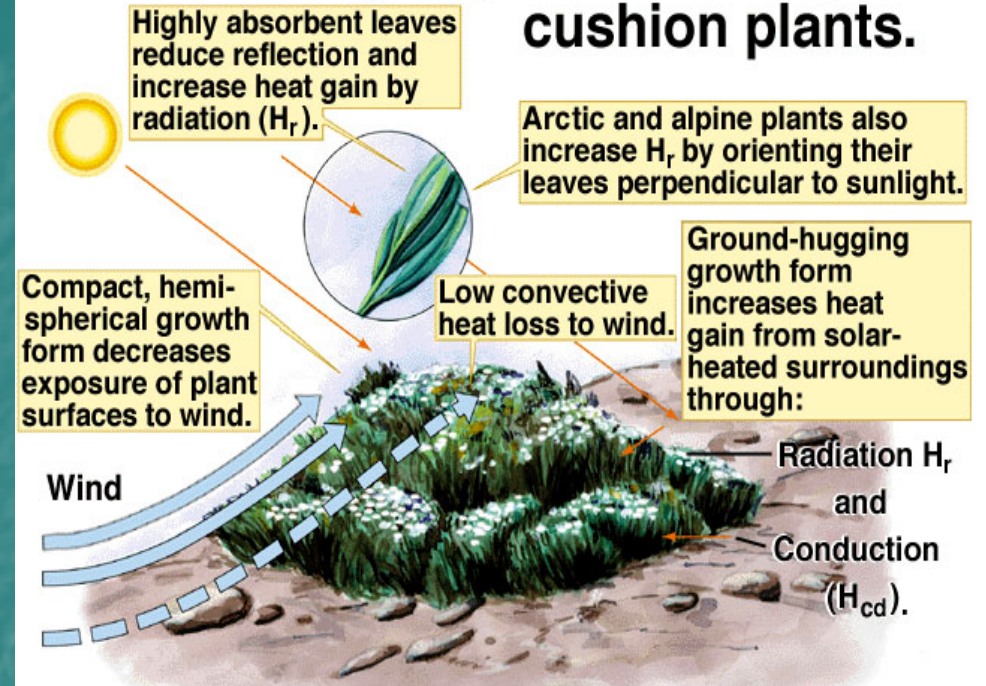
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Heat exchange by a desert plant.



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Heat exchange by arctic and alpine cushion plants.



Black-tailed jackrabbit

<http://homestudy.ihea.com/wildlifeID/043jackrabbit.htm>



© www.arcticphoto.co.uk

- A növények védekezése a hideg ellen: szőrök, lombhullatás, nagy ozmózisnyomás stb.
- Euriterm (pl. tigris) és sztenoterm (papagájok, orchideák, bolhák, sarkvidéki cetek stb.) fajok
- Az embrionális fejlődéshez, lárvafejlődéshez stb. elegendő hőmennyiség szükséges (effektív hőösszeg)

Bergmann-szabály

Egy taxonon belül a hidegebb élőhelyen élő állatok nagyobb méretűek.



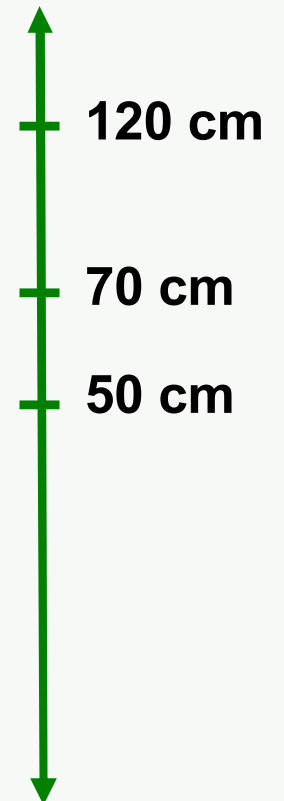
Császárpingvin
Aptenodytes forsteri



Magellan
Spheniscus magellanicus

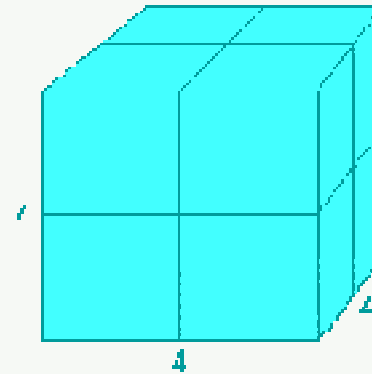


Galapagos
Spheniscus mendiculus

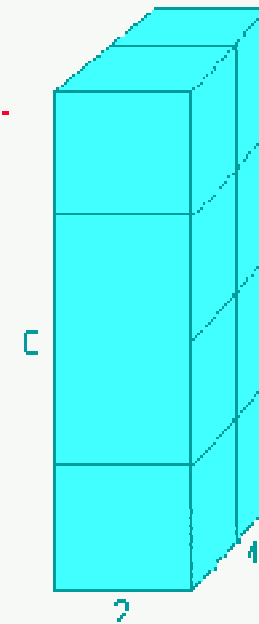


Allen-szabály

A testből kiálló, sok hőt leadó szervek melegebb éghajlat felé nagyobbak lesznek.

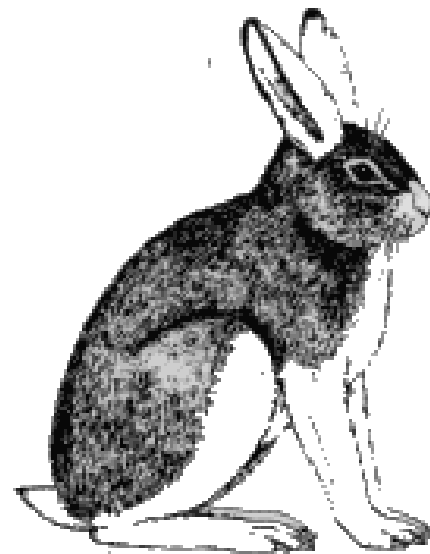


surface area = 112
17% more greater -
surface area
volume = 54
same volume



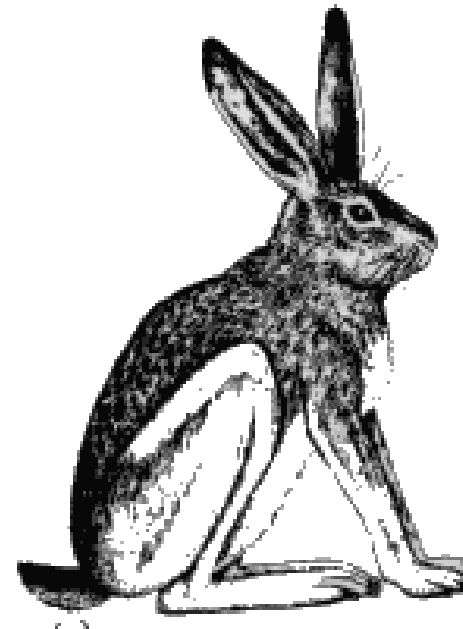
(a)

Lepus arcticus



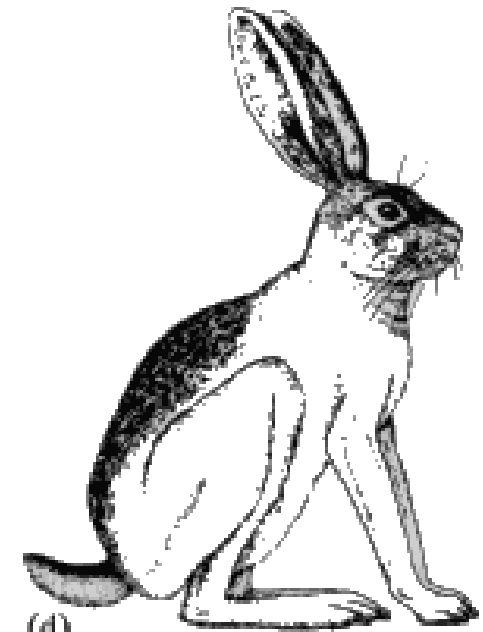
(b)

L. americanus



(c)

L. californicus



(d)

L. alleni



sarki róka



vörös róka

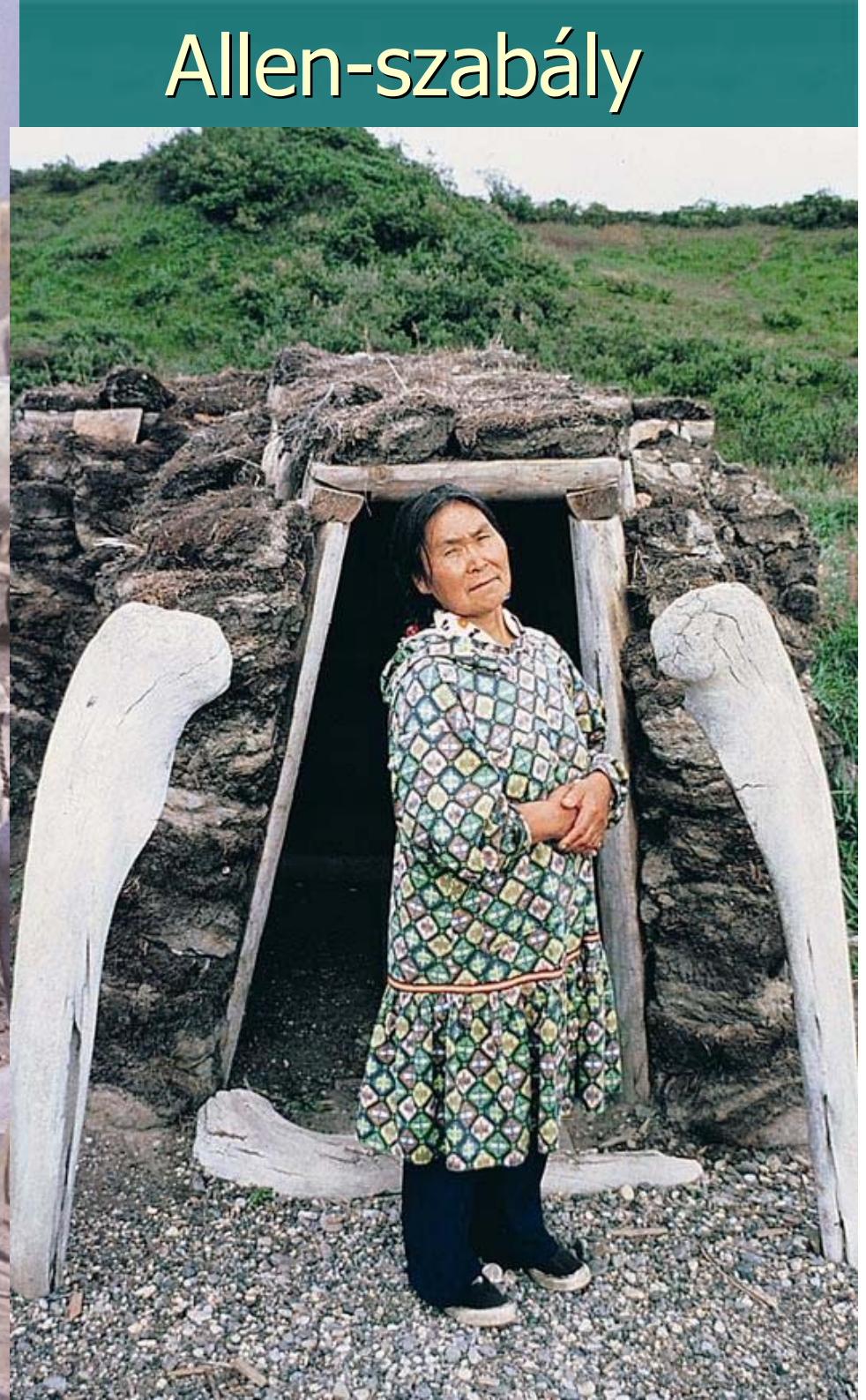
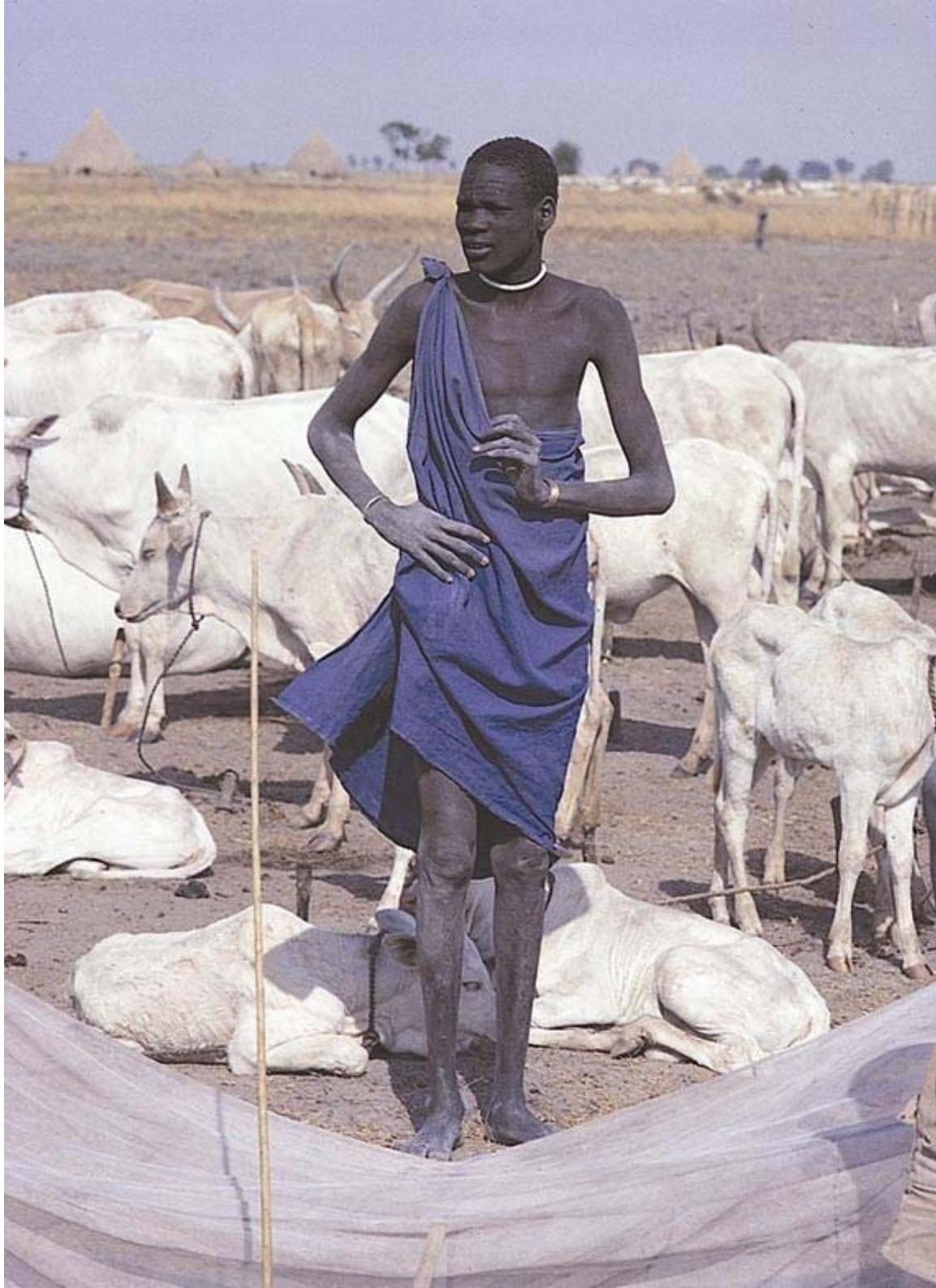


**sivatagi róka
(Sahara)**

Allen-szabály

**Barnamedve-alfajok,
elefánt - mamut**

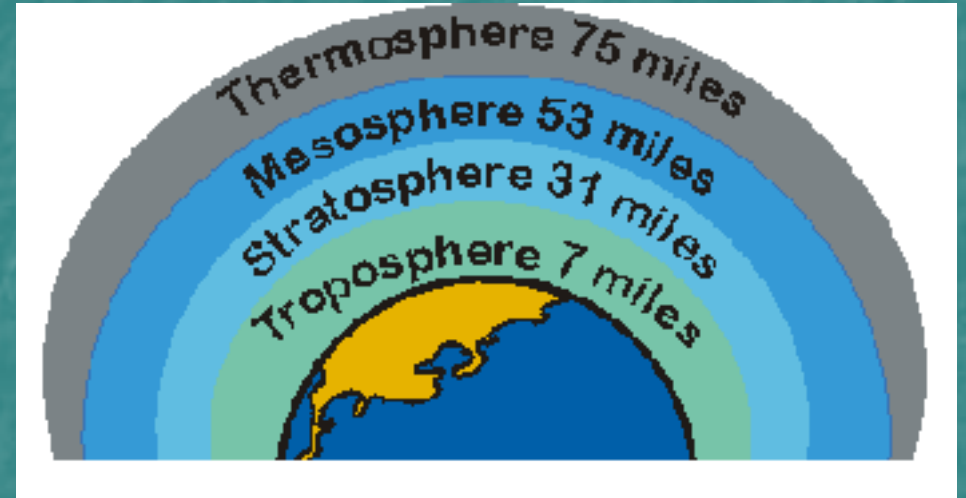
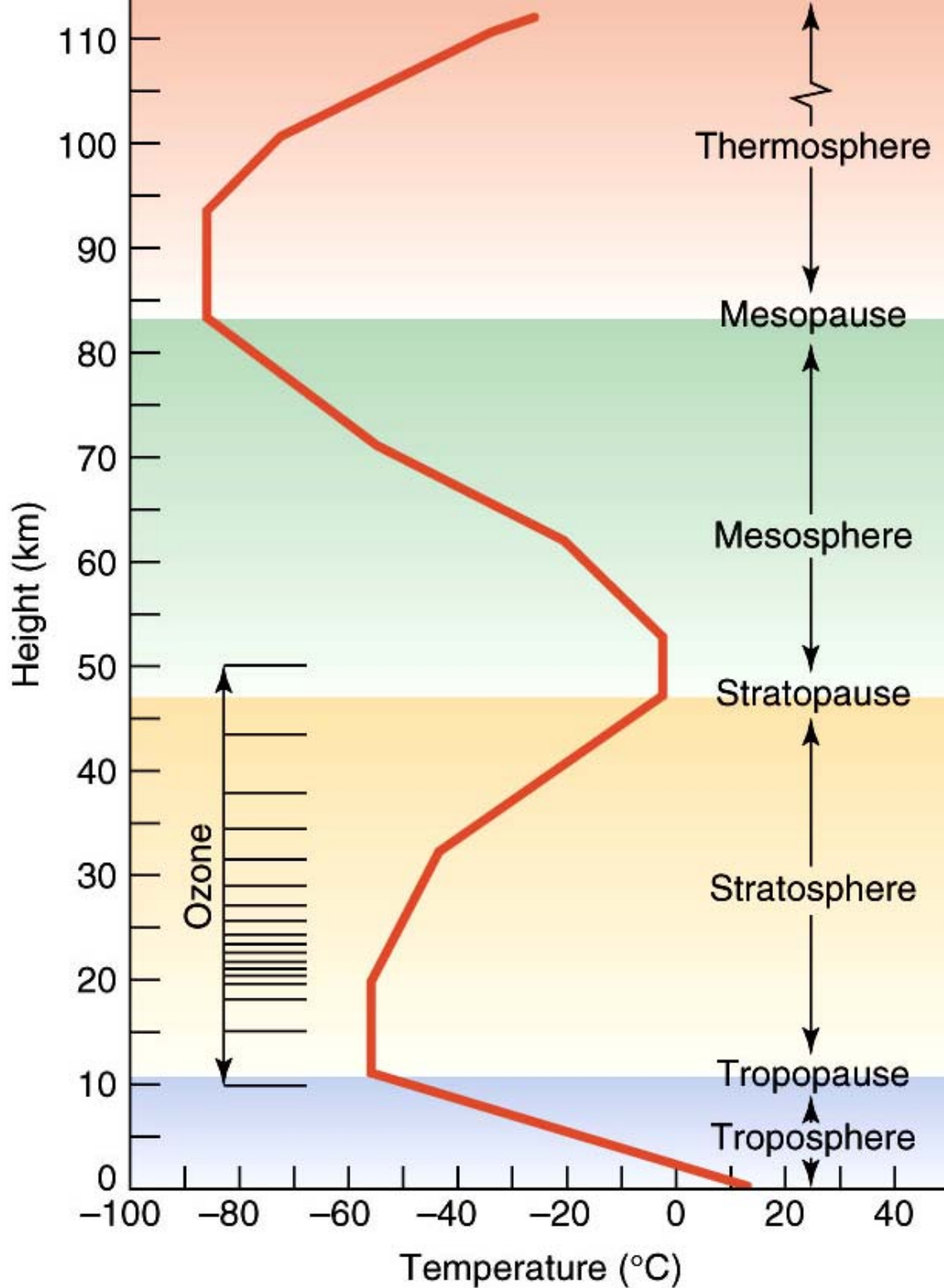
Allen-szabály



A levegő



Az atmoszféra szerkezete

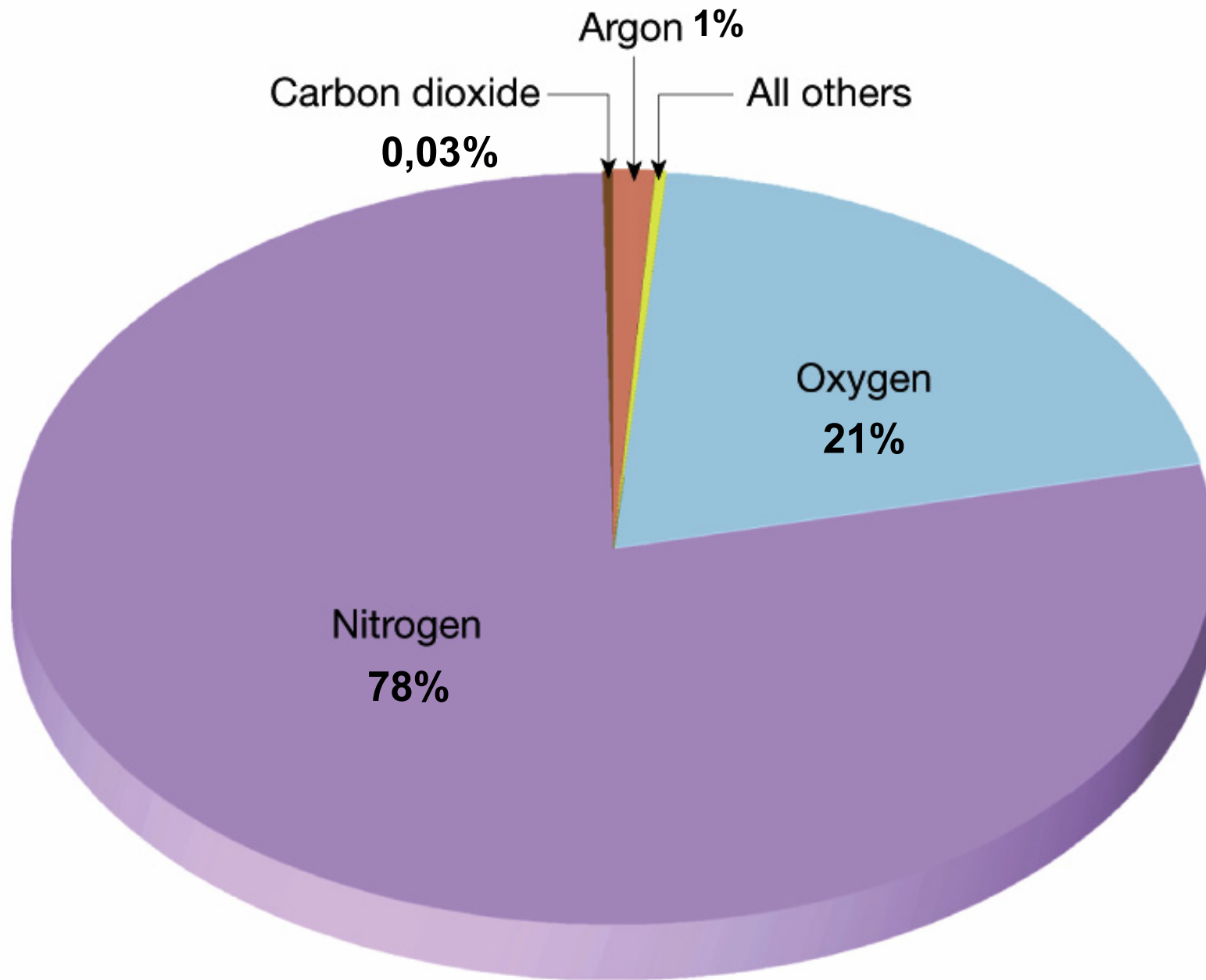


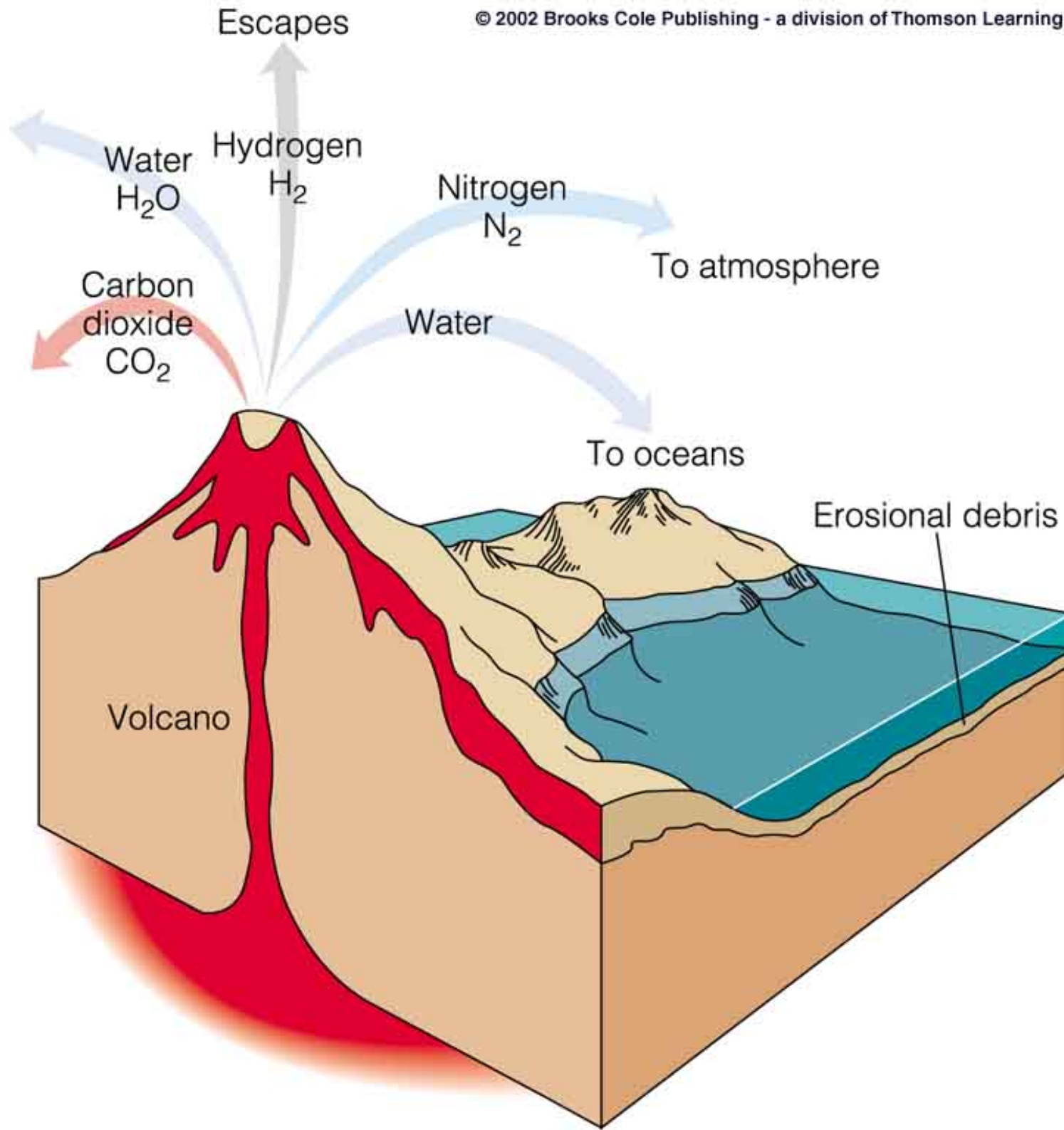
Cunningham & Cunningham, 2004, Fig. 9.1

Az atmoszféra általános jellemzői

- A földi légkör tömege kb. 5×10^{15} tonna
- „teljes” vastagsága kb. 3000 km,
- ebből gyakorlatilag csak az alsó 15 km-es rétegben van élet

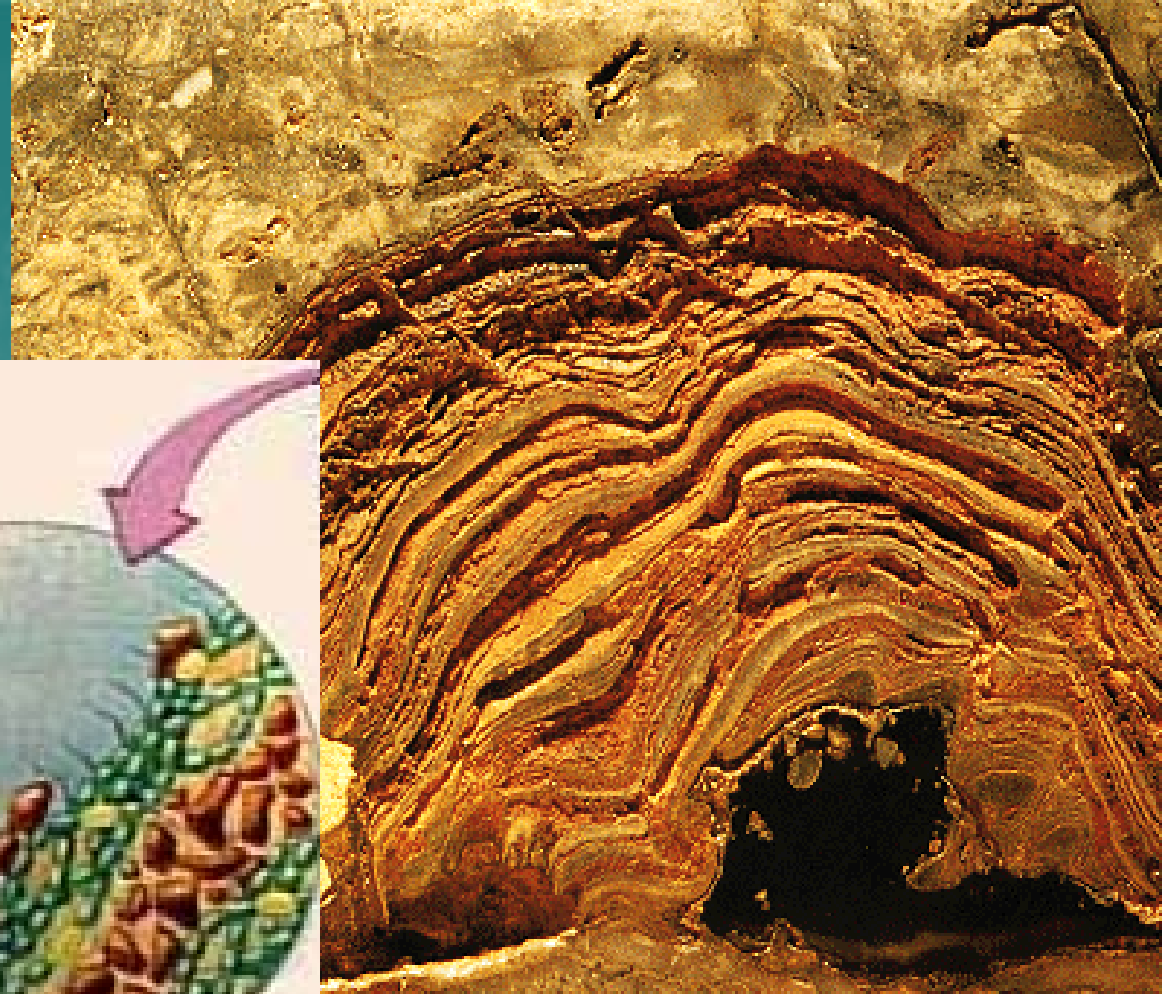
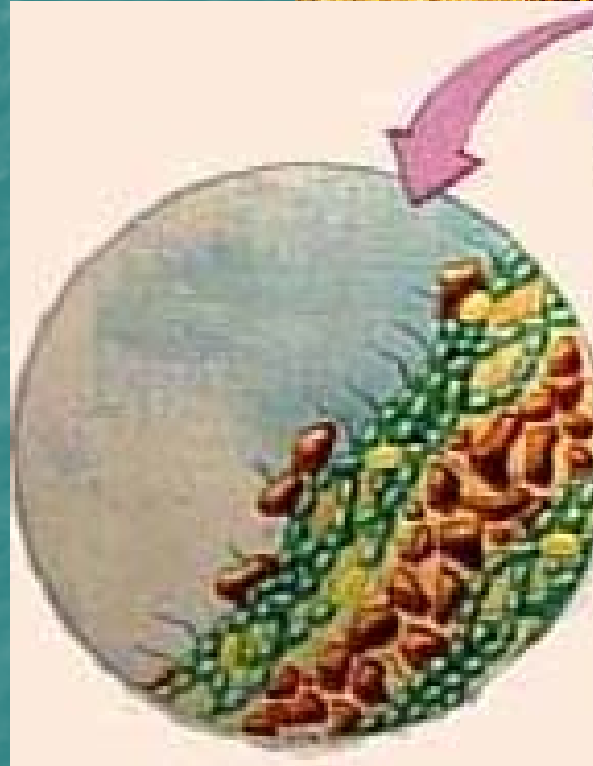
A légkör összetétele



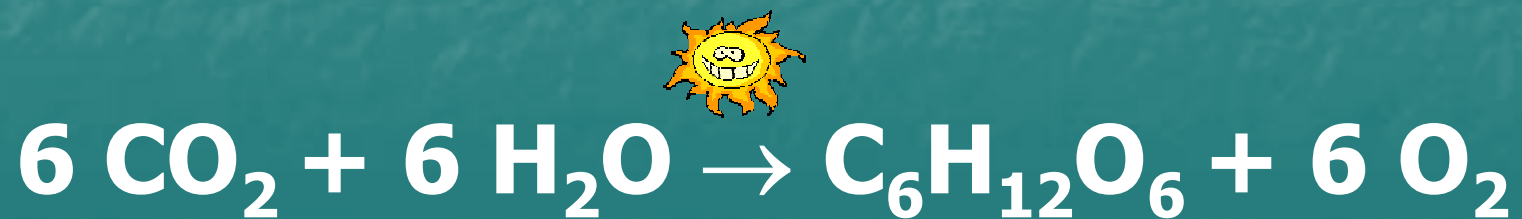


Az O₂ -dús légkör kialakulása

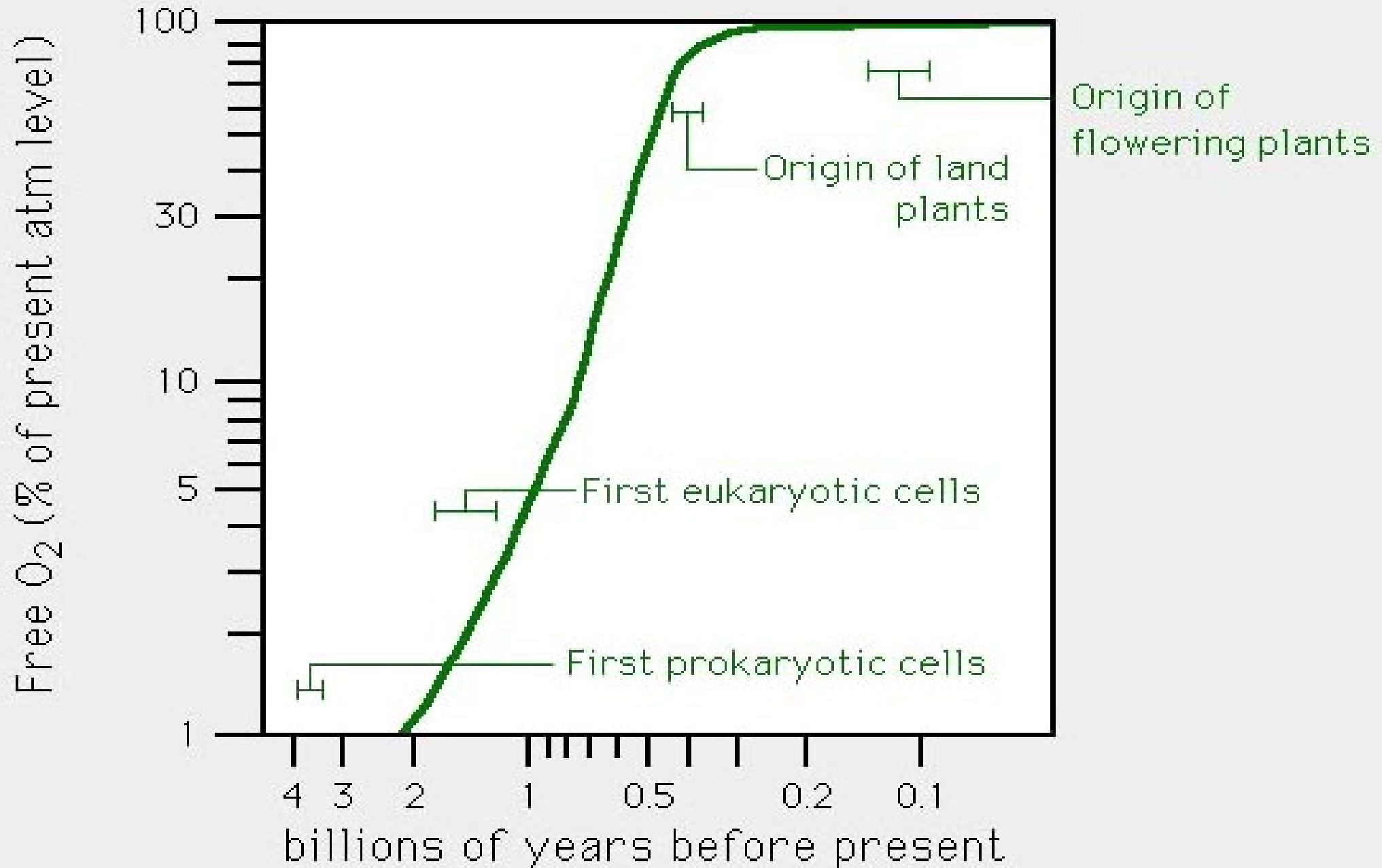
kb. 3,5 Md éve
első kékmoszatok



A fotoszintézis nettó egyenlete:



A légkör oxigéntartalmának alakulása



O₂ igény

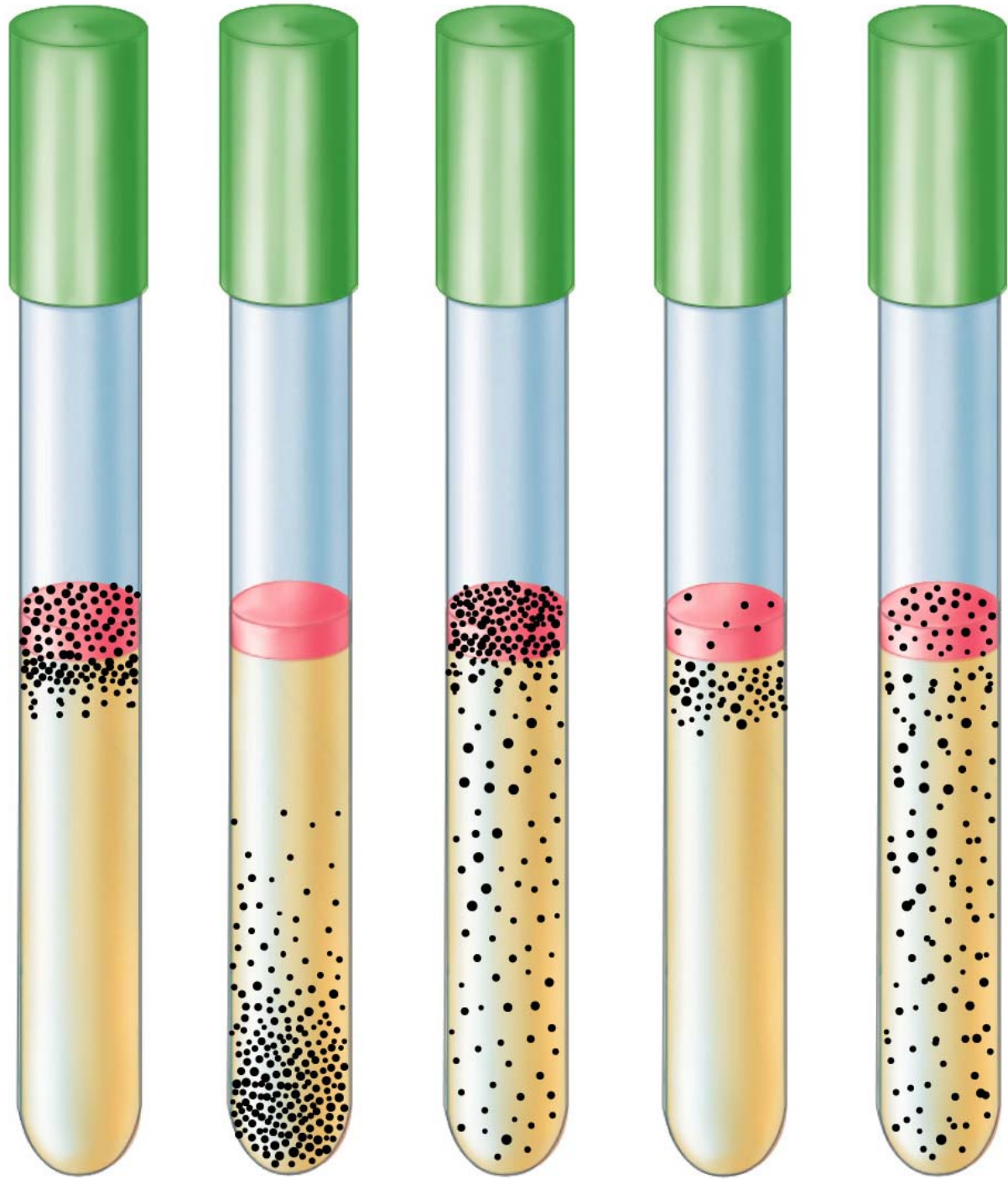
a) aerob

b) anaerob

c) fakultatív
anaerob

d) mikroaerofil

e) aerotoleráns



(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

A levegő O₂-tartalmának hatása az élővilágra

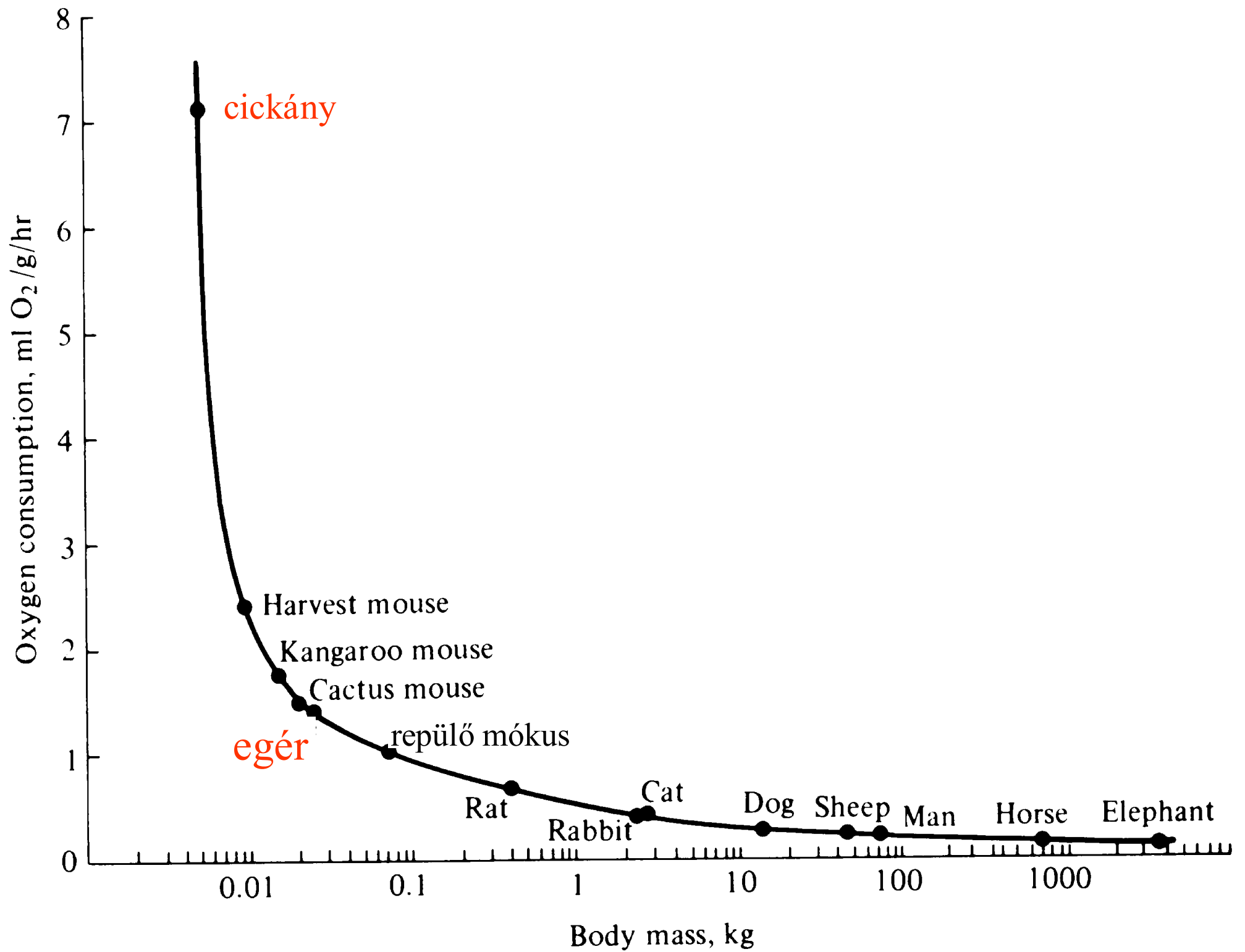
- a legtöbb élőlény obligát aerob
- magashegységekben felfelé csökkenő oxigéntartalom → adaptáció
- talajban, vízben limitáló tényező (4 °C-os víz maximális O₂-tartalma: 14 mg/l)

(És a levegőben? 24,5 liter levegő 1 mol és 29 g. Ennek 21 %-a oxigén, azaz 0,21 mol, ami $32 \times 0,21 = 6,72$ g)

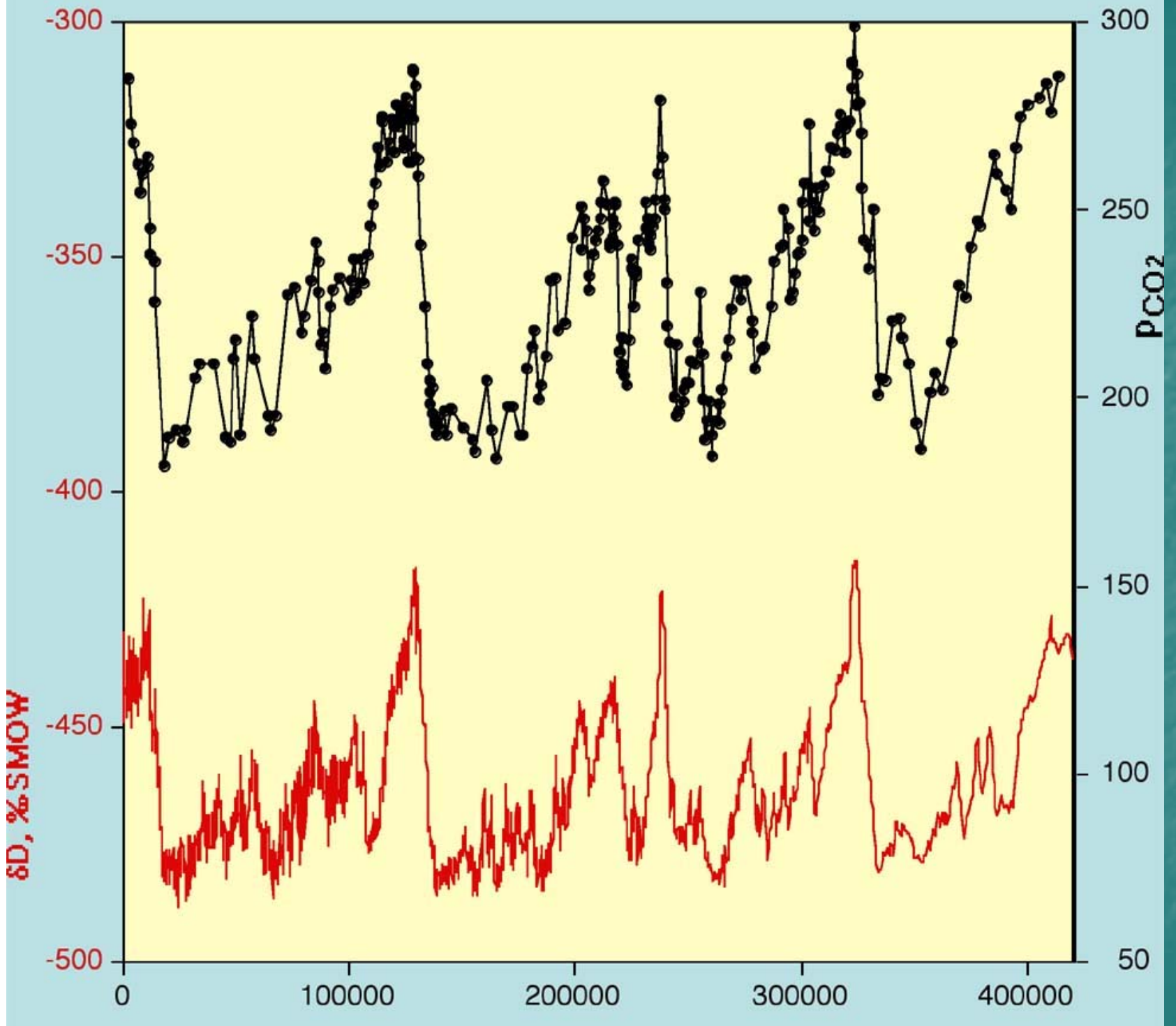
A levegő O₂-tartalmának hatása az élővilágra

- a legtöbb élőlény obligát aerob
- magashegységekben felfelé csökkenő oxigéntartalom → adaptáció
- talajban, vízben limitáló tényező (4 °C-os víz maximális O₂-tartalma: 14 mg/l)

(És a levegőben? 24,5 liter levegő 1 mol és 29 g. Ennek 21 %-a oxigén, azaz 0,21 mol, ami $32 \times 0,21 = 6,72$ g)



Vostok δD , CO_2 0-420 kyr (Petit et al., 1999)

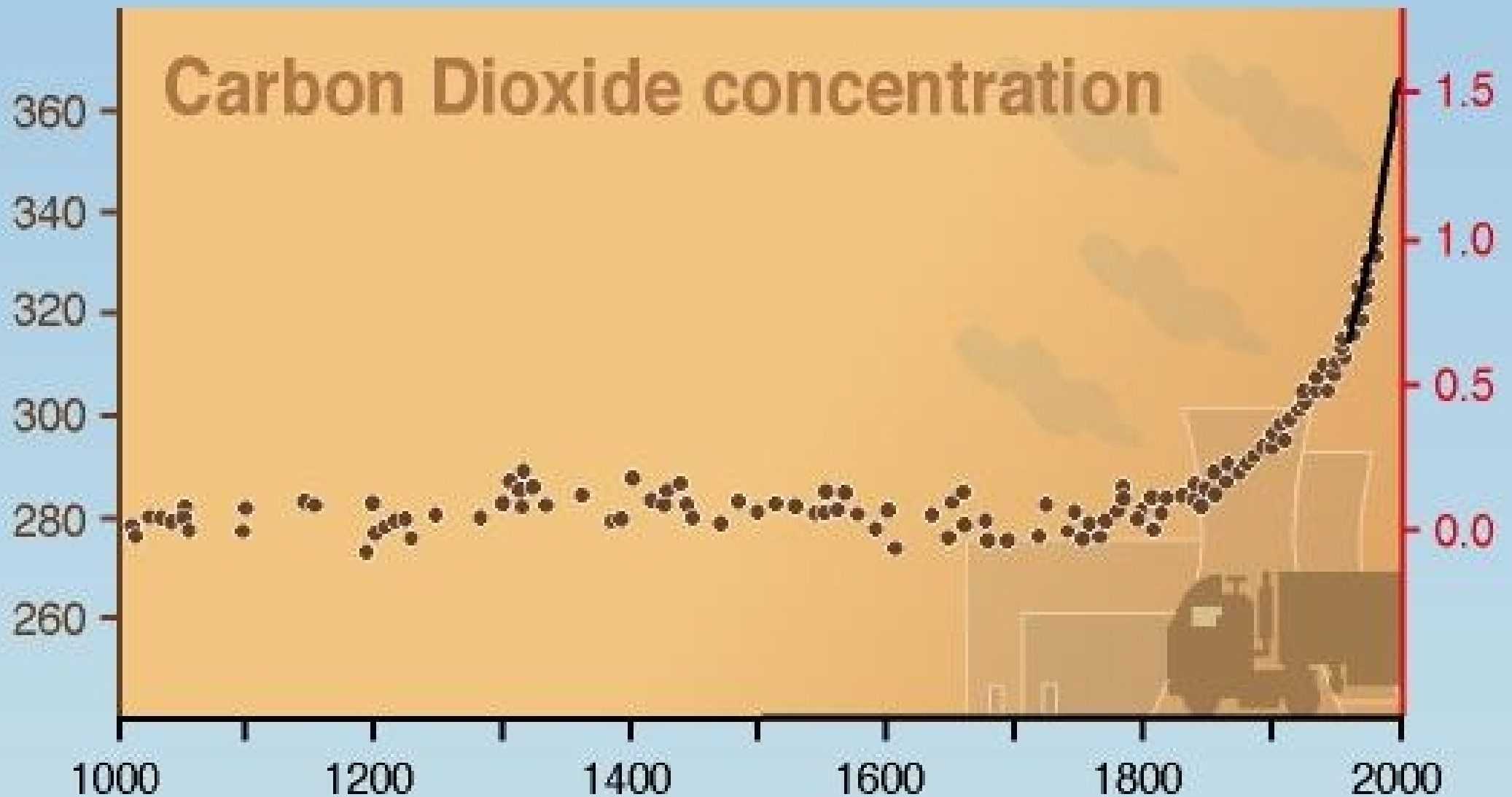


Glaciális ciklusok és a légkör CO_2 -koncentrációja

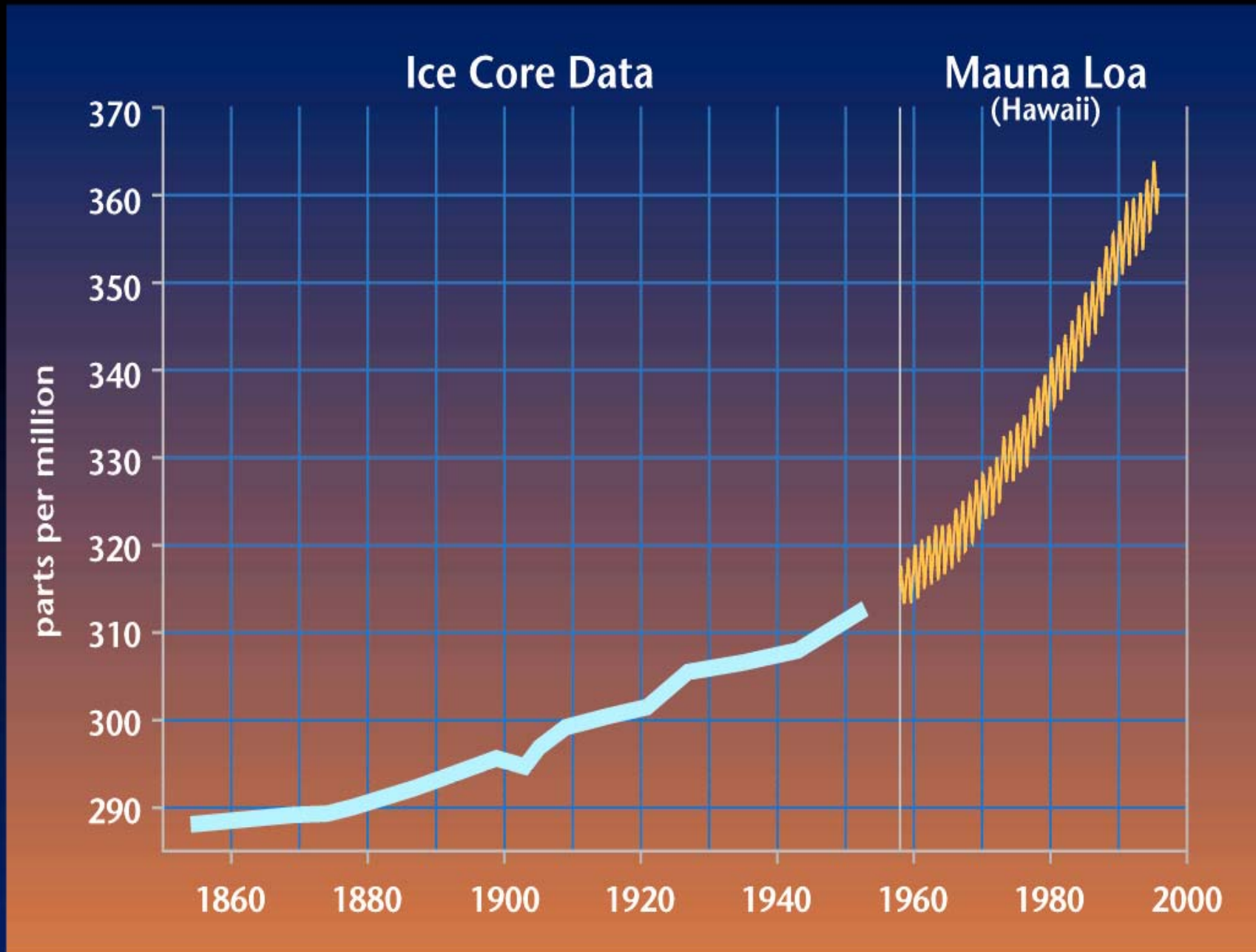
A légkör CO₂ koncentrációja az utóbbi évezredben

CO₂ (ppm)

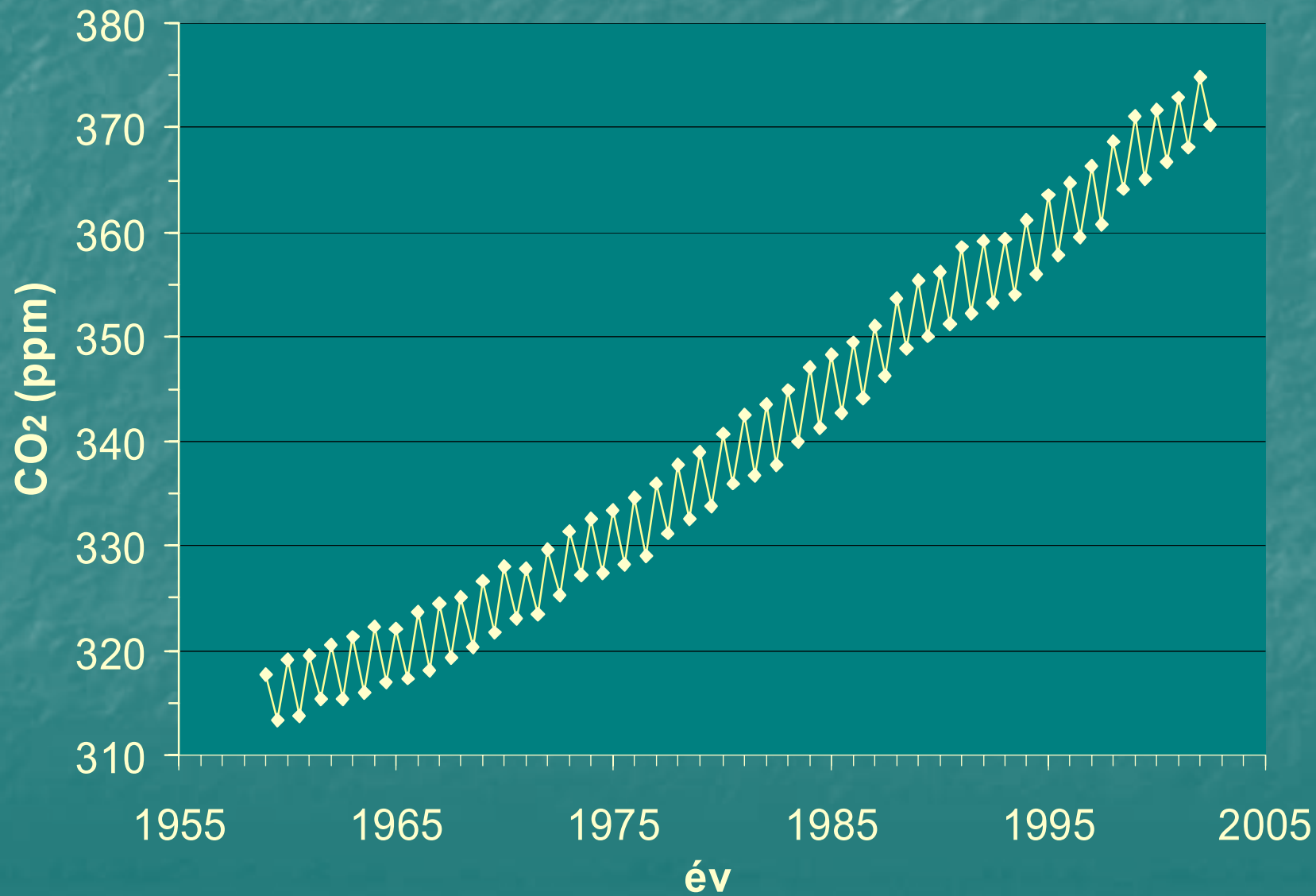
Radiative forcing (Wm⁻²)



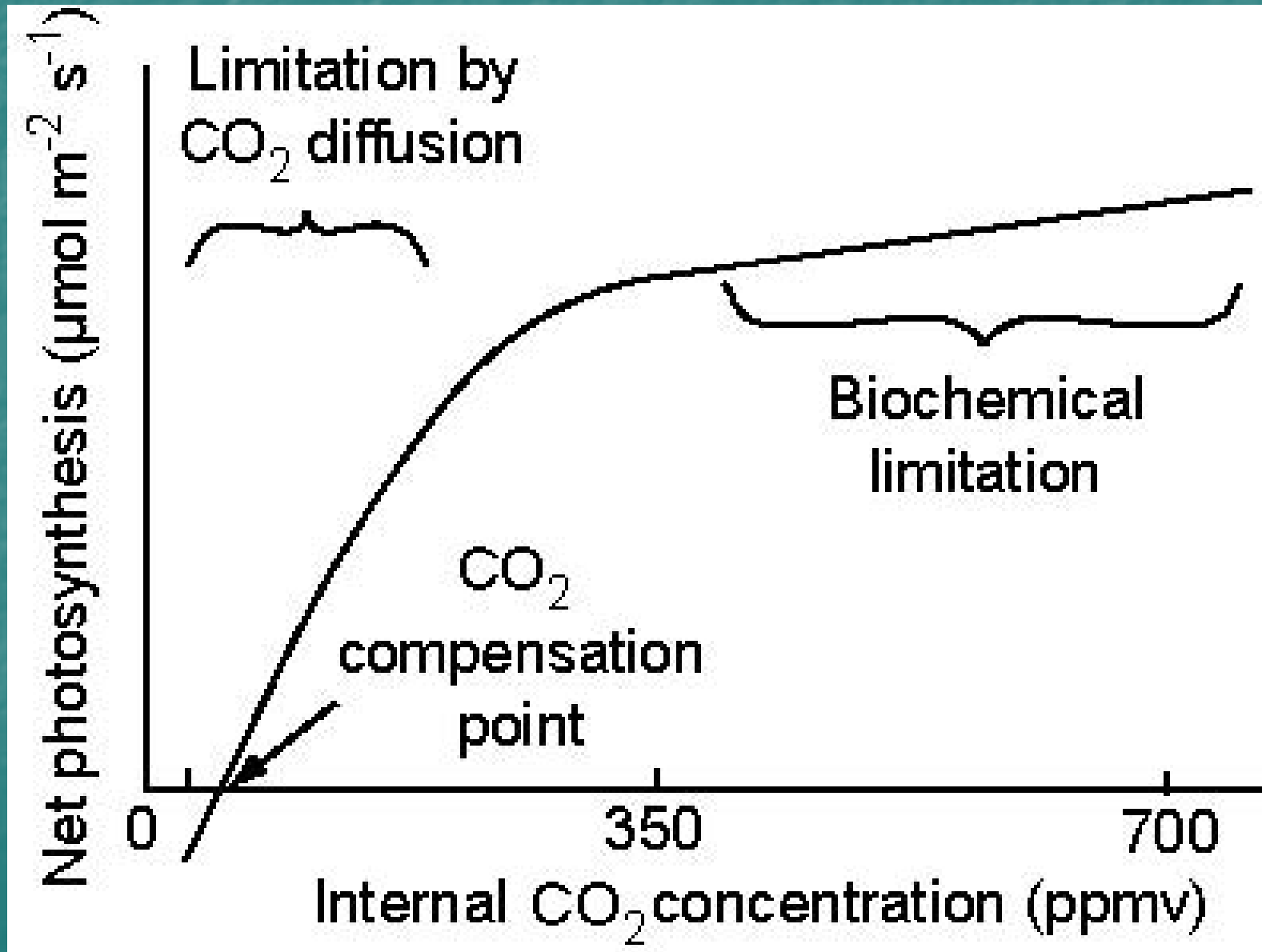
Carbon Dioxide Concentrations



A légkör CO₂ tartalmának alakulása napjainkban



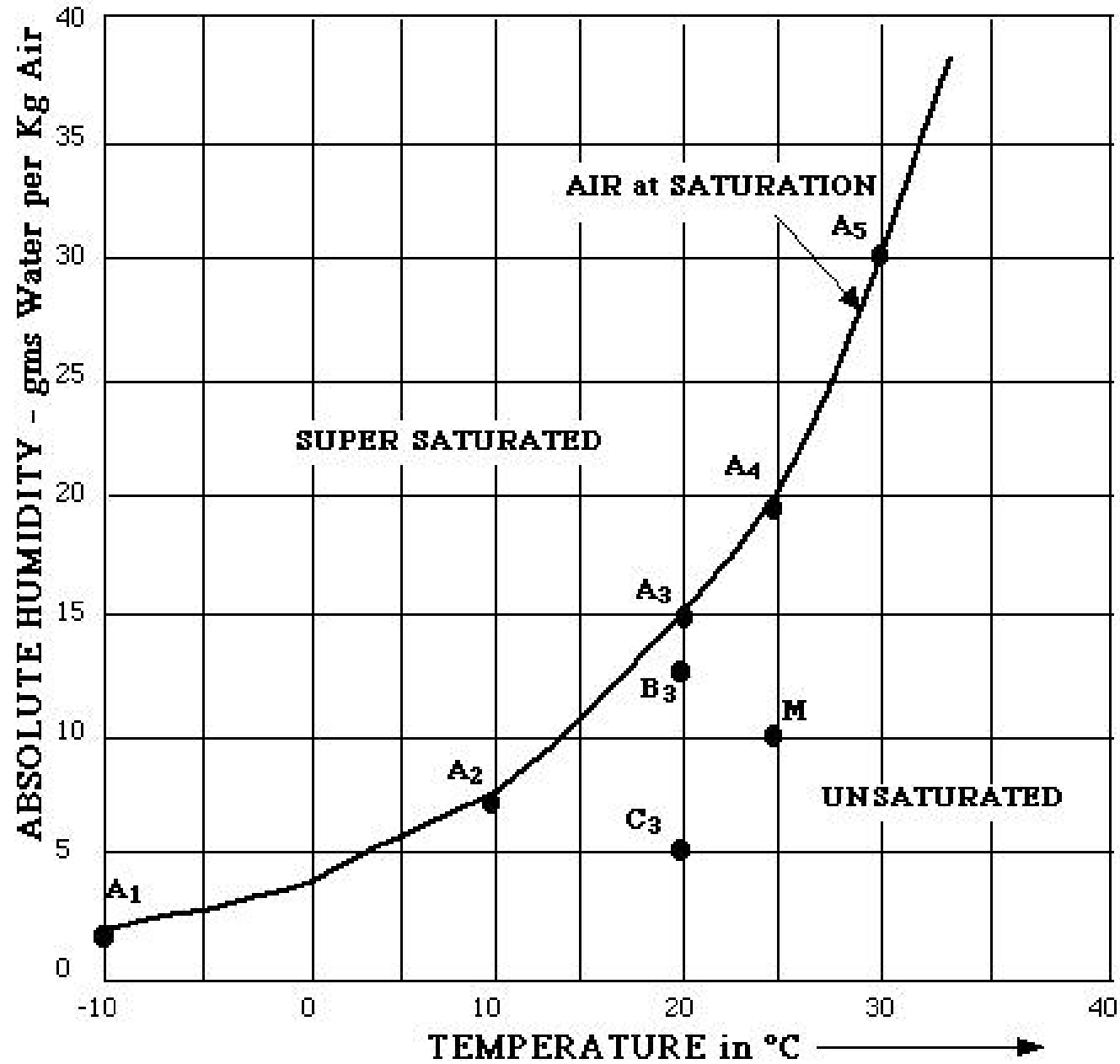
A fotoszintézis CO₂ koncentráció-függése

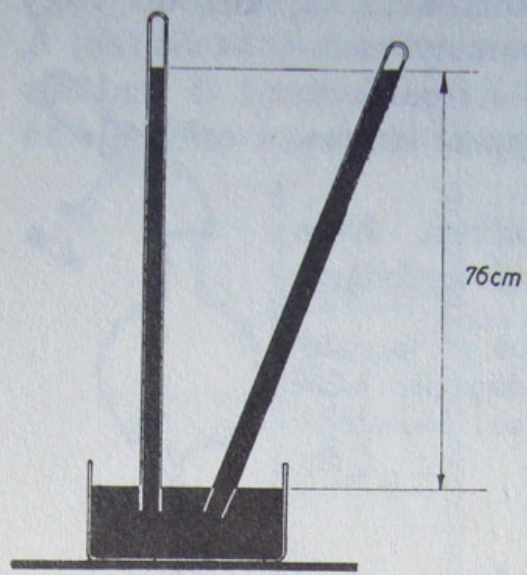


Páratartalom

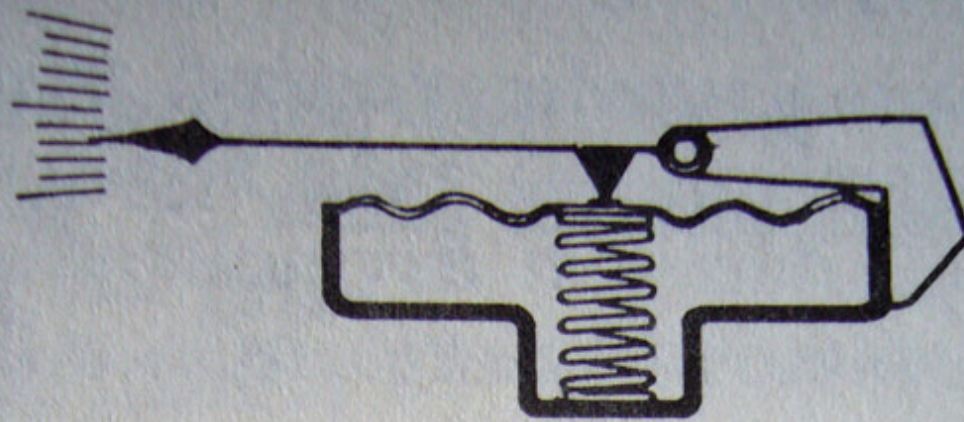
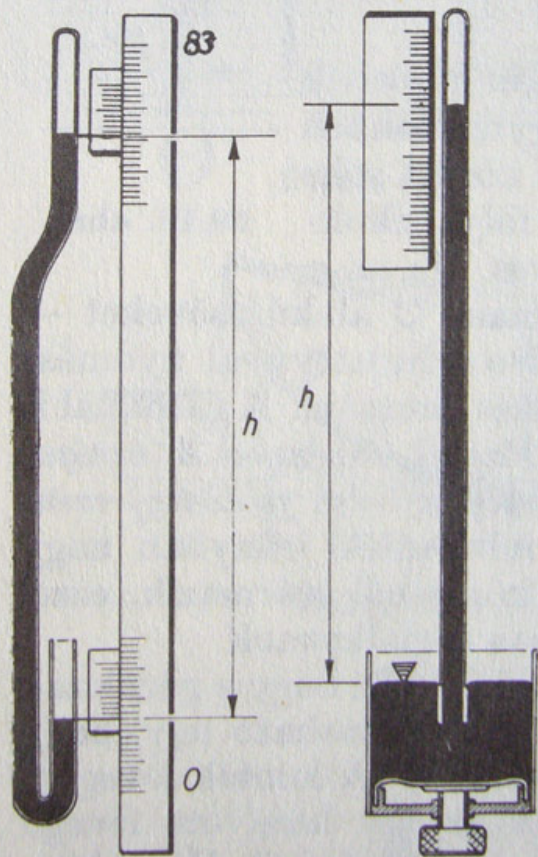
- abszolút páratartalom [g/m^3]
- relatív páratartalom
az adott hőmérsékletű levegő a telített állapothoz képest
hány százalék vizet tartalmaz

Abszolút páratartalom

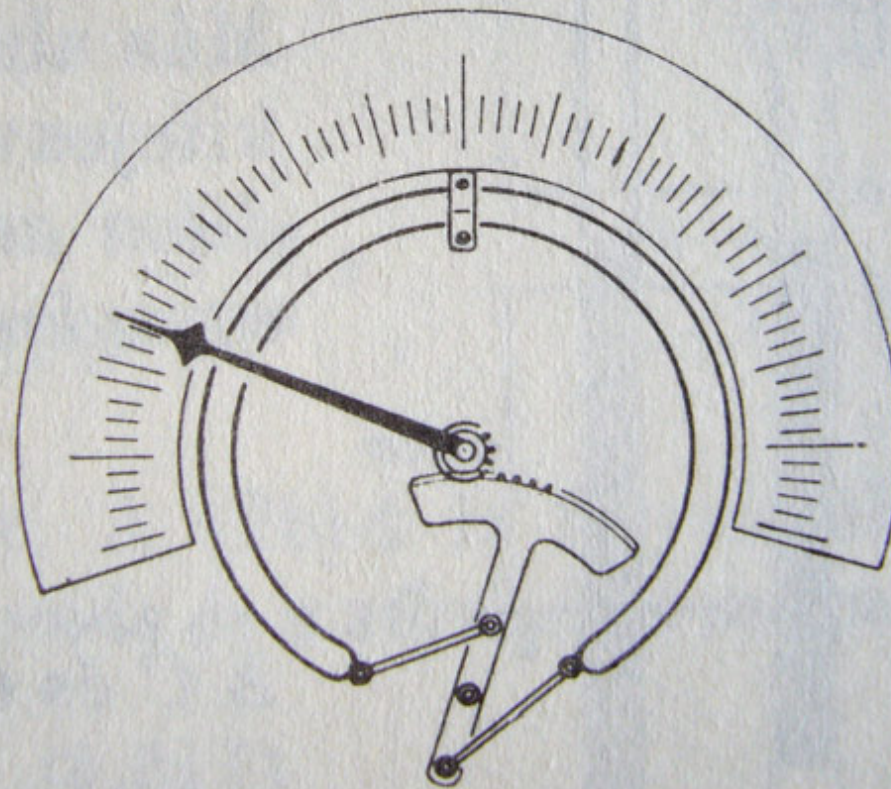


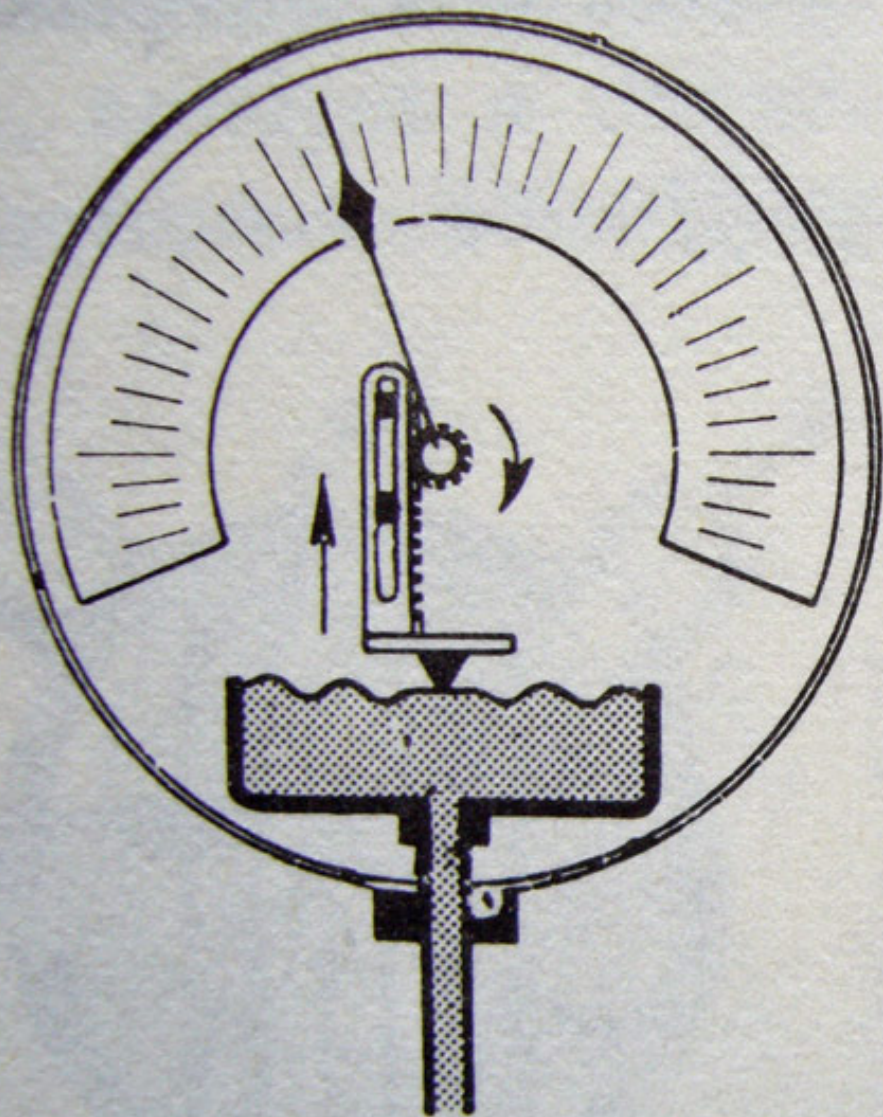


70,1. ábra

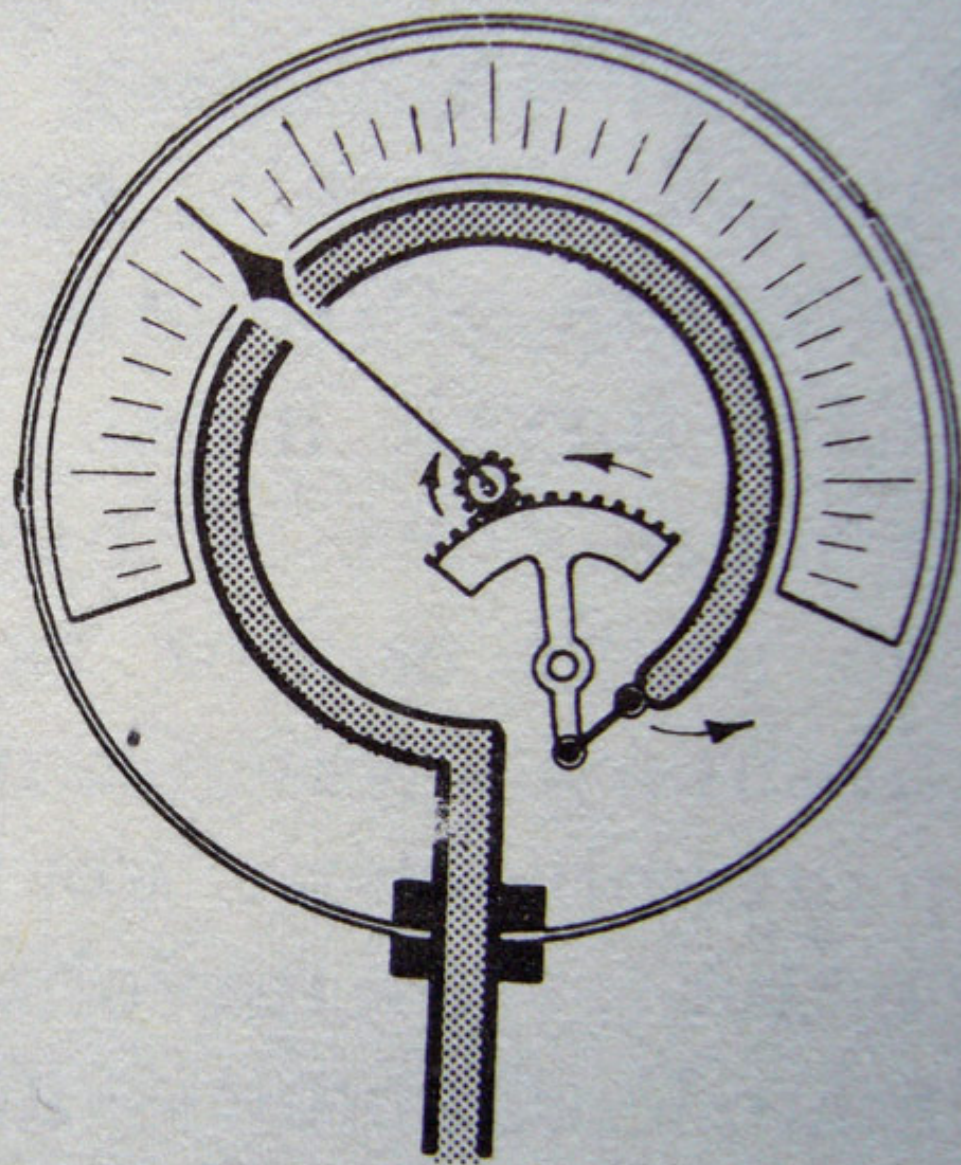


70,4. ábra





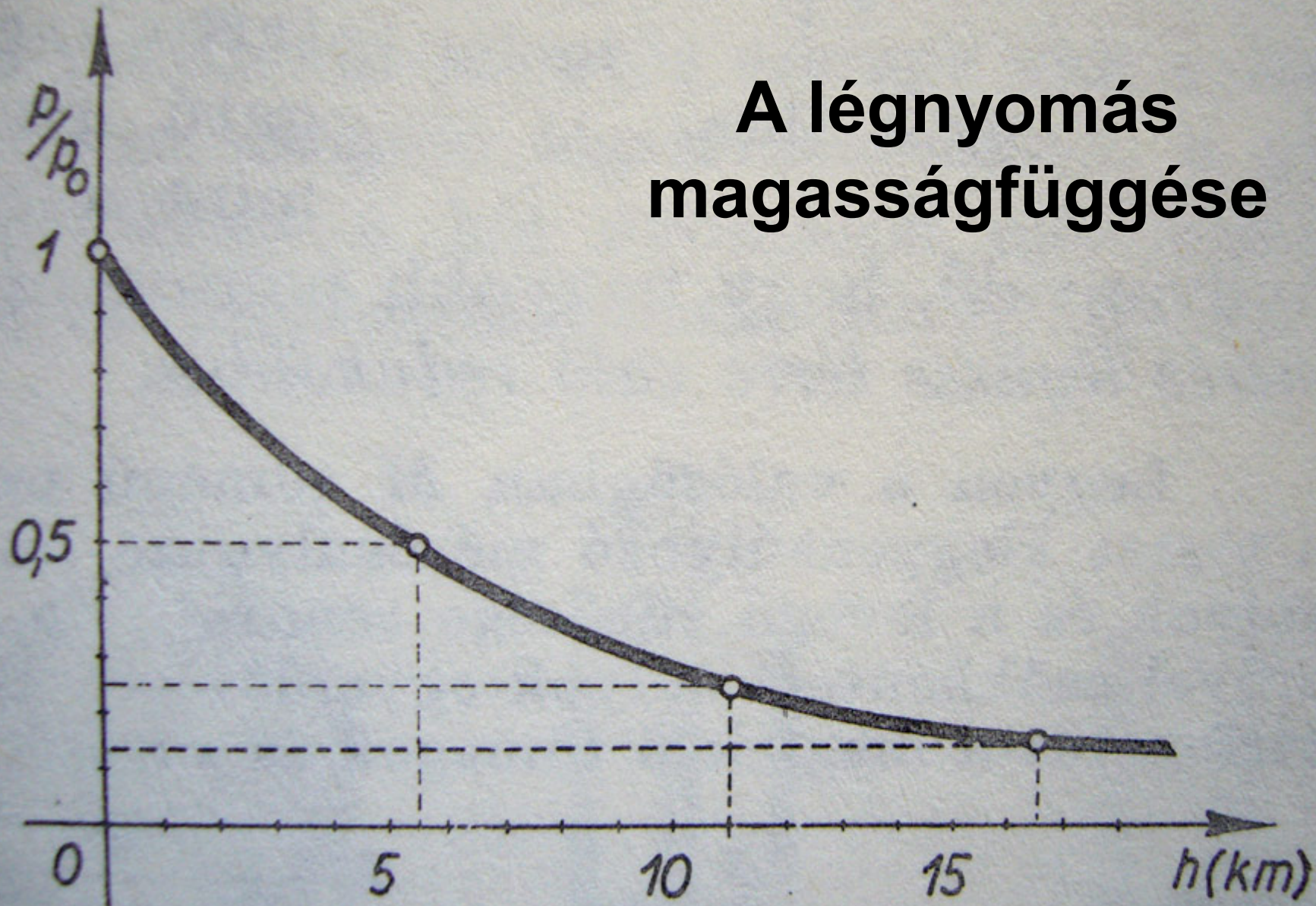
73,5. ábra

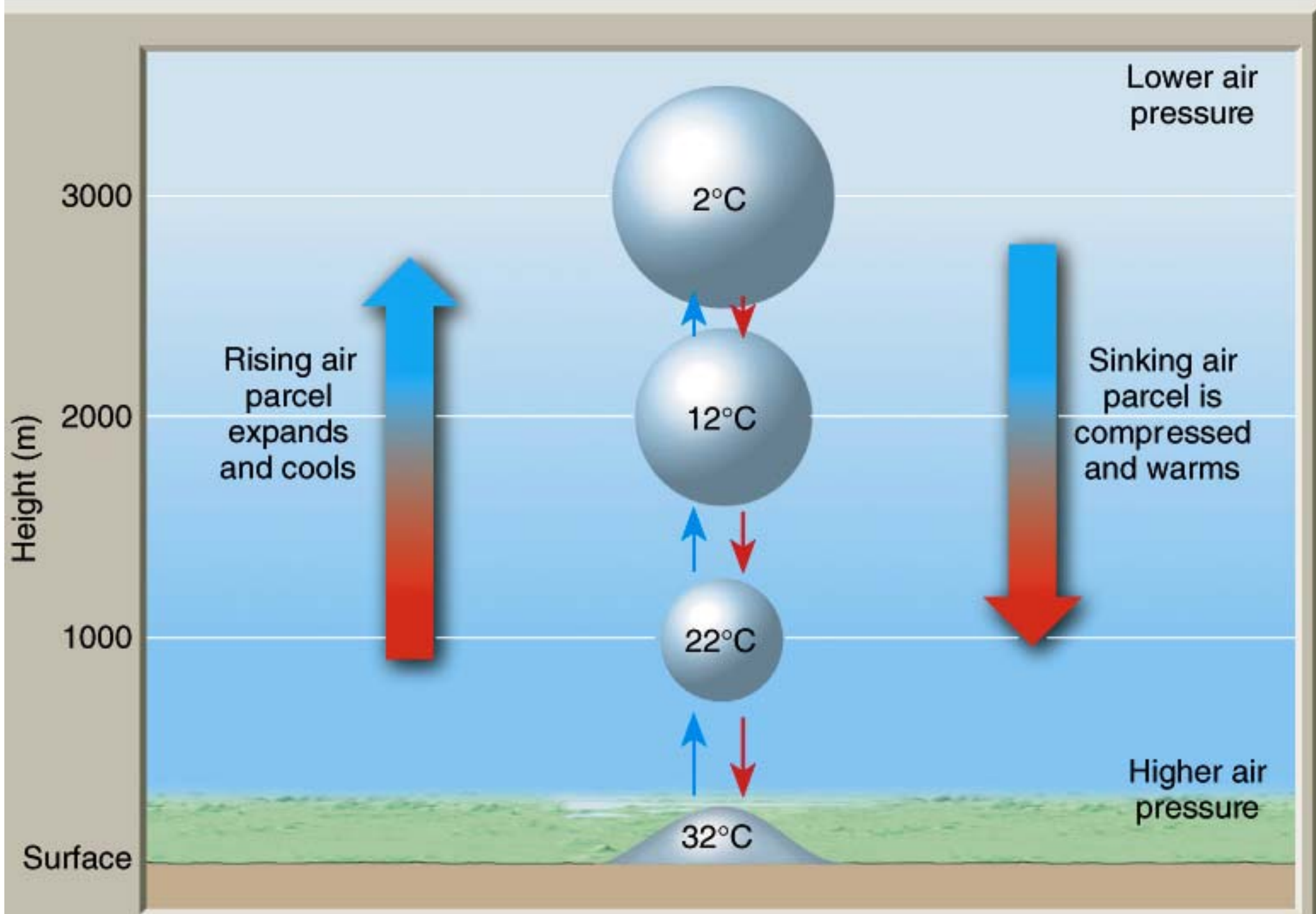


73,6. ábra

$$p = p_0 e^{-\frac{\rho_0 g}{p_0} h}, \quad \rho = \rho_0 e^{-\frac{\rho_0 g}{p_0} h}$$

A légnyomás magasságfüggése

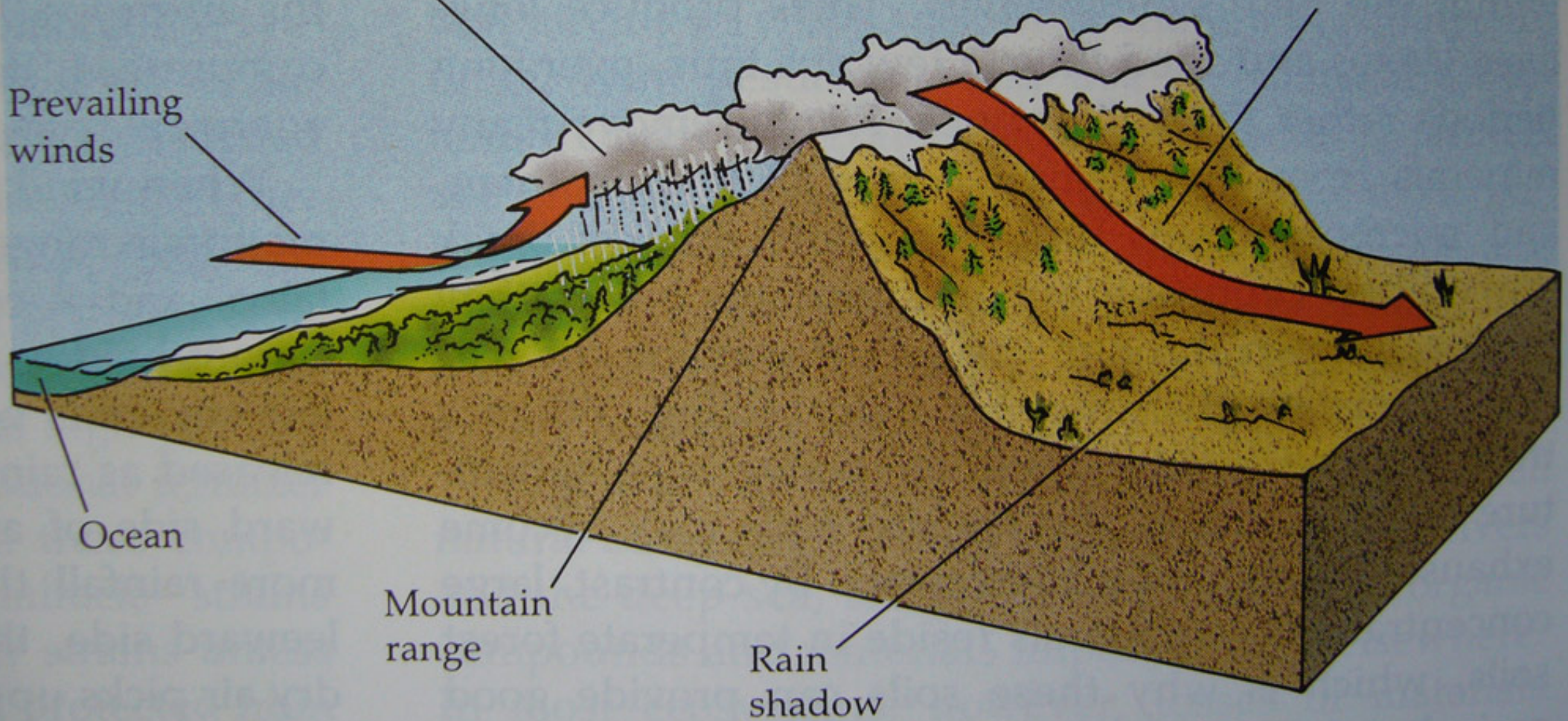




Windward side
of mountain
(Air rises and
cools, releasing
moisture as
rain or snow)

Leeward side
of mountain
(Air descends and
warms and picks
up moisture, which
results in little rainfall)

Prevailing
winds



Ocean

Mountain
range

Rain
shadow



Szennyező anyagok a levegőben

- természetes körülmények között nincs vagy igen kis mennyiség
- emberi tevékenység → felszaporodnak
- élővilágra káros hatás

SO_x , NO_x , CH_4 , ... (Fazekas-Szerényi: 303-304.o.!))

Egy példa (London, Kensington Garden)

- **1925:** 3900 madárból **2600** házi veréb
- **1975:** alig több mint **500**
- **1995:** **81**
- **2000:** **8**
- **2001:** **-**

Kerti rovarirtók? Csernobil? Macskák?

Kevesebb fészkelőhely?

Denis Summers-Smith:

- '70-'80-as évek fordulója: áttérés az ólmozatlan benzinre
- MTBE (metil-terc-butil-éter) az új kopogásgátló
- elpusztítja az apró rovarokat, amelyekkel a fiókákat az első 3 napban táplálkoznak
- Allee-hatás: a szociális fajoknak szükségük van egy minimális populációméretre a költéshez
- (vándorgalamb, XIX. sz.: 50 év alatt kipusztult)

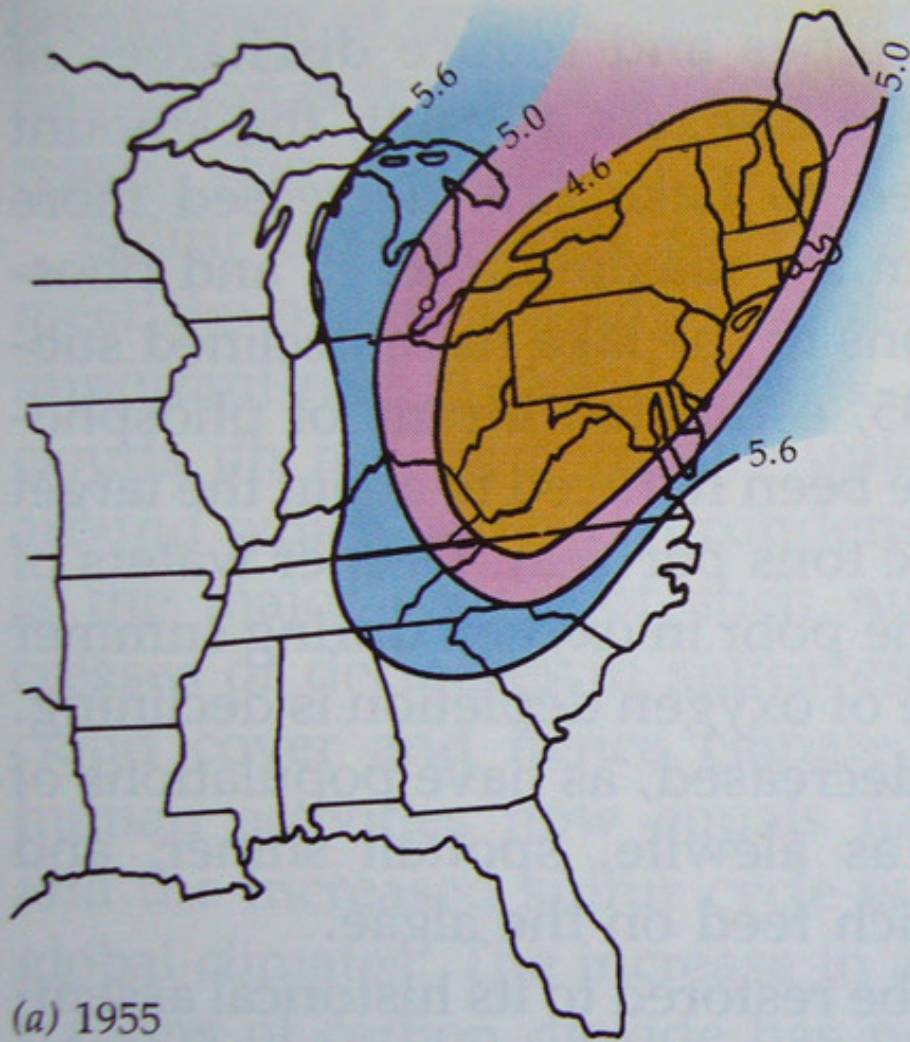
Savas eső okozta károk (Smoky mountains)



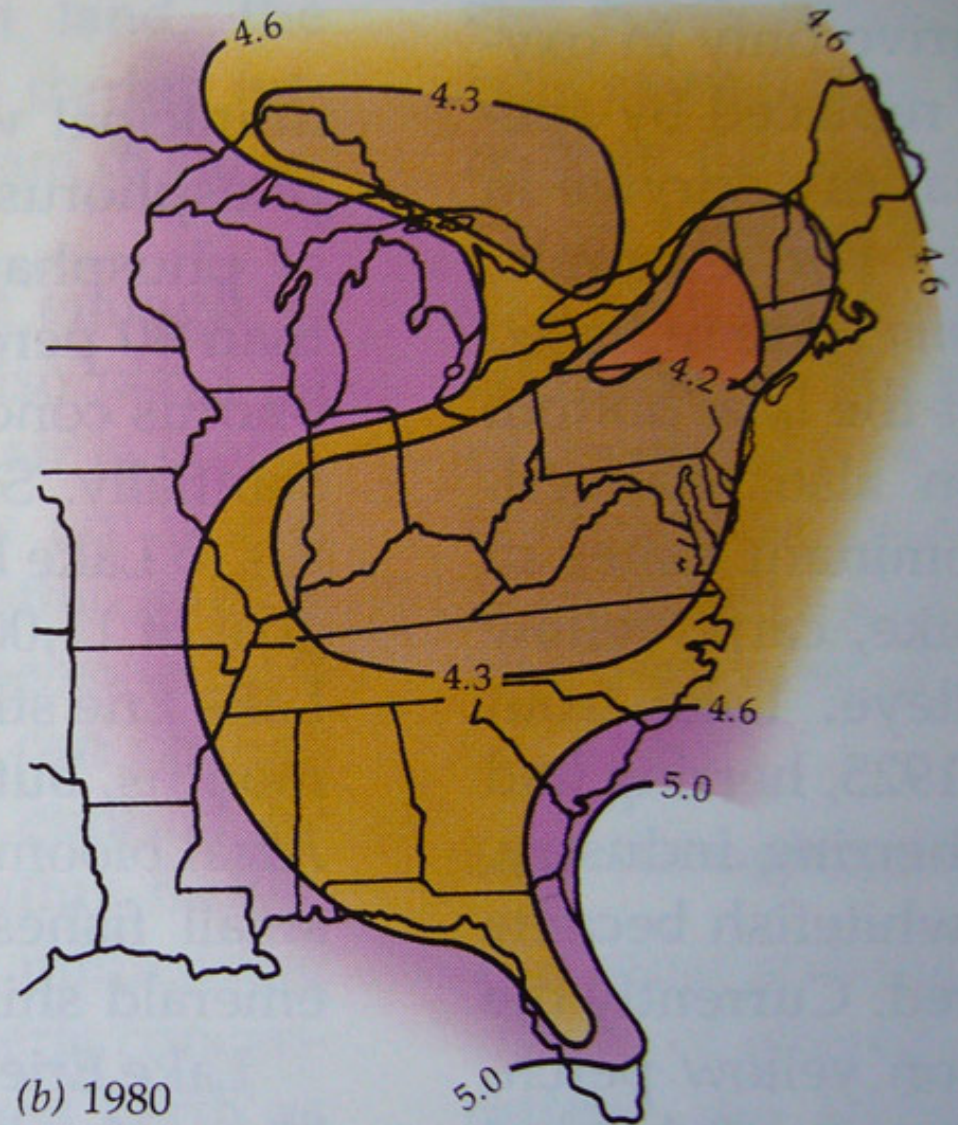
Savas esők

- salétrom- és kénsav a csapadékban
- először Skandináviában lépett fel, Norvégiában 1978-ra a barna piztráng populációja a felére csökkent, 1983-ra további 40% csökkenés
- Ma az iparosodott országokban általános, pl. É-Amerikában a csapadék pH-ja 5,6, New-Englandben 4,1, néha 3,0 (a pH=3,5 már közvetlenül károsítja a faleveleket)
- Kanada, tó pH-ja 6,6-ról 5,2 kénsavval. Nitrifikáló bakt. /N-körforgás/ blokkolódása. A kísérlet befejeztével a pH felment 5,4-re, de a nitrifikáció csak 1 év után indult be újra.

- a szennyezőforrás és a savas esők távolsága több 100 km is lehet (Anglia, Németo. → Skandinávia)
- /Csoportosítás: lokális (pl. eutrofizáció), regionális (pl. savas esők) és globális (pl. széndioxid-kibocsátás) hatású szennyezések/
- a kémények füstgázaiból a N és a S oxidjai eltávolíthatók, de 90% hatékonyság felett megugranak a költségek
- nehézfémek kioldása a talajból!



(a) 1955




(b) 1980

49.15 Increases in Acid Precipitation in Eastern North America

These maps show the annual average pH of precipitation in eastern North America. The oxides of nitrogen and sulfur—the principal contributors to acid precipitation—travel far enough from their sources that the effects of many sources blend together to produce the pattern shown here.

A napfény erősségének csökkenése

- Izrael: 22%-os napfény-gyengülés az 1950-es és az 1990-es évek között
- Németország; Antarktisz (9%), USA (10%), Oroszország (30%), Nagy-Britannia (16%)
-  Global warming

Global Dimming

- Ausztrália: a vízpárolgás sebessége ugyanebben a 30 évben szintén csökkent
- A párolgás függ:
 - a napfény erősségétől
 - a relatív páratartalomtól
 - a hőmérséklettől

Global Dimming

- A Maldív-szigetek északi (szennyezett levegőjű) tagjainak a levegőjében 10-szer annyi lebegő részecske van, mint a déli (tisztább levegőjű) tagjaiéban
- A 3 km-es levegőréteg 10%-kal csökkentette a napsugárzás erejét, ellentétben az addig feltételezett 1%-kal

Global Dimming

- A lebegő részecskék részben elnyelik a fényt, részben – felhők kondenzációs magjaiként működve, a köréjük lecsapódott vízzel együtt – tükröként visszaverik
- A szennyezett felhő több, de kisebb vízcseppekből áll – „jobb” tükör

Global Dimming

- A szennyezett felhők megváltoztathatják a hőmérsékleti viszonyokat és a csapadékeloszlást
- É-Amerika és Európa szennyezett levegője miatt az É-i félgömb óceánjai lehűlnek, és a csapadék köv délre vándorol (→Száhel)

Global Dimming

- Európa: a levegő tisztulóban van



- a visszaverés csökken



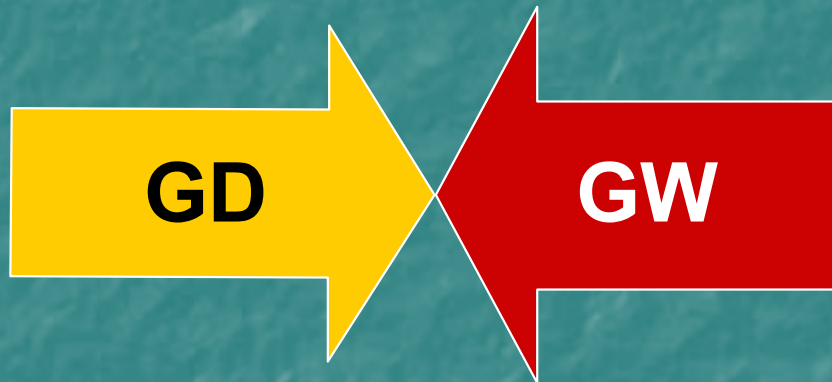
- erősödik az üvegházhatás

(kondenzcsíkok)

(2003: portugál tüzek, francia hőség, az Alpok gleccserei olvadnak stb.)

- **Ha csökkentjük a GD-et, erősödik a GW!**

Global Dimming – Global Warming



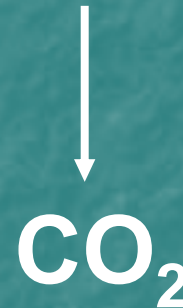
melegedés



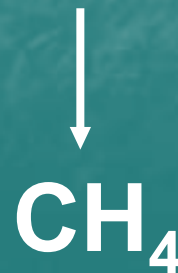
hűlés

Global Dimming

- Alábecsültük az üvegházhatást – a globális hőmérséklet kétszer olyan sebességgel növekedhet:
- 2030 – 2 °C → Grönland jege felolvad (7-8 m)
- 2040 – 4 °C → Az Amazonas-medence pusztulása

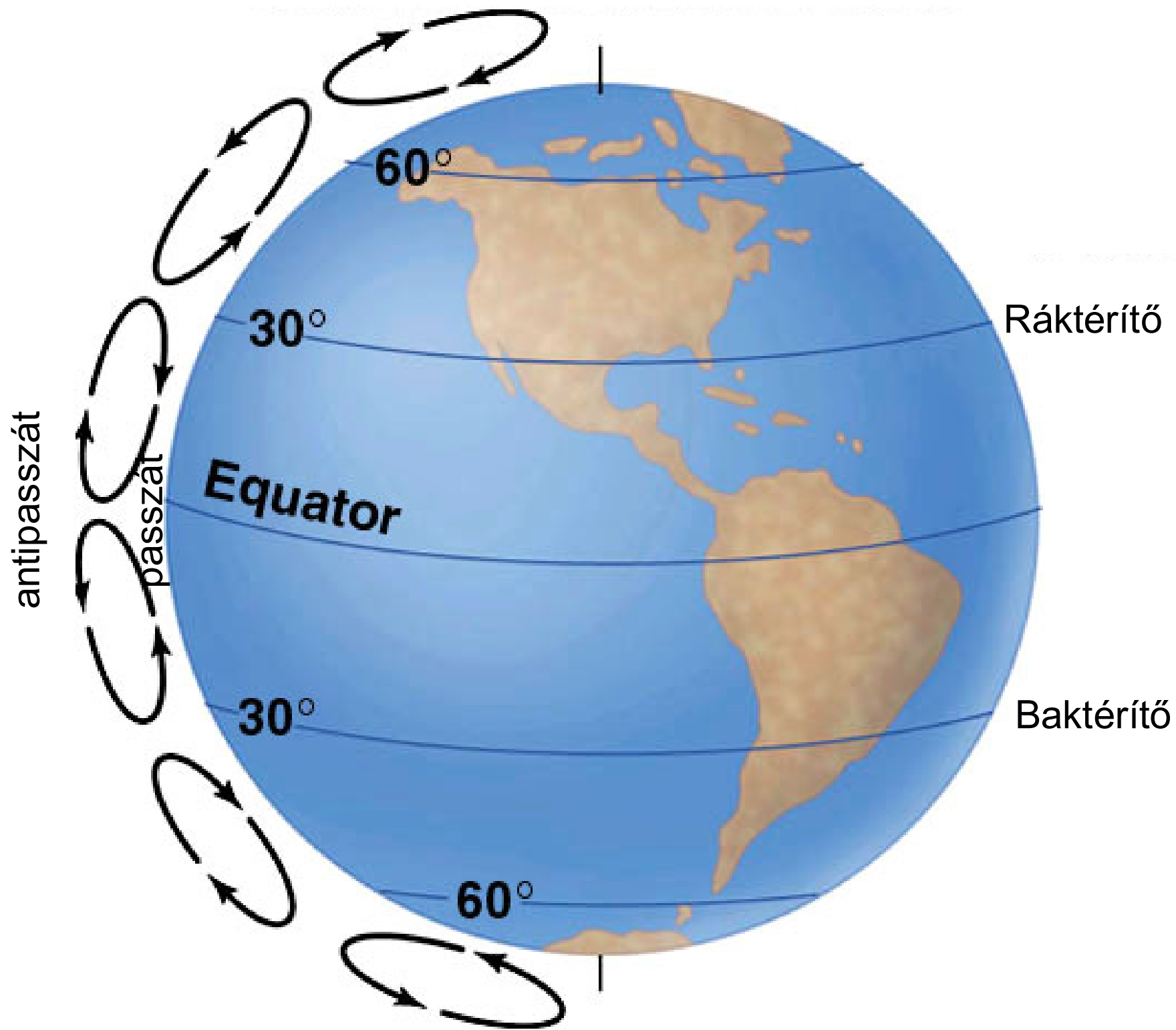


- 2100 – 10 °C → az északi metán-hidrát instabillá válik



A levegő fizikai hatásai

- szél kialakulása, szélrendszerek

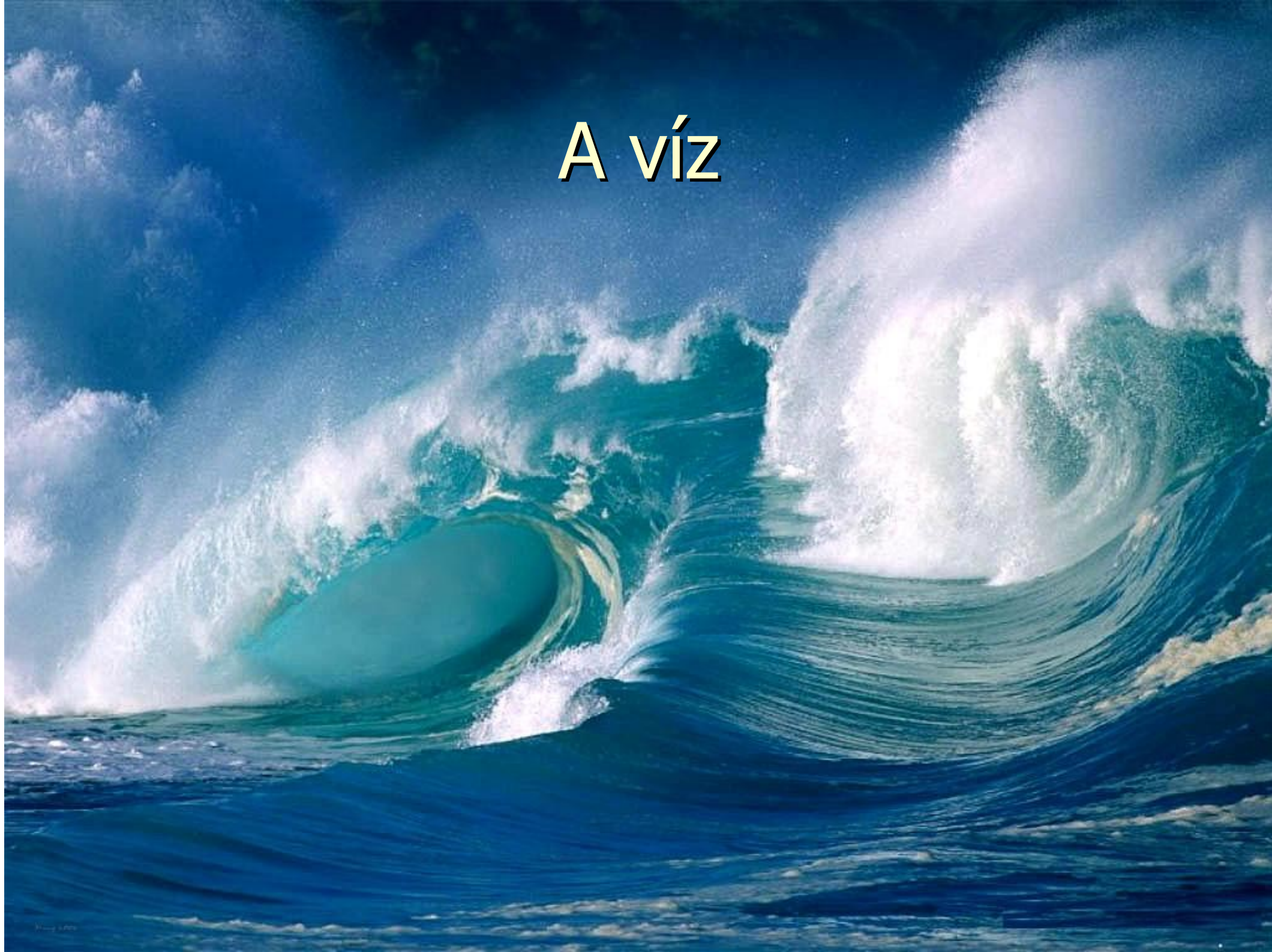


A levegő fizikai hatásai

- szél kialakulása, szélrendszerek
- párologtatást növeli → hűtés, vízvesztés
- szél nyíró hatása–növényzet fékező hatása
- beporzás, termésterjesztés



A víz



Sun heats air at equator.

Moisture in ascending air condenses, forming clouds.

Some ascending air flows to the north.

Some ascending air flows to the south.

Warm air rises

Heavy rains fall

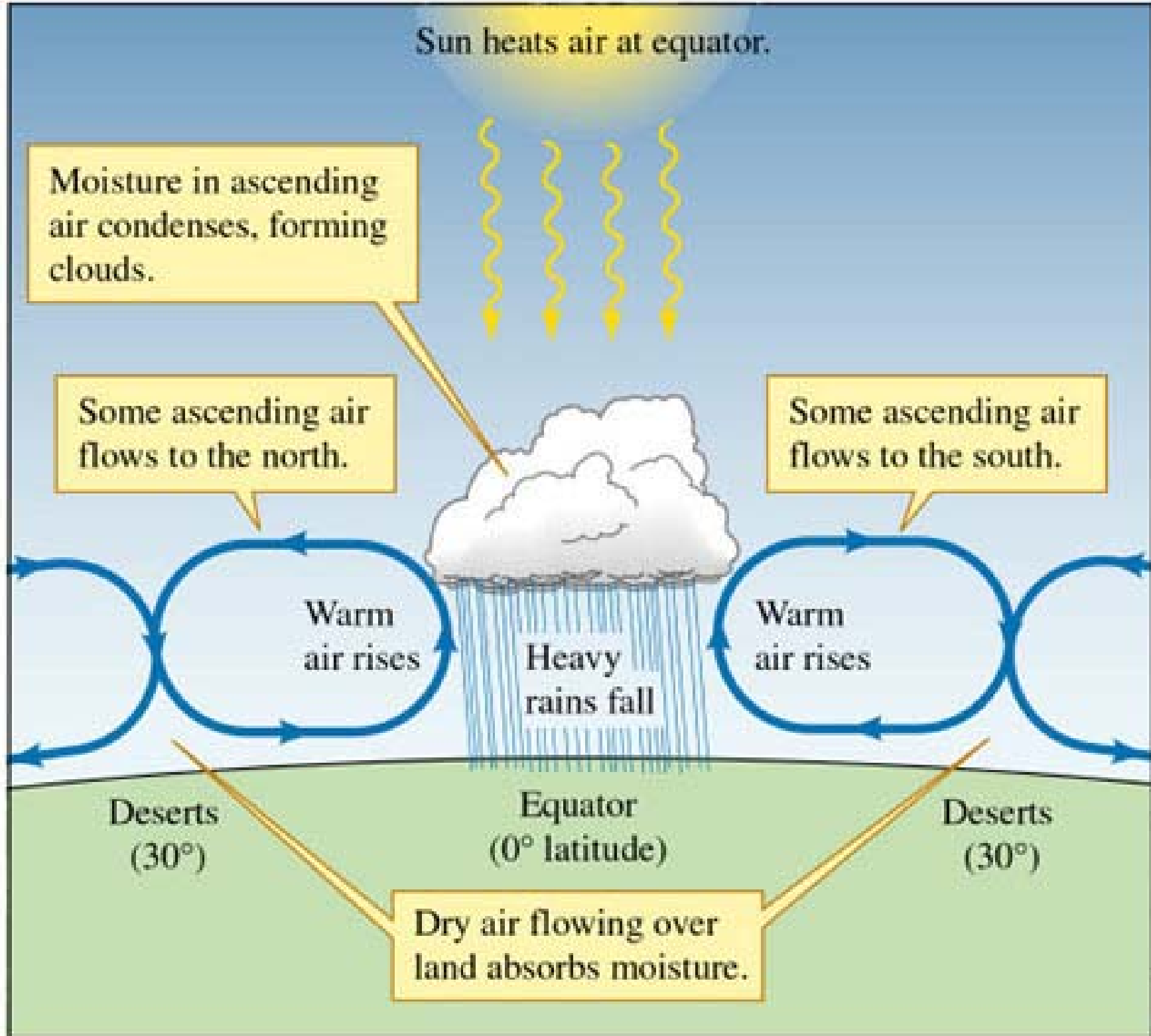
Warm air rises

Deserts (30°)

Equator (0° latitude)

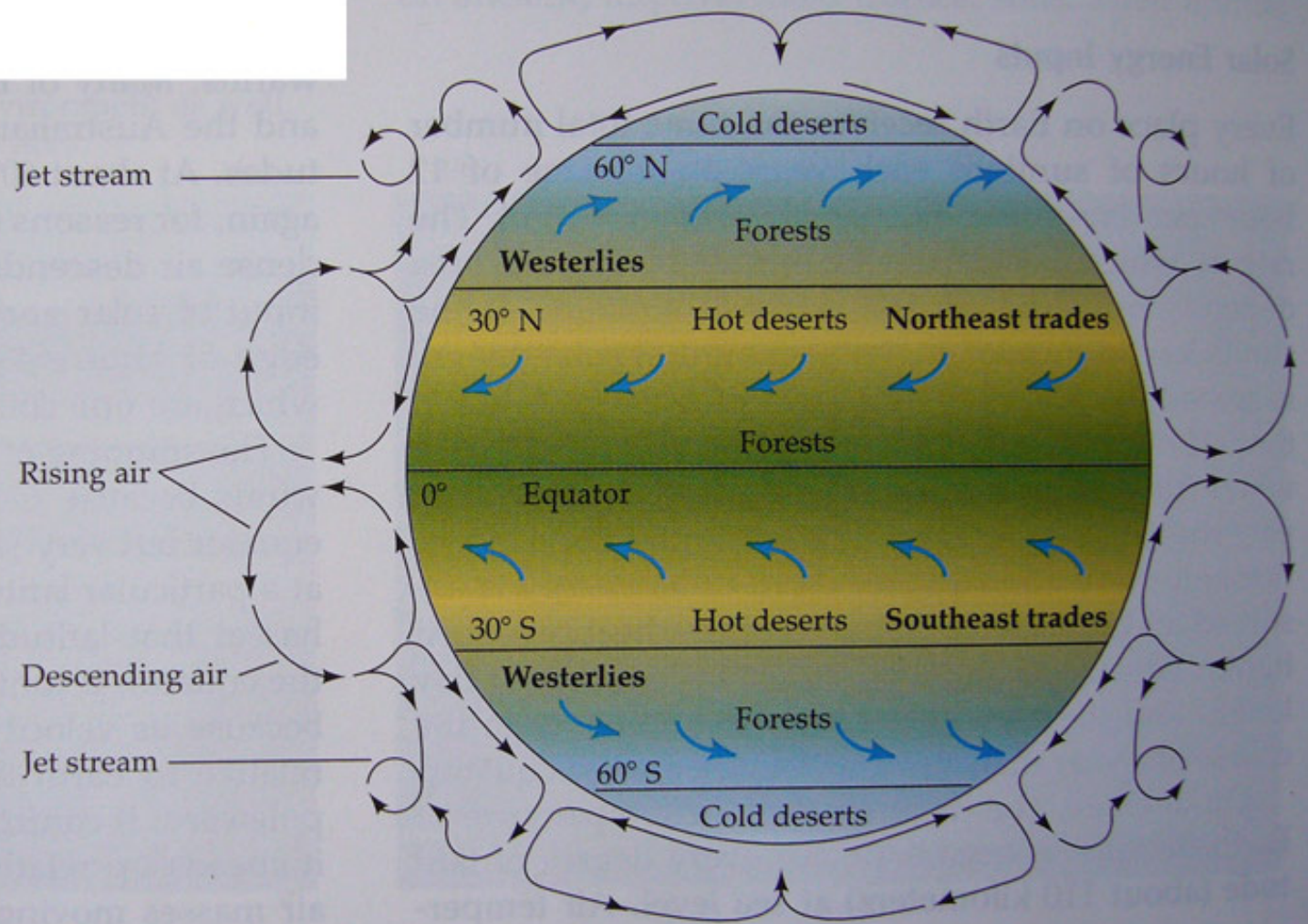
Deserts (30°)

Dry air flowing over land absorbs moisture.

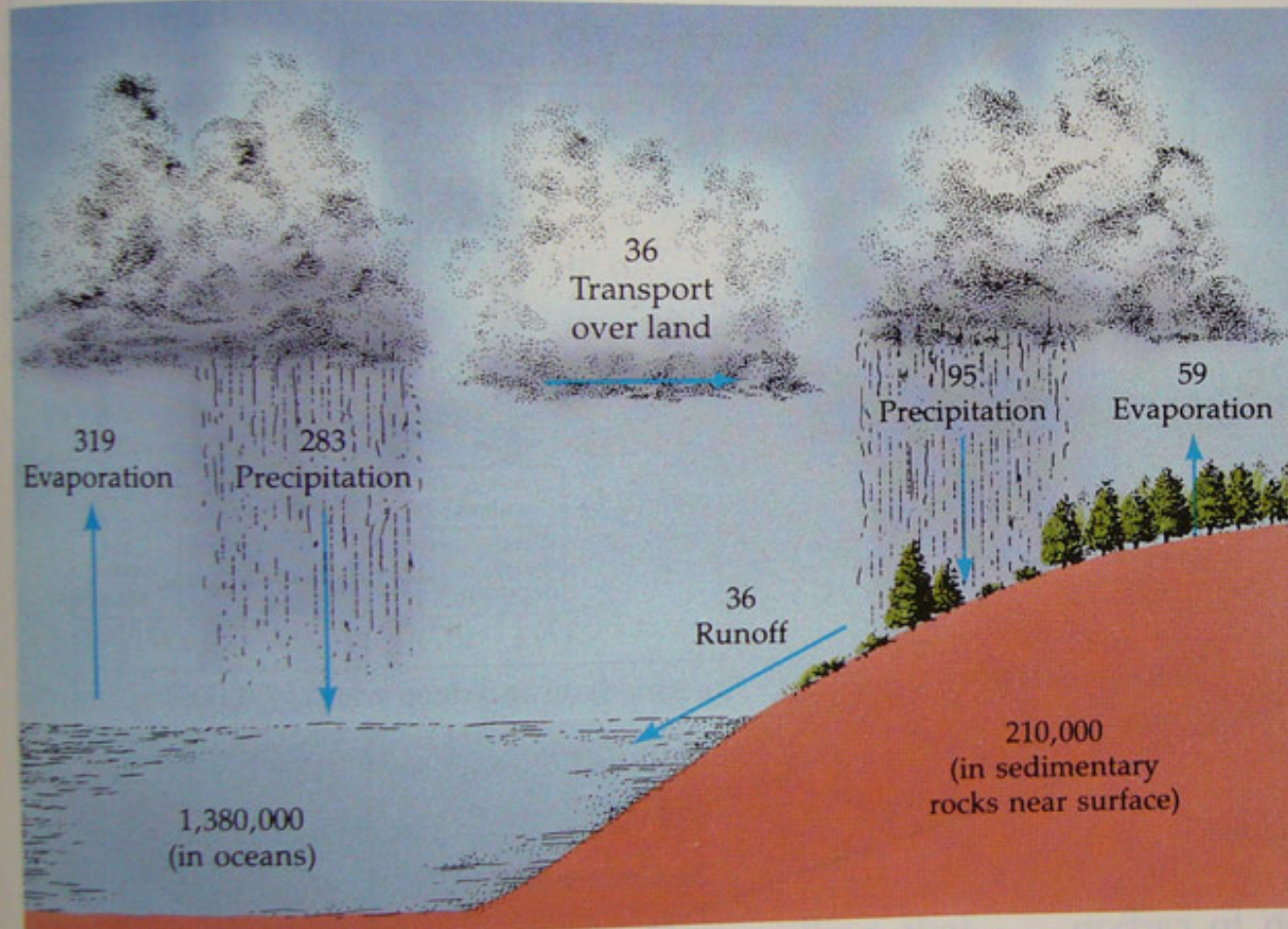


49.19 Circulation of Earth's Atmosphere

If we could stand outside Earth and observe the movement of the air, we would see vertical movements like those indicated by the black arrows and surface winds like those shown by the blue arrows.

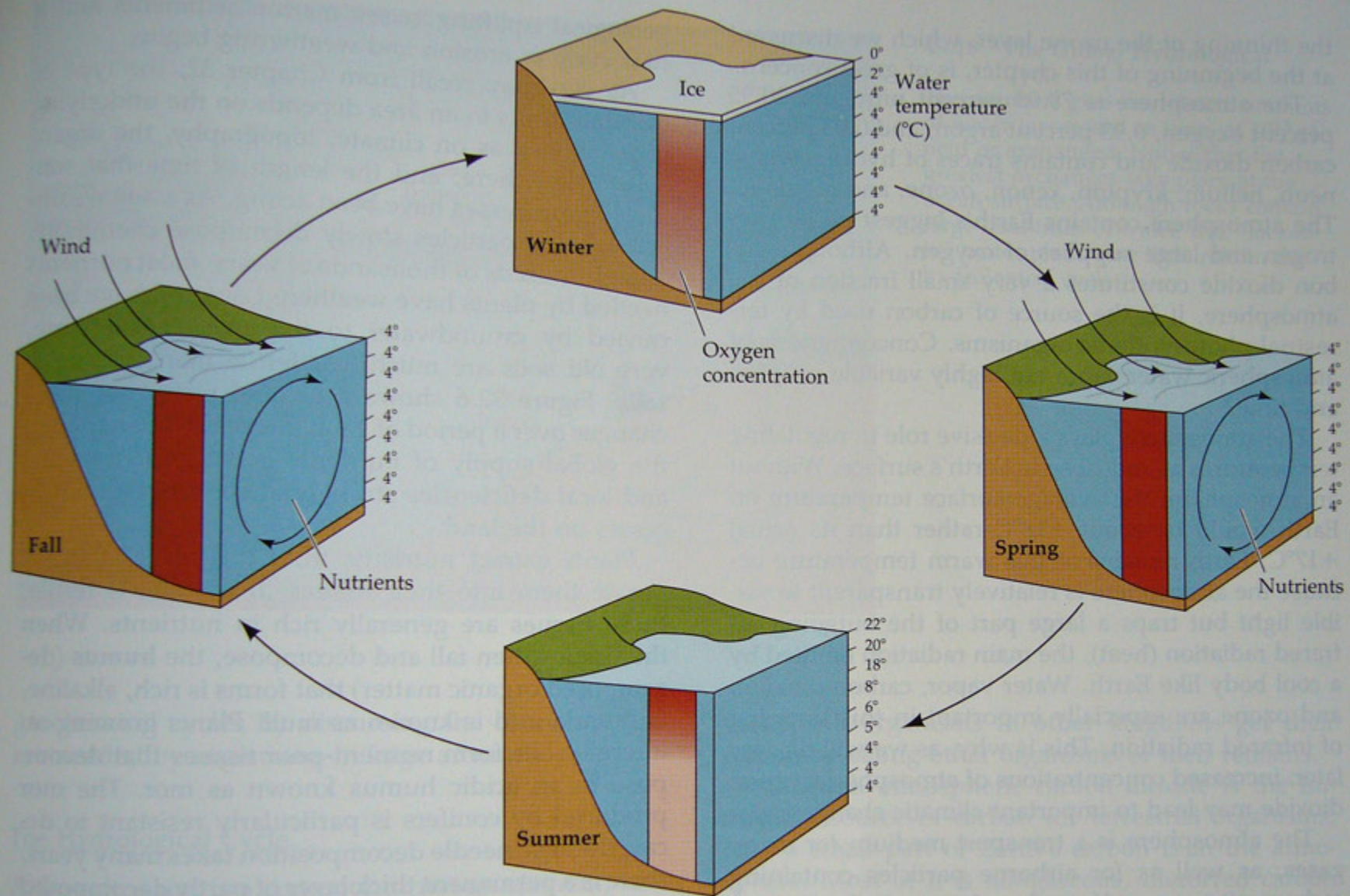


A víz körforgása



49.10 The Global Hydrological Cycle

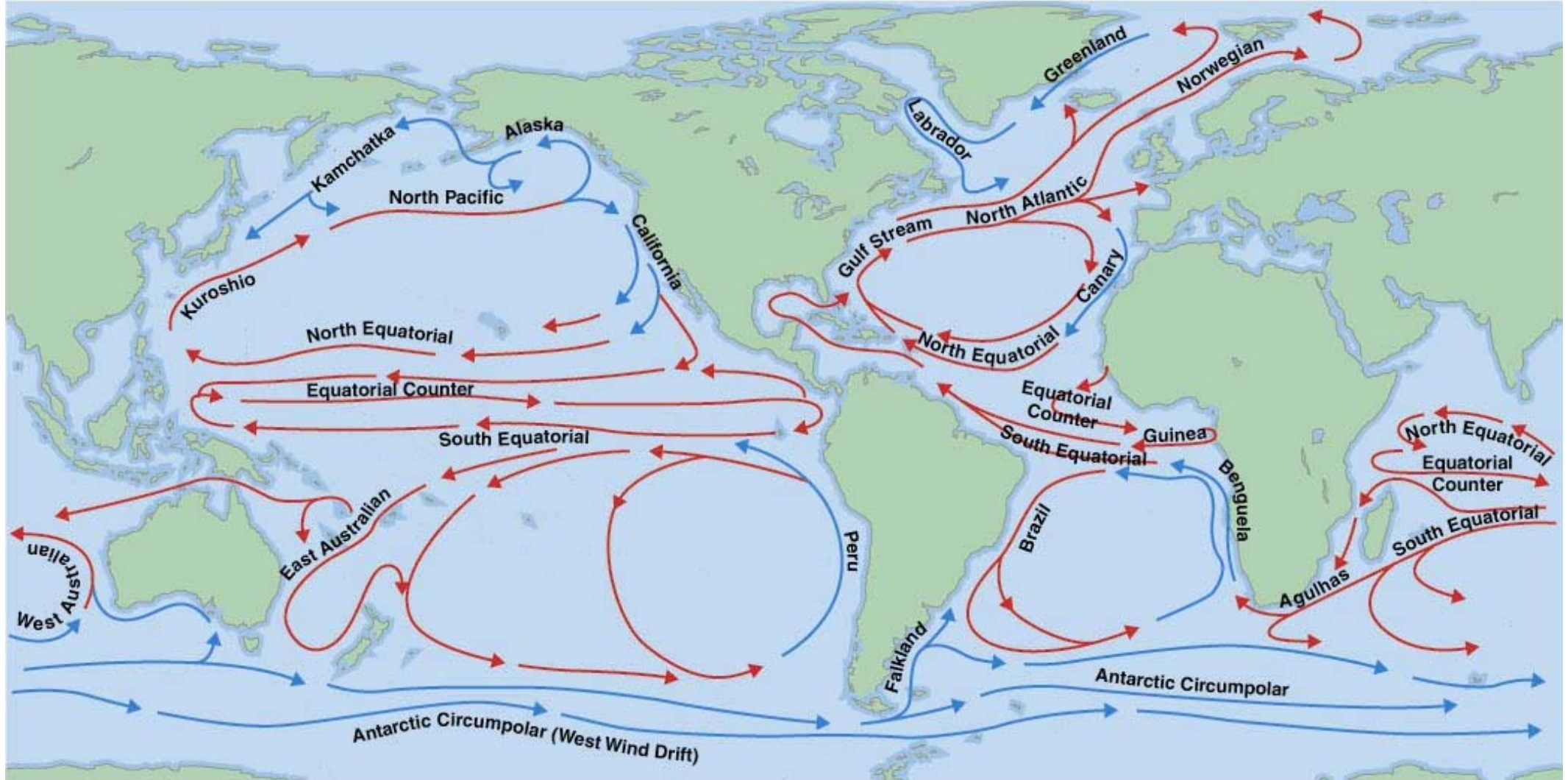
The numbers give the relative amounts of water (expressed as units of 10^{18} g) held or exchanged. Notice that the greatest exchanges take place at the ocean surface. Although rocks contain large quantities of water, this “locked-in” water plays very little role in the hydrological cycle.



49.8 Annual Temperature and Oxygen Cycles in a Temperate Lake

These vertical temperature profiles are typical of temperate zone lakes that freeze in winter. Turnovers that occur in spring and fall allow nutrients and oxygen to become evenly distributed in the water column. How much surface waters warm during summer varies with the size and depth of the lake and with the local climate. Oxygen concentrations are shown by the intensity of the red in the vertical bands.

Főbb óceáni áramlások

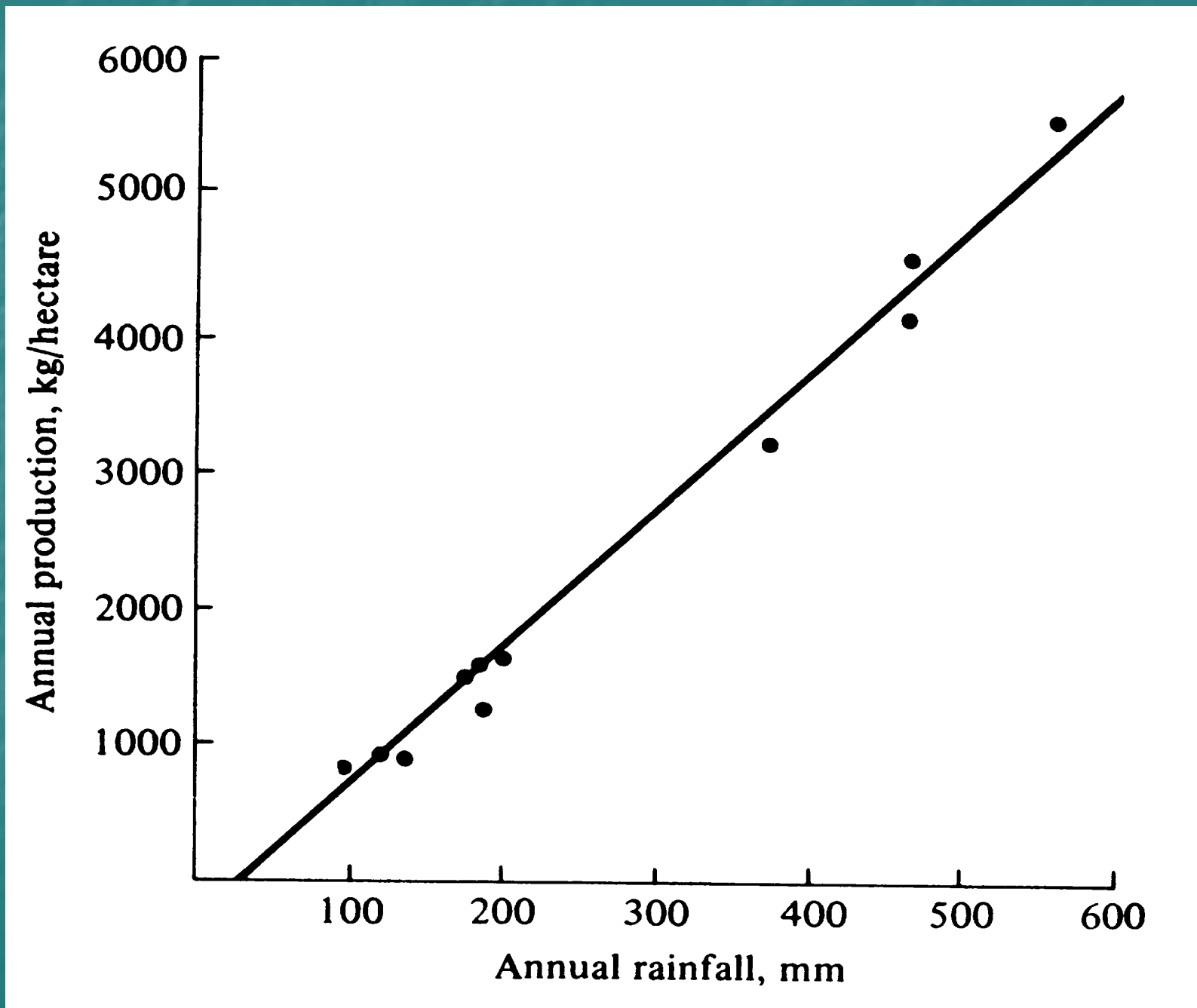


→ Warm-water current → Cold-water current

A víz funkciója az élővilágban

- tápanyag (fotoszintézis)
- testfelépítő anyag
- reakcióközeg
- oldószer
- hőszabályzó
- élőhely

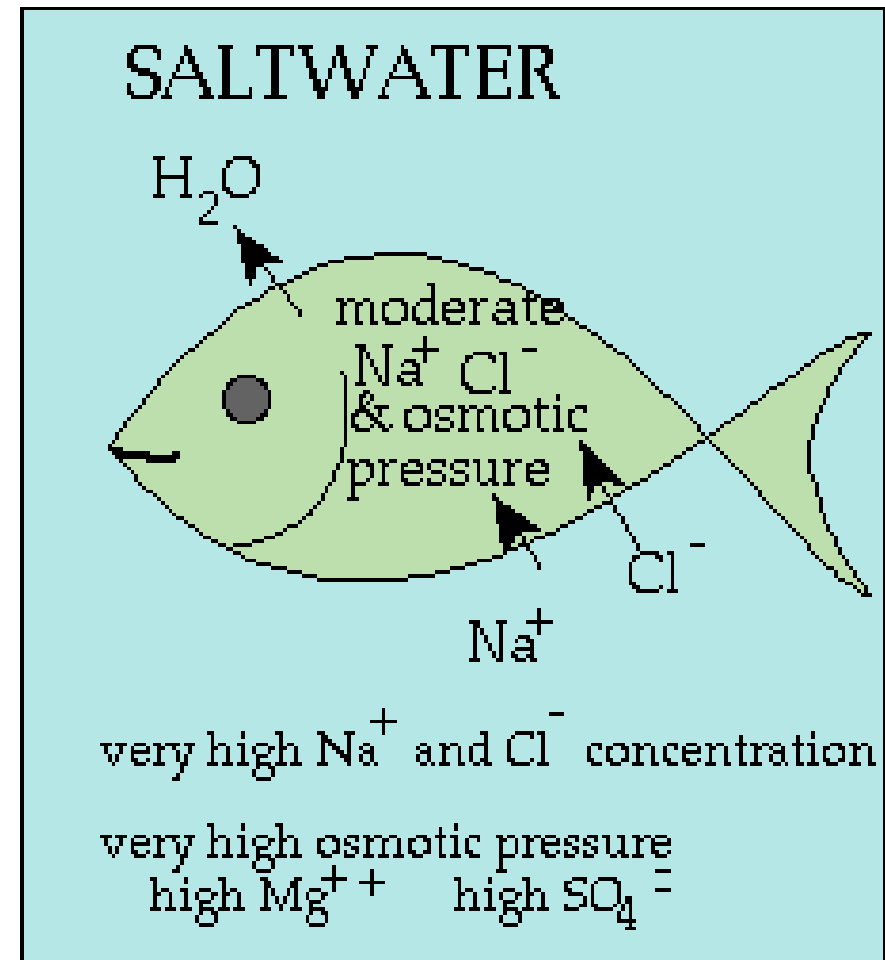
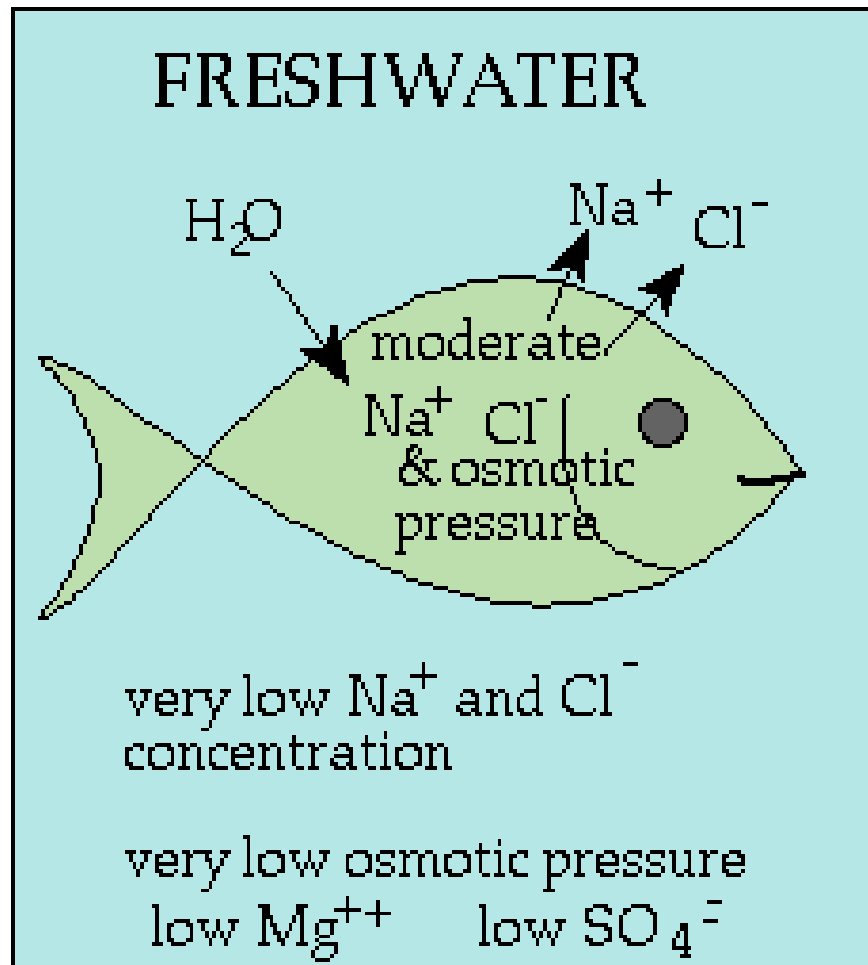
Az éves produkció csapadékfüggése



A víz környezeti tényezőként jelentkező tulajdonságai

- sótartalom (salinitás)

Vízi élőlények ionháztartása



Lazac: anadrom (édesvízben kel ki, később a tengerbe vándorol, és szaporodni ismét az édesvizekbe tér vissza)

Angolna: katadrom (a Sargasso-tengerben ívik, és az angolnivadékok a folyóvizekbe úsznak fel)

Lazac: anadrom (édesvízben kel ki, később a tengerbe vándorol, és szaporodni ismét az édesvizekbe tér vissza)

Angolna: katadrom (a Sargasso-tengerben ívik, és az angolnaivadékok a folyóvizekbe úsznak fel)

Folyami angolna:

-3-4 év alatt érnek európába a kis „üvegangolnák”

-a vándorló üvegangolnákat telepítés céljából fogják

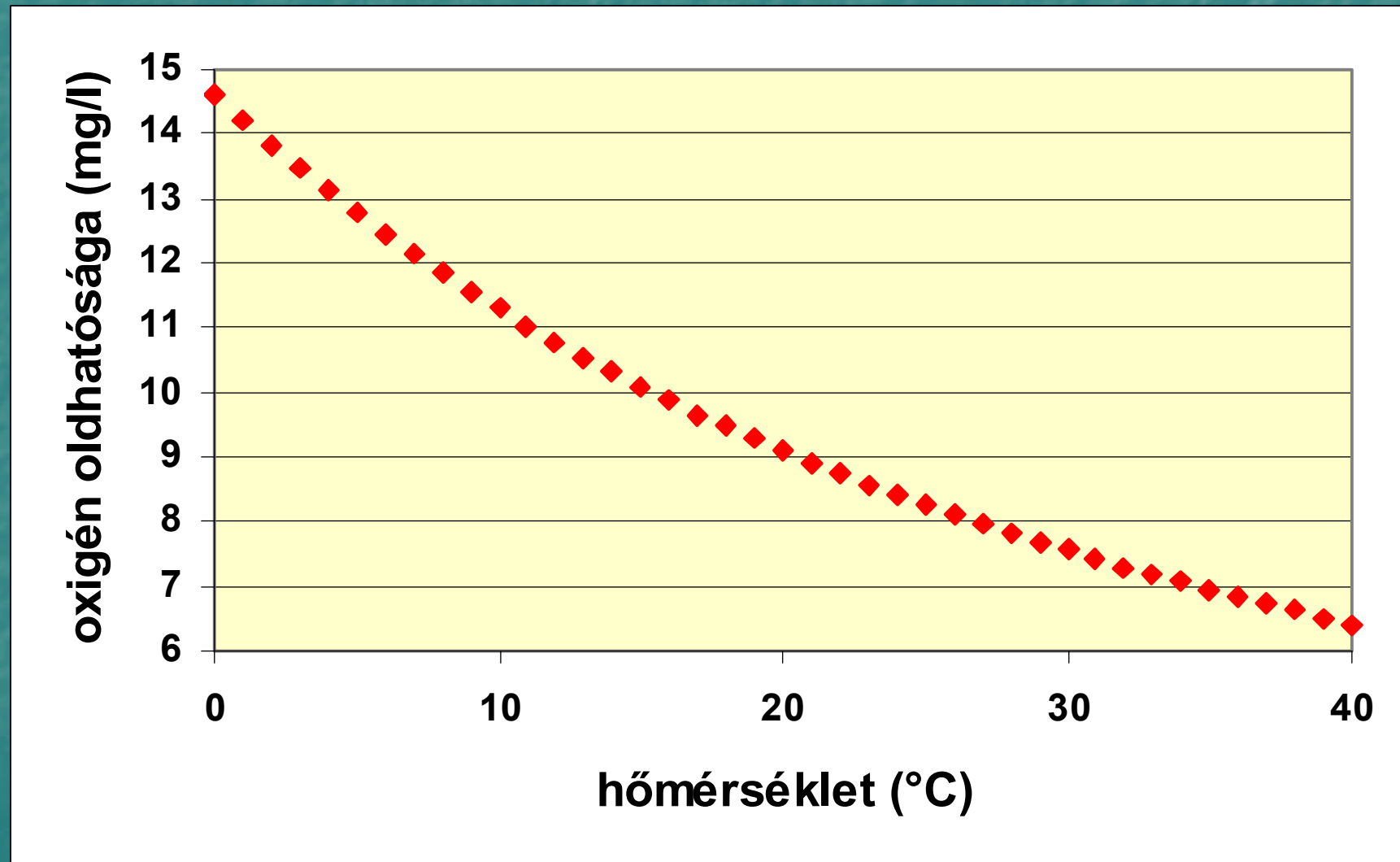
-a folyókban kis gerinctelenekkel – és más halak ivadékaival táplálkoznak

-a 70-80 cm-es példányok (7-12 ♂ ill. 9-19 ♀ évesen) megindulnak a tenger felé, ezután már nem táplálkoznak

A víz környezeti tényezőként jelentkező tulajdonságai

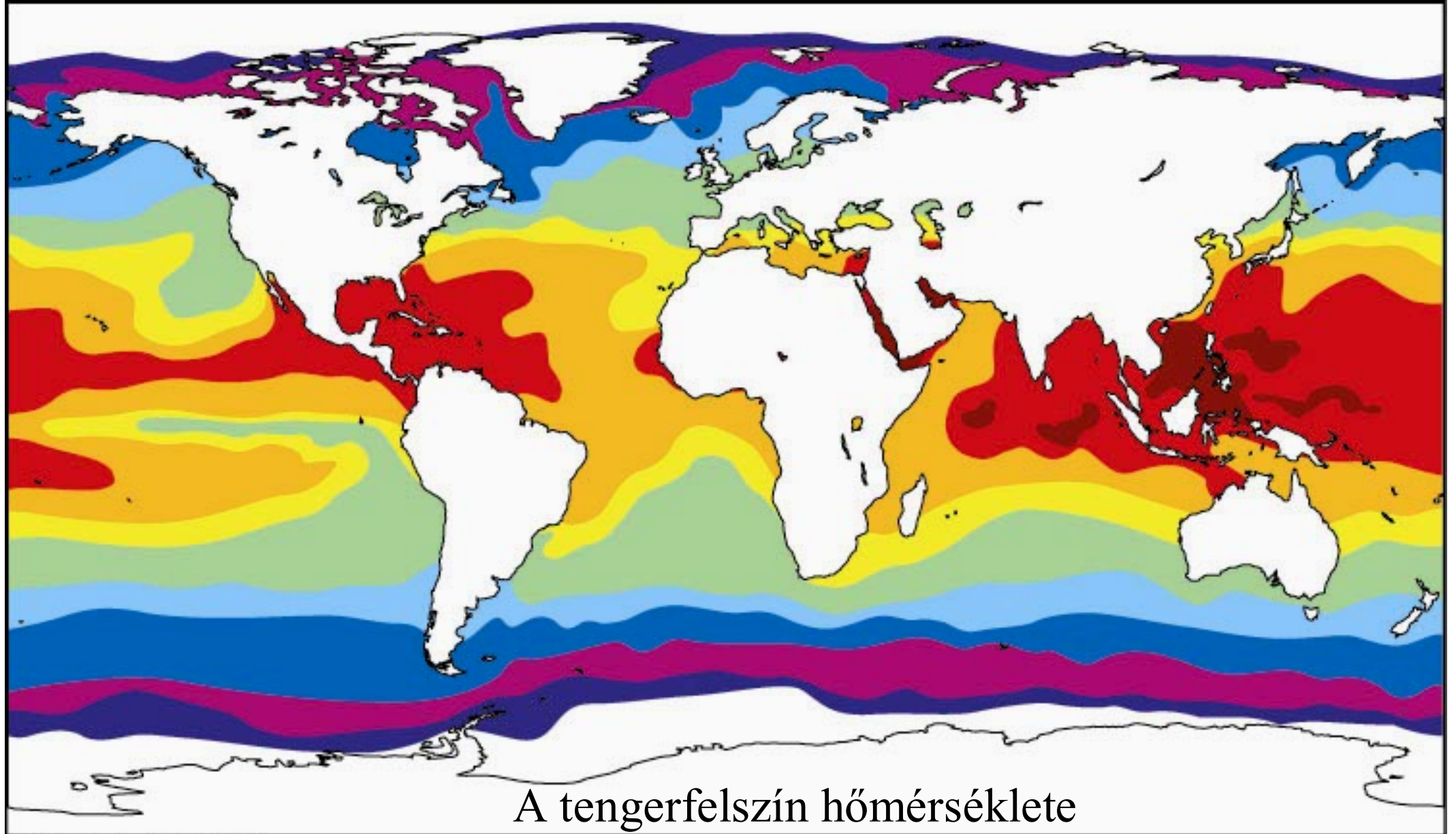
- sótartalom (salinitás)
- oxigéntartalom

Vizek O₂ tartalma

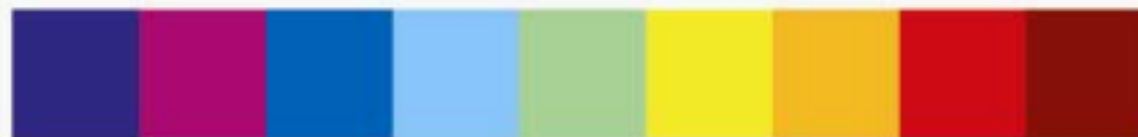


A víz környezeti tényezőként jelentkező tulajdonságai

- sótartalom (salinitás)
- oxigéntartalom
- hőmérséklet



© 2003 Brooks/Cole Publishing
a division of Thomson Learning, Inc.

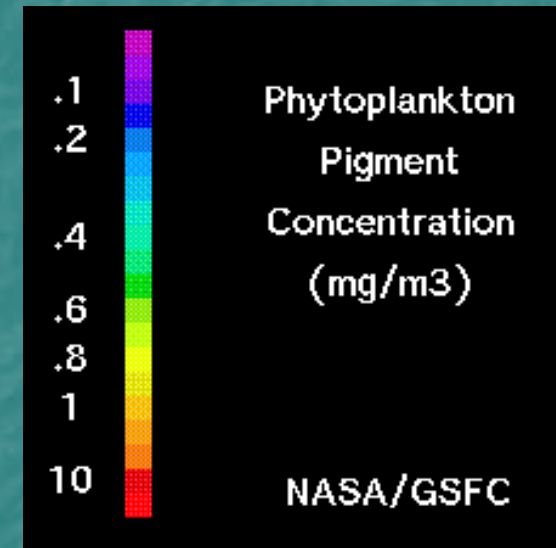
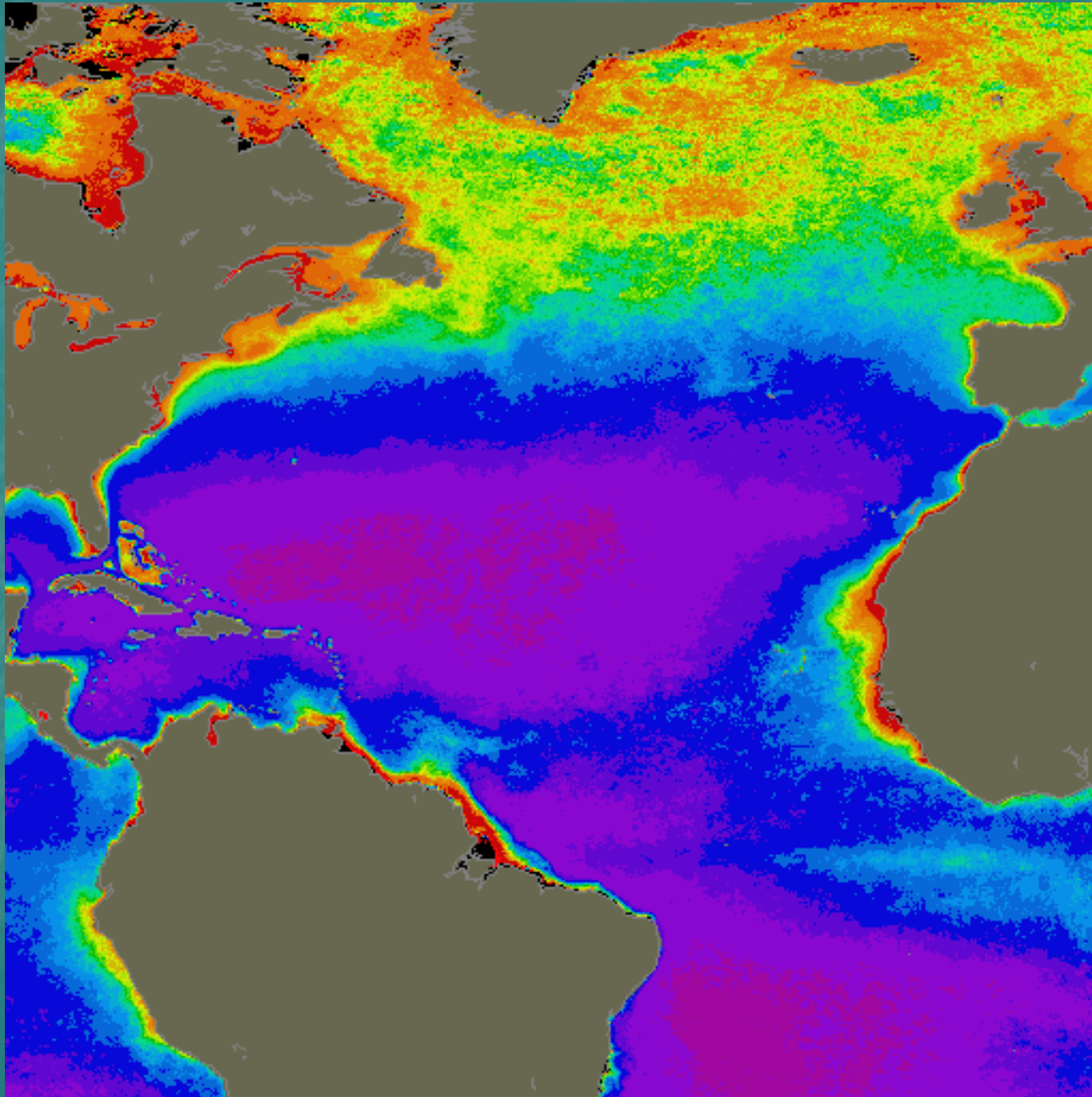


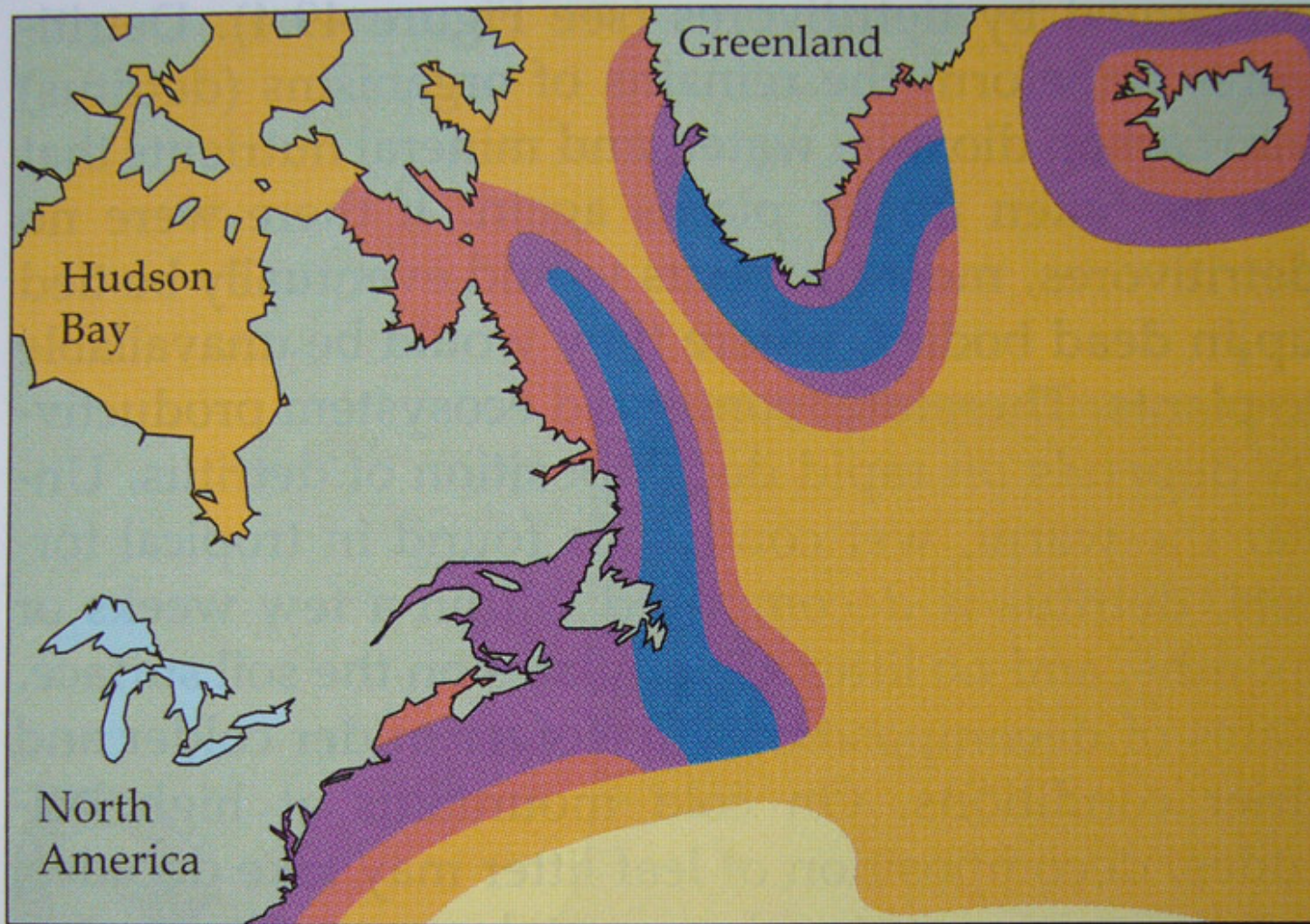
-2 2 6 10 14 18 22 28 30 34

Sea surface temperature, °C

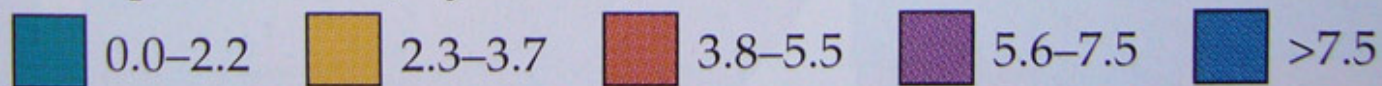
Fig. 8.5

Klorofill-koncentráció az Atlanti óceánban





Tons per hectare (dry matter)



49.7 Primary Production Is High in Upwelling Zones

Primary production in the North Atlantic is highest adjacent to continents in areas where surface waters, driven by the prevailing winds, are moving offshore and being replaced by nutrient-rich water from below.

A víz környezeti tényezőként jelentkező tulajdonságai

- sótartalom (salinitás)
- oxigéntartalom
- hőmérséklet
- széndioxid-tartalom
- ásványianyag-tartalom

Növények vízháztartása

- poikilohidratúras növények
változó vízállapotú

kiszáradástoleránsak, vízháztartásuk döntő mértékben függ a környezetük víztartalmától

- homoiohidratúras növények
állandó vízállapotú

víztartalmukat szabályozzák

Poikilohidratúras élőlények

- cianobaktériumok
- zöldmoszatok
- zuzmók
- mohák
- néhány páfrány
- kevés zárvatermő



Hajtásos növények vízigénye

- vízínövények (hidatofitonok)
- mocsári növények (helofitonok)
- közepes vízigényű növények (mezofitonok)
- szárazságtűrők (xerofitonok)
- sótűrők (halofitonok)

vízínövények (hidatofiton):

- a vízben rögzített, vagy lebegő életmódot folytatnak
- gyökérzetük csökevényes, vagy teljesen hiányzik (pl.: rence)
- kutikulájuk nincs
- edénynyalábjaik fejletlenek
- gyakori az átszellőztető alapszövet, amely a vízfelszíni lebegést segíti elő
- a szárazra kerülést és a kiszáradást nem viselik el

mocsári növények (helofiton):

- vízzel borított talajon élnek
- sok vizet vesznek fel
- igen erőteljesen párologtatnak
- nincsenek szilárdító szövedeik, testük tartását a sejtek víztelítettsége biztosítja (ezért hervadnak el olyan gyorsan)

közepes vízigényű növények (mezofiton):

- rendszeres vízellátottságot igényelnek
- élénkzöld szín és nagy párologtató felület jellemzi őket
- több-kevesebb szilárdító szövet
- pl.: a réti és erdei növények jelentős része

szárazságtűrő növények (xerofiton):

- száraz talajon, vagy klímában élnek
- jellemzőjük a mélyre hatoló gyökérzet, a csökkentett párologtató felület, a sok szilárdító elem, a levéllemezek vastagsága, felületük szőrözöttsége, vagy a viaszbevonat
- sztómájuk rendszerint besüllyed

Szárazságkerülők

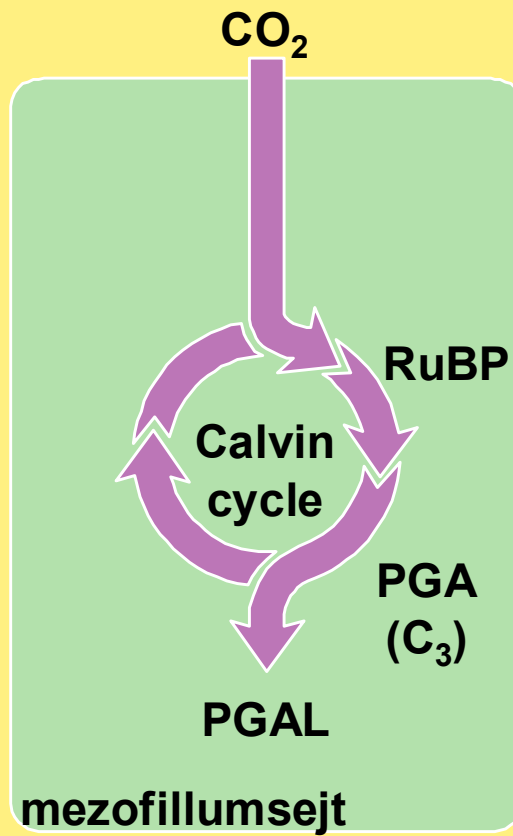
- efemer növények időben
- geofiton növények térben
- szukkulens növények raktározással

☒ efemer: rövid tenyészidejű növények, életciklusuk legfeljebb néhány hétig tart. Gyors virágzás és termésérlelés után teljesen eltűnnek, és mag formájában vészlik át a következő hosszú ideig tartó kedvezőtlen időszakot. A sivatagokra és a tundrákra jellemzőek az ilyen növények

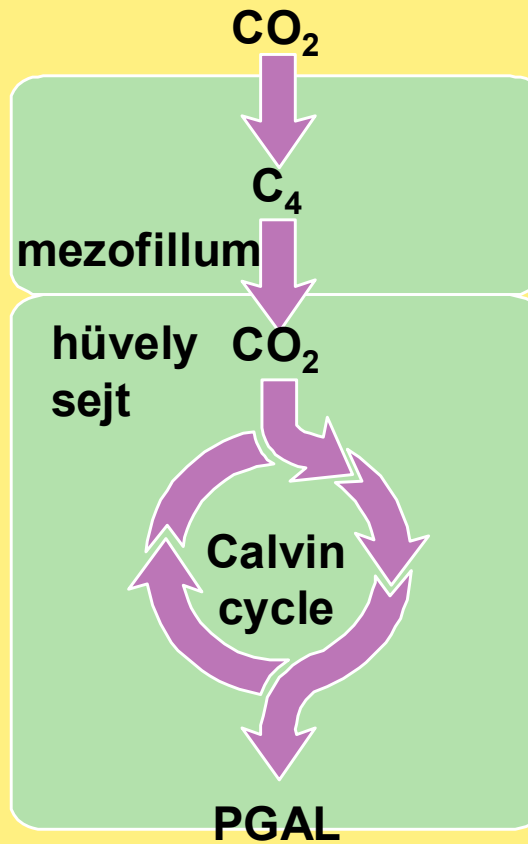
☒ geofiton: olyan növények tartoznak ide, melyek áttelelő szerve valamilyen felszín alatt rejtőzik. A geofitonok a talajba húzódnak vissza, hagymát, gumót, gyöktörzset, stb. fejlesztenek

☒ szukkulens: a kis mennyiségű és rendszertelen vízellátás kihasználásához való alkalmazkodásnak az a módja, amikor a növény valamely szervében nagy mennyiségű vizet tárol. A vízraktározó szerv lehet szár, illetve törzs (pl.: kaktuszok, egyes kutyatejek), vagy levél (pl.: kövirózsa, varjúháj)

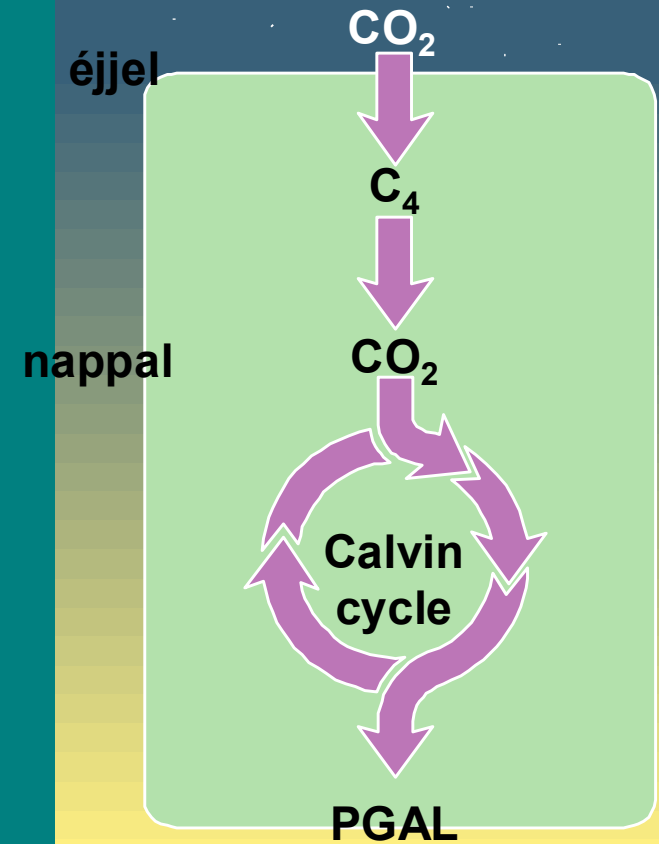
A CO₂-megkötés alternatív útjai



C₃

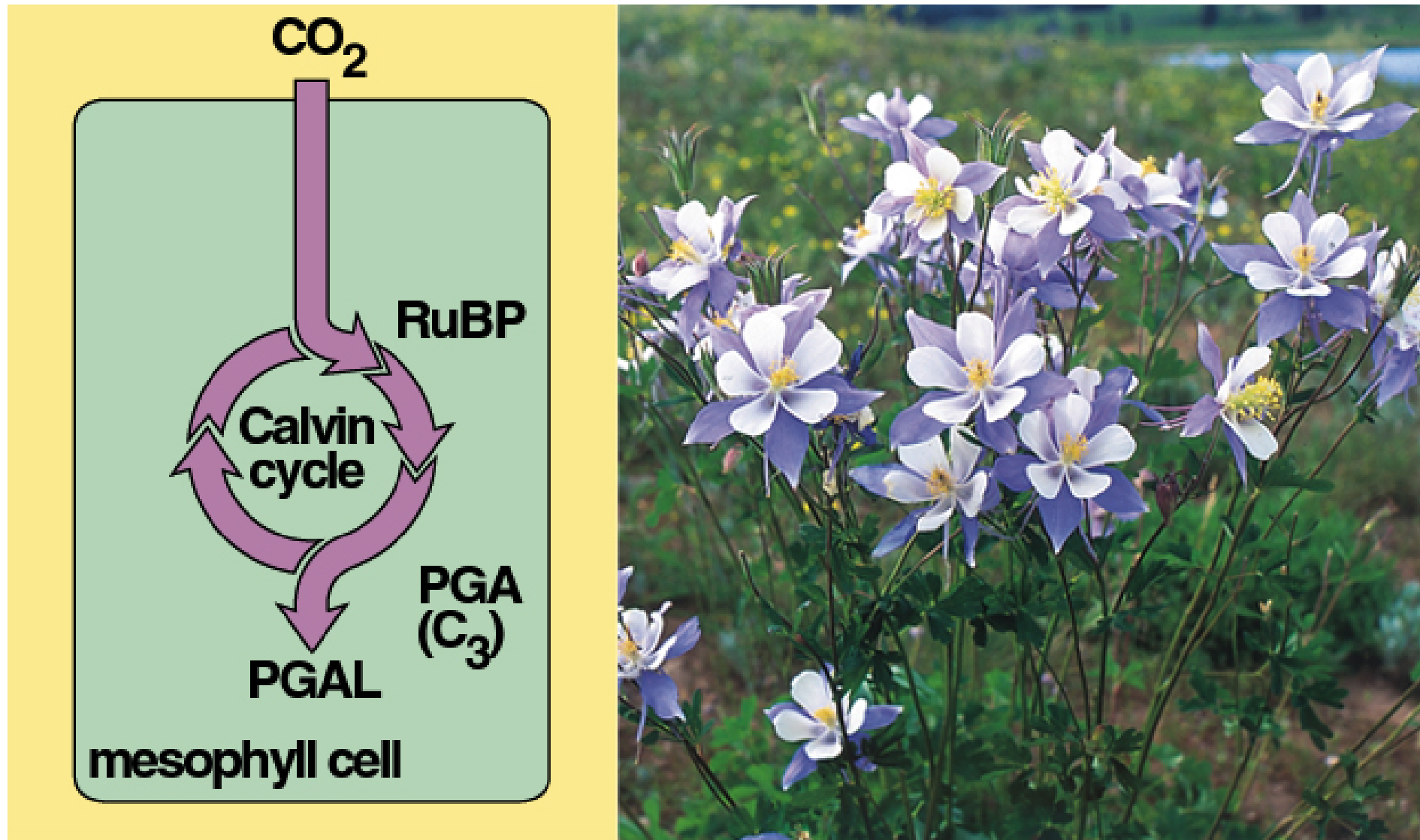


C₄



CAM

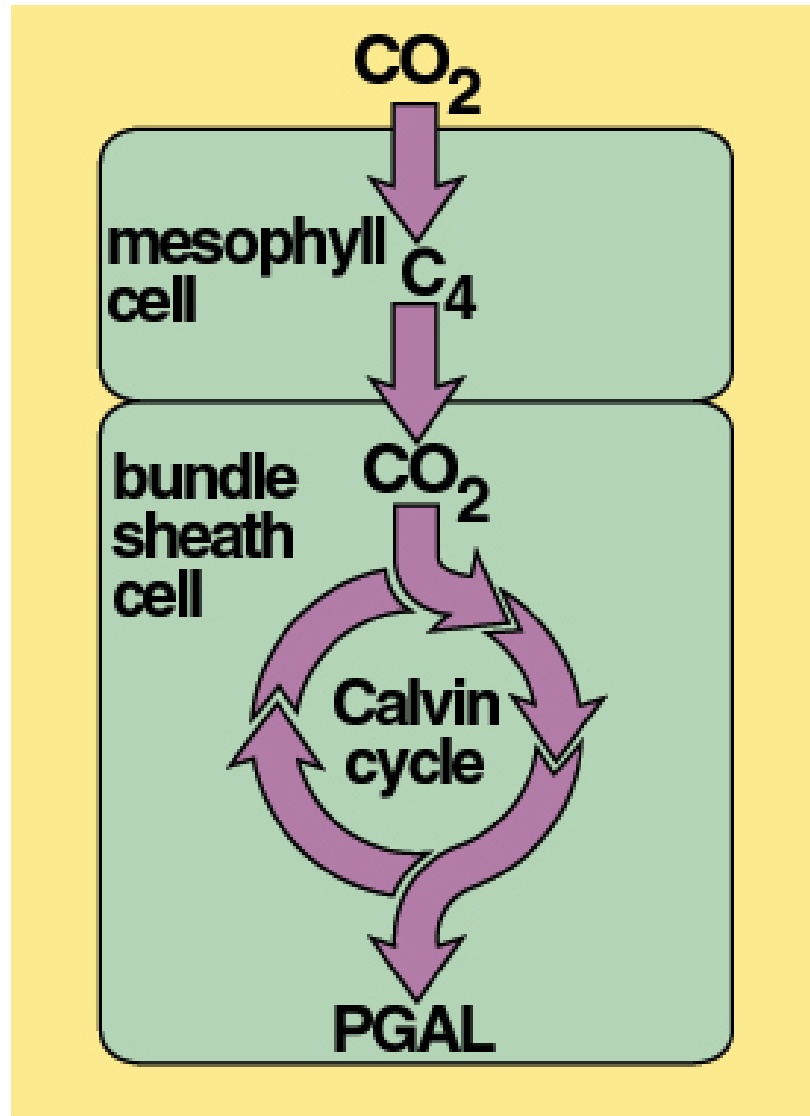
CO₂ fixation in a C₃ plant



© Jim Steinberg/Photo Researchers, Inc.

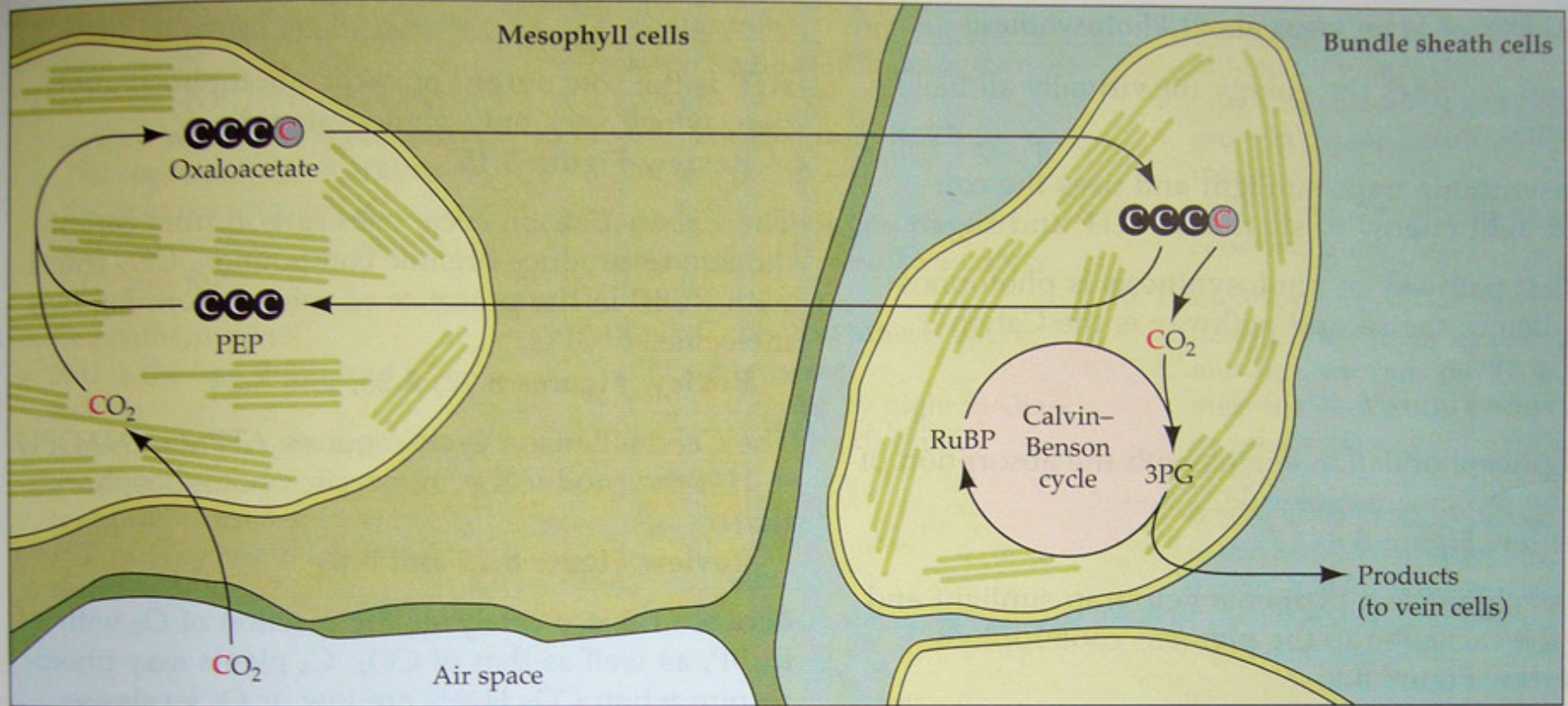
CO₂ fixation in a C₃ plant, blue columbine, *Aquilegia caerulea*

C₄

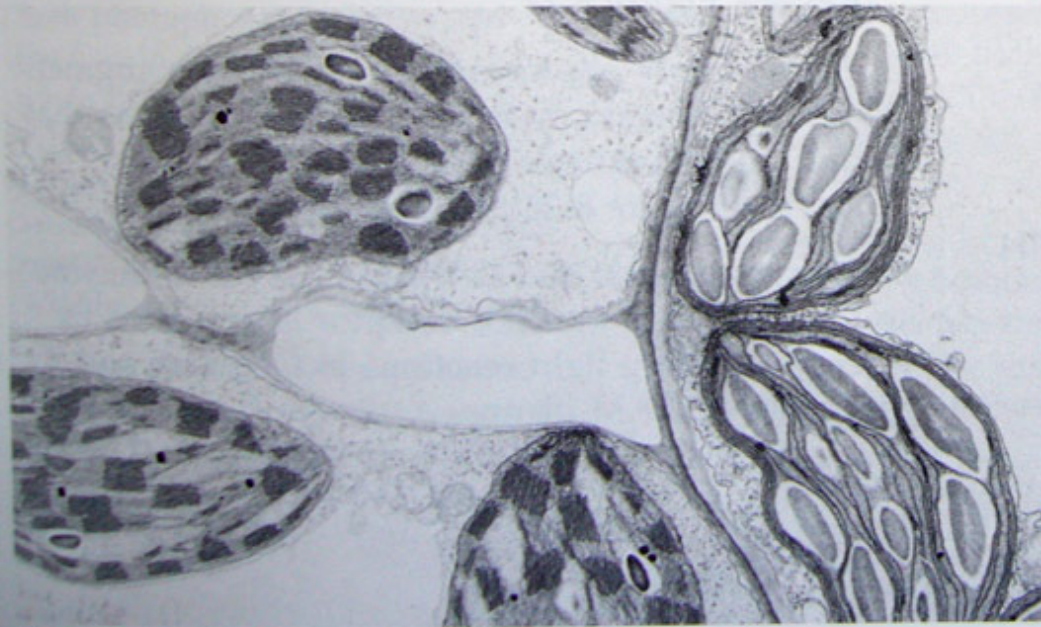


© Charlie Waite/Tony Stone Images

CO₂ fixation in a C₄ plant, corn, *Zea mays*



(a)

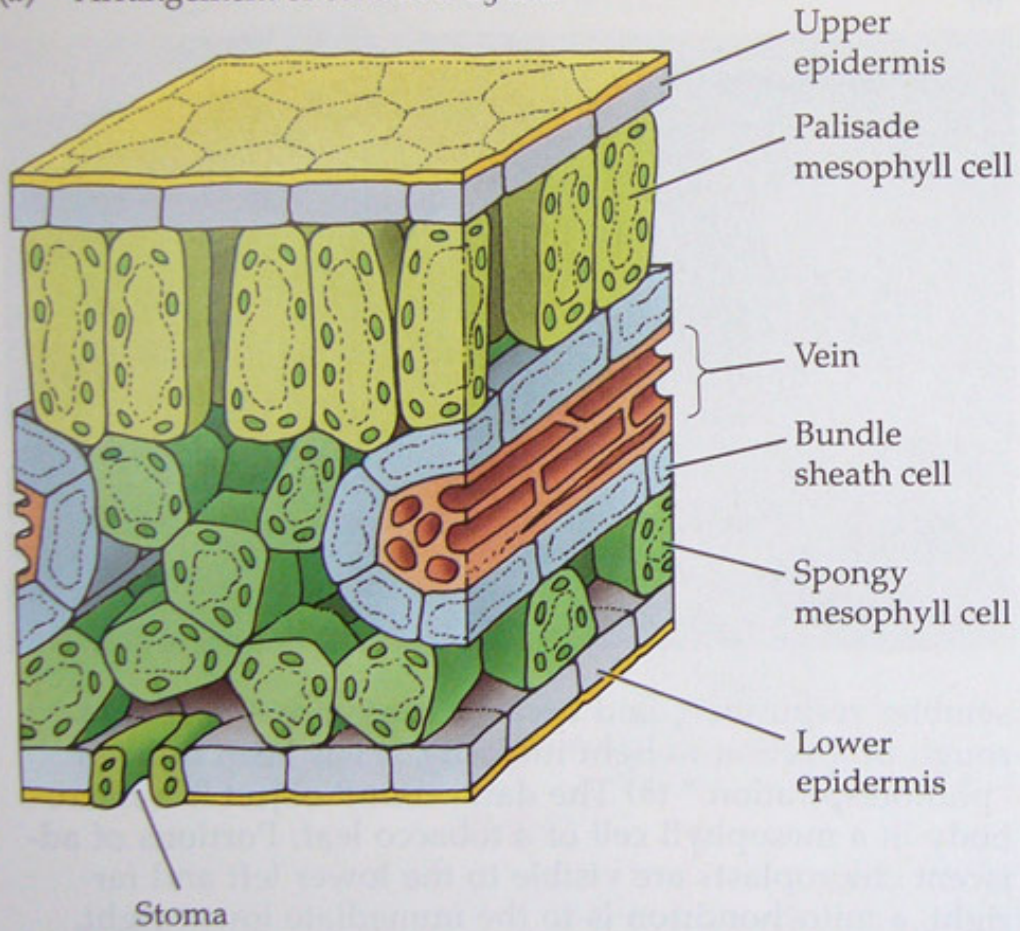


(b)

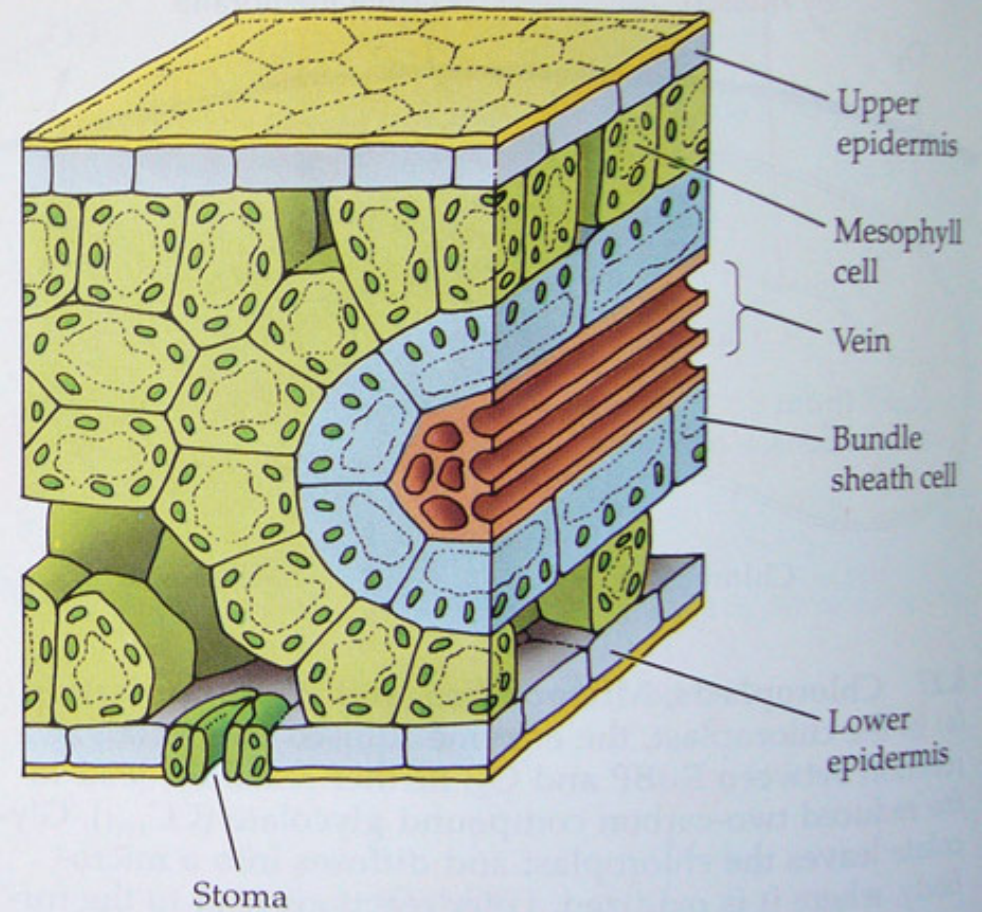
8.29 C₄ Photosynthesis

(a) In C₄ photosynthesis, mesophyll cells in the leaf take up CO₂ and incorporate the carbon atom into four-carbon compounds. The four-carbon compounds diffuse into adjacent bundle sheath cells, where they are decarboxylated, releasing CO₂. The enzyme rubisco picks up this CO₂, and the usual Calvin-Benson cycle of C₃ photosynthesis ensues. (b) Portions of two mesophyll cells (left) and two chloroplasts in a single bundle sheath cell (right) from the leaf of a C₄ plant. Note the numerous grana and few starch grains in the chloroplasts of the mesophyll cells; in the chloroplasts of the bundle sheath cell, where the Calvin-Benson cycle forms the products of photosynthesis, there are many large, oval starch granules but very few membranes organized into grana.

(a) Arrangement of cells in a C_3 leaf



(b) Arrangement of cells in a C_4 leaf

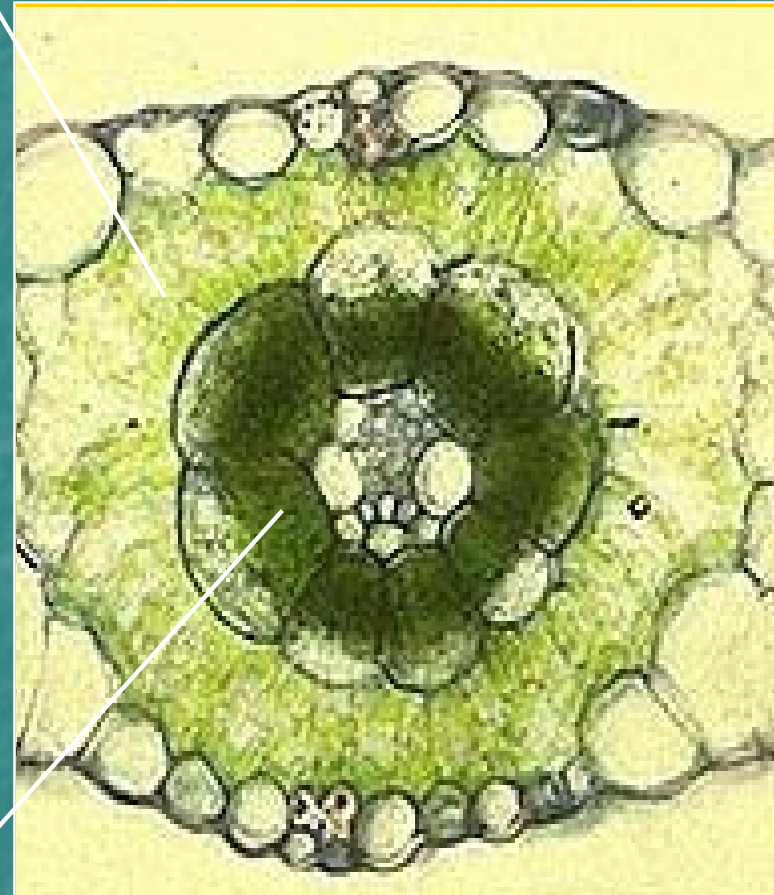


A C₃-as és C₄-es növények szöveti felépítése

mezofillum sejt



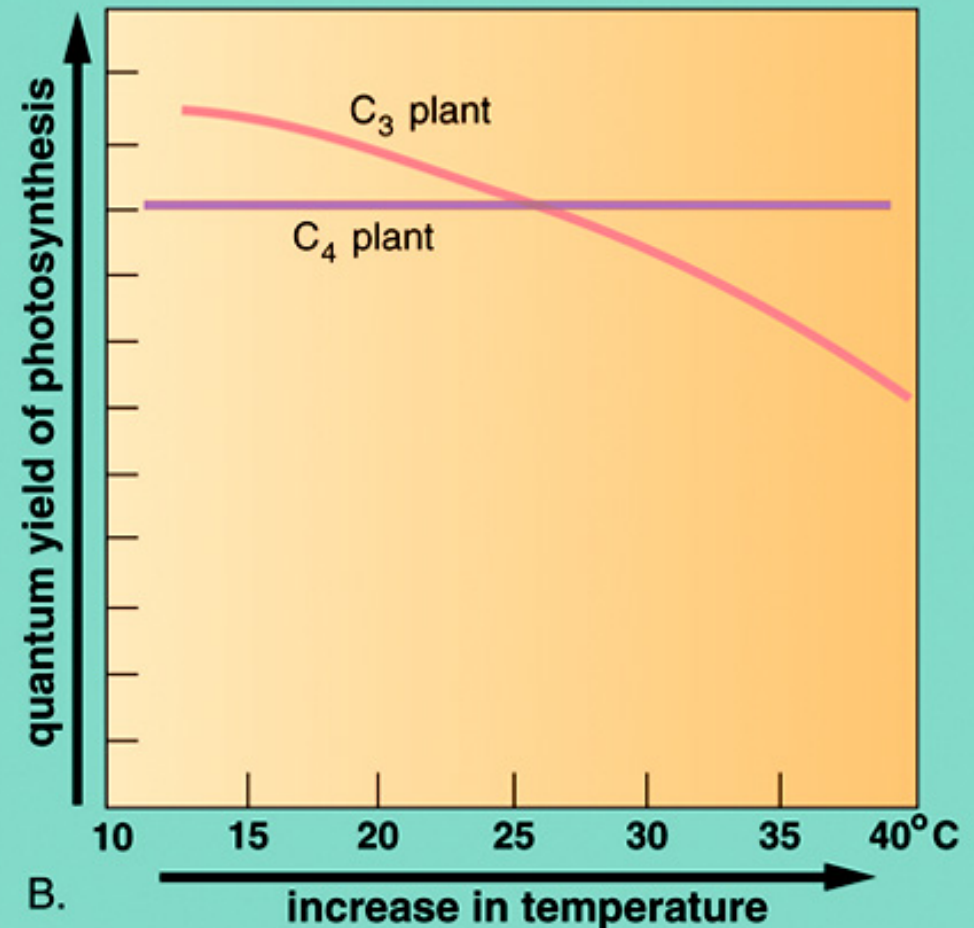
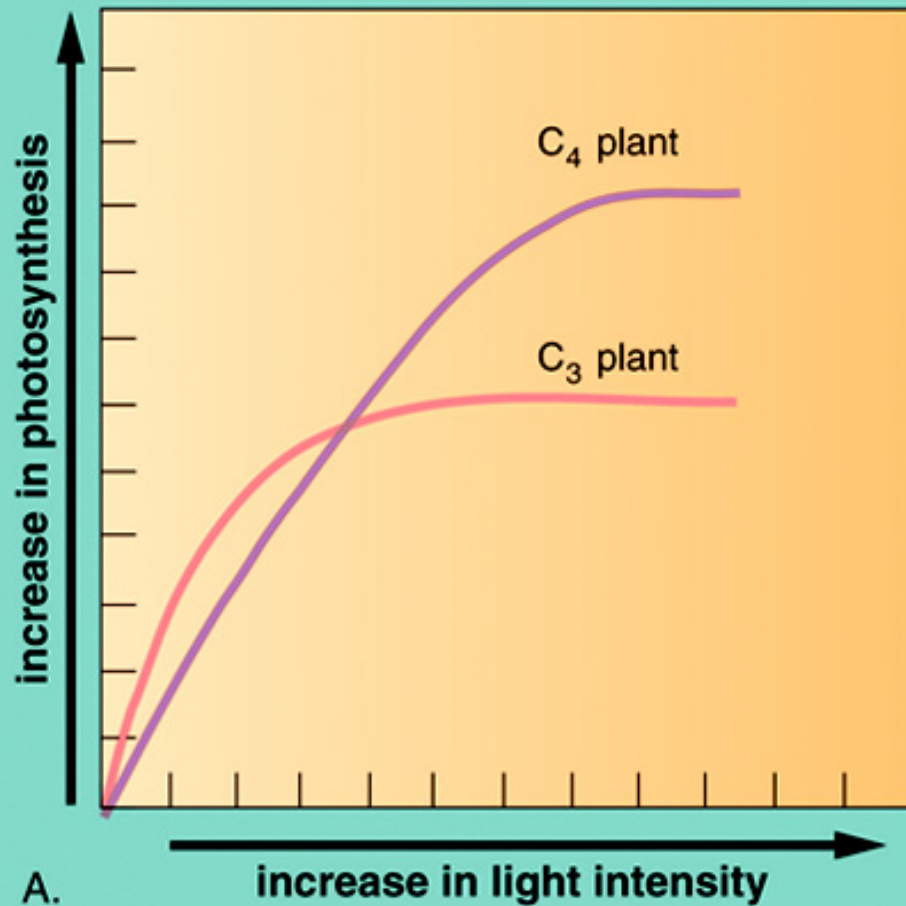
C₃ plant



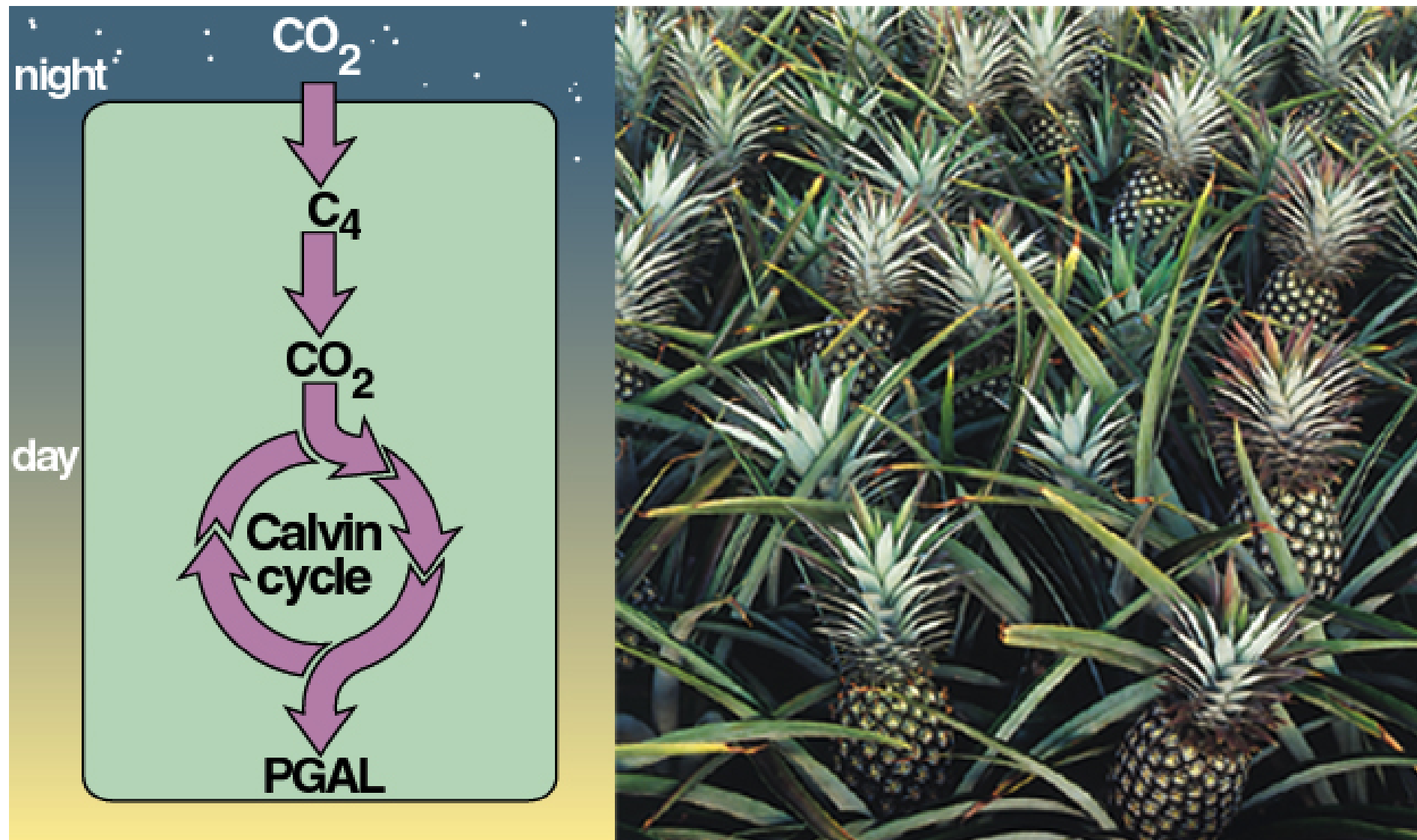
C₄ plant

nyalábhüvely
sejt

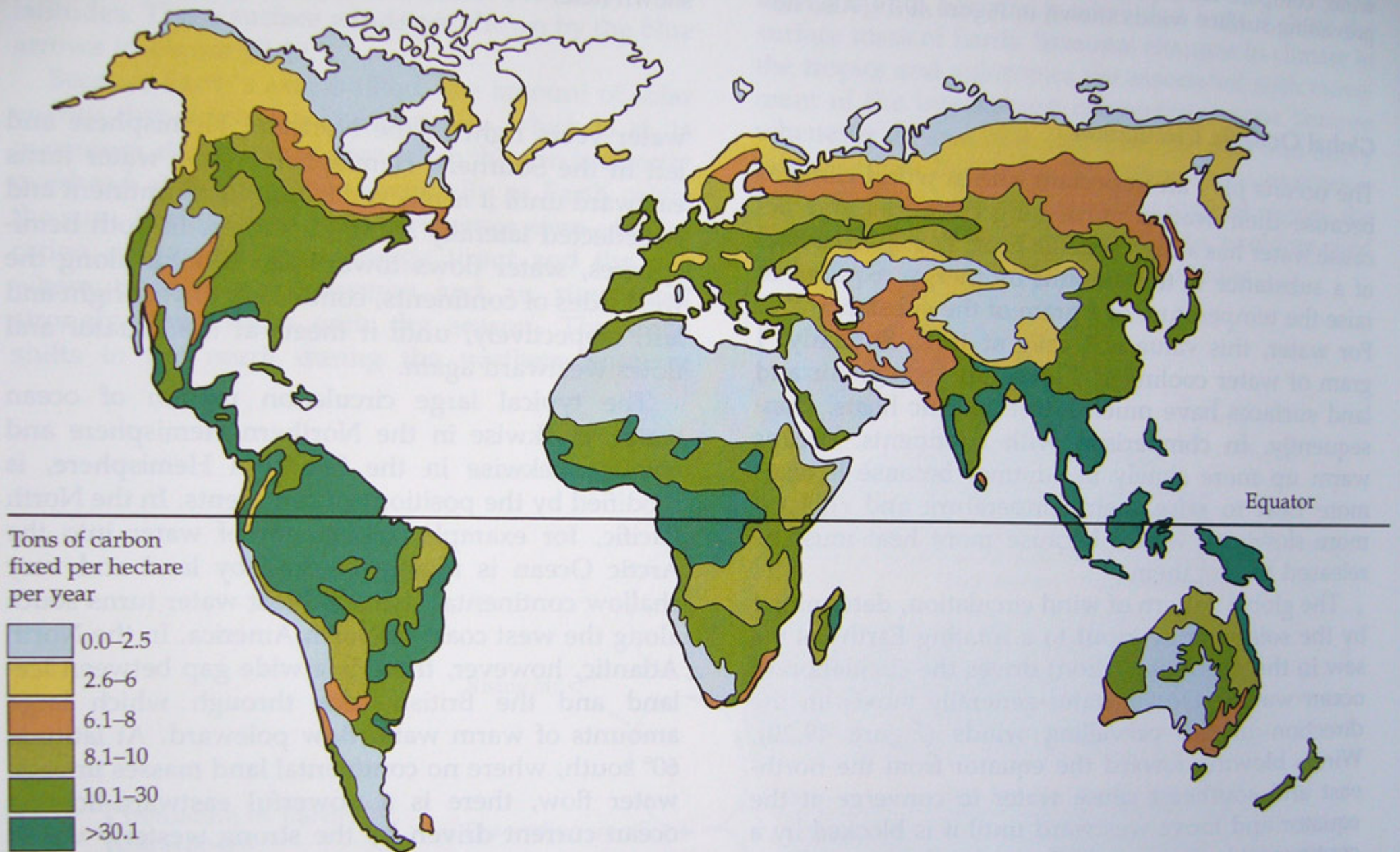
C_4 csukott sztómákkal is tudnak fotoszintetizálni
 C_3 kisebb produktivitás evapotranspiráció miatt.



CAM



CO₂ fixation in a CAM plant, pineapple, *Ananas comosus*



49.21 Biological Production of Terrestrial Ecosystems

Areas of high annual production are in wet tropical and subtropical regions and the wetter parts of temperate latitudes. Low production characterizes the hot subtropical deserts (where moisture is limiting) and high latitudes (where cool temperatures lower photosynthetic rates).

Eutrofizáció

-Vizekben a fotoszintézis általában a foszfortartalom által limitált

-Baktériumok, zöldalgák, majd kékbaktériumok

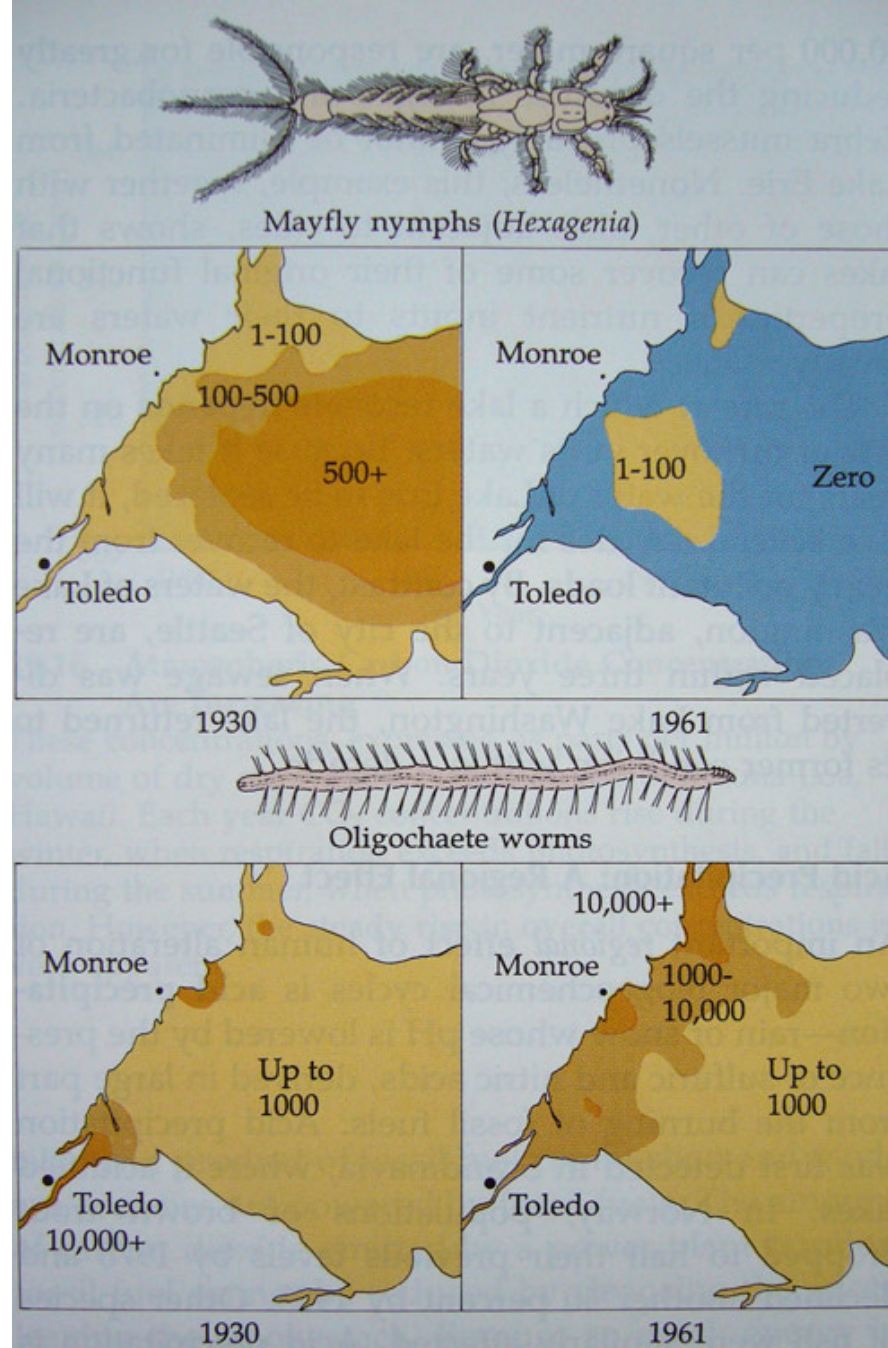
-Oxigénhiány

-Erie-tó: 15 millió ember, 250 milliárd l szennyvíz/év, intenzív trágyázás

-Algaszám: 81/ml-ről (1929) 2423/ml (1962)

-Az E. coli miatt több strandot bezártak

-A halfauna gazdaságilag is kevésbé értékes fajokra cserélődött



49.14 Eutrophication Changed Lake Erie

As Lake Erie became more polluted during the middle part of the present century, the original mayfly population decreased (upper maps) but oligochaete worms increased (lower maps). The numbers represent the number of individuals per square meter.



49.17 Agriculture Requires Energy

(a) In traditional agriculture, people supply most of the energy, as in this Bengali rice paddy. (b) Modern agriculture is based on high rates of consumption of fossil fuels. Often it involves toxification of the environment as well, as in the spraying of pesticides shown here.

(a)



(b)

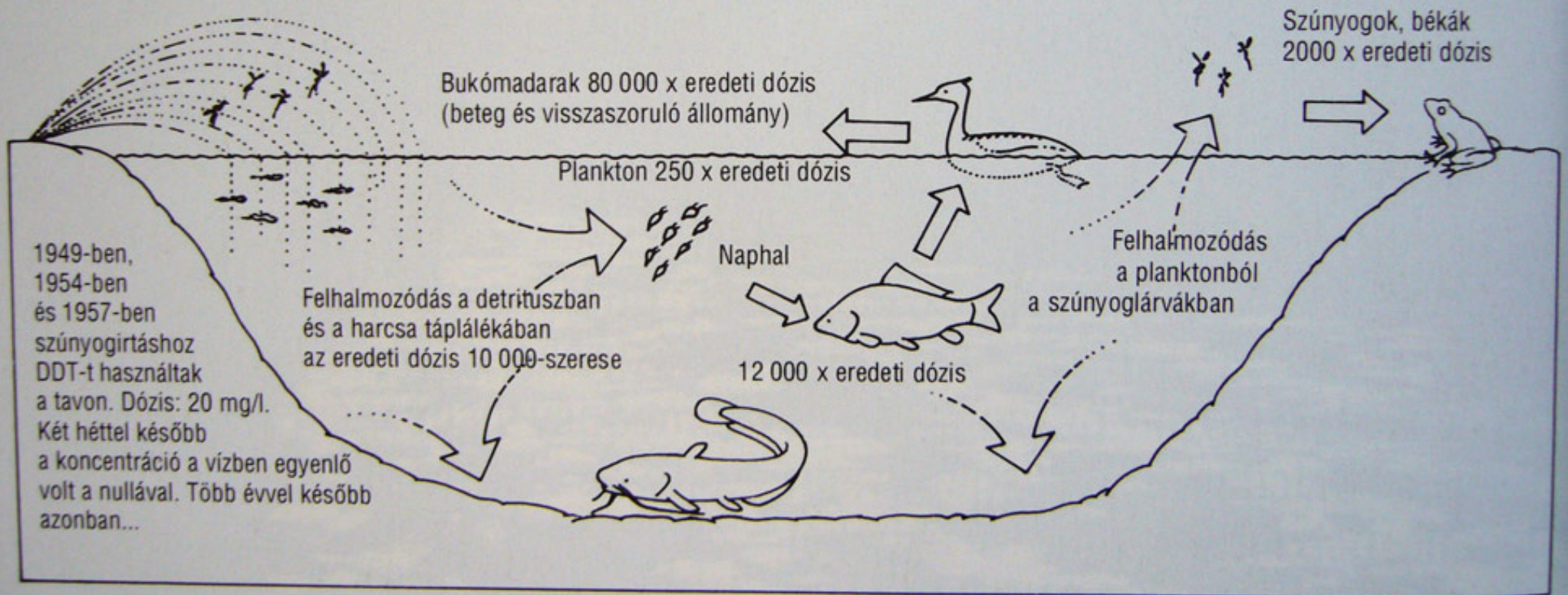




1949-ben, 1954-ben és 1957-ben szúnyogirtáshoz DDT-t használtak a tavon. Dózis: 20 mg/l. Két héttel később a koncentráció a vízben egyenlő volt a nullával. Több évvel később azonban...

Nagy alpesi tó Allgäunál ►

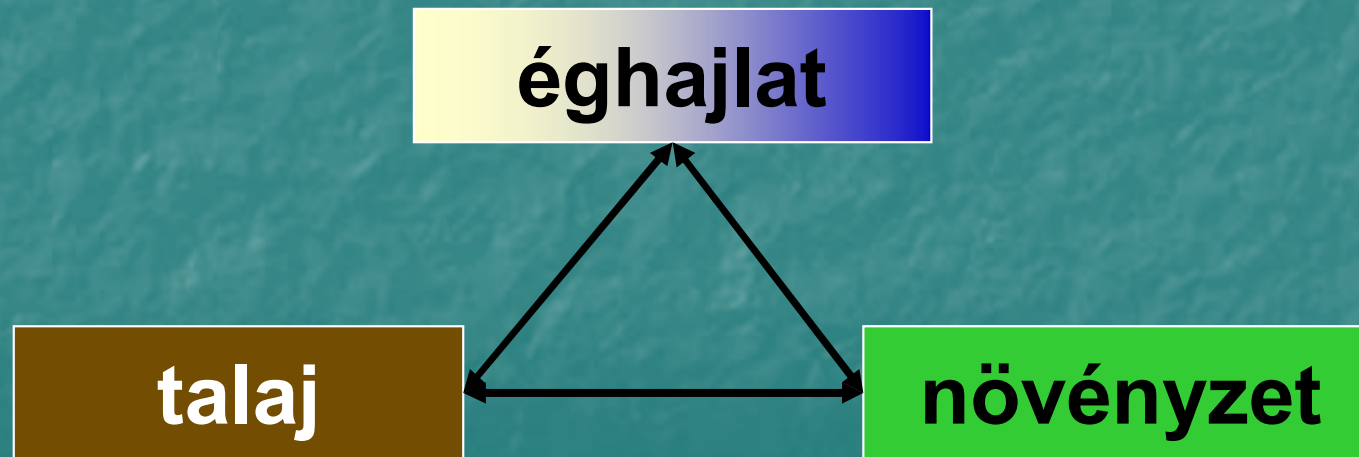
A mérgefelhalmozódás (DDT) klasszikus példája egy ökoszisztéma táplálékhálózatában, a kaliforniai Clear-tóban ▼



Az éghajlat

Ökológiai szempontból

SI rendszerek működését, elterjedését szabályozó kényszerfeltételek szinergizmusban ható csoportja.



Biomok

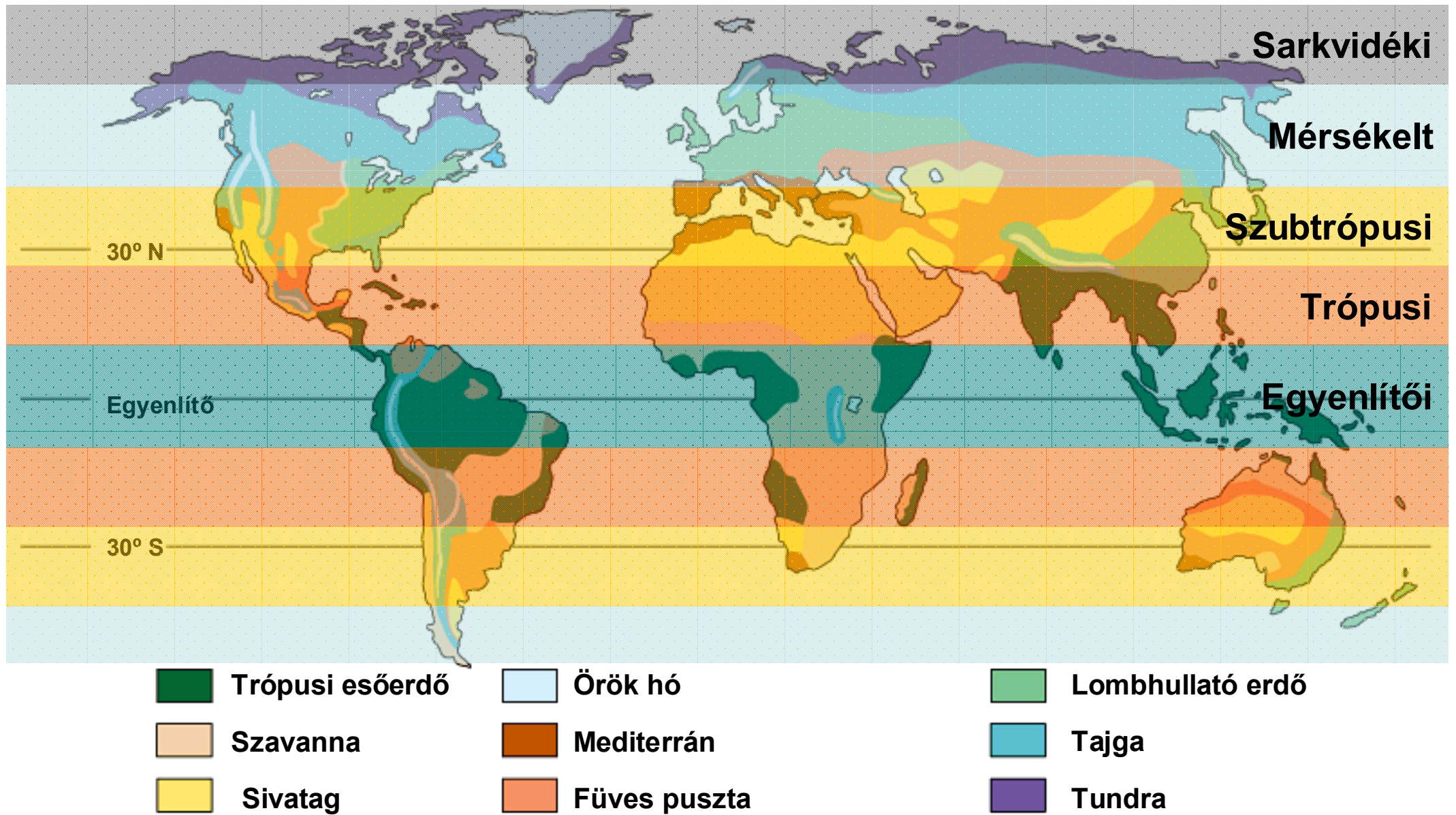


Figure 34.9

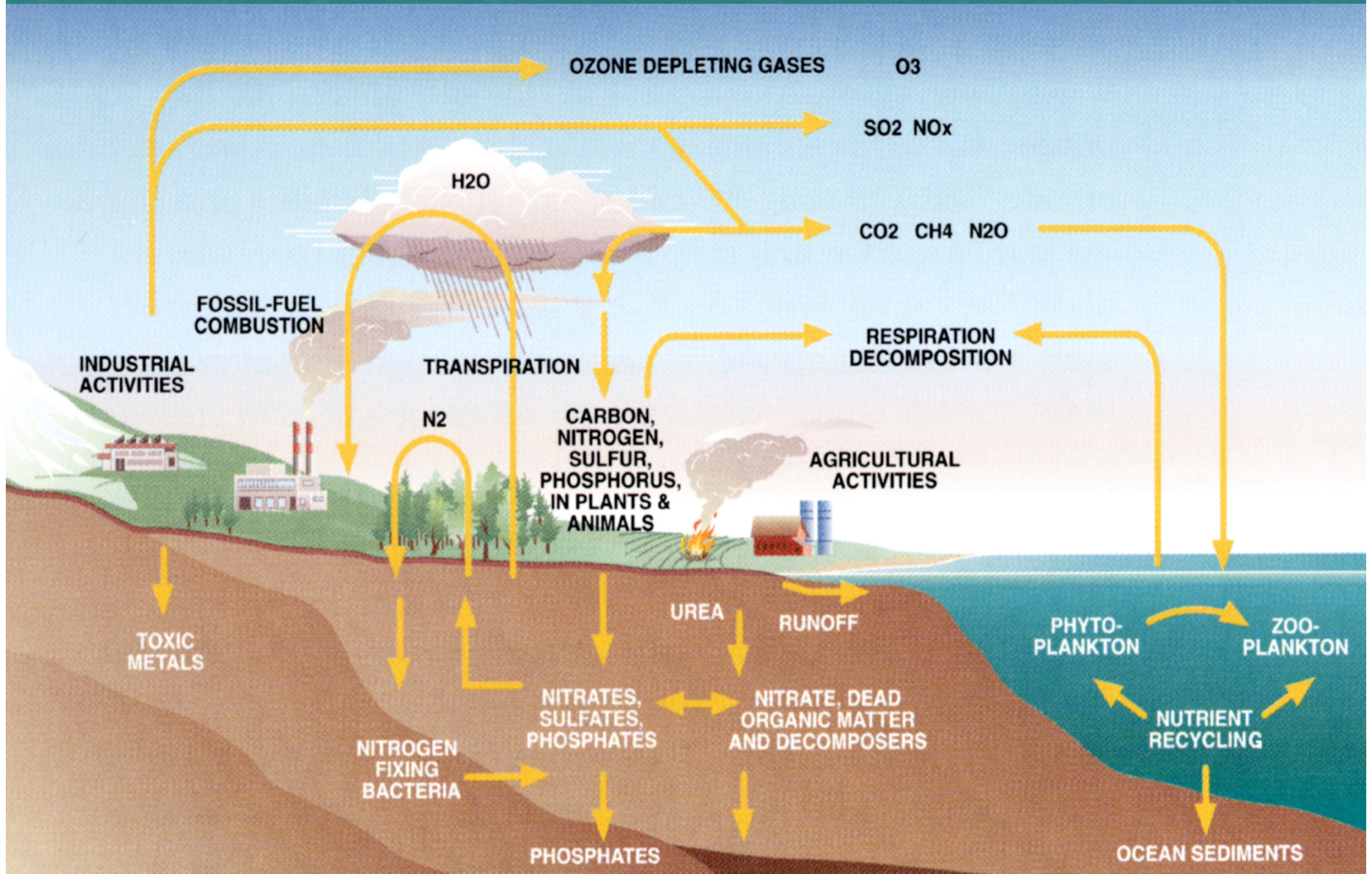
A talaj



A talaj abiotikus és biotikus részekből álló rendszer



A talaj szerepe a geokémiai ciklusokban



A talaj kialakulása

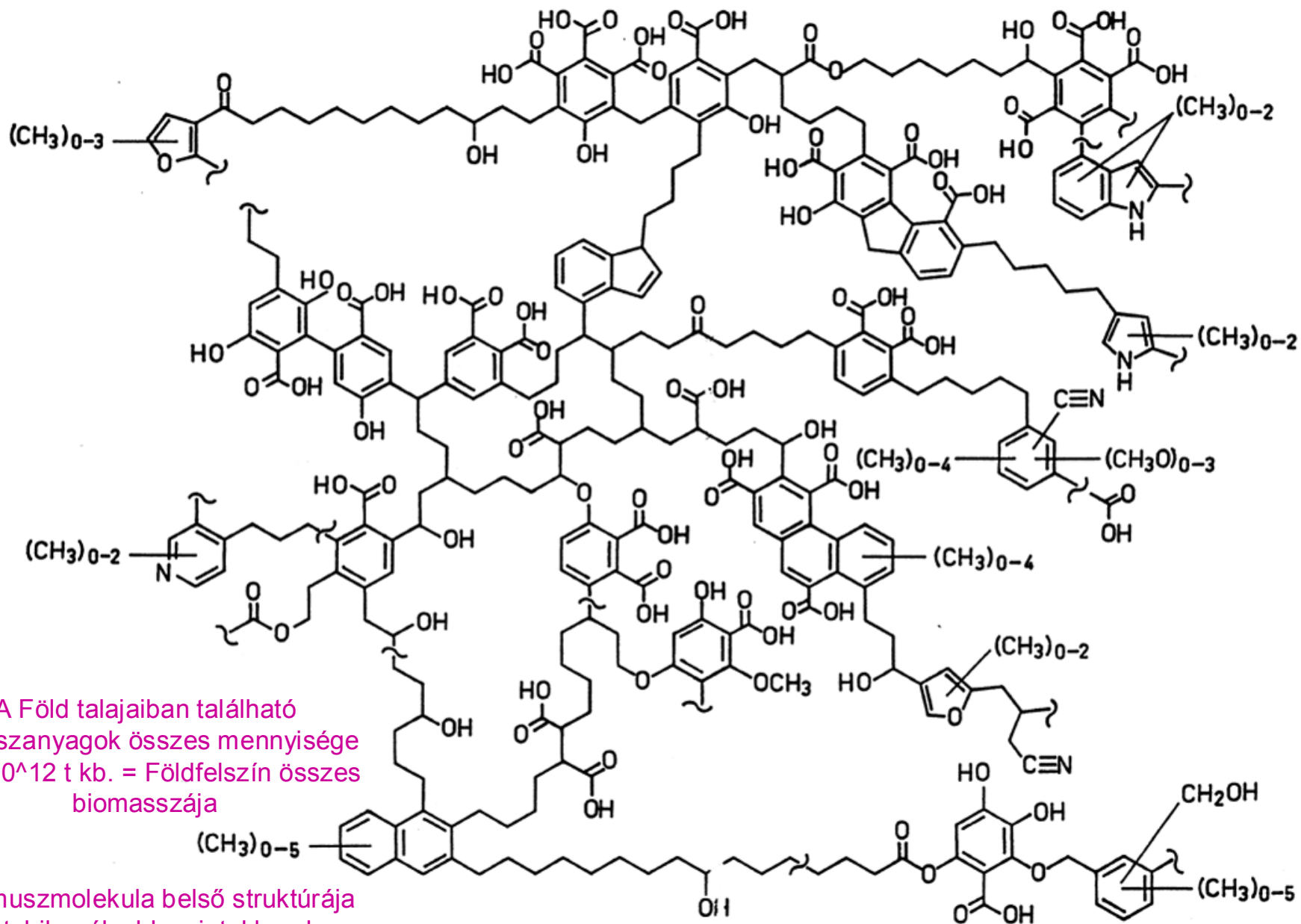
- kőzetek fizikai mállása (aprózódás; rétegnyomás csökk., hőingás, fagy, sókiválás): 0,01 mm-ig
- kémiai mállás
(oxidációs, hidratációs, hidrolitikus folyamatok; oldás, pl. mészkő oldódása szénsav hatására)



agyag

(Fe- és Al-hidroxidból, kovasavból kialakuló kolloid részecskék)

- biológiai mállás: humuszképződés
(elsősorban növényi maradványokból, mielőtt CO₂-dá és vízzé alakulnának; anyaga lignin, cellulóz, fehérjék, szerves savak stb.)



A Föld talajaiban található humuszanyagok összes mennyisége $2,5 \times 10^{12}$ t kb. = Földfelszín összes biomasszája

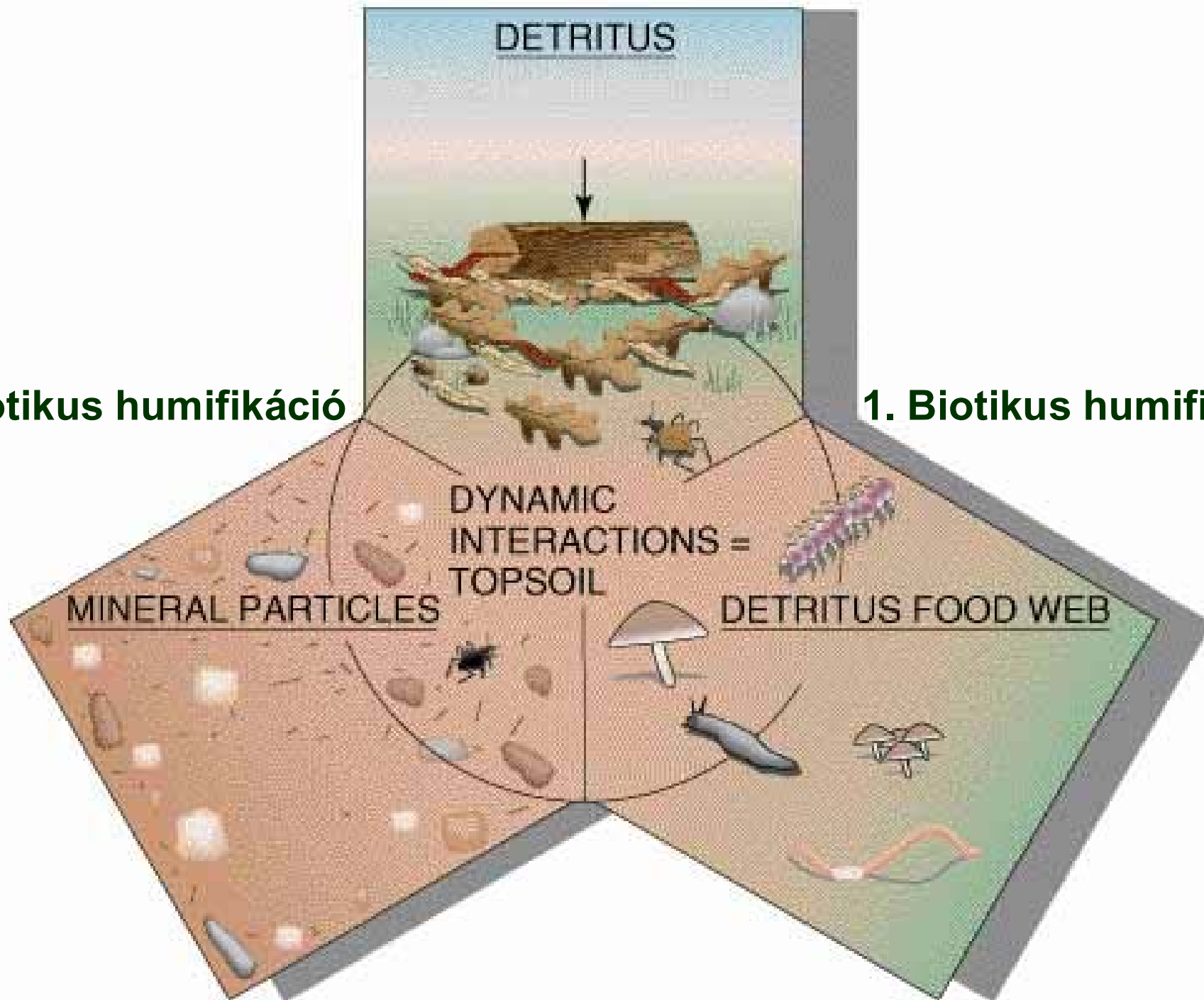
A humuszmolekula belső szerkezete igen stabil, mélyebb szinteken akár 4000 évet is elérhet, lassú lebontása különböző enzimek révén történik

A humuszsavak szerkezete (Schulten & Schnitzer, 1997)

DETRITUS

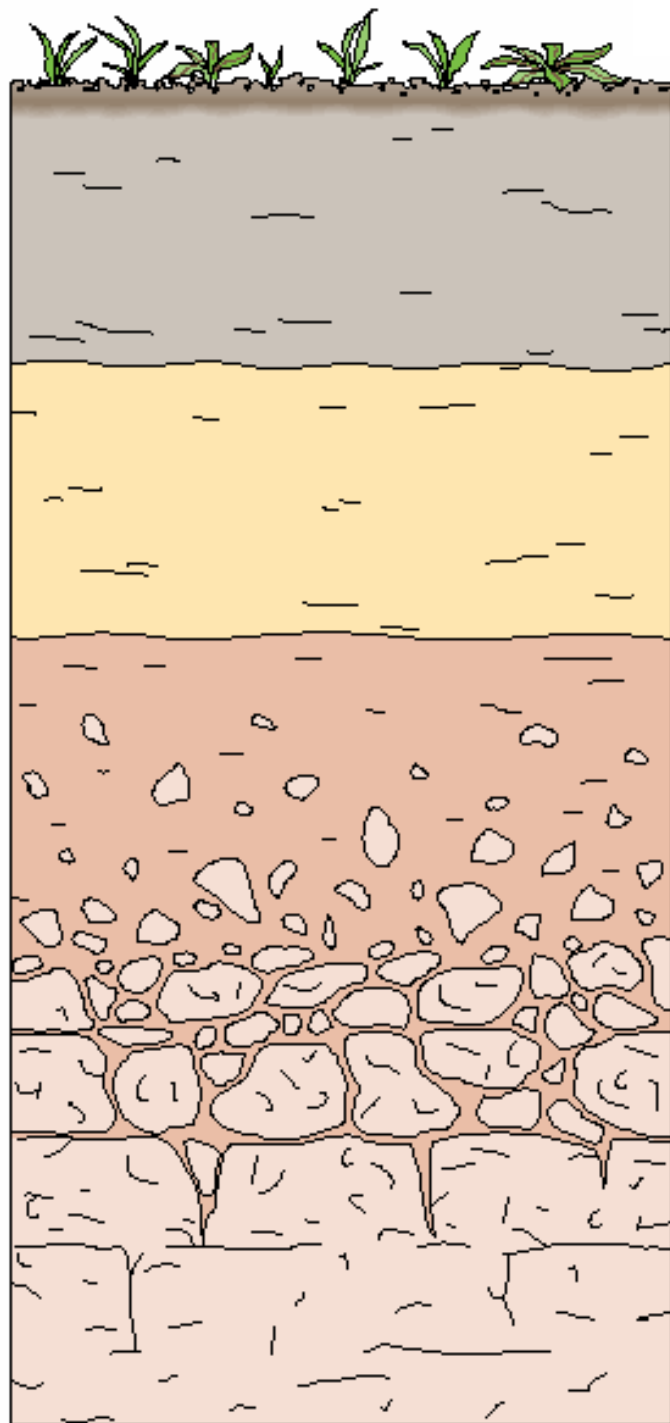
2. Abiotikus humifikáció

1. Biotikus humifikáció



Humuszformák

- Szárazföldi humuszformák
 - *Nyers humusz*
 - *Moder*
 - *Mull (intenzív humifikáció)*
- Félig szárazföldi humuszformák
tőzegek
- Víz alatti humuszformák



O

avarszint

A

**kilúgozódási
szint**

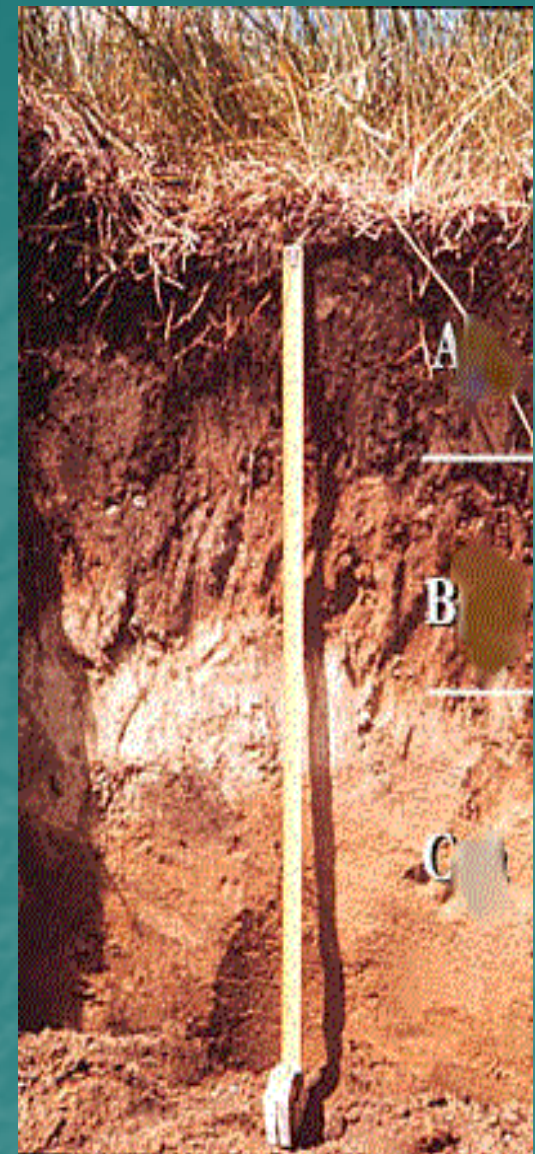
B

**felhalmozódási
szint**

C

**talajképződési
szint**

ANYAKŐZET

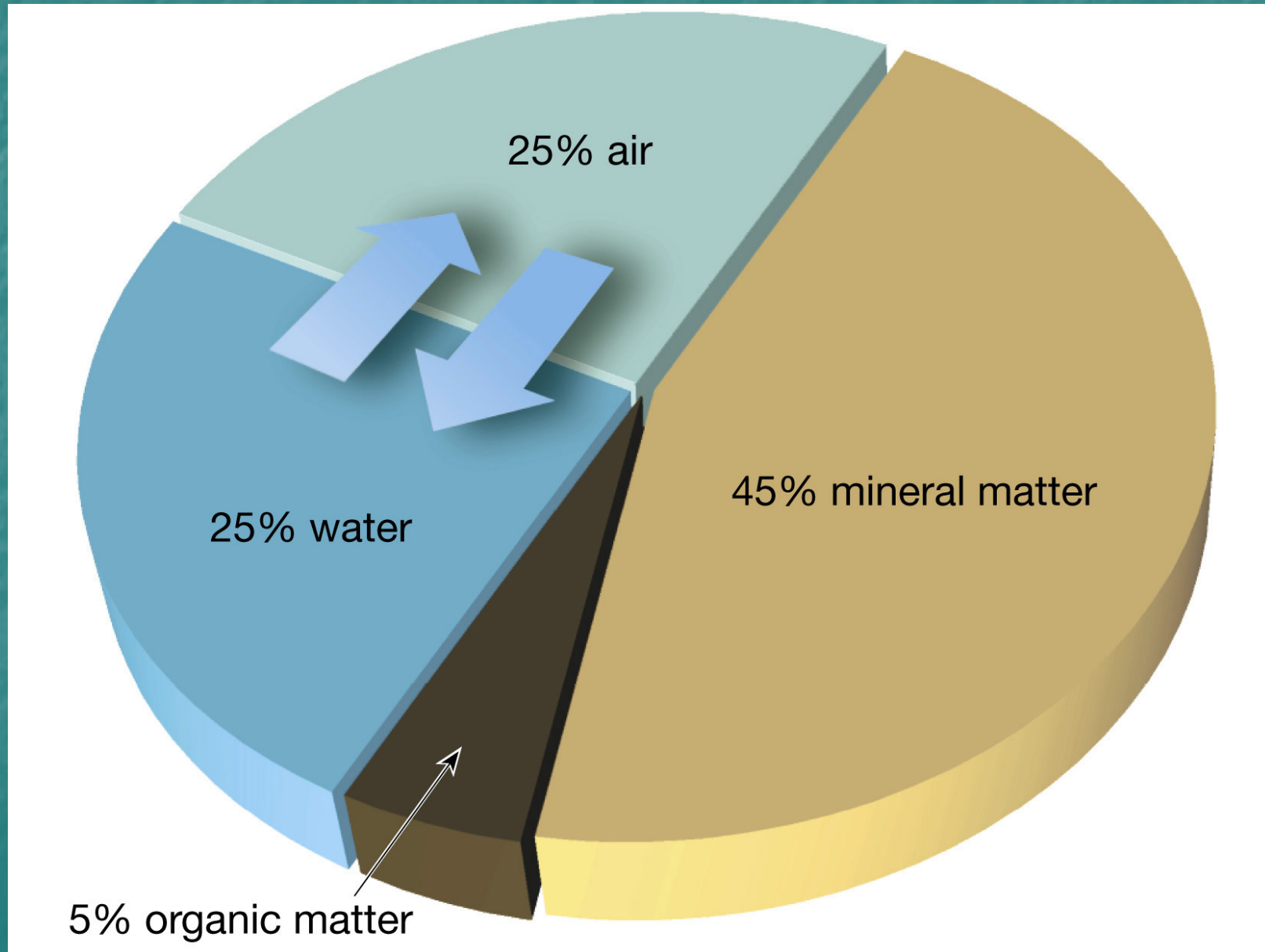


A talaj rétegei

Talajok ökológiai faktorként felmerülő tulajdonságai

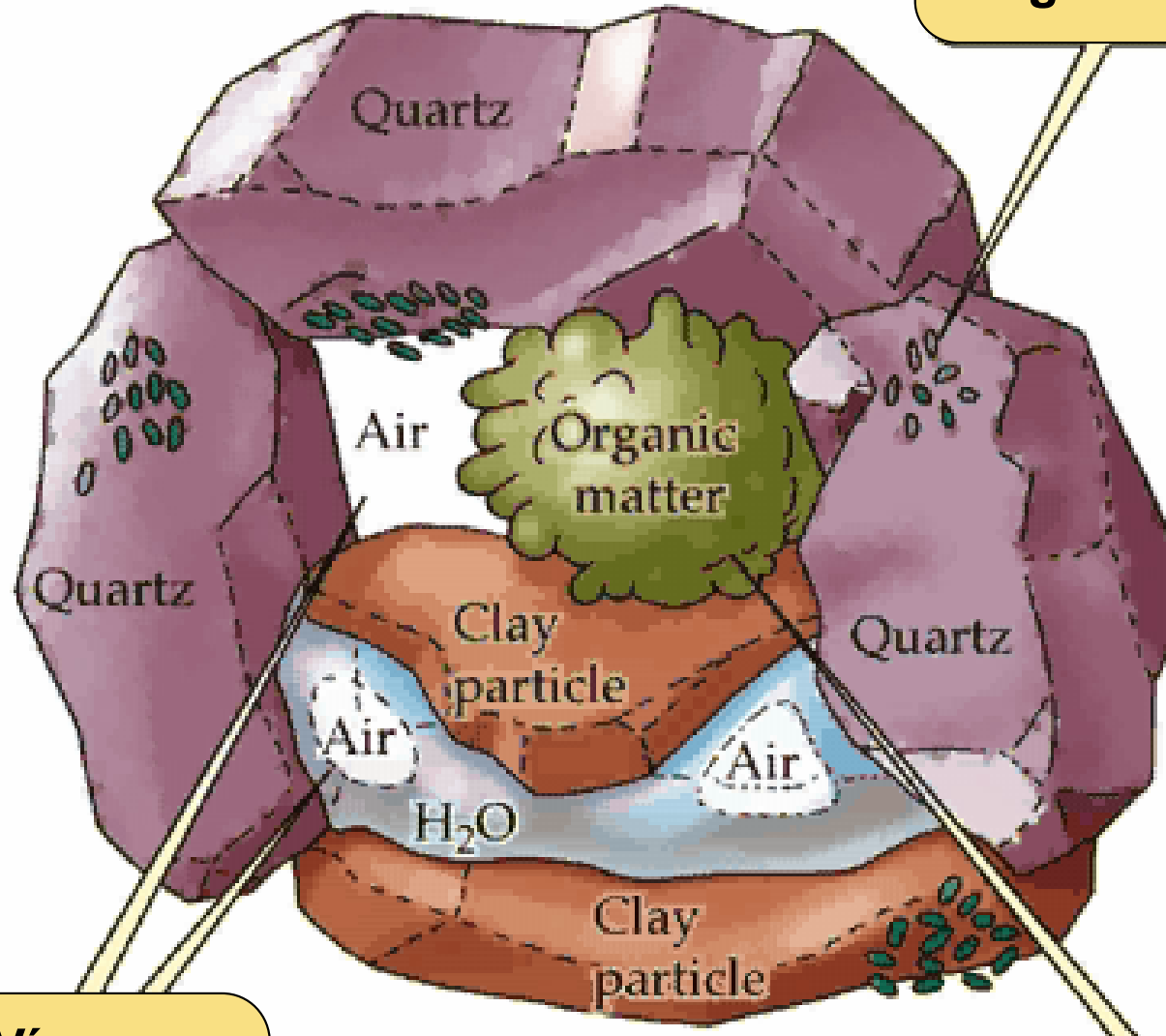
- Összetétel
 - nedveségtartalom
 - levegőzöttség
 - humusztartalom
 - tápanyagtartalom
- Fizikai tulajdonságok
 - textúra
 - szerkezet
 - vízmegkötő képesség
 - kötöttség
- Kémiai tulajdonságok
 - kolloid szerkezet
 - kémhatás

Növények igényeinek megfelelő „tipikus” talaj összetétele



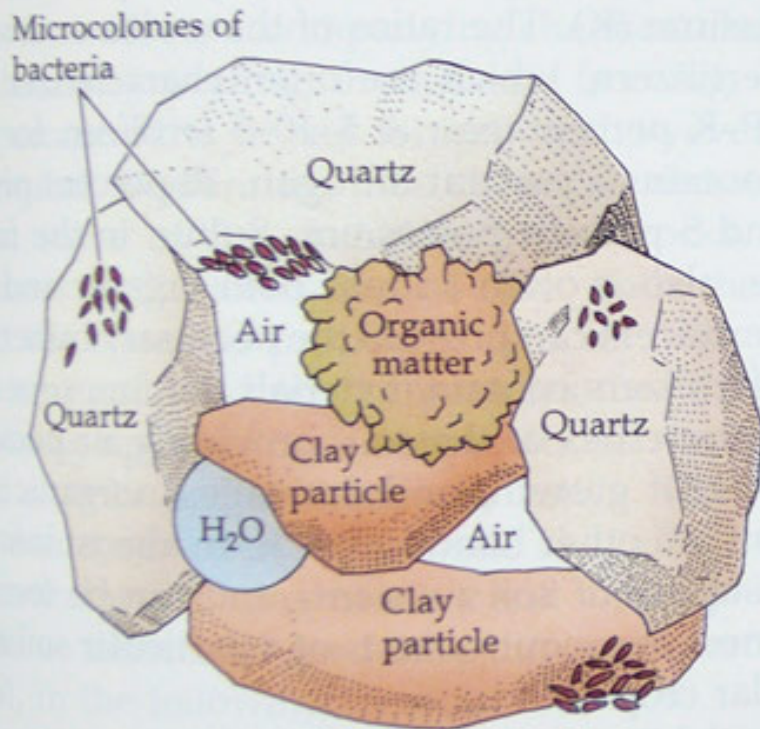
A talaj finomszerkezete

Talajlakó
mikro-
organizmusok



Víz
és levegő
a pórusokban

Szerves anyag
(növényi, állati v. gomba)



32.3 The Complexity of Soil

Soil consists of more than inorganic particles such as clay and quartz. It contains living organisms such as the bacteria shown here. Air and water are present in pores in soil crumbs like this one.



A
Topsoil

B
Subsoil

C
Weathering
bedrock

32.4 A Soil's Profile

The A, B, and C horizons can sometimes be seen in road cuts such as this one in Australia. The upper layers developed from the bedrock. The dark upper layer is home to most of the living organisms in the soil.

A talaj levegőtartalma

- nagy CO₂-tartalom (akár 100x)
- magas páratartalom
- alacsonyabb oxigéntartalom (kb. fele a légkörinek)

A talaj víztartalma

- higroszkópos víz

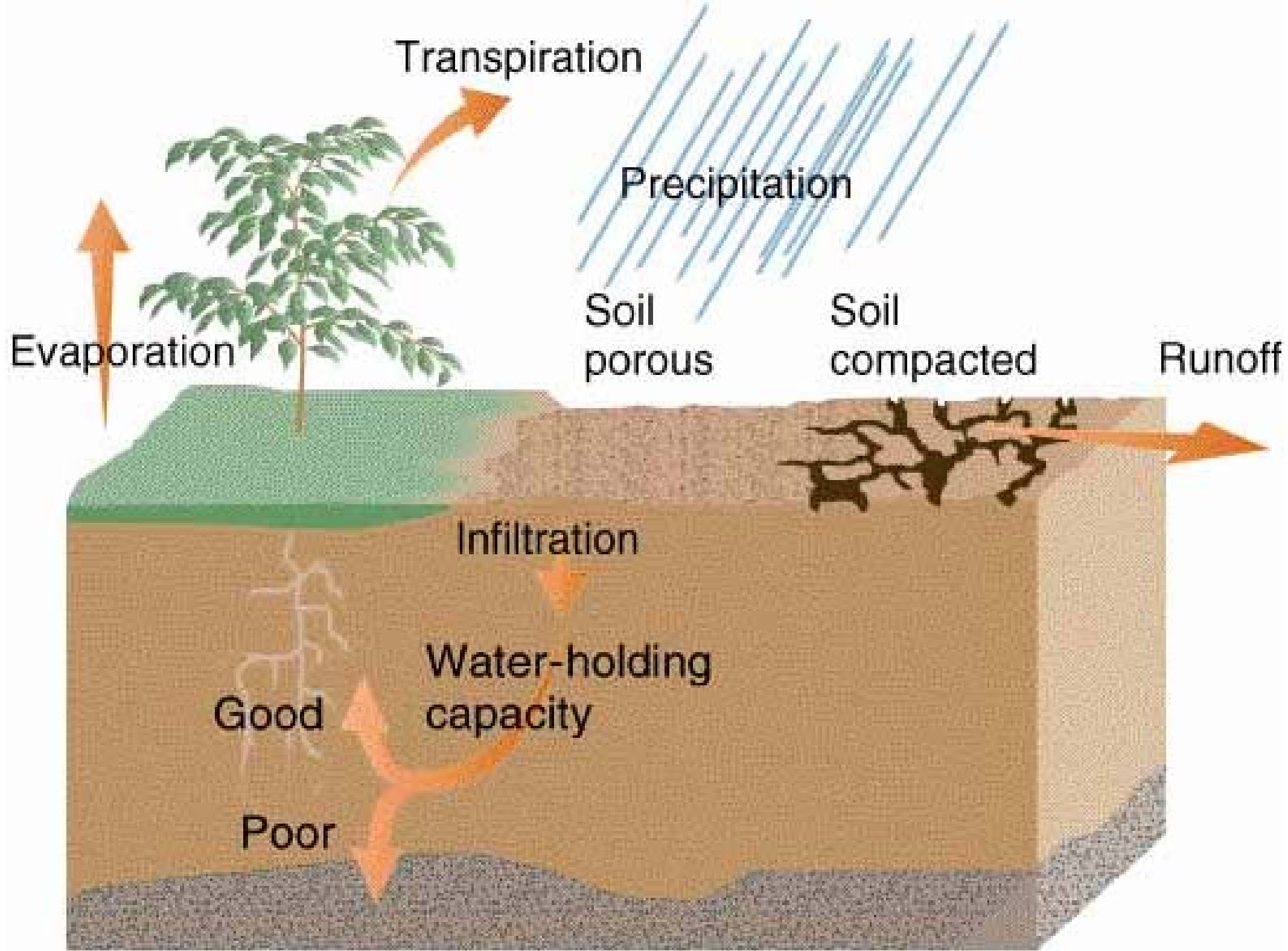
kolloidok hidrátburka, erősen kötött

- kapillárisvíz

növények számára legfontosabb

- szivárgó víz

könnyen felvehető, de időleges



Élőlények talajvízigénye

- talajvízben élők

Protozoa, Rotatoria, Nematoda

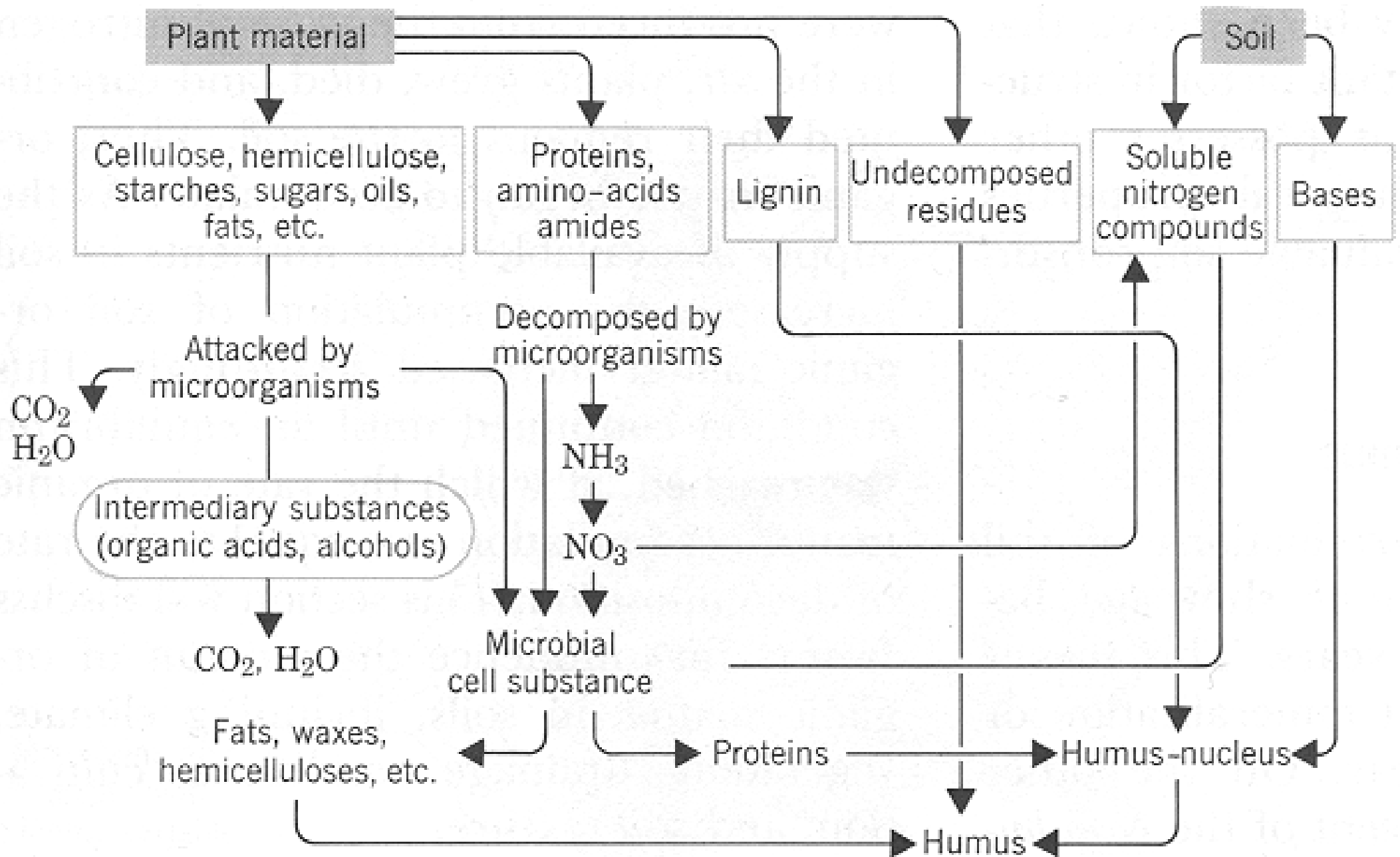
- nedvességigényes fajok

Nematoda, Collembola

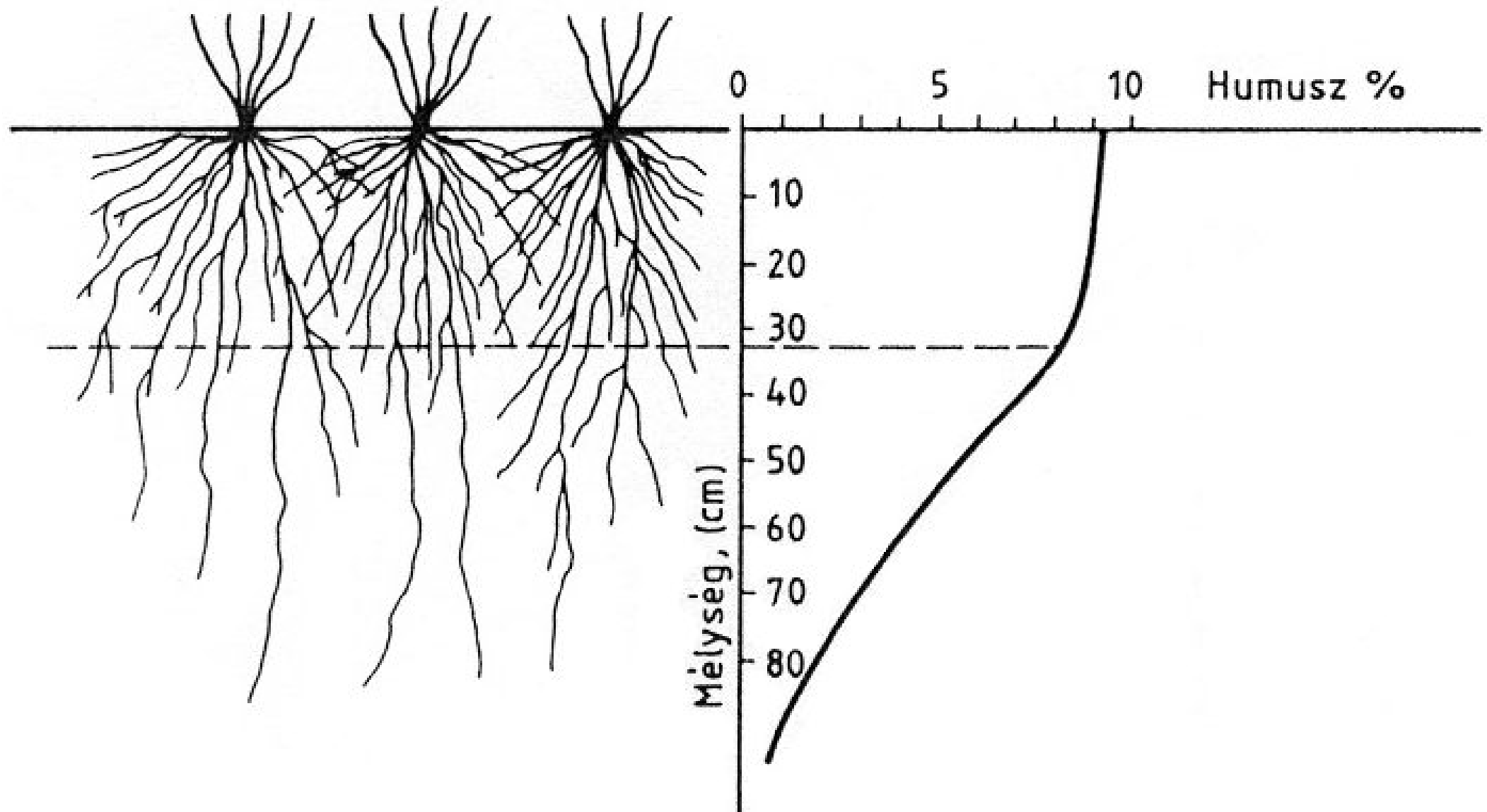
- szárazságtűrő

Isopoda, Formicidae

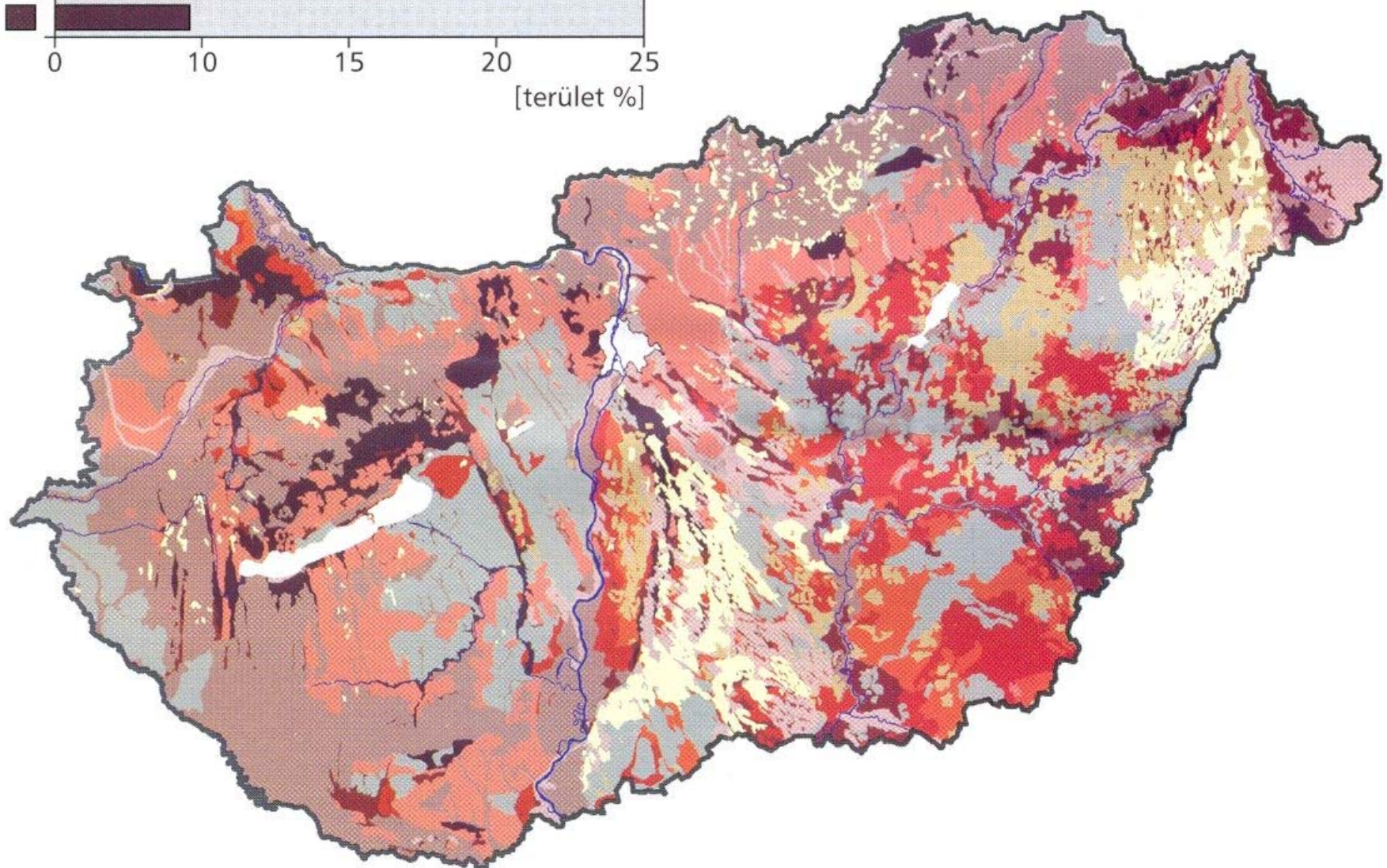
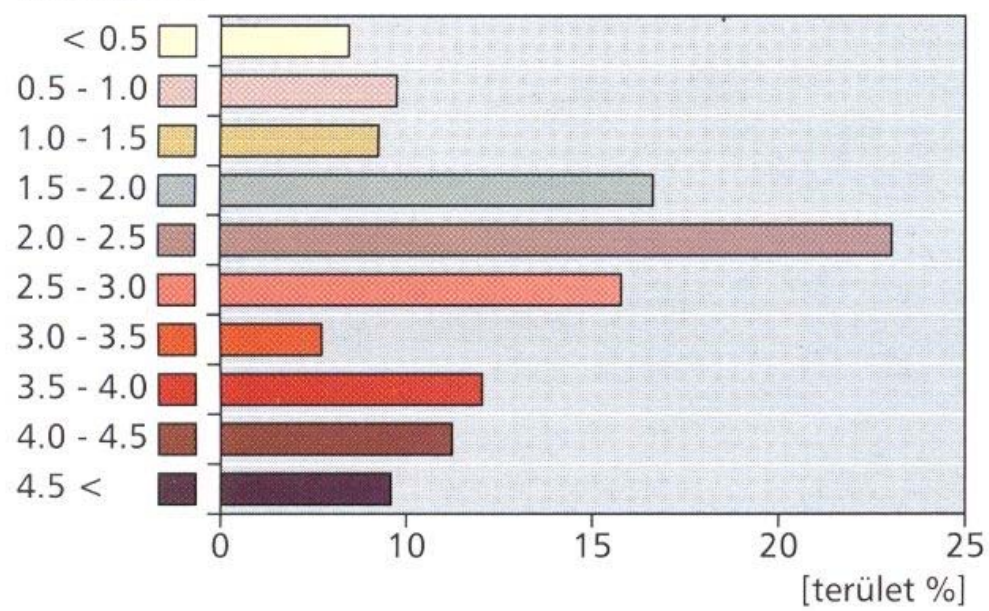
A talaj szervesanyag-tartalma



A humusztartalom megoszlása a talaj rétegeiben



Humusztartalom %



A talaj tápanyagai

- makroelemek (10-0,01% növényi igény)

N, P, K, Ca, Mg, S, Si

- mikroelemek

B, Mn, Fe, Zn, Cu, Mo, Co

Felvehető tápanyagtartalom < Összes

TABLE 32.1
Elements Required by Plants

ELEMENT	SOURCE	ABSORBED FORM	MAJOR FUNCTIONS
Nonmineral elements			
Carbon (C)	Atmosphere	CO ₂	In all organic molecules
Oxygen (O)	Atmosphere	CO ₂	In most organic molecules
Hydrogen (H)	Soil	H ₂ O	In most organic molecules
Nitrogen (N)	Soil	NH ₄ ⁺ and NO ₃ ⁻	In proteins, nucleic acids, etc.
Mineral nutrients			
<i>Macronutrients</i>			
Phosphorus (P)	Soil	H ₂ PO ₄ ⁻	In nucleic acids, ATP, phospholipids, etc.
Potassium (K)	Soil	K ⁺	Enzyme activation; water balance; ion balance
Sulfur (S)	Soil	SO ₄ ²⁻	In proteins, coenzymes
Calcium (Ca)	Soil	Ca ²⁺	Affects the cytoskeleton, membranes, and many enzymes; second messenger
Magnesium (Mg)	Soil	Mg ²⁺	In chlorophyll; required by many enzymes; stabilizes ribosomes
<i>Micronutrients</i>			
Iron (Fe)	Soil	Fe ³⁺	In active site of many redox enzymes and electron carriers; needed for chlorophyll synthesis
Chlorine (Cl)	Soil	Cl ⁻	Photosynthesis; ion balance
Manganese (Mn)	Soil	Mn ²⁺	Activates many enzymes
Boron (B)	Soil	H ₂ BO ₃ ⁻ , HBO ₃ ²⁻	May be needed for carbohydrate transport (poorly understood)
Zinc (Zn)	Soil	Zn ²⁺	Enzyme activation; auxin synthesis
Copper (Cu)	Soil	Cu ²⁺	In active site of many redox enzymes and electron carriers
Molybdenum (Mo)	Soil	MoO ₄ ³⁻	Nitrogen fixation; nitrate reduction

Nitrofrekvens növények

A talaj magas N-tartalmának indikátorai:

nagy csalán (*Urtica dioica*),

tatárlaboda (*Atriplex tatarica*),

nagy útifű (*Plantago major*),

szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*),

mezei sóska (*Rumex acetosa*),

hagymaszagú kányazsombor (*Alliaria
petiolata*),

fekete bodza (*Sambucus nigra*),

ragadós galaj (*Galium aparine*).



Foto: Anna-Lena Anderberg



Foto: Anna-Lena Anderberg

Galium aparine

Plantago major



Foto: Arne Anderberg



Foto: Anna-Lena Anderberg

A szilikátjelző növények

savanyú, ásványi anyagokban szegény talajokon nőnek:

tőzegmohák (*Sphagnum* fajok),

csarab (*Calluna vulgaris*),

áfonya (*Vaccinium* fajok),

szőrfű (*Nardus stricta*),

erdei sédbúza (*Deschampsia flexuosa*),

seprőzanót (*Sarothamnus scoparius*),

egynyári szikárka (*Scleranthus annuus*).



469 *Calluna vulgaris* Salisbury Gemeines Heidekraut.



(c) TERRA Foundation



G.: Vaccinium





Sarothamnus scoparius Koch.

Sótűrő növények

A talaj magas sótartalmát jelzik

sziki mézpzázsit (*Puccinellia limosa*),

bárányparéj (*Camphorosma annua*),

sziki sóbolla (*Suaeda maritima*),

sziki útifű (*Plantago maritima*),

sziki csenkesz (*Festuca pseudovina*),

sziki szittyó (*Juncus gerardi*),

sziki őszirózsa (*Aster tripolium ssp. pannonicum*),

magyar sóvirág (*Limonium gmelini subsp. hungaricum*).



Photo:

Aster tripodium

Limonium gmelini





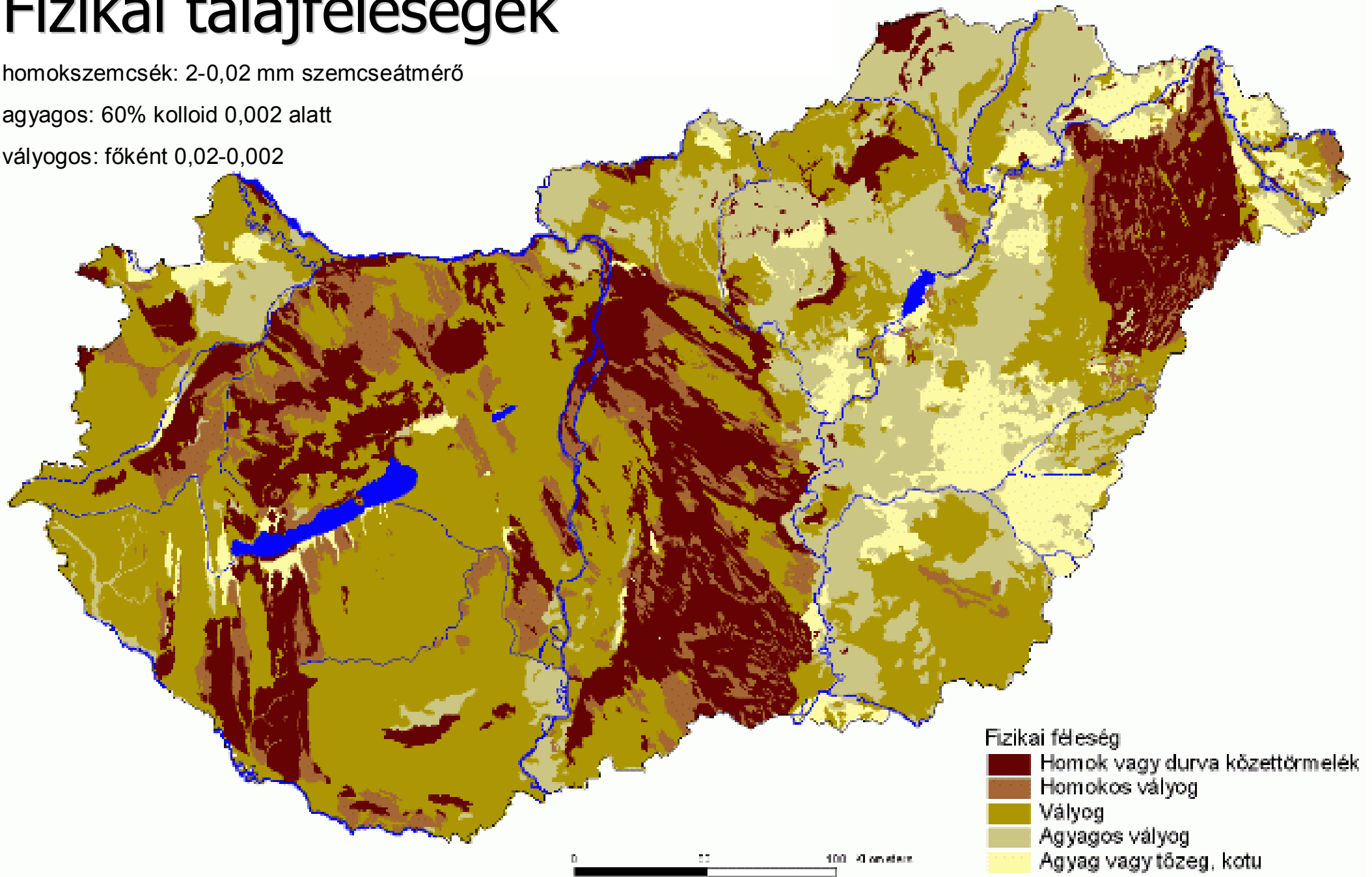
A talaj mechanikai összetétele

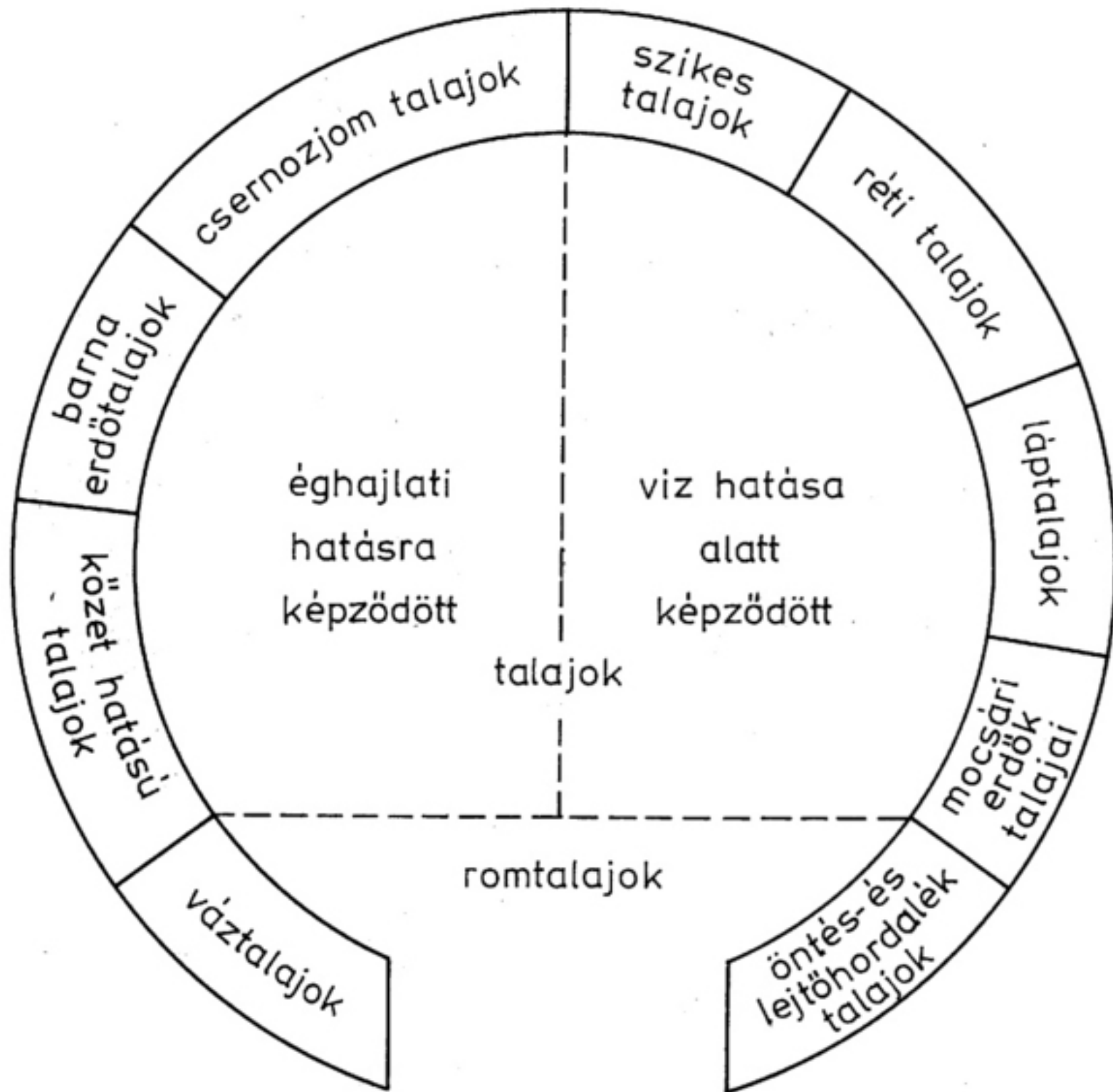
Fizikai talajféleségek

homokszemcsék: 2-0,02 mm szemcseátmérő

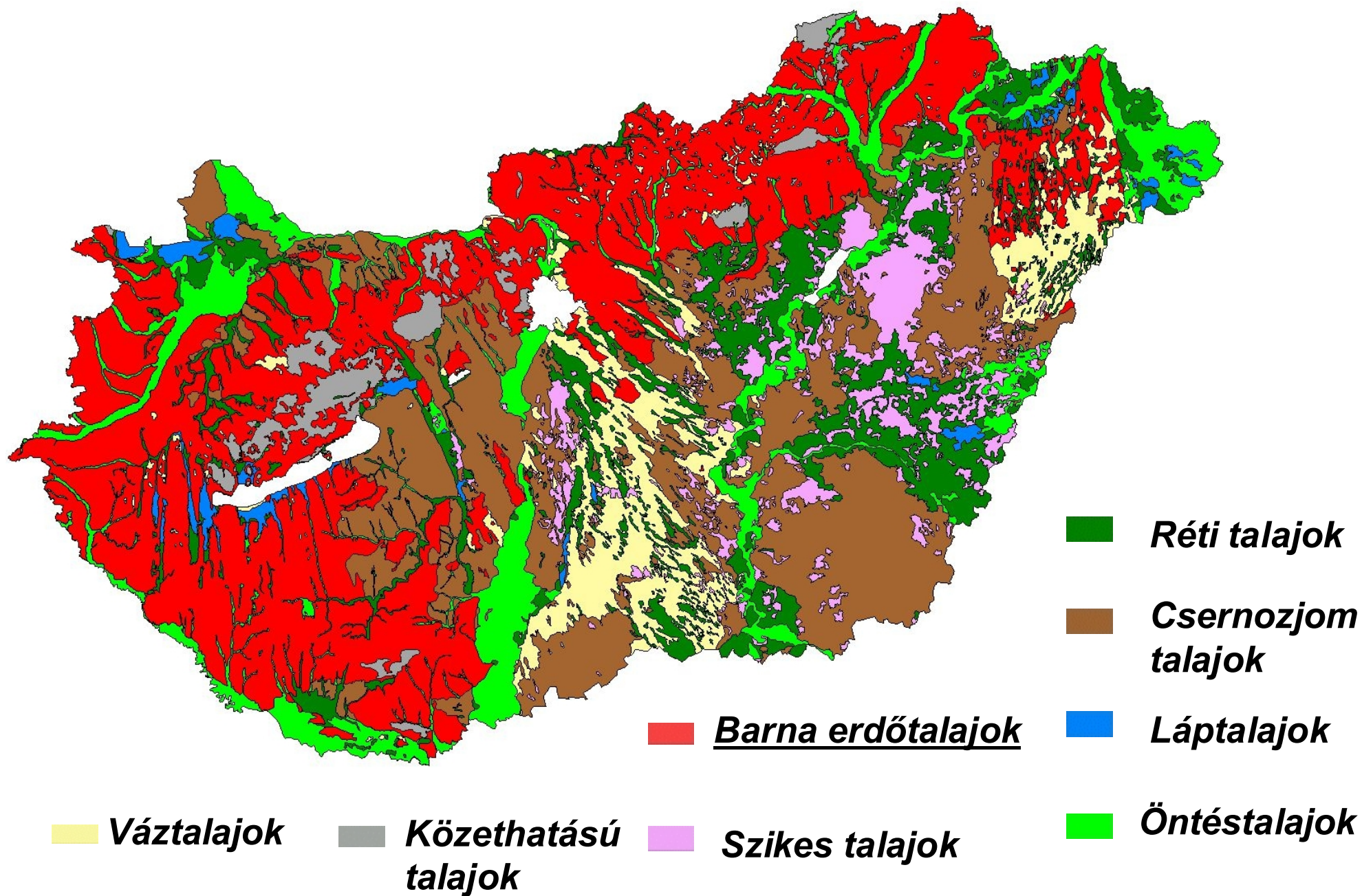
agyagos: 60% kolloid 0,002 alatt

vályogos: főként 0,02-0,002





Magyarország talajtérképe

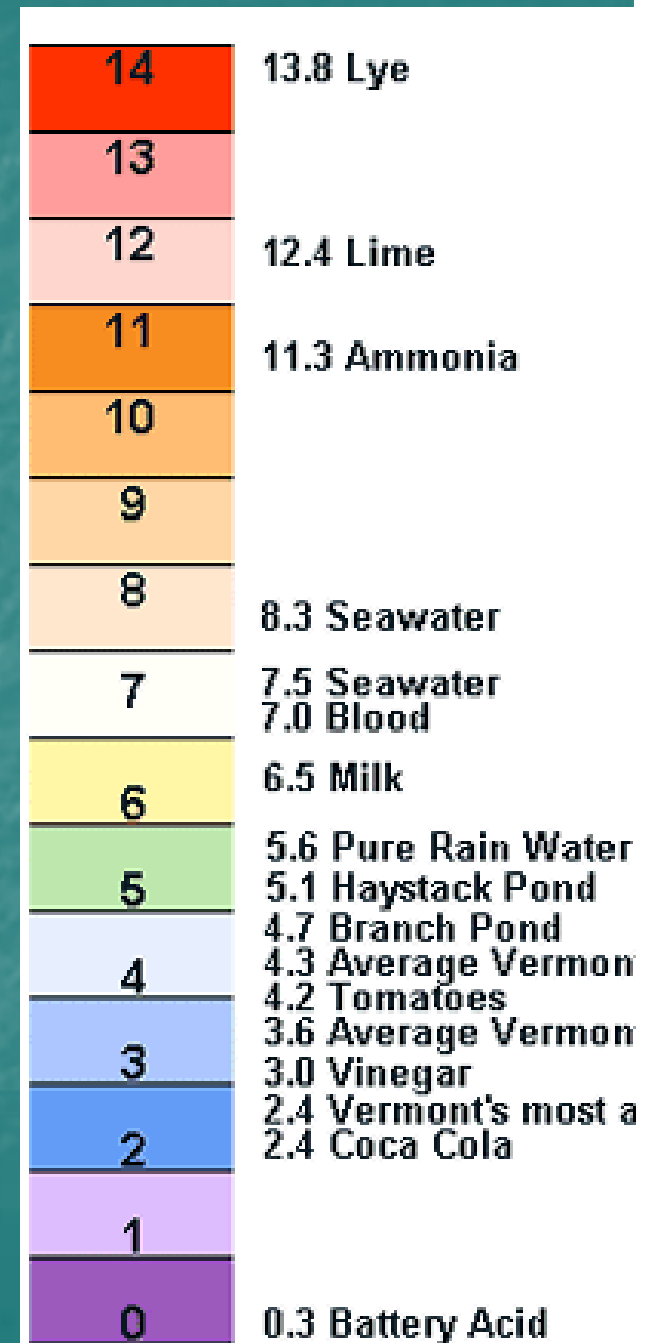


Talajok szerkezete

- darabosság
- kötöttség
- pórustérfogat

A talaj kémhatása

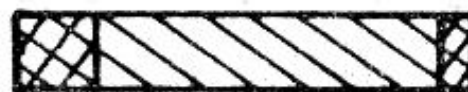
- erősen lúgos ($9,5 <$)
- lúgos ($8,5 - 9,5$)
- gyengén lúgos ($7,2 - 8,5$)
- semleges ($6,8 - 7,2$)
- gyengén savanyú ($5,5 - 6,8$)
- savanyú ($4,5 - 5,5$)
- erősen savanyú ($< 4,5$)



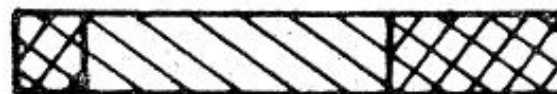
Microbe or Group	pH Growth Range
Molds	0.2 - 11
Yeasts	1.5 - 8.5
Salmonella	3.6 - 9.5
<i>Listeria monocytogenes</i>	4.2 - 9.6
<i>Yersinia enterocolitica</i>	4.2 - 9.0
<i>Escherichia coli</i>	4.3 - 9.0
<i>Bacillus cereus</i>	5.0 - 9.5
<i>Campylobacter</i>	5.0 - 9.0
<i>Shigella</i>	5.0 - 9.2
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5.0 - 11
<i>Vibrio cholerae</i>	5.0 - 9.5
<i>Clostridium perfringens</i>	5.0 - 8.5
<i>Clostridium botulinum</i>	4.3 - 8.5

4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5 8,0 pH

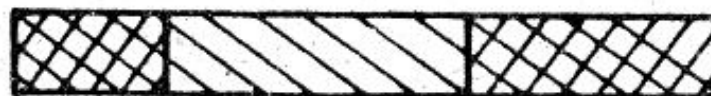
Lucfenyő



Kislevelű hárs



Kocsányos tölgy



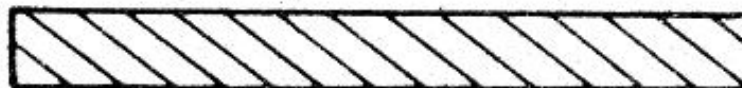
Szőrfű



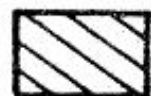
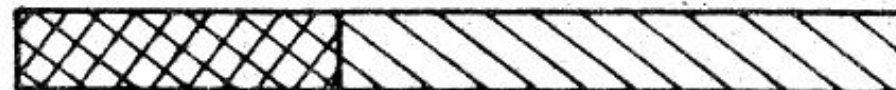
Gyepes sédbúza



Mezei komócsin

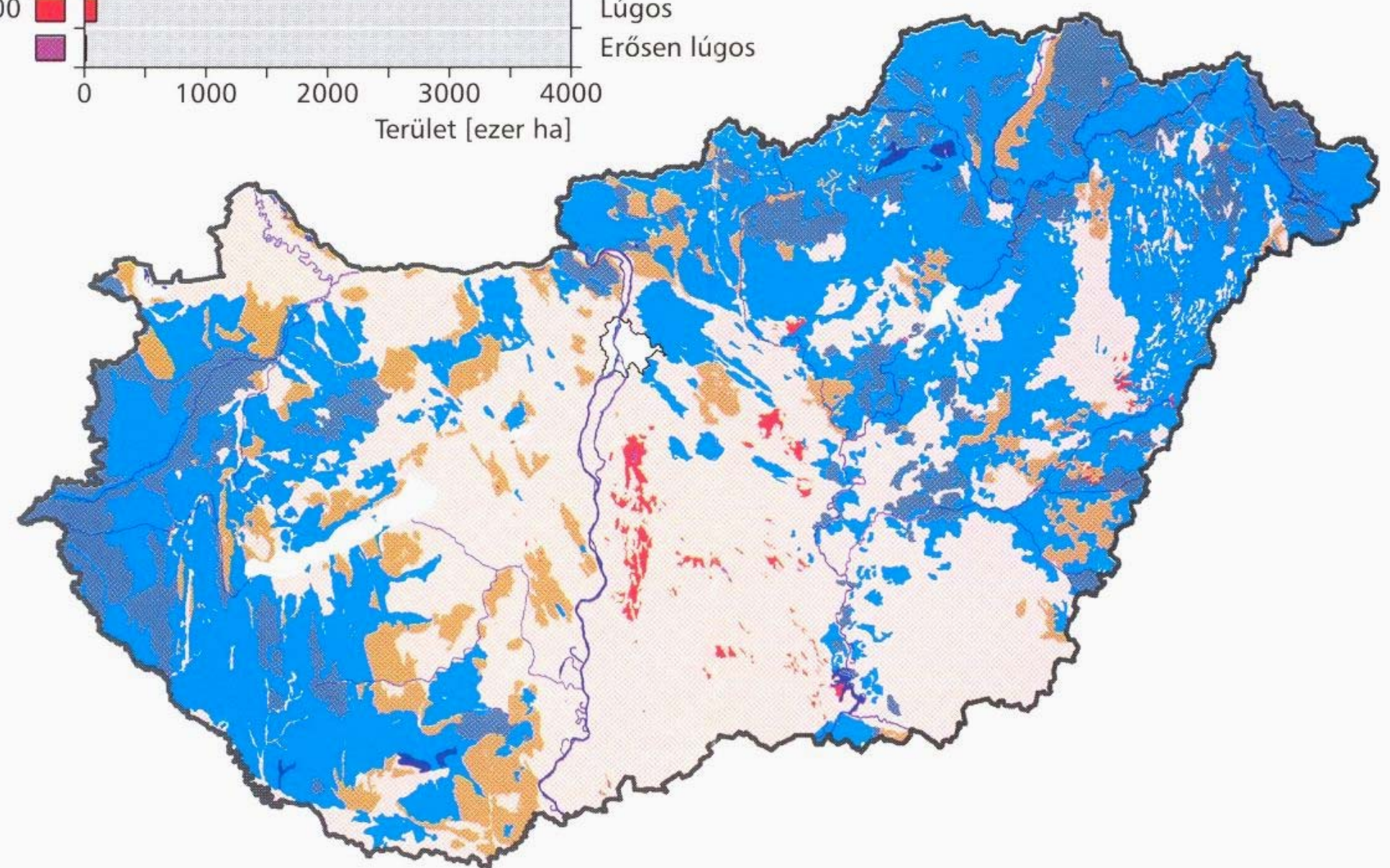
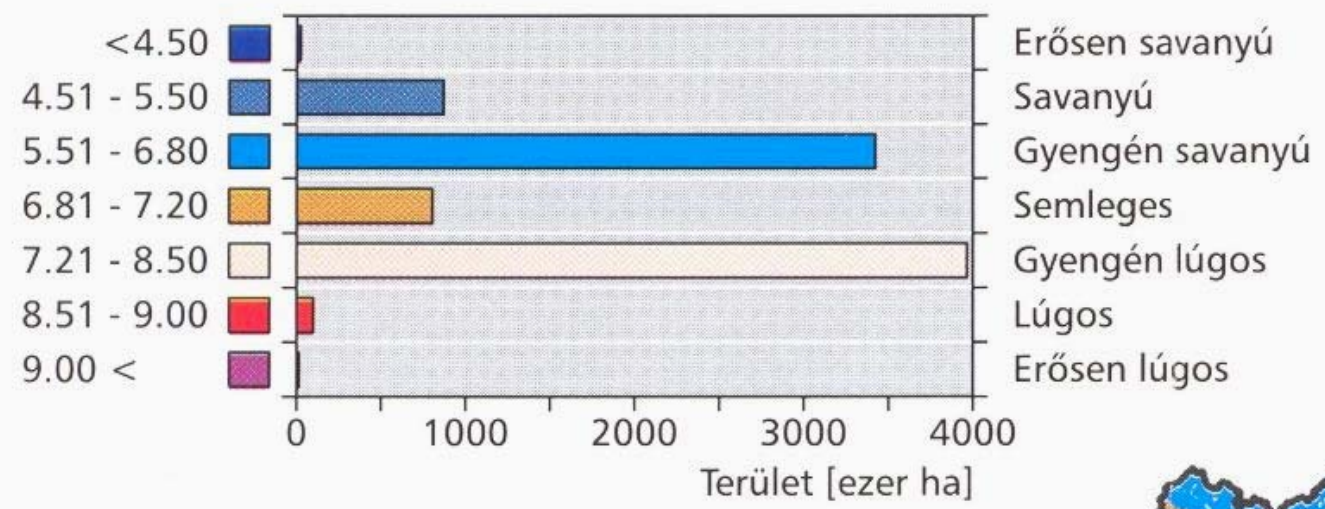


Réti here

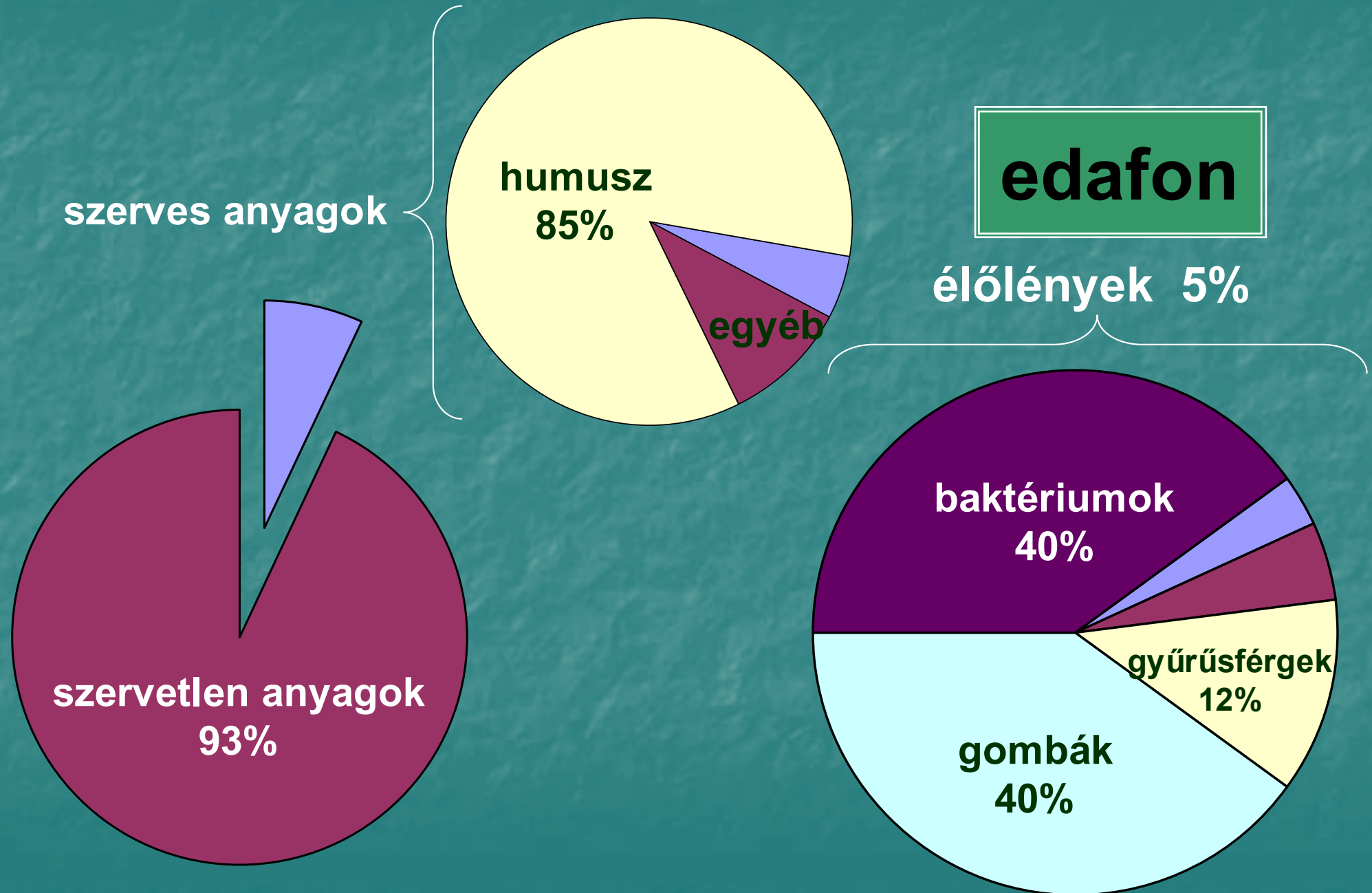


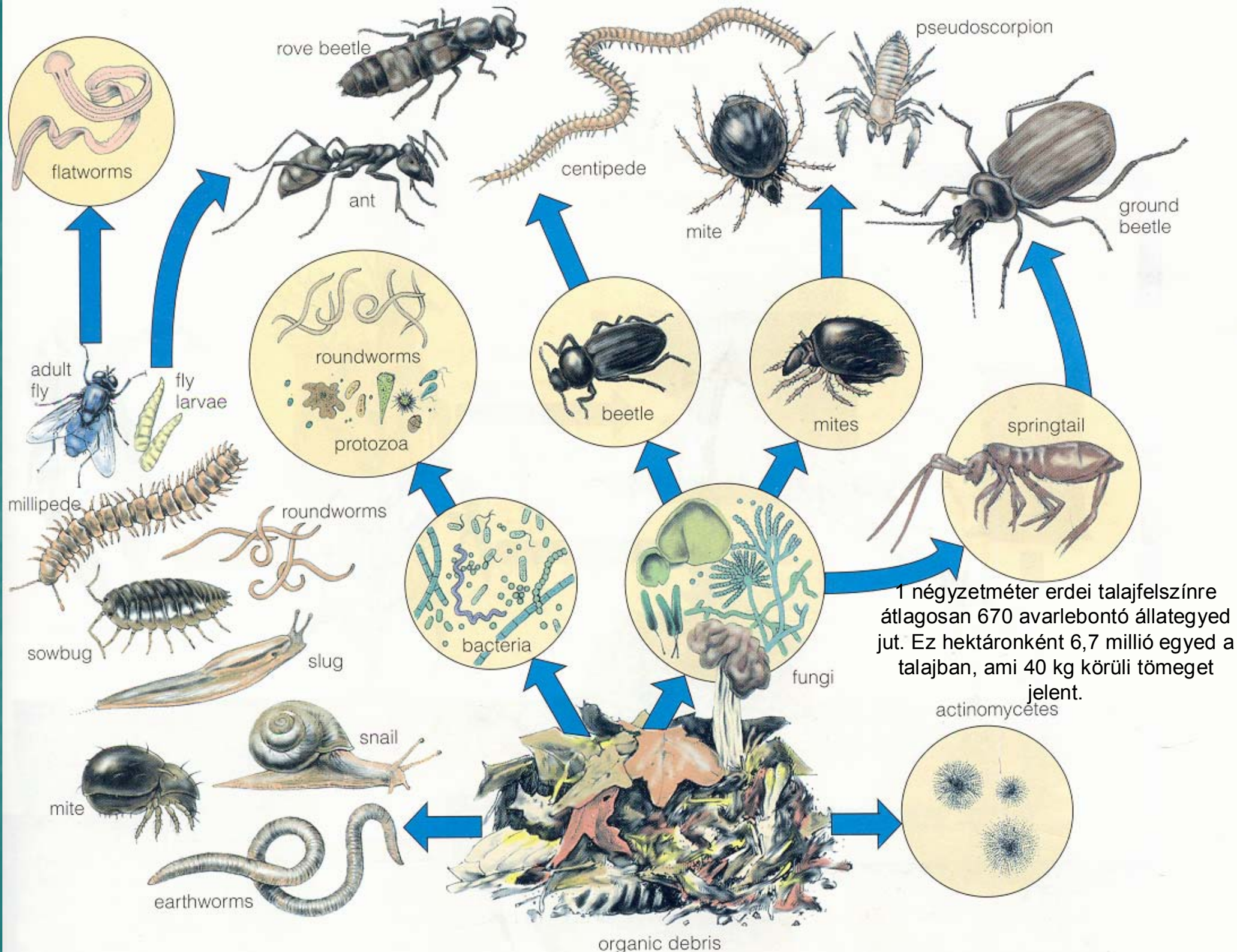
az ökológiai optimum

Hazai talajok pH értéke



A talaj összetétele





1 négyzetméter erdei talajfelszínre átlagosan 670 avarlebontó állategyed jut. Ez hektáronként 6,7 millió egyed a talajban, ami 40 kg körüli tömeget jelent.

actinomycetes

organic debris

flatworms

rove beetle

pseudoscorpion

centipede

ant

mite

ground beetle

roundworms

beetle

mites

springtail

adult fly

fly larvae

protozoa

millipede

roundworms

bacteria

fungi

sowbug

slug

mite

snail

earthworms

Talajélőlények tömege (t/ha) rét-legelőn és árpaföldön

Talajélőlények	Rét, legelő	Árpaföld
Gyökerek	20-90	1,46
Baktériumok	1-2	0,73
„Sugárgombák”	0-2	-
Gombák	2-5	1,63
Egysejtűek	0-0,5	0,07
Fonálférgék	0-0,2	0,002
Gyűrűsférgék	0-2,5	0,056
Egyéb állatok	0-0,5	0,0006

Az edafon rendszertani összetétele

- Baktériumok
- Egysejtűek
- Növényyszerűek
- Gombák
- Növények
- Állatok

Az edafon összetétele

Csoport	(db/m ²)	(g/m ²)	Csoport	(db/m ²)	(g/m ²)
MIKROFLÓRA			MAKROFAUNA		
Baktériumok	10 ¹⁴	100	Televényférgék	3 · 10 ⁴	5
Sugárgombák	10 ¹³	100	Giliszták	10 ²	30
Gombák	10 ¹¹	100	Rovarlárva	1500	1
Algák	10 ⁸	20	Légyvárva	100	1
MIKROFAUNA			Bogárvárva	100	1,5
Ostorosok	10 ⁸	5	Százvárva	30	0,4
Amőbák	10 ⁷	5	Ikérszelvényesek	100	4
Csillósok	10 ⁶	5	Ászkák	30	0,4
MEZOFAUNA			Pókok	50	0,2
Fonálférgék	10 ⁶	5	MEGAFAUNA		
Atkák	7 · 10 ⁴	0,6	Gerincesek	0,01	0,1
Ugróvárva	5 · 10 ⁴	1,5			

Baktériumok a talajban

Rétegmélység (cm)	Baktériumszám/g talaj		
	aerob	anaerob	összes
2-5	2 500 000	1 300 000	3 800 000
30	1 150 000	1 800 000	2 950 000
60	800 000	2 000 000	2 800 000
90	500 000	900 000	1 400 000
120	60 000	100 000	160 000
150	6 000	2 000	8 000

Szerepük: lebontók, felszabadítják a tápanyagokat, betegségeket terjesztenek vagy semlegesítenek (penicillin).

Gram-negatív baktériumok

- G (-) aerob pálcák és kokkusok

Pseudomonasok

Azotobacter – N_2 – fixálás szabadon

Rhizobium – N_2 – fixálás szimbiózisban



Rhizobium sp.

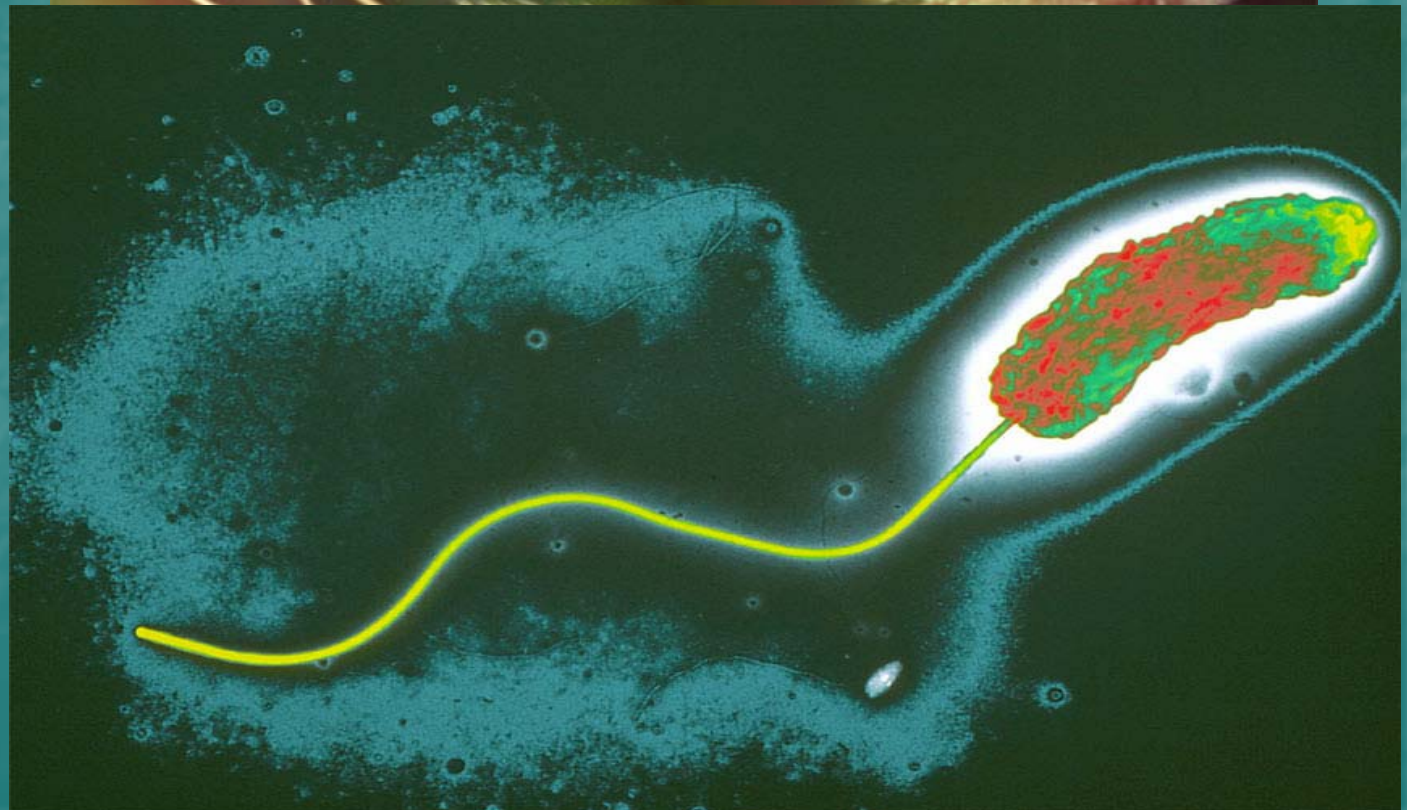
Gram-negatív baktériumok 4.

- Fakultatív anaerob G(-) pálcák

Escherichia coli

Shigella

Vibrio



Gram-negatív baktériumok 5.

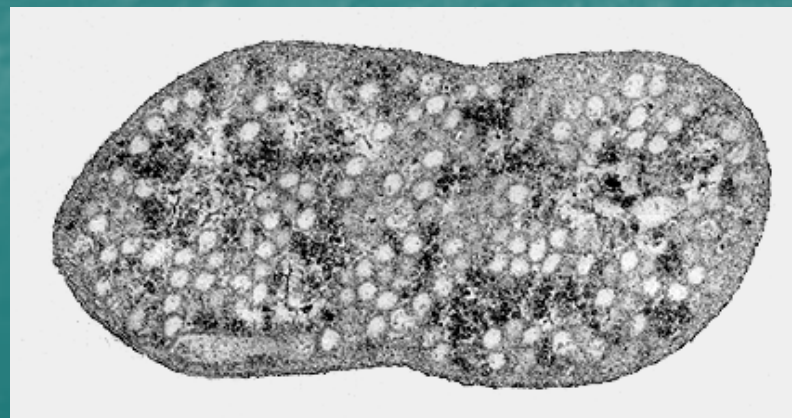
- Aerob kemolitotróf baktériumok

Nitrobacter $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$

Nitrosomonas $\text{NH}_4^- \rightarrow \text{NO}_2^-$



- Anaerob fotoszintetizáló baktériumok



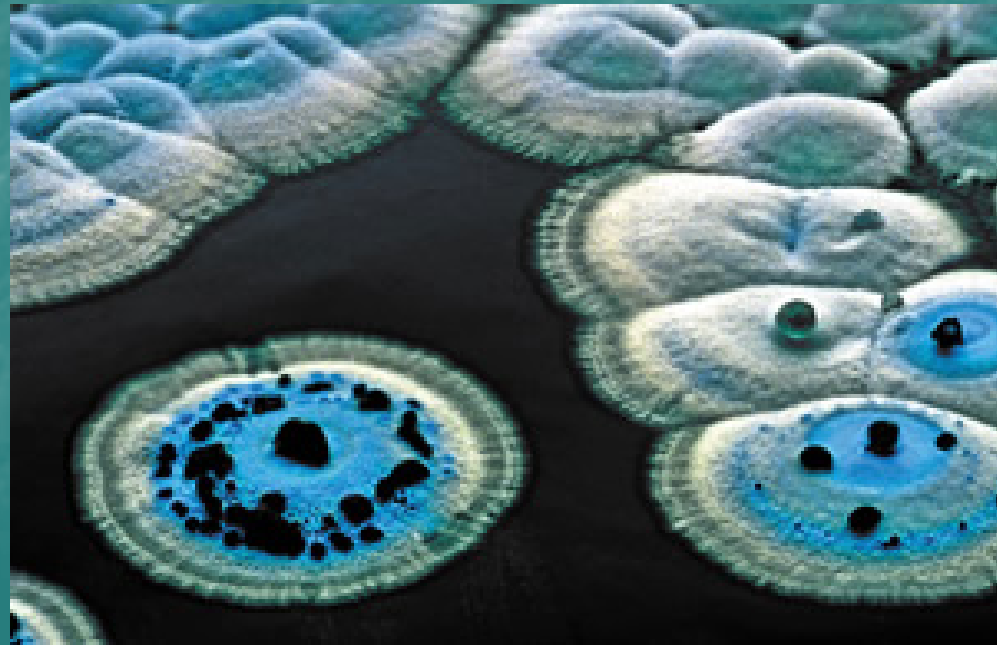
Rhodospirillum

Gram-pozitív baktériumok

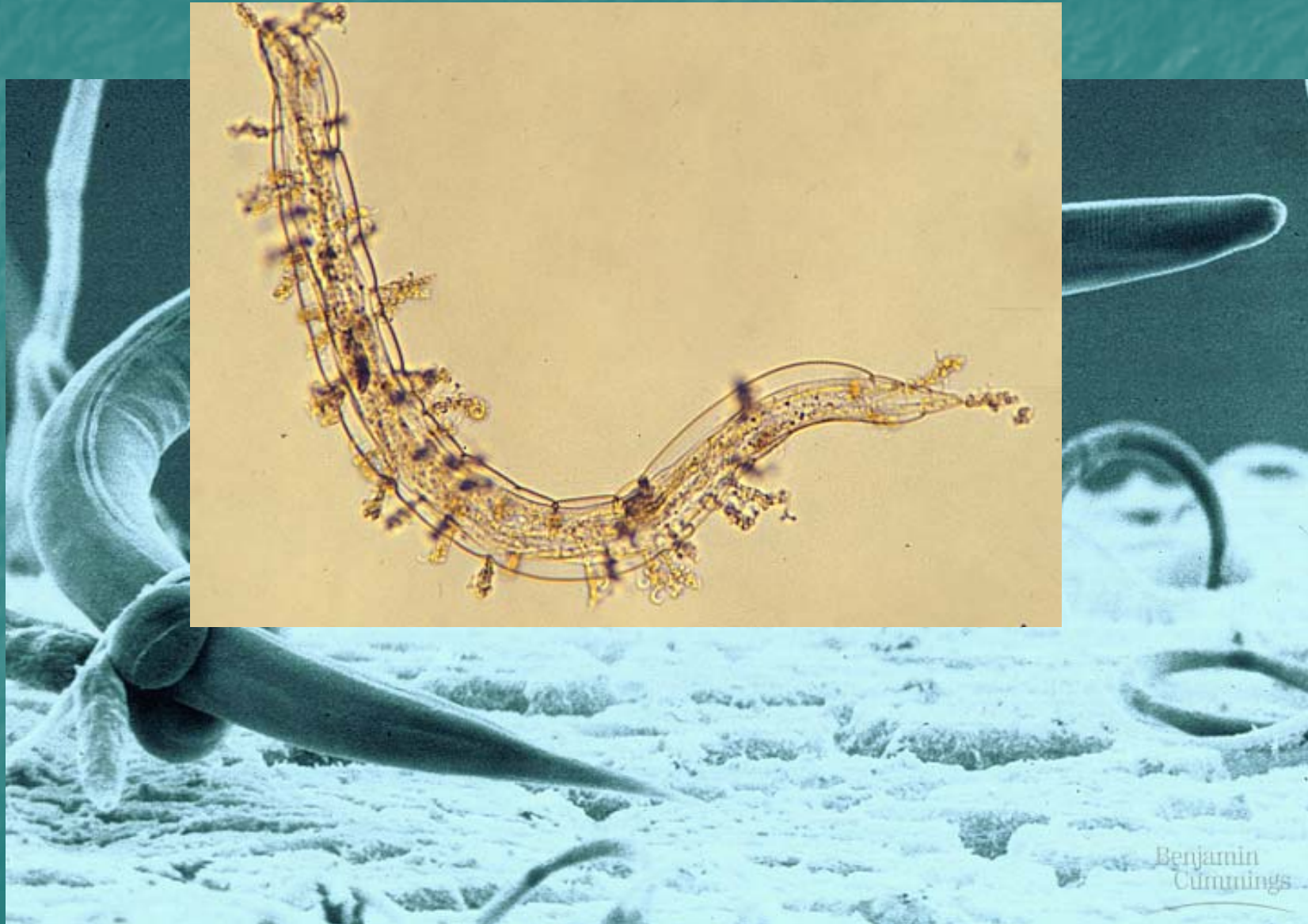
- Actinomycetes



- Streptomyces



Ph.: Fonálférgék (Nematoda)



A talajban a protozoák után a leggyakoribb állatok. Elsősorban a nedves talajban élnek, ahol közvetlen átmenetet találunk a vízi fauna és a talajszemcsék közötti adhéziós vizet benépesítő fonalféreg-fauna között. Nagyságuk 0,5 és 2 mm közötti. Ásni nem tudnak, előrehaladásukban a talajkapillárisok vízkészletére vannak utalva. Ha a talaj kiszárad vagy a pH 3–4 alá süllyed, akkor nyugalmi, *anabionta* állapotba kerülnek (Dunger, 1984). Táplálékuk változatos, a detritusz- evőktől a ragadozóig. Sok faj táplálkozik állati egysejtűekkel és baktériumokkal. Más fajok gombákat fogyasztanak, így pl. a *Dictylenchus* nemzetség fajai szuronyszerűen kitolható szájszerveikkel megszúrják a vékony gombafonalakat, majd kiszívják a citoplazmát. De érdekes, hogy fonalférgekre „vadászó” gombafajok is ismertek. Már több mint 100 éve feljegyezték, hogy az *Arthrobotrys oligospora* nevű gomba hurokszerű micéliumai fonalférgek fogjul ejtésére specializálódtak (Rubner, 1992). Azóta számos mikroszkopikus gombáról derült ki, hogy táplálékforrásuk a fonalférgek.

Ph.: Gyűrűsférgék - Annelida



giliszták (*Lumbricidae*) és televényférgék (*Enchytraeidae*). A földben aktívan fúrnak járatokat. A televényférgék (*Enchytraeidae*) többsége 20 mm-nél kisebb, és testük átmérője is kevesebb mint 1 mm. Általában fehér, átlátszó színűek. Táplálékaik főleg mikroorganizmusok, de bélcsatornájukat kb. azonos arányban töltik ki a növényi maradványok, gombafonalak és az ásványi talajkeverék. Az avarszintben élő állatok „előnyben részesítik” az ugróvillások, atkák ürülékét és a gombákat.

A földgiliszták (*Lumbricidae*) három ökológiai típusba foglalhatók össze: avarlakók, járatásók és ásványitalaj-lakók. Ez egyben vertikális eloszlást is jelent.

Nagyon érzékenyen reagálnak a szárazságra. A kezdődő szárazság elől mélyebbre ásnak, majd kis csomóba összegöngyölödve vészeli át a kényszernyugalmi állapotot. A közép-európai fajok hőmérsékleti optimuma általában 10 °C körül van. Aktivitásuk 0 °C-nál a nullára csökken, a 25 °C-os meleget pedig a legtöbb faj még kedvező nedvességviszonyok mellett sem éli túl. A giliszták tápláléka főleg holt növényi maradványokból áll, zöld részeket csak ritkán fogyasztanak. A fenyőerdők talajának alacsony pH-ja és a rosszul lebomló tőfalom gátlóan hat a giliszták fejlődésére. A földgiliszták gyakorlati jelentősége a talaj termékenységében részint a táplálék felvételében, emésztésében, részint pedig a járatok készítésében, a talaj alkotórészeinek összekeverésében, a talajszerkezet kialakításában van.

Ikerszelvényesek (Diplopoda) osztálya

- 10 000 faj, 2-4 cm (30)
- 2-4. szelvényen 1 pár láb, a többin 2 pár (max 350 pár)

IZELTLÁBÚAK
törzse Soklábúak
altörzse



12-80 000-re besülik
a teljes fajszámot

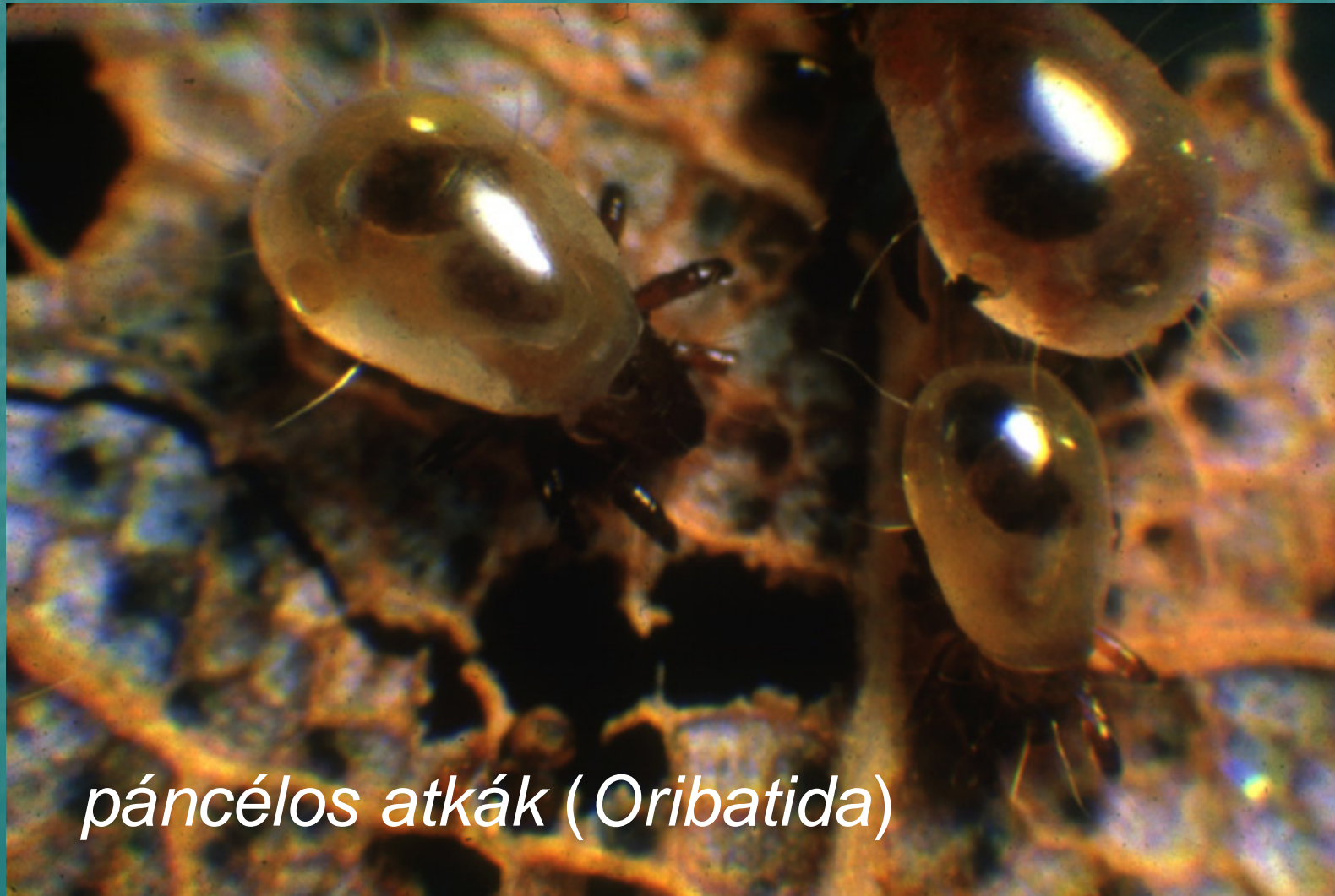
Életmód: talajlakók,
többnyire növényi
korhadékot esznek
(bélbaktériumok!)
avar

felaprózásában,
humuszképzésben
nagyon fontosak, +
kevés ragadozó

Nagyobbik
alosztályuk az
ezerlábúak
(Chilognatha)

Cl.: Pókszabásúak (Arachnida) osztálya

Atkák (Acari) alosztálya



páncélos atkák (Oribatida)

SOIL MITE) Az eddig leírt kb. 15 000 faj

Többségük tipikus erdőlakó, a talajban él. Méretük 0,2–2 mm.

Szemük hiányzik, de fényérzékelő képességük bizonyítható. Fejlődésük egy „lárva” és három „nympha” stádiumon keresztül éri el a kifejlett állapotot. A lárva szakaszt három pár láb, a többit 4-4 pár jellemzi.

Az atkák számos családjából a talajfauna számára jelentősebbek a *páncélos atkák (Oribatida)* és a *ragadozó atkák (Gamasina)*. A *Gamasinák* többsége carnivor, táplálékspektrumuk a fonalférgektől az ugróvillásokig terjed.

A páncélos atkák talajbiológiai jelentősége igen nagy. Nevüket erős, sötétbarna kutikulájukról kapták. A többé-kevésbé gömb alakú test méretéből következtethetünk a talaj pórusos szerkezetére is. Végtagjaikat szorosan a testhez tudják simítani vagy néhány fajnál egy csuklós ízesüléssel az állat teste szabályosan összehajtható egy zárt tömbbe. Így a kültakaró hatásos védelmet nyújthat a ragadozók vagy a kiszáradás ellen. Ez lehetővé teszi, hogy a páncélos atkák a talaj különböző vertikális szintjeiben egyaránt megtelepedhessenek. A legtöbb faj mindenevő, így rendkívül nagy egyedszámuk révén kiemelkedő szerepet játszanak a lebontásban.

Cl.: Malacostraca - Felsőrendű rákok

Ászkák (Isopoda)



Armadillidium vulgare

szürke gömbászka



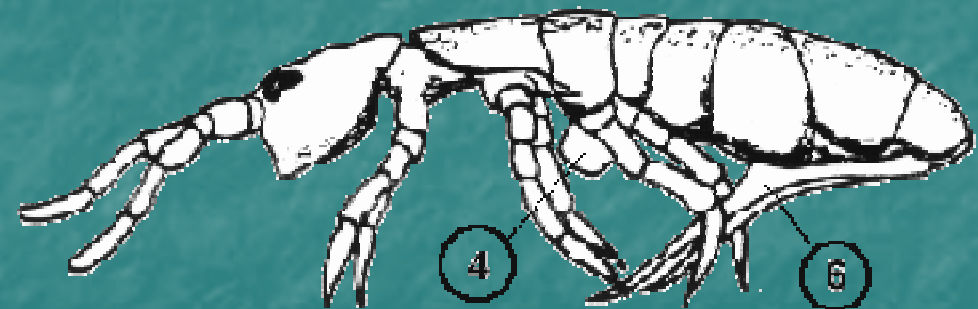
Kellerassel
(*Porcellio scaber*)

Hatlábúak (Hexapoda) altörzse

- Cl.: Parainsecta

O: Protura

O: Collembola –Ugróvillások



Protura: Talaj átszellőzött 3-10 cm vastag rétegében élnek; 0,5-2mm

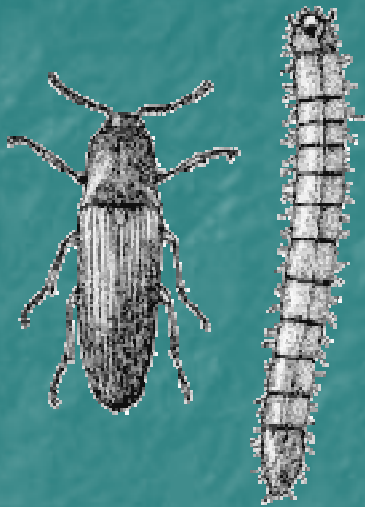
Collembola 0,2-9mm

A talaj belsejében élők pigment nélküli, vak állatok, az ugróvillájuk pedig redukálódott. A felszínen élők élénk színűek, jól ugranak, pontszemeik száma teljes, és megtermékenyített petéikkel szaporodnak, szemben az euedaphon formák között gyakori parthenogenetikus szaporodással.

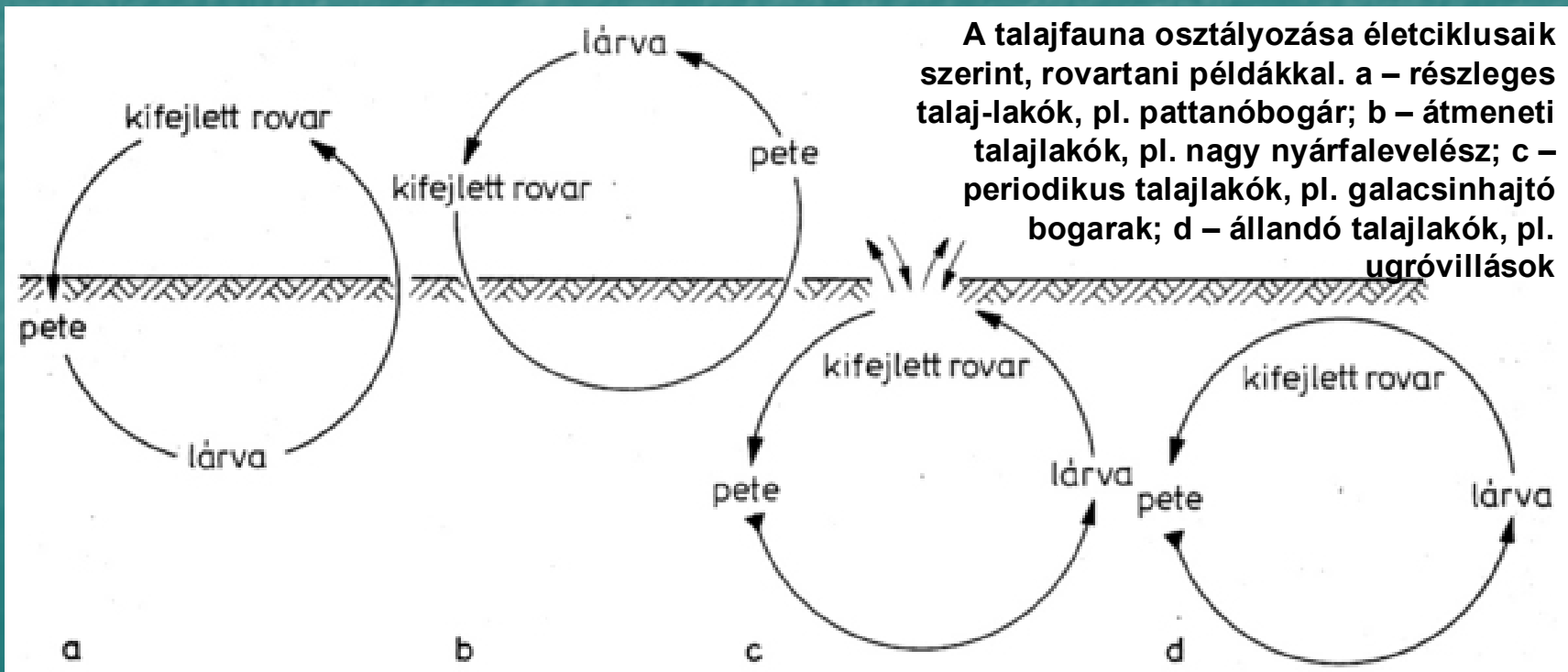
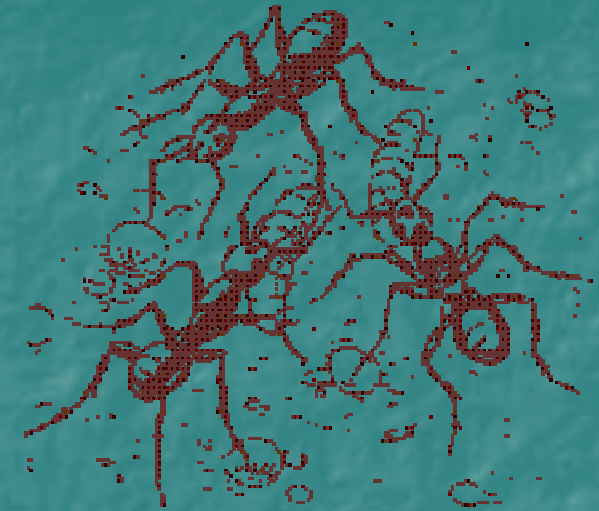
A Földet ma benépesítő rovarok között az ugróvillások a legszámosabbak, felülmúlva a hangyákat, természeteket, legyeket stb. 1000 db/1l erdei földben. A többségük detritusz-, spóra- és mikrobaevő, miközben sok ásványi anyag is áthalad a bélcsatornájukon. Így joggal nevezhetjük az ugróvillásokat a talajképződés, talajélet katalizátorainak, mert bélcsatornájuk mikroflórájával „beoltják” a talajt. Hőmérséklet-toleranciájuk tág határok között változik. Ismertek kifejezetten télen aktív fajok, amelyek tömegszaporodásukkor sötétre festik a havat, pl. a *Hypogastrura socialis*, de a többség hőmérséklet-optimuma 5–15 °C között van.

Az európai fajok száma kb, 1800, de egy-egy erdőállományban még sincs több általában 100–150 fajnál, a domináns fajok száma pedig jellemzően alig egy tucatnyi.

Insecta – Rovarok osztálya



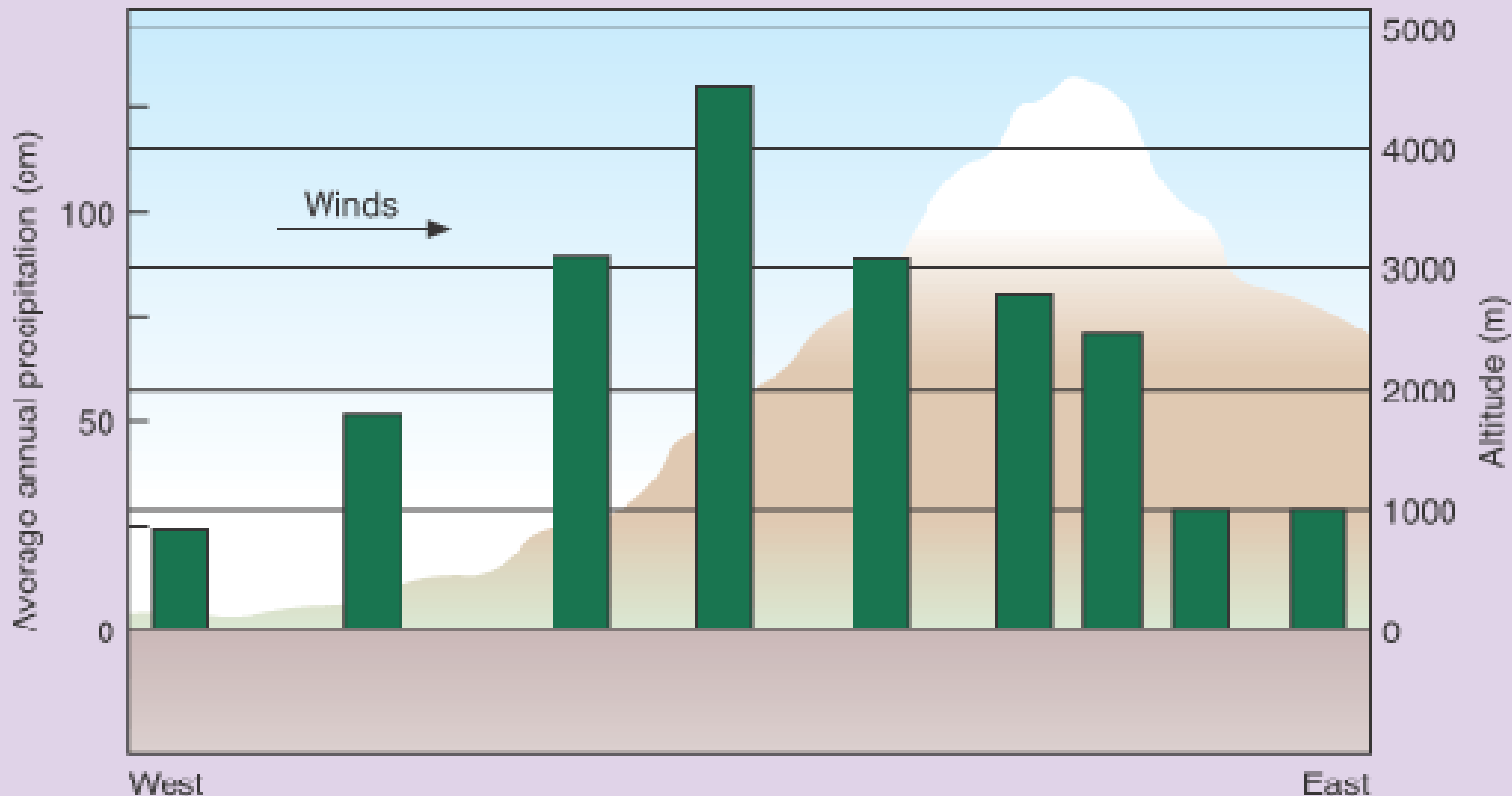
főként lárvák,
bogarak, hangyák



A domborzat

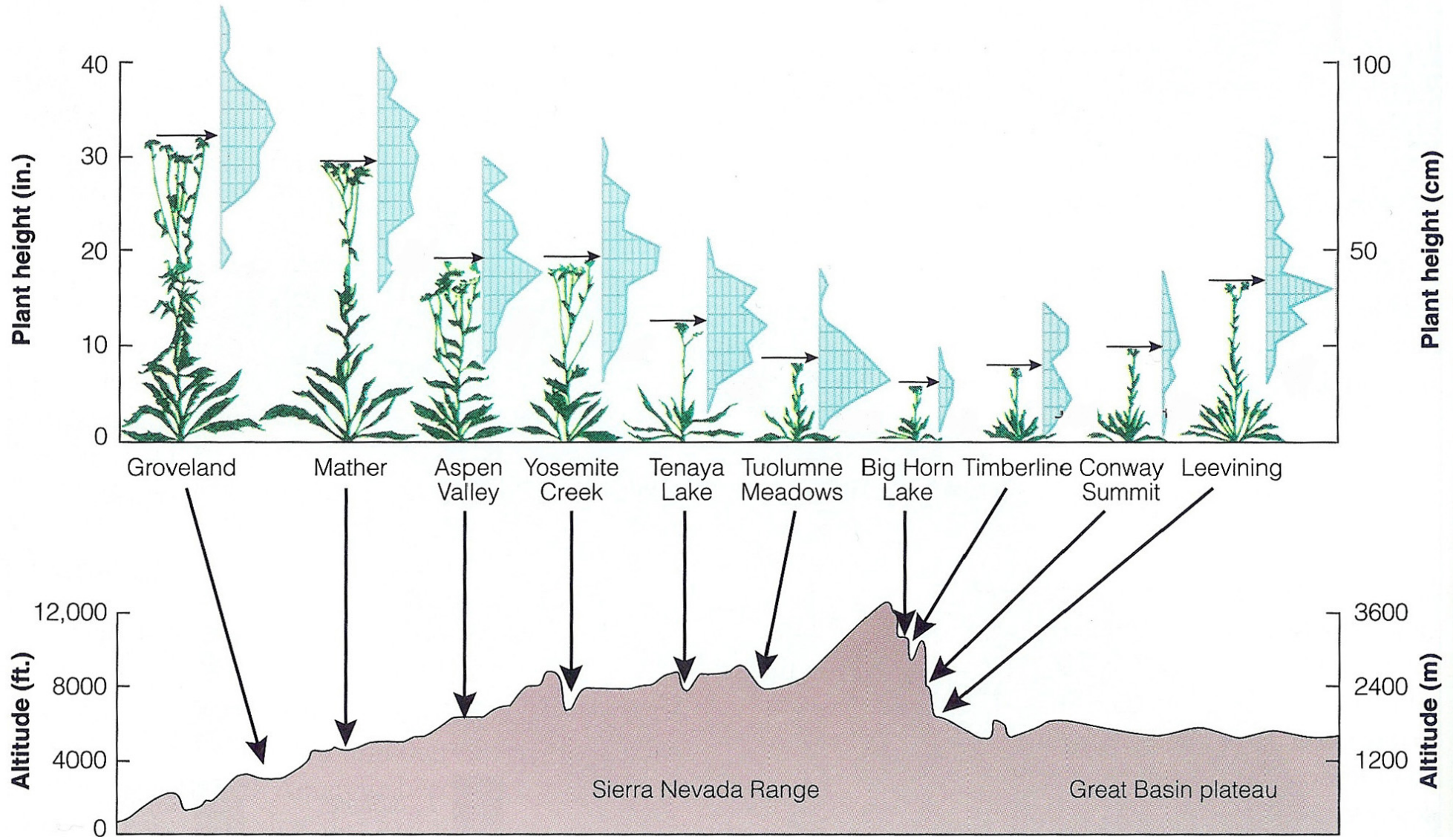
- nagy domborzati tényezők (macrorelief)
hegységek elhelyezkedése,
tengerszintfeletti magasság
- kis domborzati tényezők
kiettség
lejtőszög

A domborzat hatása a csapadékmennyiségre



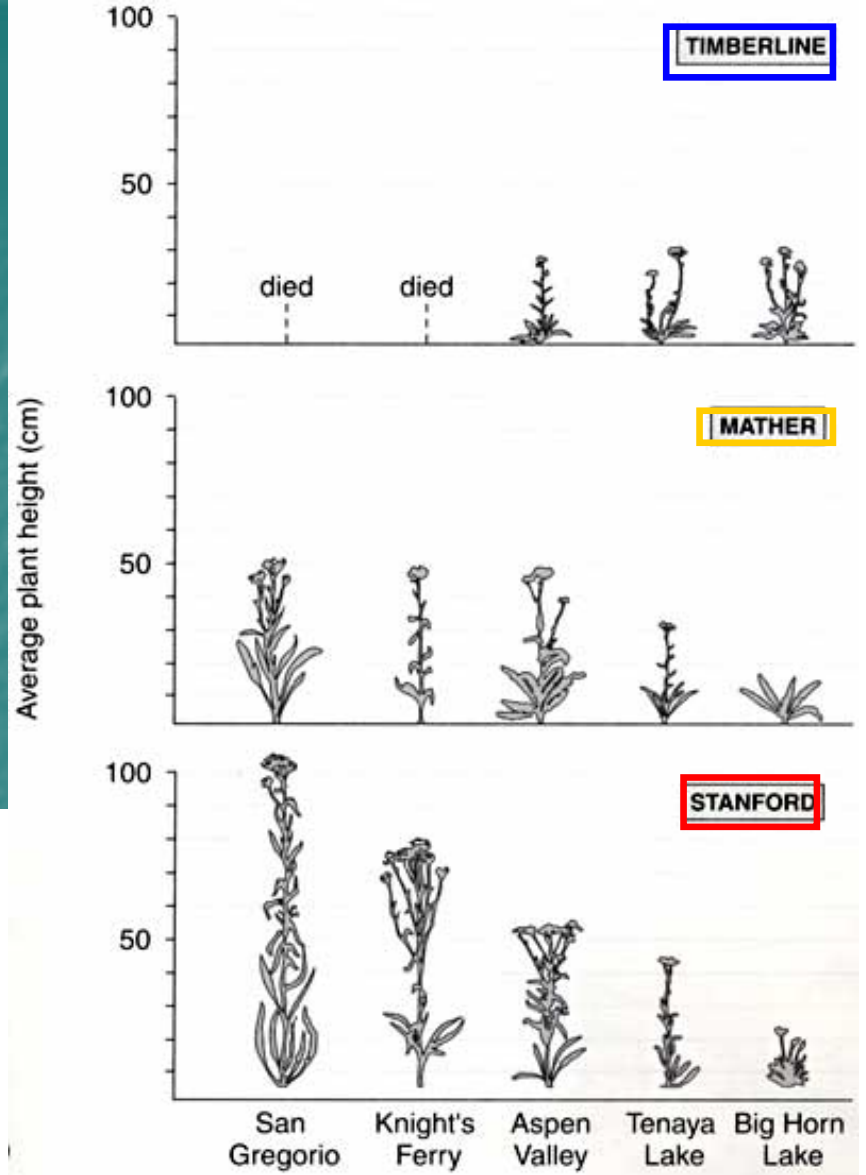
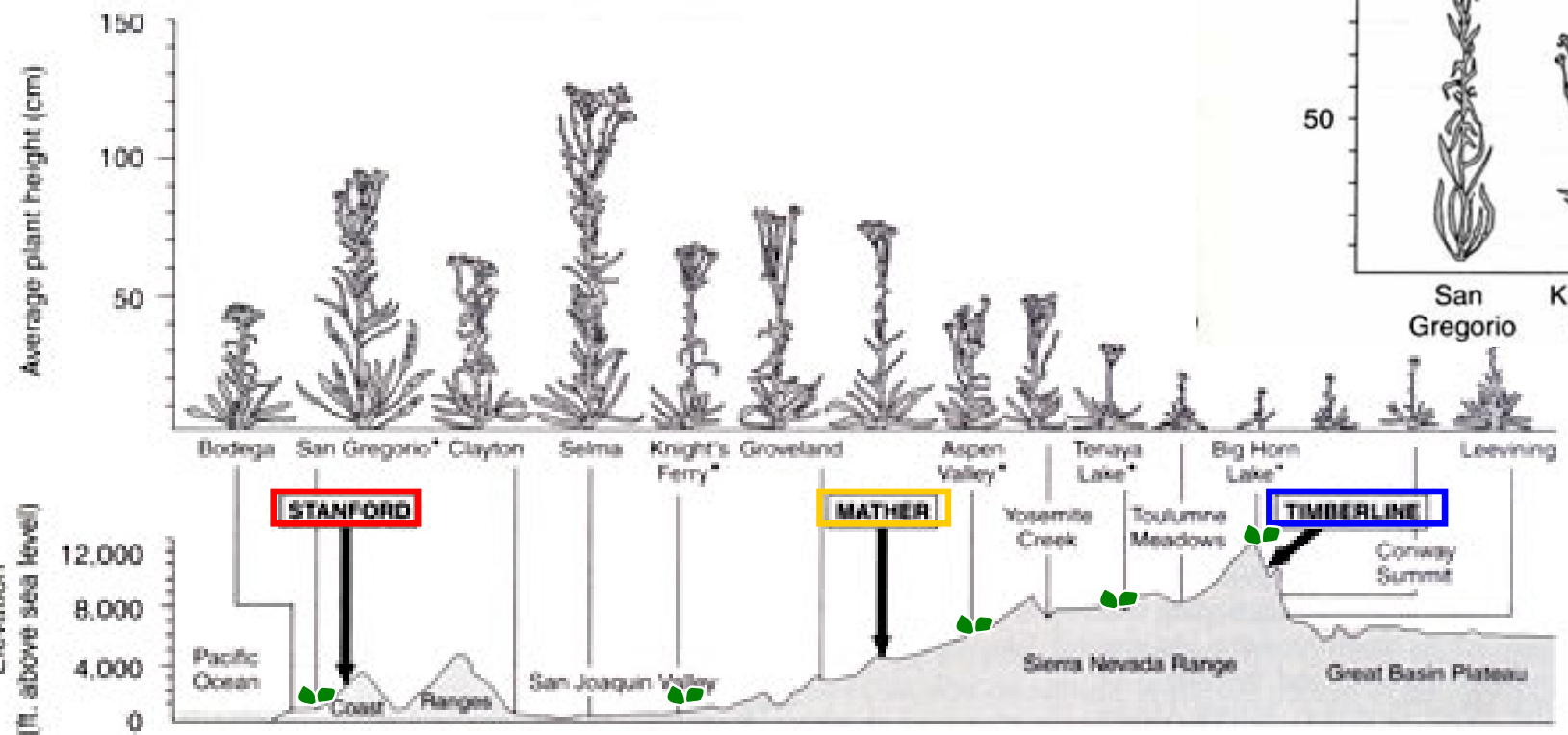


Cickafark populációk a Sierra Nevada hegységben



Clausen, Keck és Hiesey kísérletei

Különböző tengerszint feletti magasságból vett egyedek klónjait 3, különböző magasságban lévő közös kertben nevelték.



Ökotípus fogalma

Környezeti tényezők

```
graph TD; A[Környezeti tényezők] --> B[abiotikus]; A --> C[biotikus]
```

abiotikus

- fény
- hő
- víz
- levegő
- talaj
- domborzat

biotikus

Környezeti tényezők



forrástényező

kondicionáló t.

- az élőlények fogyasztják

- élőlények nem csökkentik

- befolyásolja az egyedsűrűség

- egyedsűrűségtől fglen

*pl. nedvesség, tápelemek
zsákmány, élettér, búvóhely,
fészkelőhely (egyeseeknek
regenerálódniuk kell, másoknak
nem)*

*pl. hőmérséklet, pH,
nedvesség, sókoncentráció*

Forrástényezők csoportosítása

- **esszenciális**

mással nem pótolható (pl. Ca, P, víz, O₂)

- **helyettesíthető**

NO₃⁻ - NO₂⁻ - NH₄⁺, zsákmányok

- **szinergista**

másik jelenlétében hatékonyabb

- **antagonista**

egymás jelenléte gátló

(sok Ca nehezíti a Fe, Mg és egyes nyomelemek felvételét)

Környezeti tényezők hatásmechanizmusa

- közvetlen

- közvetett

- más abiotikus tényezők módosításával

- biotikus kölcsönhatások módosításával

- pl. mutualisztikus partnert befolyásolja

- pl. a mészkedvelő növények nem a Ca-tartalomért,
hanem ezzel járó tulajdonságolért (jó szellőzöttség)

- pH -> ásványianyag-felvehetőség

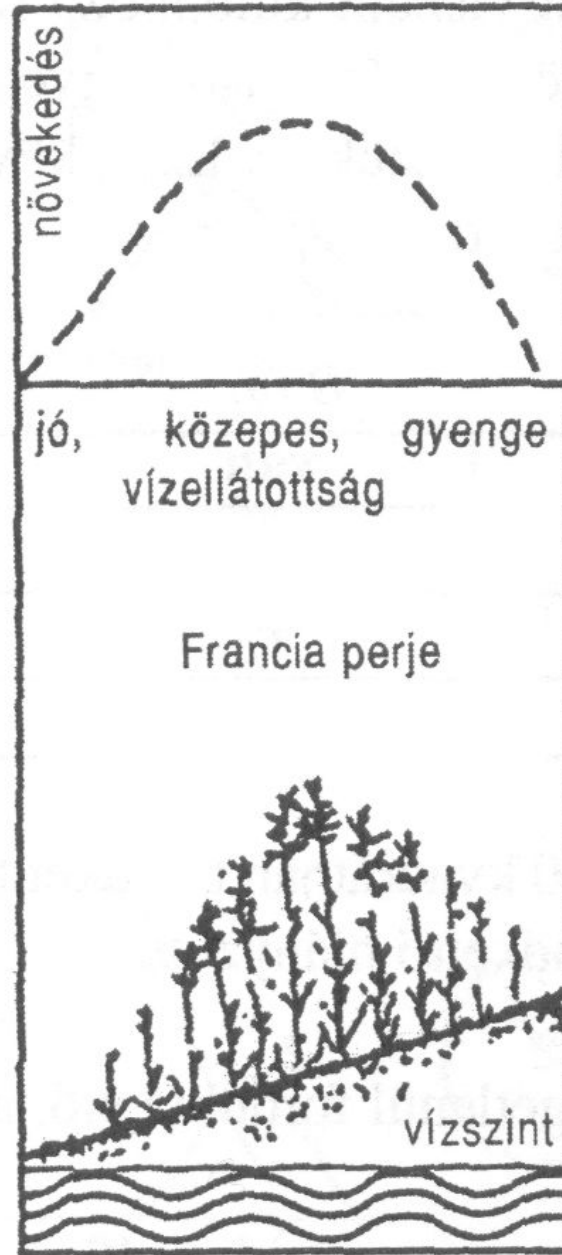
Fiziológiai és ökológiai környezeti igény

- fiziológiai igény – laboratóriumban kimérhető toleranciatartomány (1 faktorra)
- ökológiai igény – a természetben jelenlévő egyéb korlátozó tényezők hatása alatt megfigyelhető toleranciatartomány

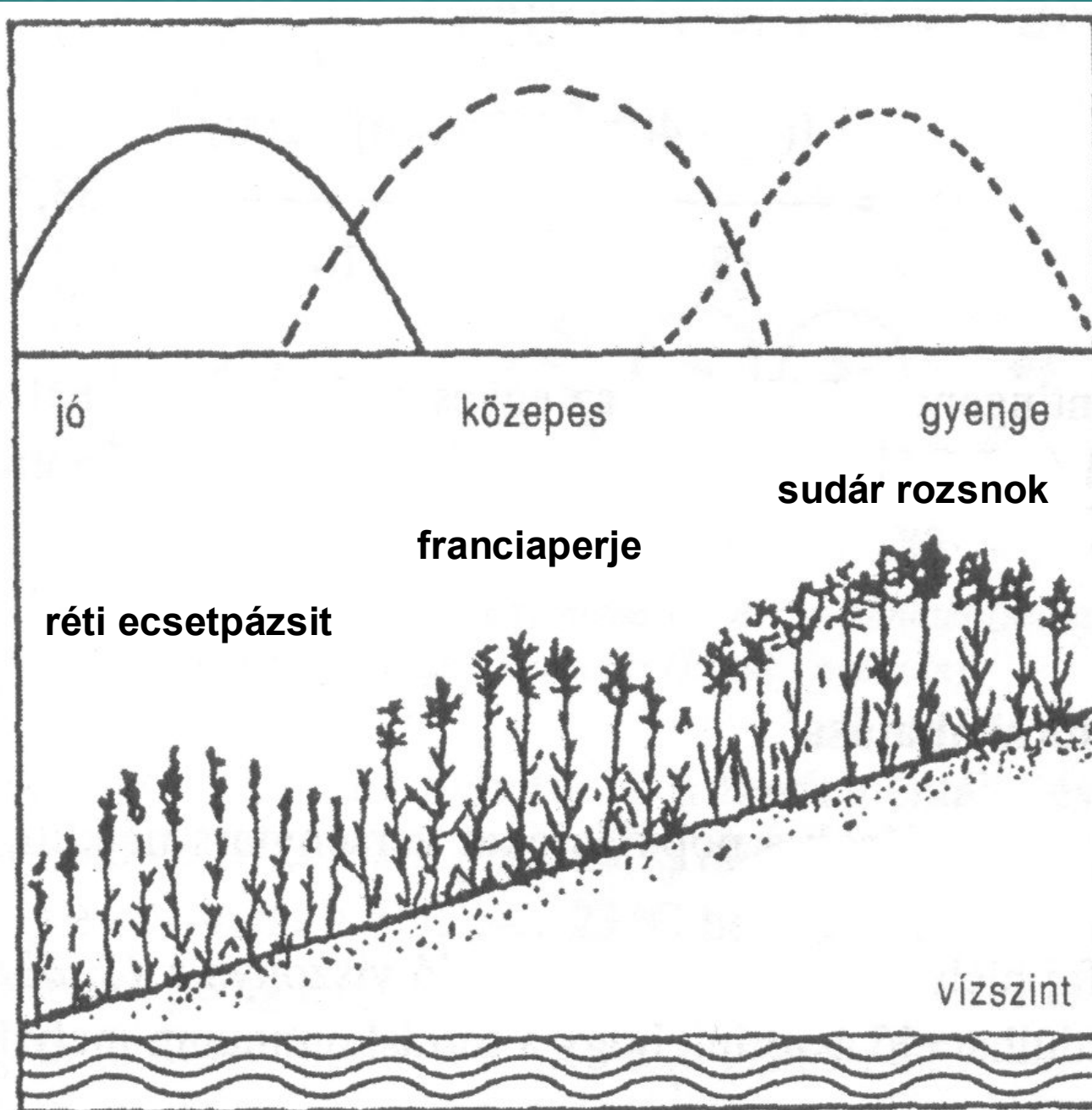
Ellenberg kísérlete

Külön vetve

A



Ellenberg kísérlete



Réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*), franciaperje (*Arrhenatherum eliatum*) és a sudár rozsok (*Bromus erectus*) külön vetve a töltésre közepes talajnedvesség-igényűnek mutatkozik (legnagyobb hozamot közepes vízellátottságra kapunk).

A három faj magkeverékét vetve azonban különböző vízigényt mutatnak.

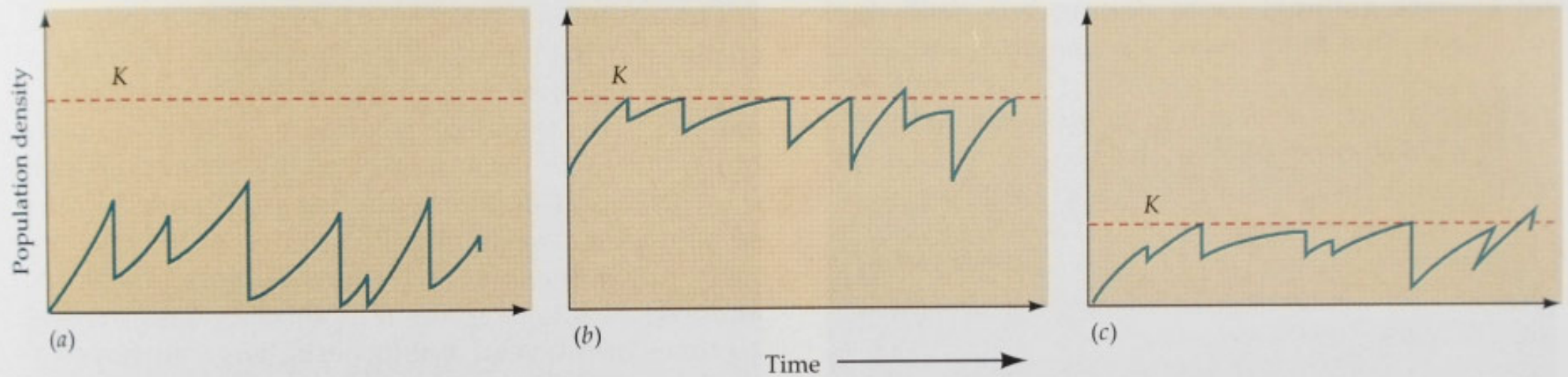
Az ökológiai optimum a fiziológiai igény és versengés együttes eredménye.

Ellenberg-szabály: Az ökológiai optimum általában nem esik egybe a fiziológiai optimummal.

A fajok természetes körülmények közötti előfordulása kevéssé tükrözi a igények optimumát, jóval inkább a tűrőképesség azon tartományát mutatja, ahová versenytársai beszorítják.

Zavarás

- Rövid ideig tartó hatás, amely a környezet megváltoztatásával a populációra negatívan hat
- Pl. hurrikánok, áradások, földcsuszamlások, lávafolyások, erdőtüzek ill. biológiai zavaró hatások (fakidőlés, taposás, betegség)
- A kis termetű fajok több és erősebb zavarásnak vannak kitéve, ezek egyedszáma jóval a körny. eltartóképesége alatt van



47.15 Disturbances Regulate Population Size

(a) Dynamics of a population dominated by phases of population growth after repeated disasters. The population density is well below K (the carrying capacity) most of the time. (b) Dynamics of a population dominated by limitations on environmental carrying capacity. The population density is close to K most of the time. (c) Same as (b) but with a much lower carrying capacity.