

Estuáry, útesy, louky, lesy...

aneb
produktivní příbřežní ekosystémy



ESTUÁRY

oblasti, kde se mísí mořská voda s vodou říční, vzniká brakická voda

➤ Zatopená říční údolí

po poslední době ledové,
před. 11,6 -7 tis. lety

nárůst mořské hladiny o cca 60 m

➤ Fjordy

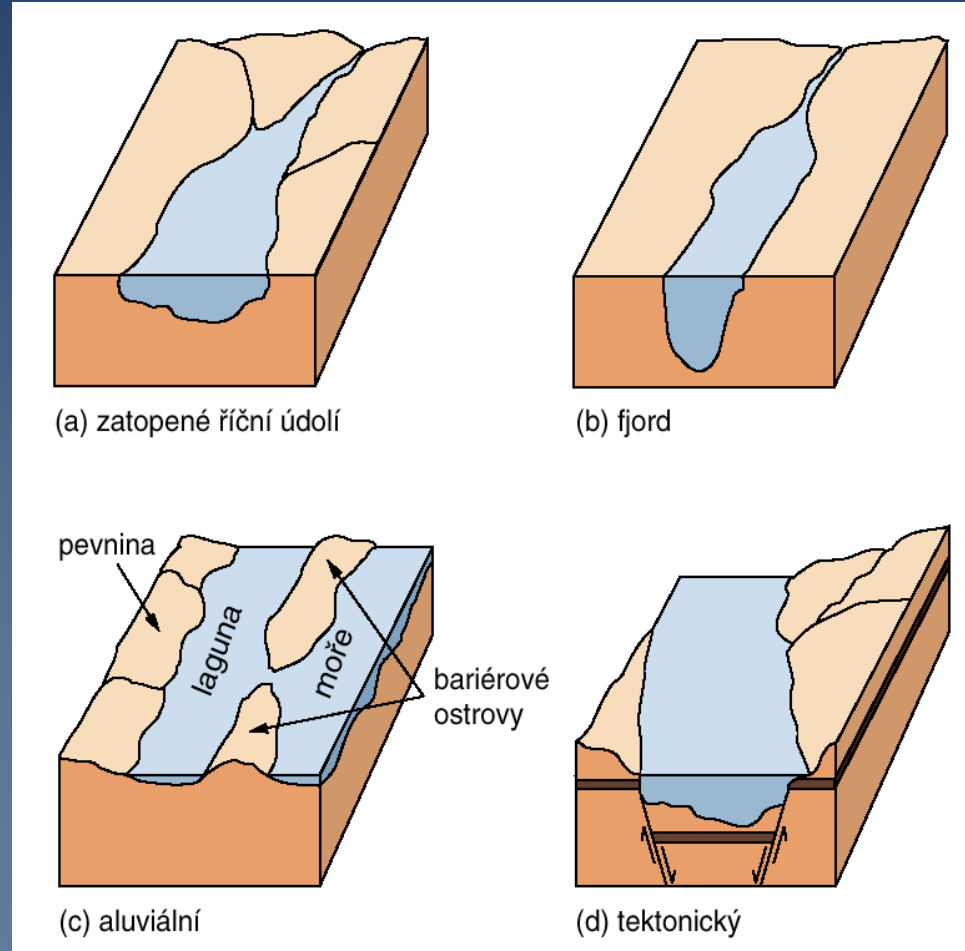
zatopená ledovcová údolí

➤ aluviální estuáry („mělčinové“)

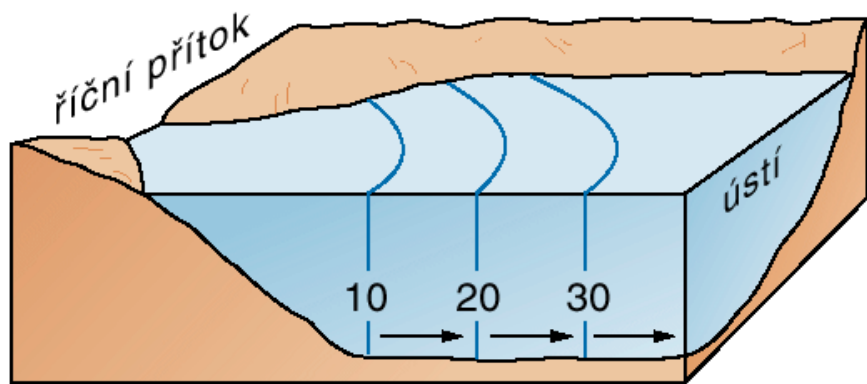
písek a štěrk vytvářejí ostrůvky
nebo dlouhé písčité výběžky –
systémy propojených estuárů
nebo lagun

➤ tektonické estuáry

vzniké v geologických zlomech a
lokálním poklesem

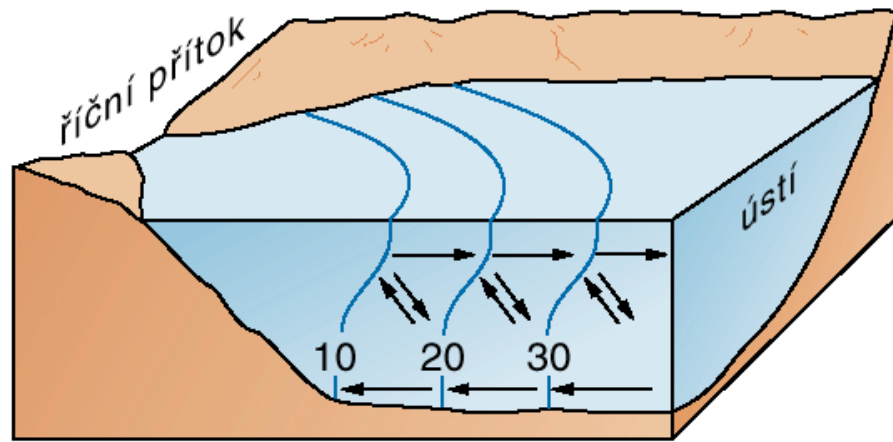


Salinita v estuárech



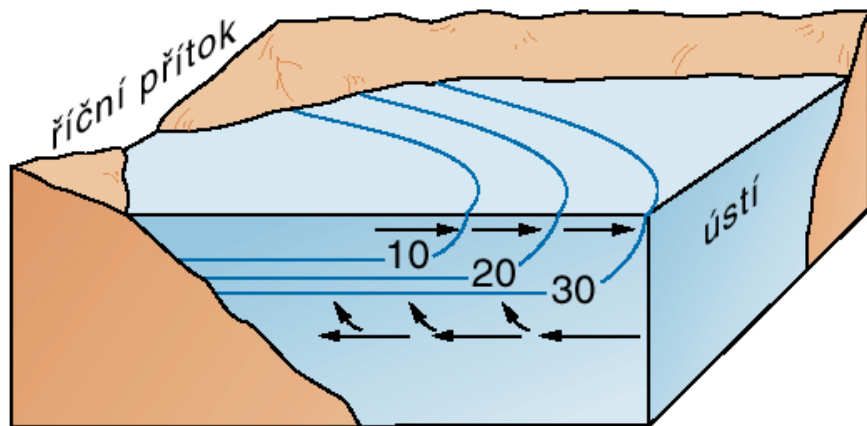
vertikální mísení

(a)



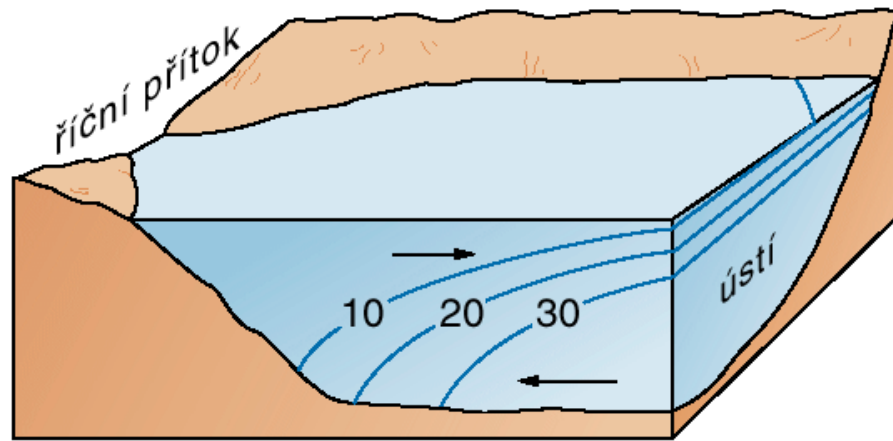
slabě rozvrstvený

(b)



silně rozvrstvený

(c)



slanovodní klín

(d)

Podélná zonace salinity v estuáru

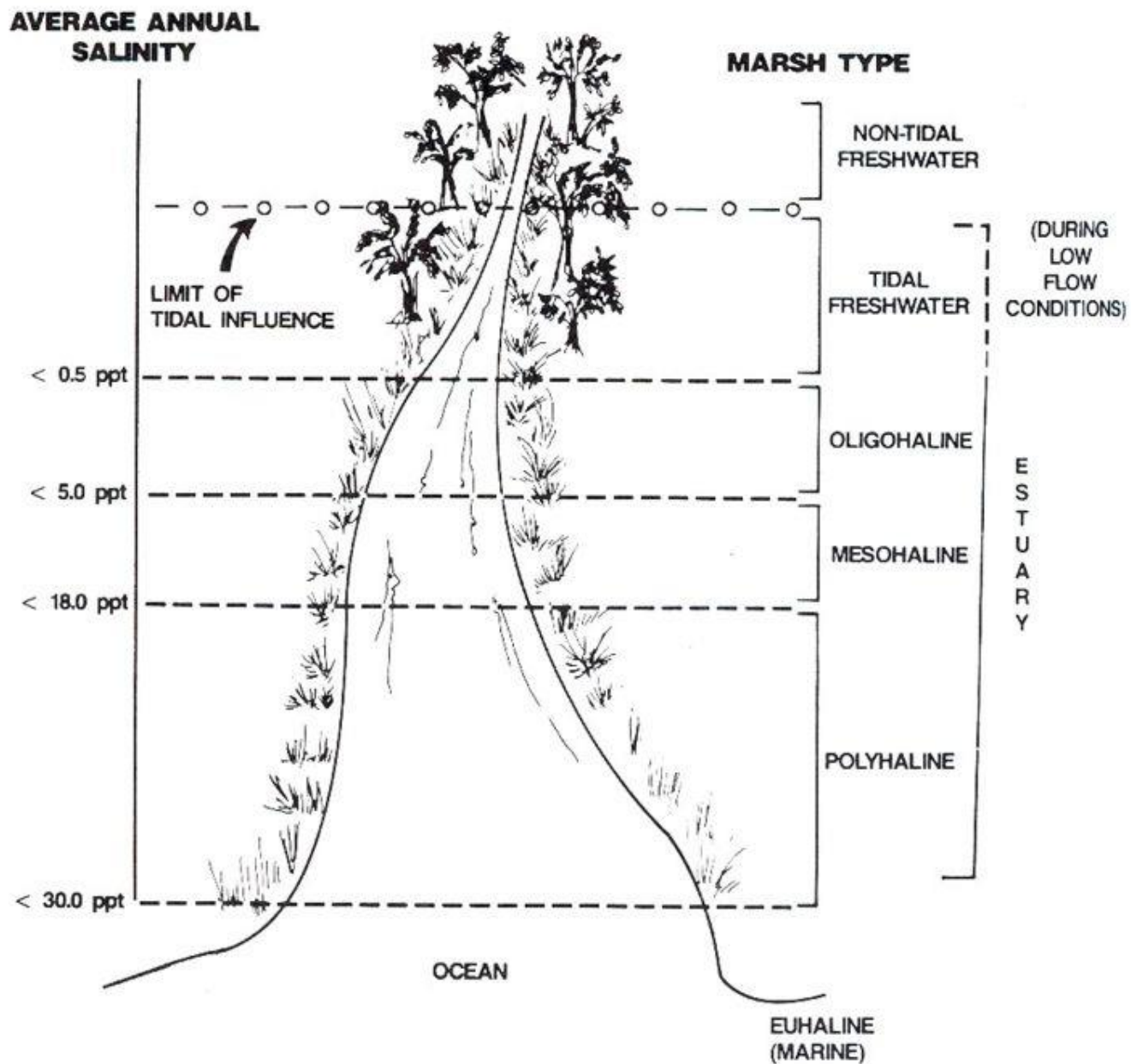
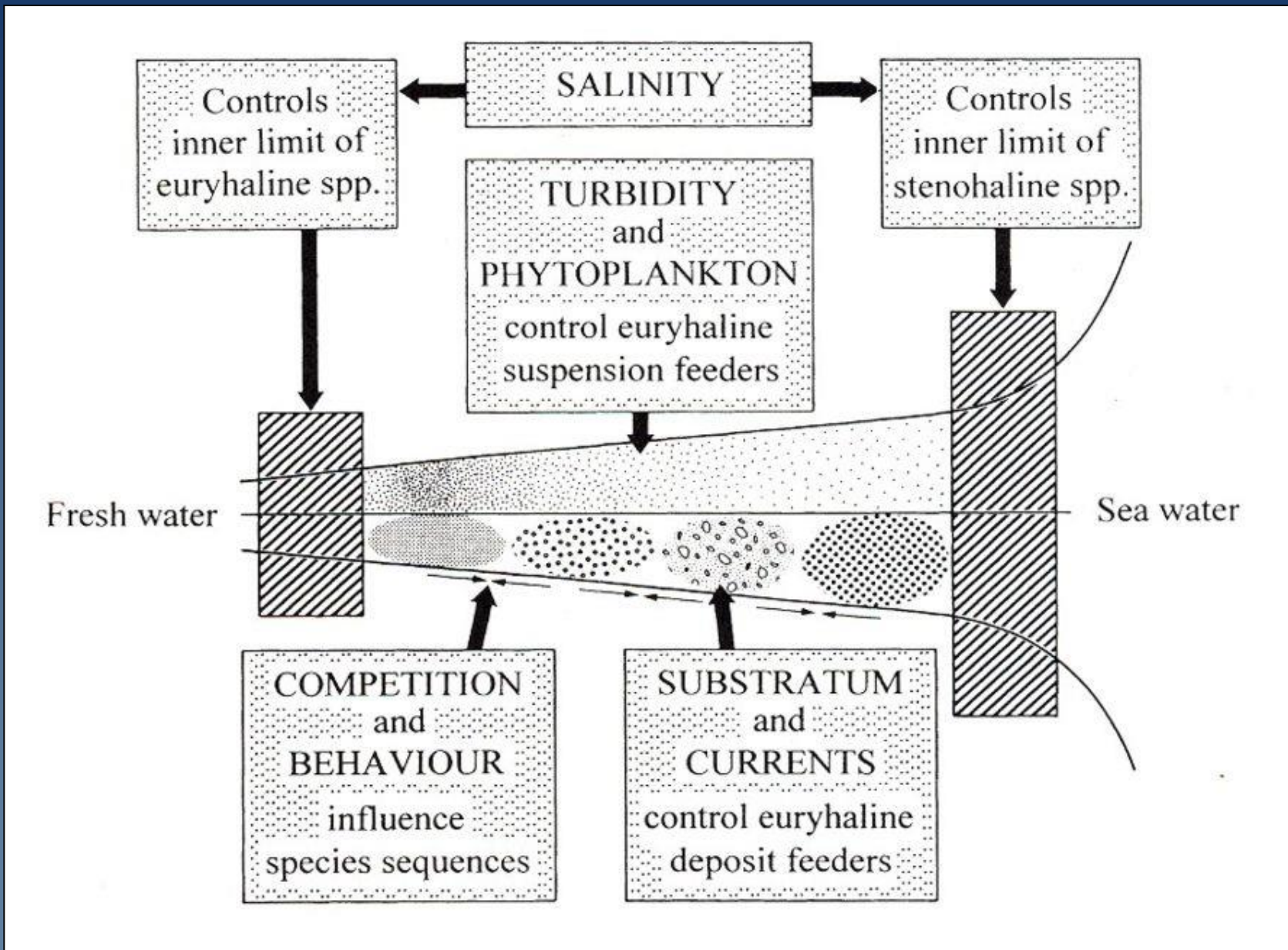


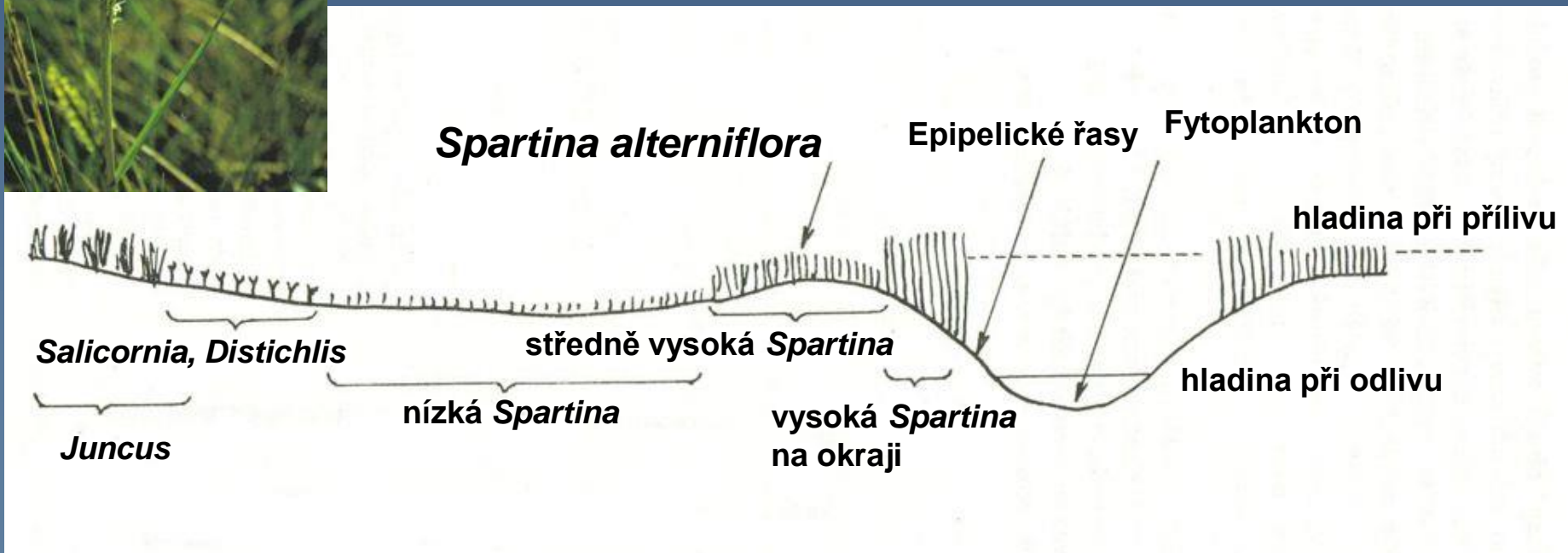
Schéma vlivu různých parametrů na distribuci organismů (zejména bentických živočichů) v estuárech



Producenti v estuárech

estuáry mívají velmi vysokou primární produkci

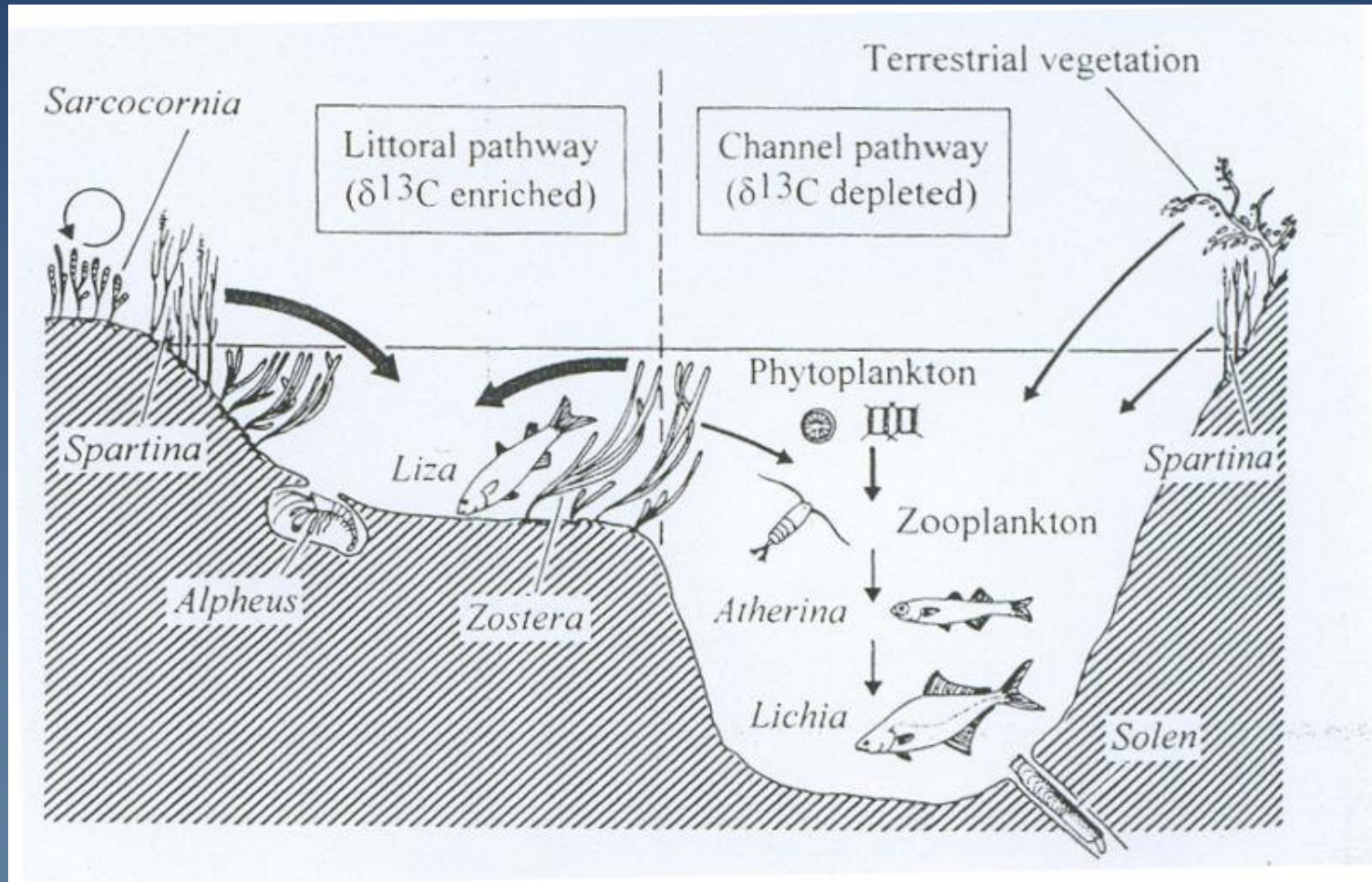
Spartina alterniflora - hlavní producent
(event. mořské „trávy“ rodu *Zostera*, *Thalassia*)
Bentické epipelické řasy
Fytoplankton



Estuarinní fauna využívá jak rostlinného detritu, tak produkce fytoplanktonu

- dominují toky energie přes bentický potravní řetězec

Potravní síť v Kariega estuary, J Afrika sledovaná pomocí izotopové analýzy $\delta^{13}\text{C}$

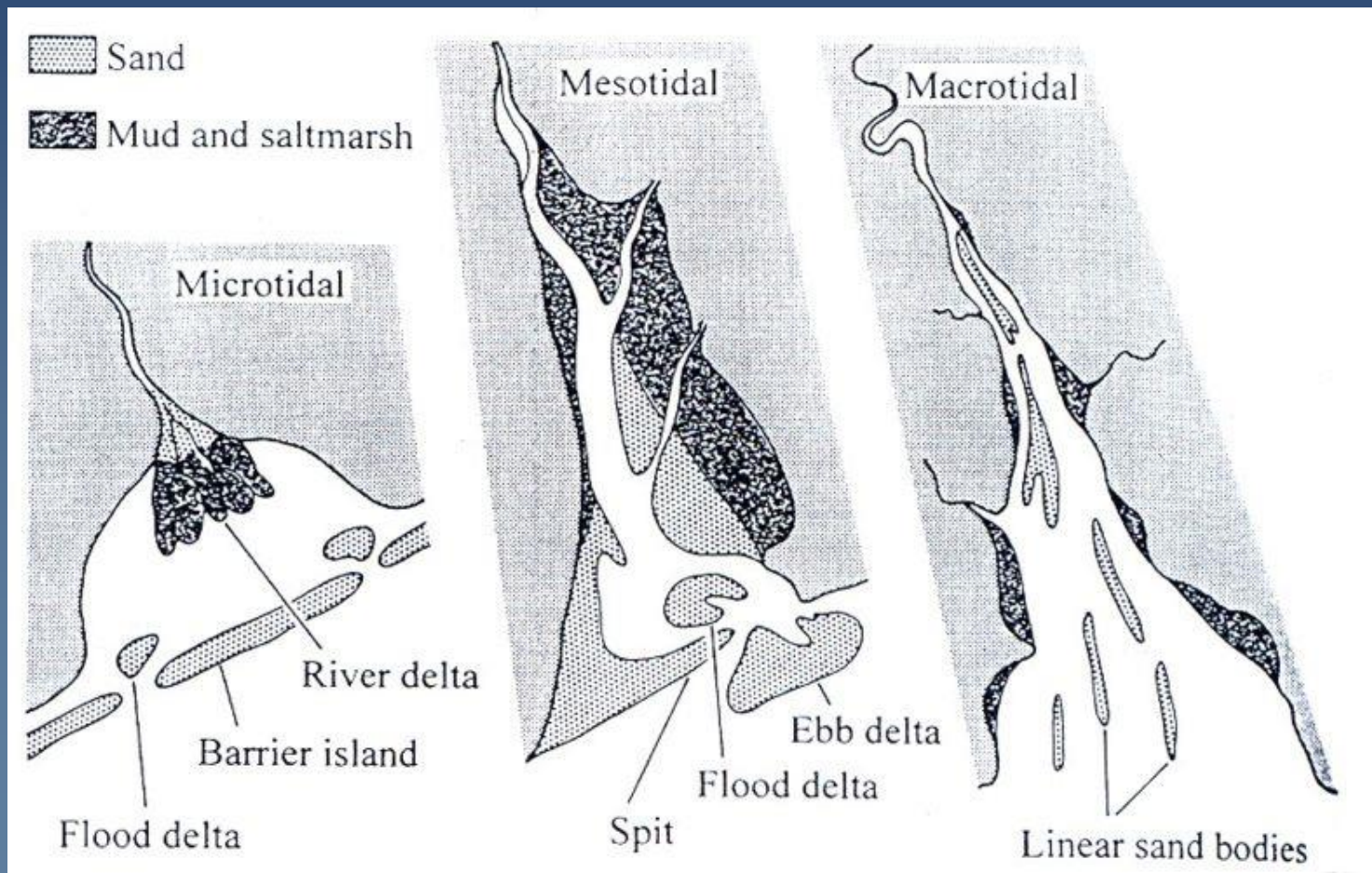


Ukládání sedimentu v estuárech

Mikrotidální e. (microtidal estuaries) - výška přílivu menší než 2 m

Mesotidální e. (mesotidal estuaries) - výška přílivu mezi 2-4 m.

Makrotidální e. (macrotidal estuaries) - výška přílivu vyšší než 4 m



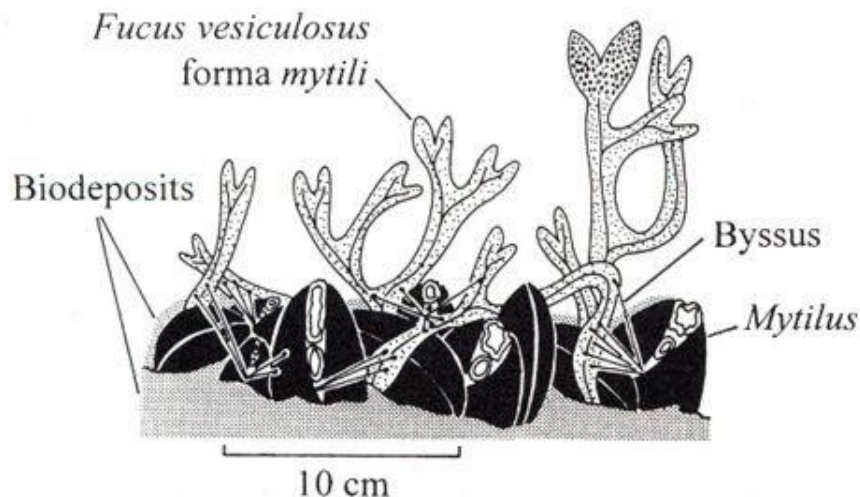
Vliv substrátu na distribuci bentosu

Vývoj chaluh na
lasturách slávek
Mytilus edulis

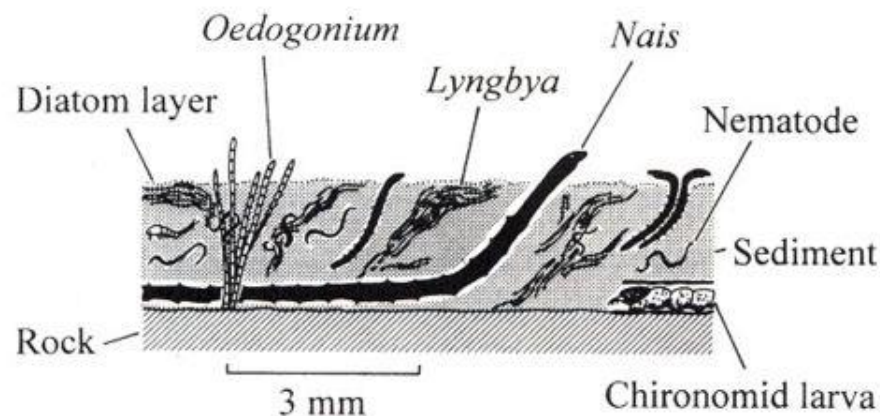
Silná populace naidek *Nais
elinguis* (až 200 000/m²)
v nárostech řas na jílovitém
dně („aufwuchs“)

Příklady „tvrdého substrátu“ s pokryvem sedimentu

Mudflat mussel beds (Wadden Sea, Germany)



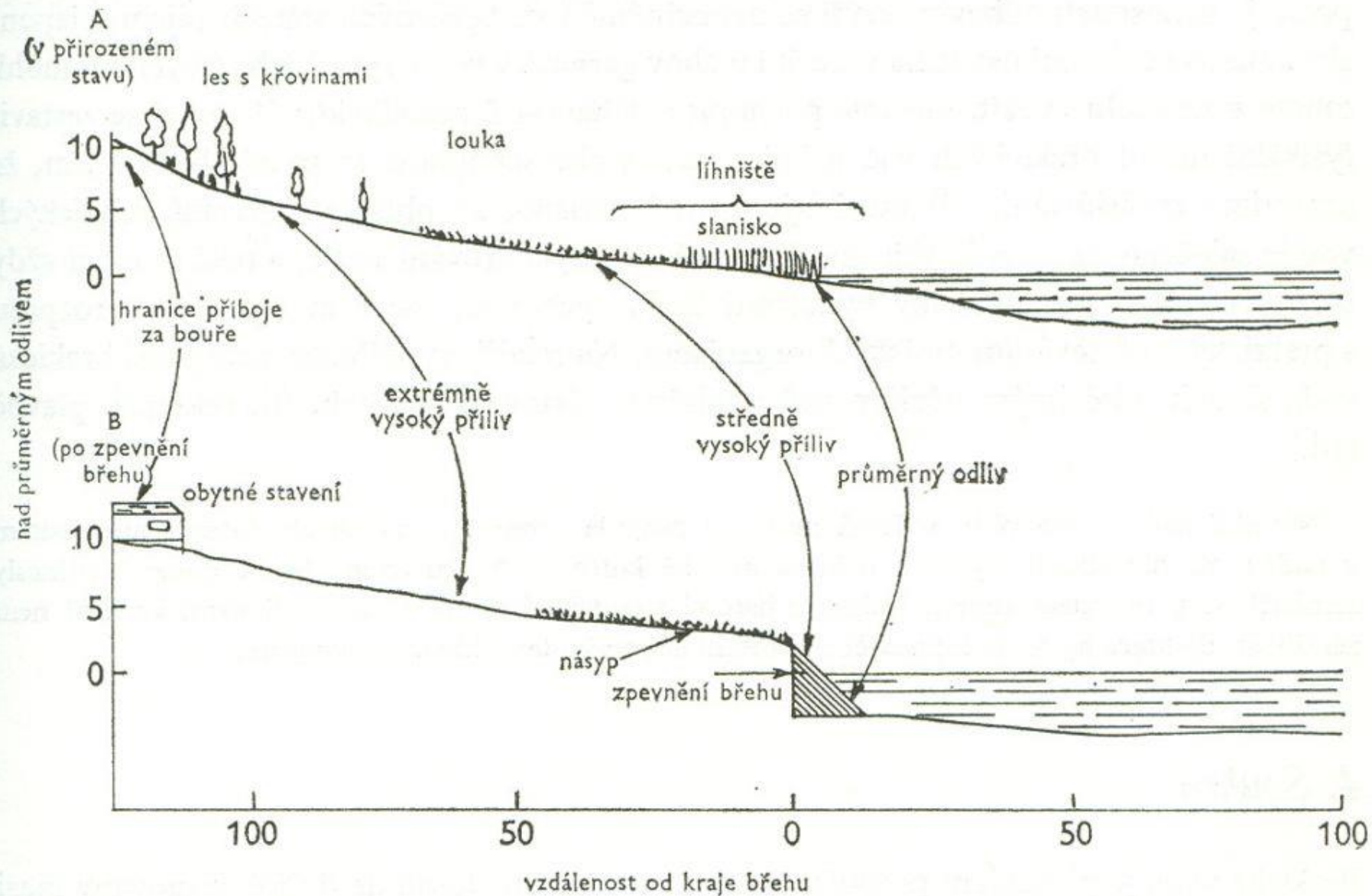
Aufwuchs in a coastal lagoon (Swanpool, UK)



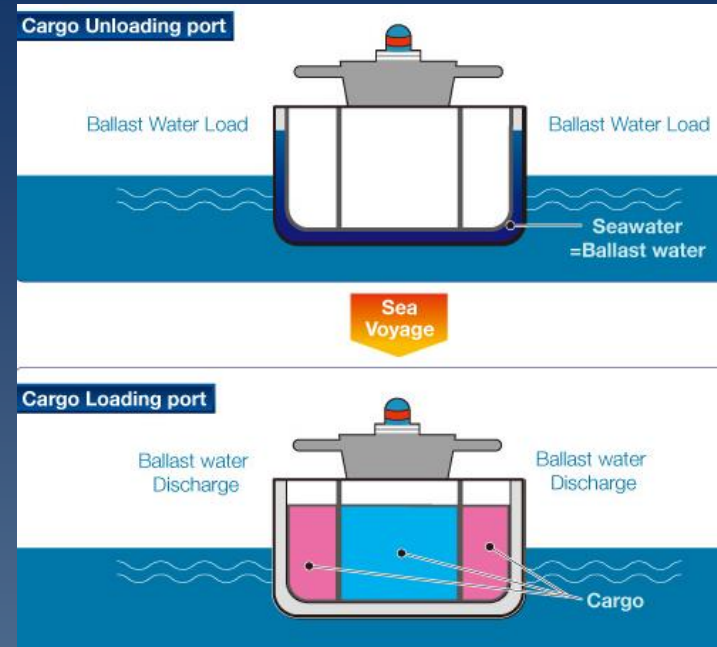
Antropogenní vlivy v estuárech

- Zabírání „půdy“ (*land-claim, reclamation*)
v 25-50 % ztráta pobřežních a estuarinních mokřadů v Británii a USA
→ redukce množství vody v estuáriu
→ redukce biomasy a produkce bentických živočichů a rostlin a ovlivnění celého estuarinního potravního řetězce
- Přílivové elektrárny (*barrages*);
– omezení bouřlivého vlnobití; zásobárny sladké vody ... ALE
→ zmenšení intertidální oblasti
→ změna struktury potravních sítí v důsledku omezení proudění, zvýšení sedimentace a eutrofizace
→ migrační překážka pro ryby

Antropogenní vlivy v estuárech



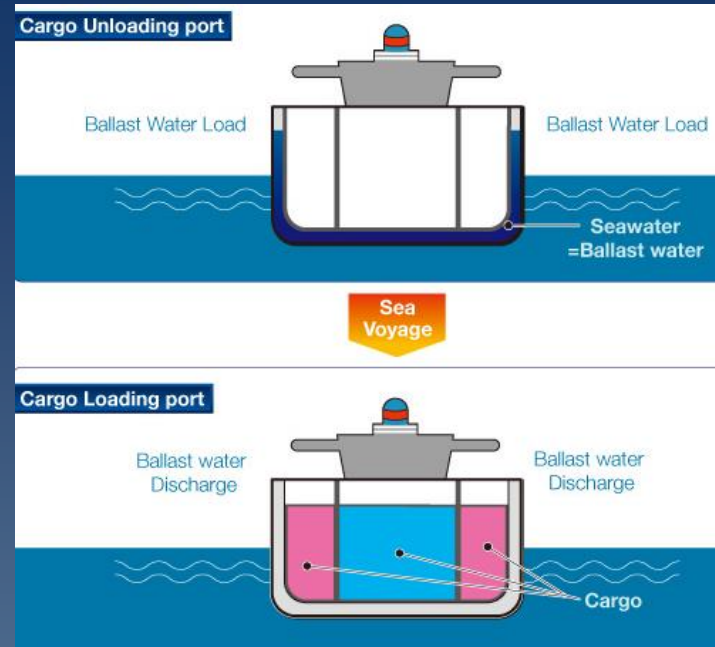
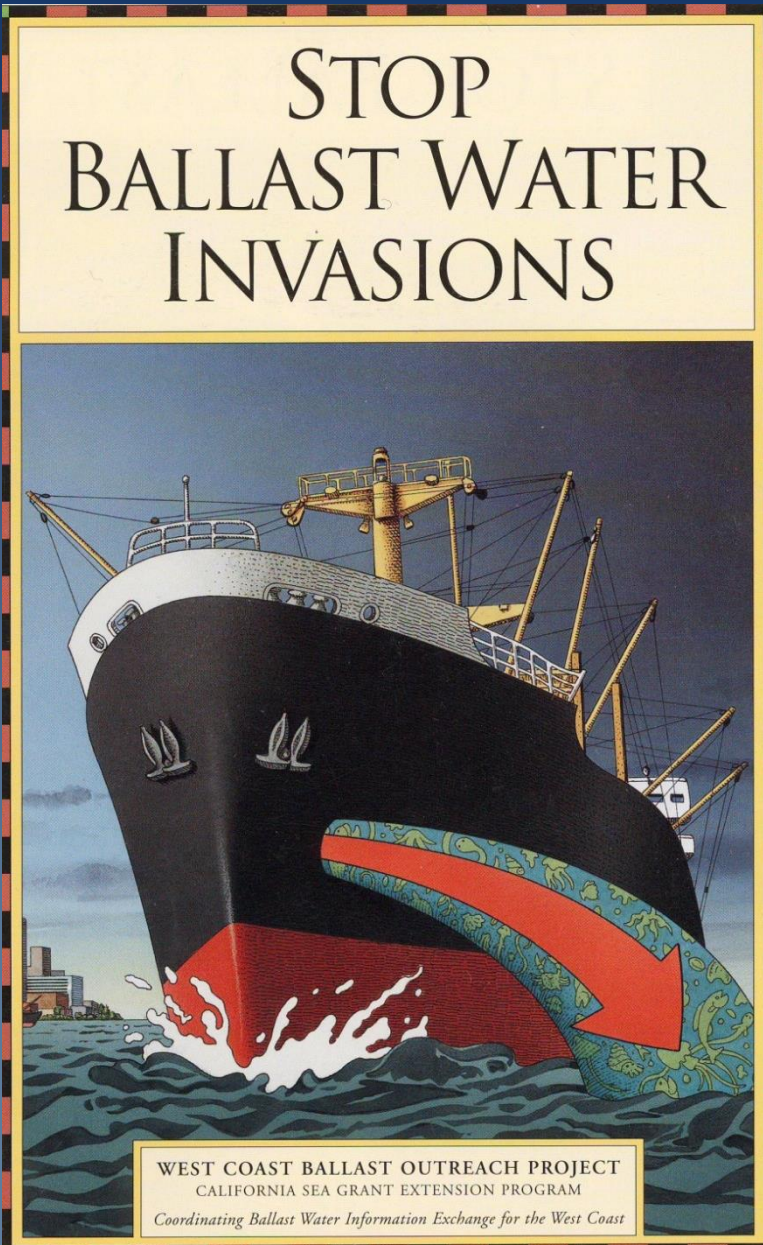
Invazní druhy



Biologické invaze: velký dopad v estuarinních ekosystémech v důsledku podobných abiotických faktorů v různých částech světa v důsledku

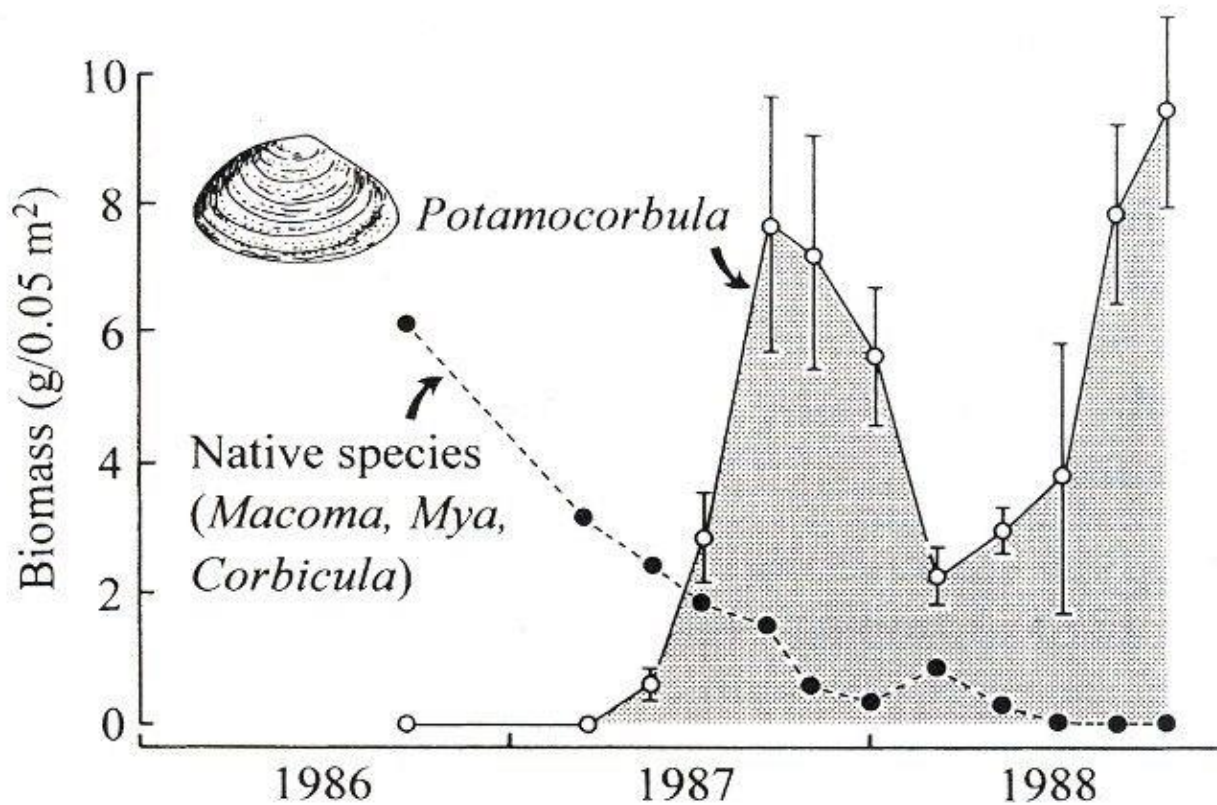
1. široké ekologické valence místních druhů a toleranci k výkyvům podmínek prostředí
2. časté přítomnosti diapauzujících stádií v životních cyklech
3. transportu vývojových stádií činností člověka

Invazní druhy



Invazní druhy

Změny v biomase mlžů v San Francisco Bay před rokem 1987 a po zavlečení asijského druhu *Potamocorbula amurensis*



až 2000 ind/m²



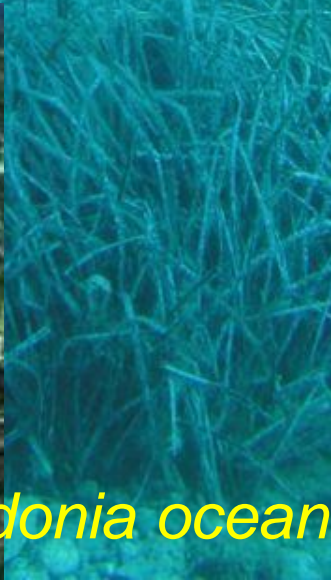
Mořské louky



Posidonia oceanica

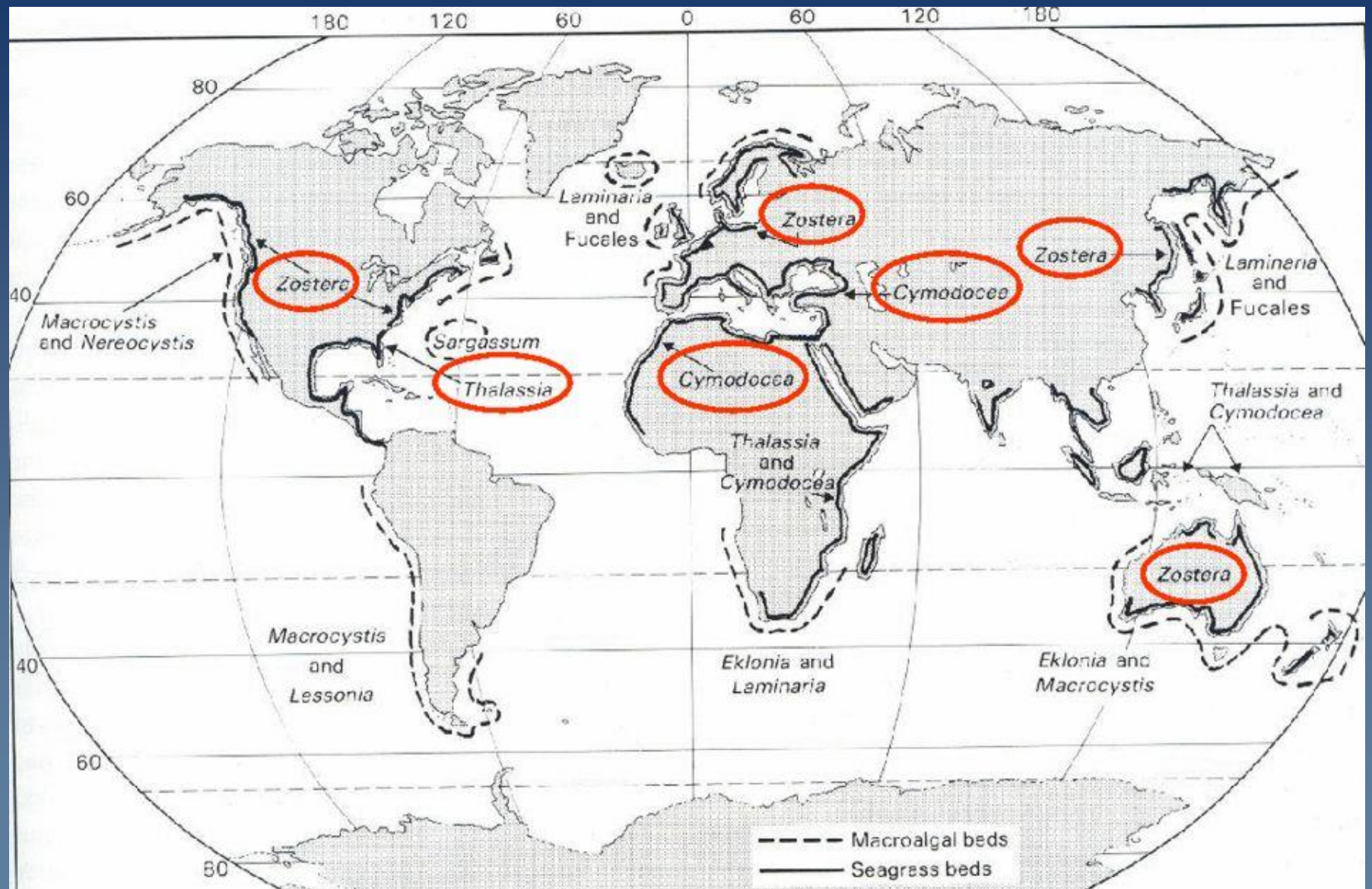
Mořské louky (*seagrass beds*)

- zapojené porosty „mořské trávy“
produkce běžně přes 1000 g C / m² / rok
- jediné výhradně mořské druhy cévnatých rostlin
cca 50 druhů jednoděložných (4 čel. řádu Alismatales)
vzdálené příbuzné např. rdestům (nikoli trávy!)
př: *Zostera*, *Thalassia*, *Cymodocea*, *Posidonia*
- mělké pobřežní vody
obvykle do hloubky 5 m, vzácně >30 m, dostatek světla
mírné proudění, někt. rody tolerují i expozici za odlivu
- rozmnožování zejména vegetativně (oddenky)
kvetení a rozmnožování semeny vzácné
- vliv na složení sedimentu
zachycování jemných částic
- vysoká produkce
ale málokdo je žere



Posidonia oceanica

Hlavní rody mořských trav

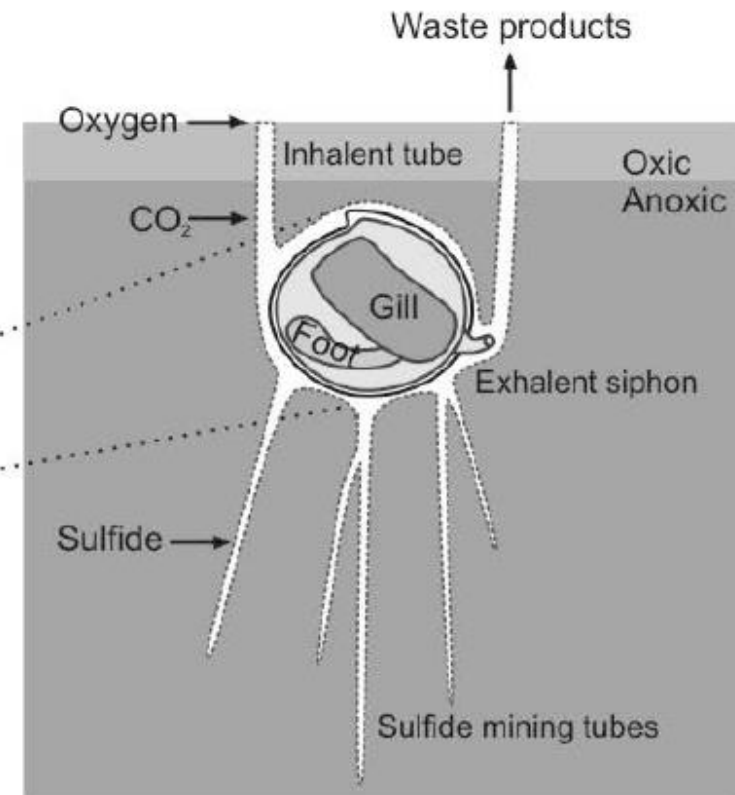
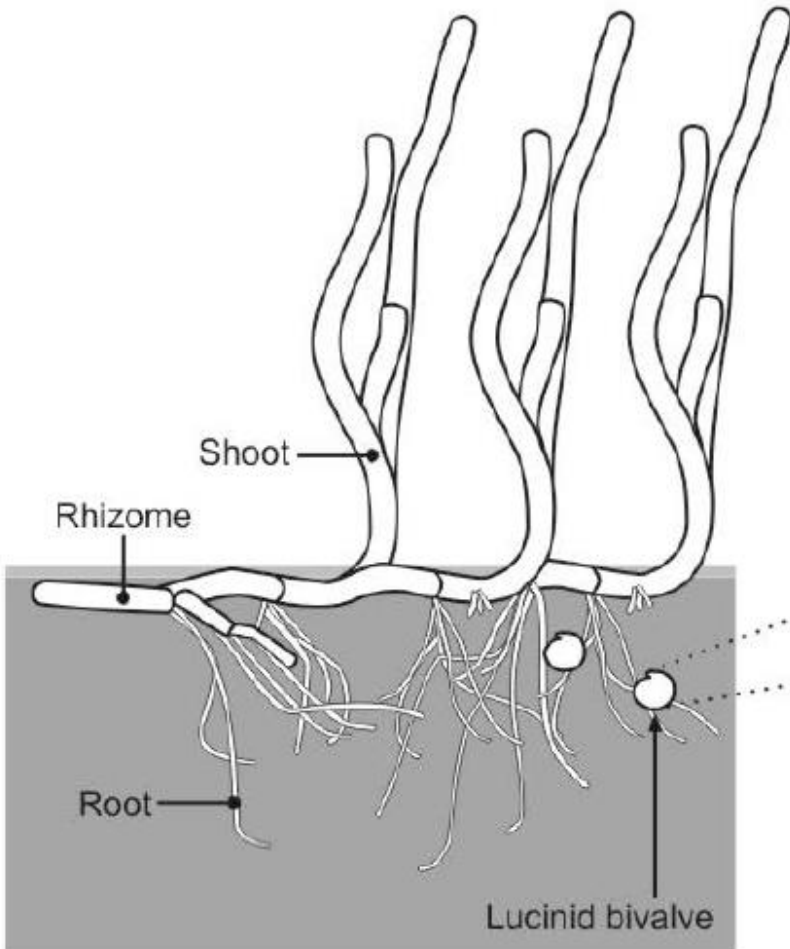


Mutualistické vztahy mořských trav

- symbióza s mlži čeledi Lucinidae a „jejich“ bakteriemi je možná klíčem k evolučnímu úspěchu mořských trav
- akumulace rostlinného detritu a organického sedimentu vede k anaerobnímu rozkladu a uvolňování toxického sulfanu
- chemoautotrofní bakterie v žábrách mlžů oxidují H_2S , ale potřebují přísun O_2
- kyslík je uvolňován do bezprostředního okolí mlžů, kde je oblíbený mikrohabitat mlžů
- mlži se vyskytují ve většině mořských luk (ve >90% v tropech a >50% v mírném pásu)
- populační hustoty mlžů dosahují až 1000 ind/m²

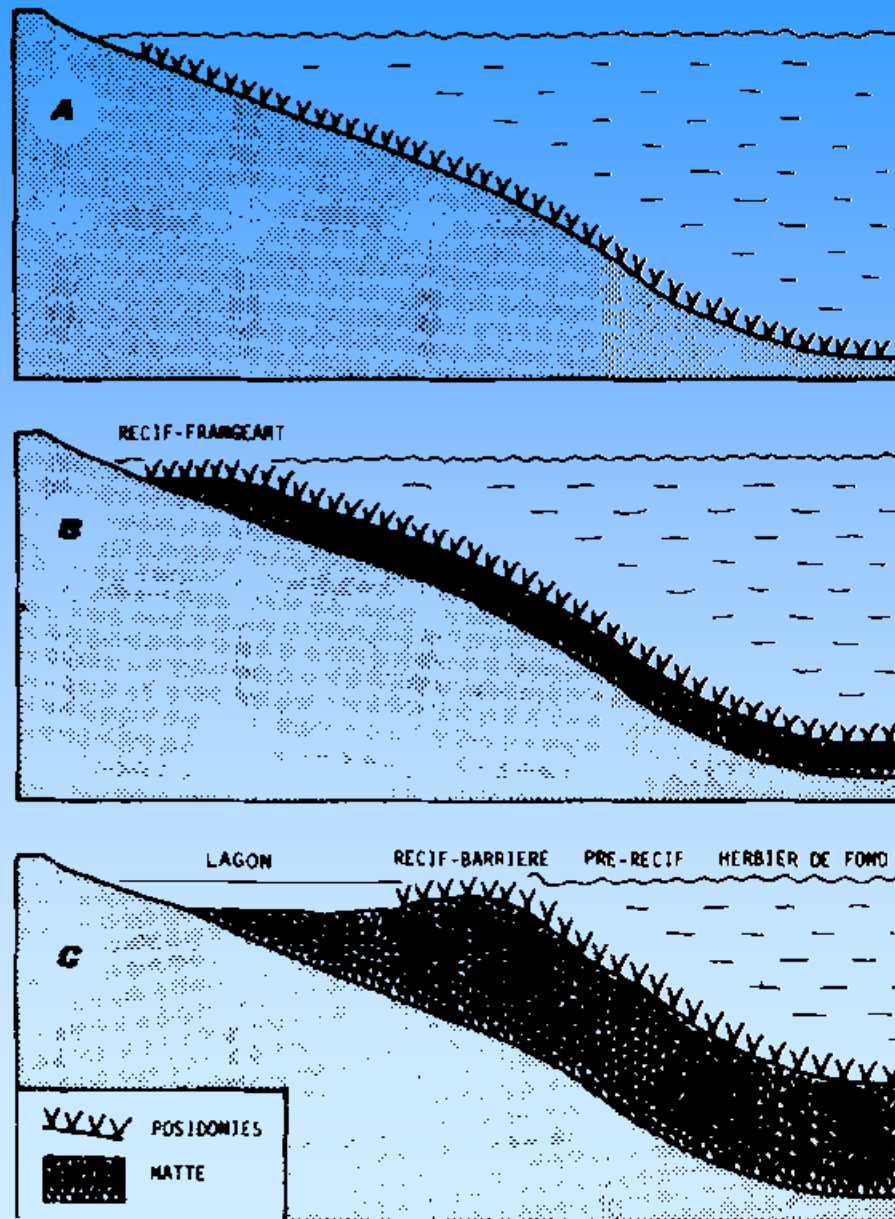


Mutualistické vztahy mořských trav

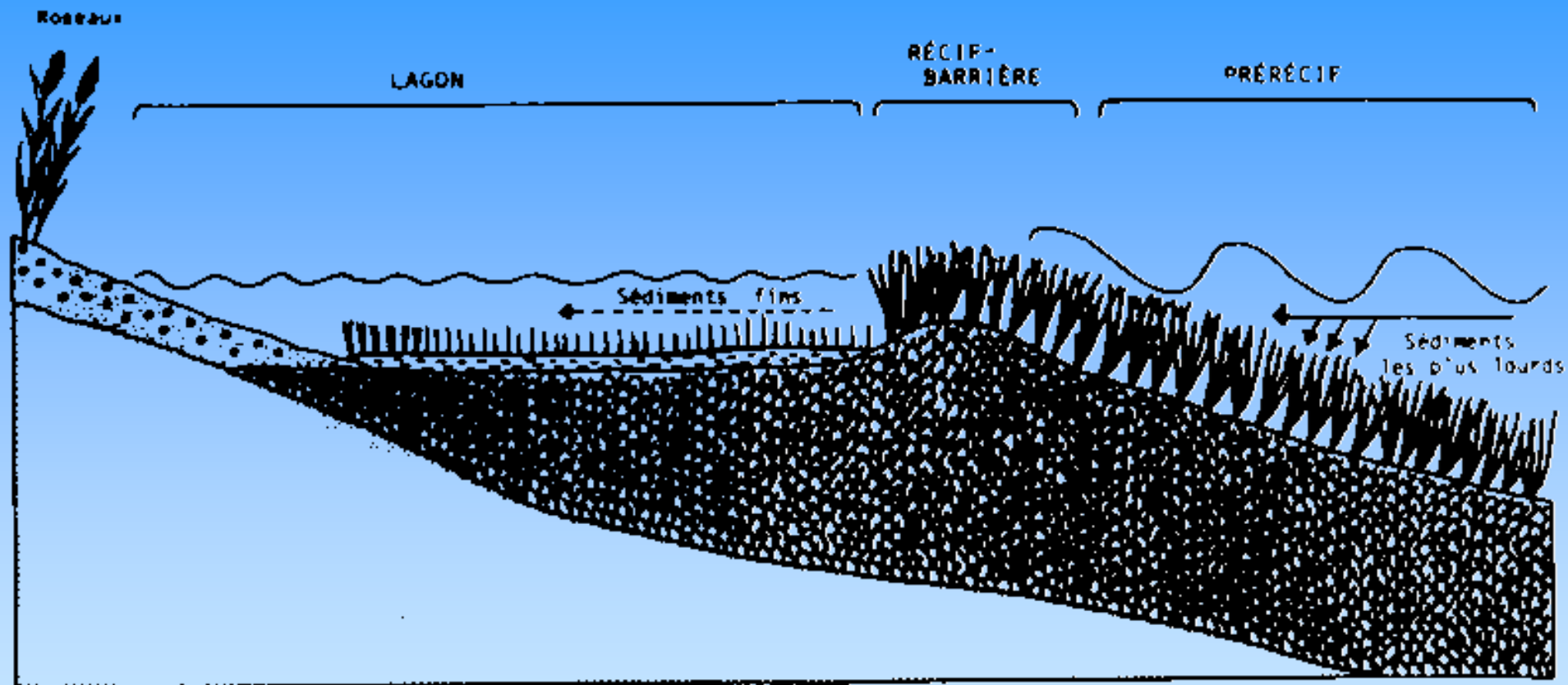


van der Heide et al. 2012, *Science*

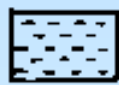
„Mořské louky“ a „trávové útesy“



„Mořské louky“ a „trávové útesy“



MATTE



SABLE VASEUX



APPORTS TERRIGÈNES



POSIDONIA OCEANICA



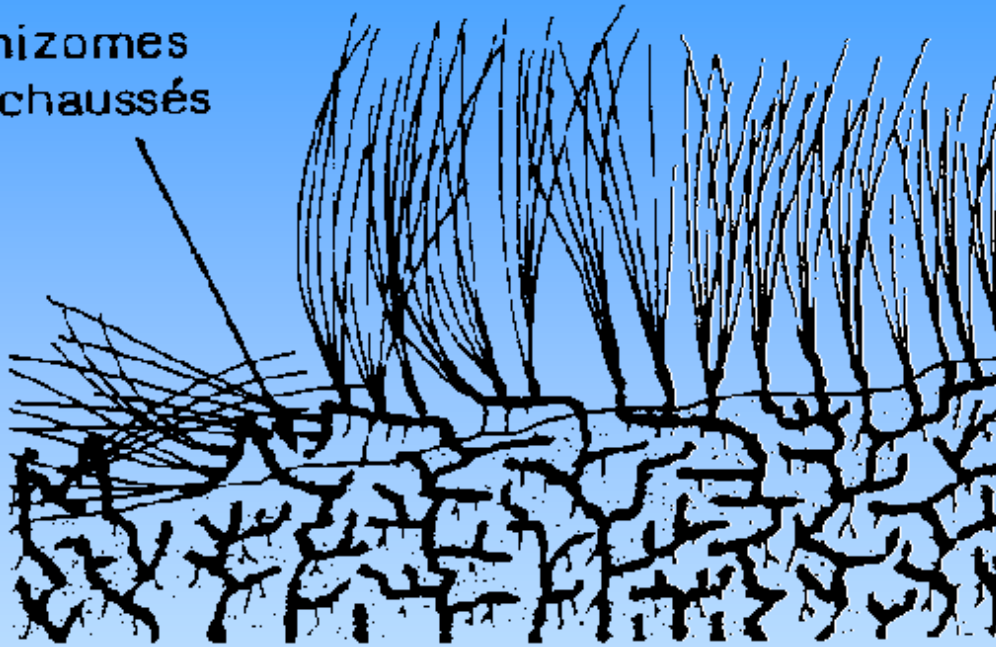
CYMODOCEA NODOSA



ZOSTERA NOLTII

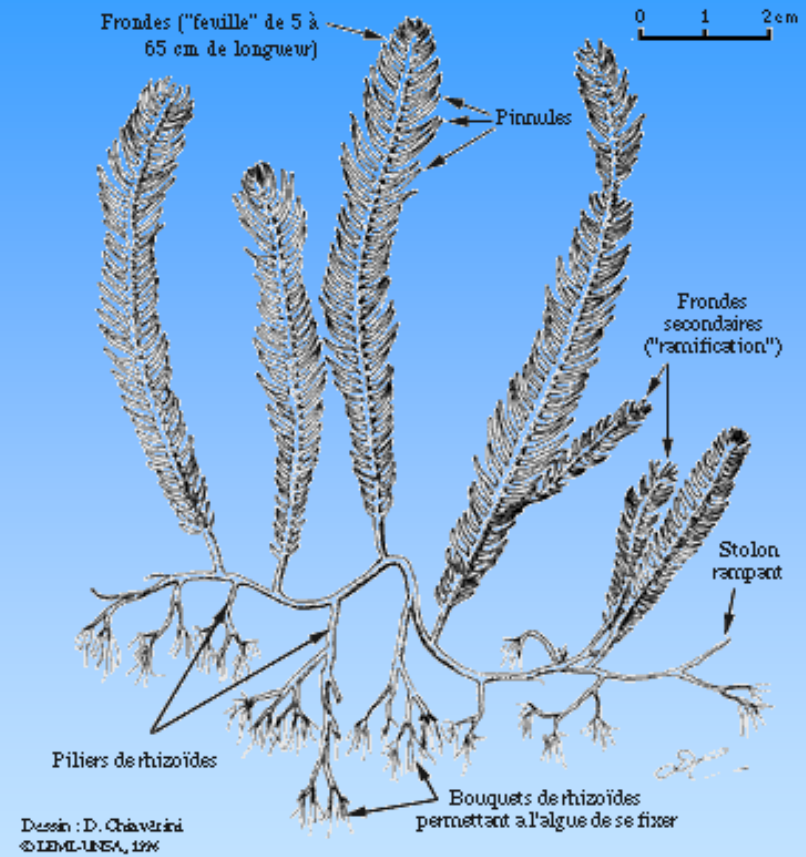
Zanikání trávníků

rhizomes
déchaussés



eroze

(nebo omezená sedimentace)



„nekalá konkurence“

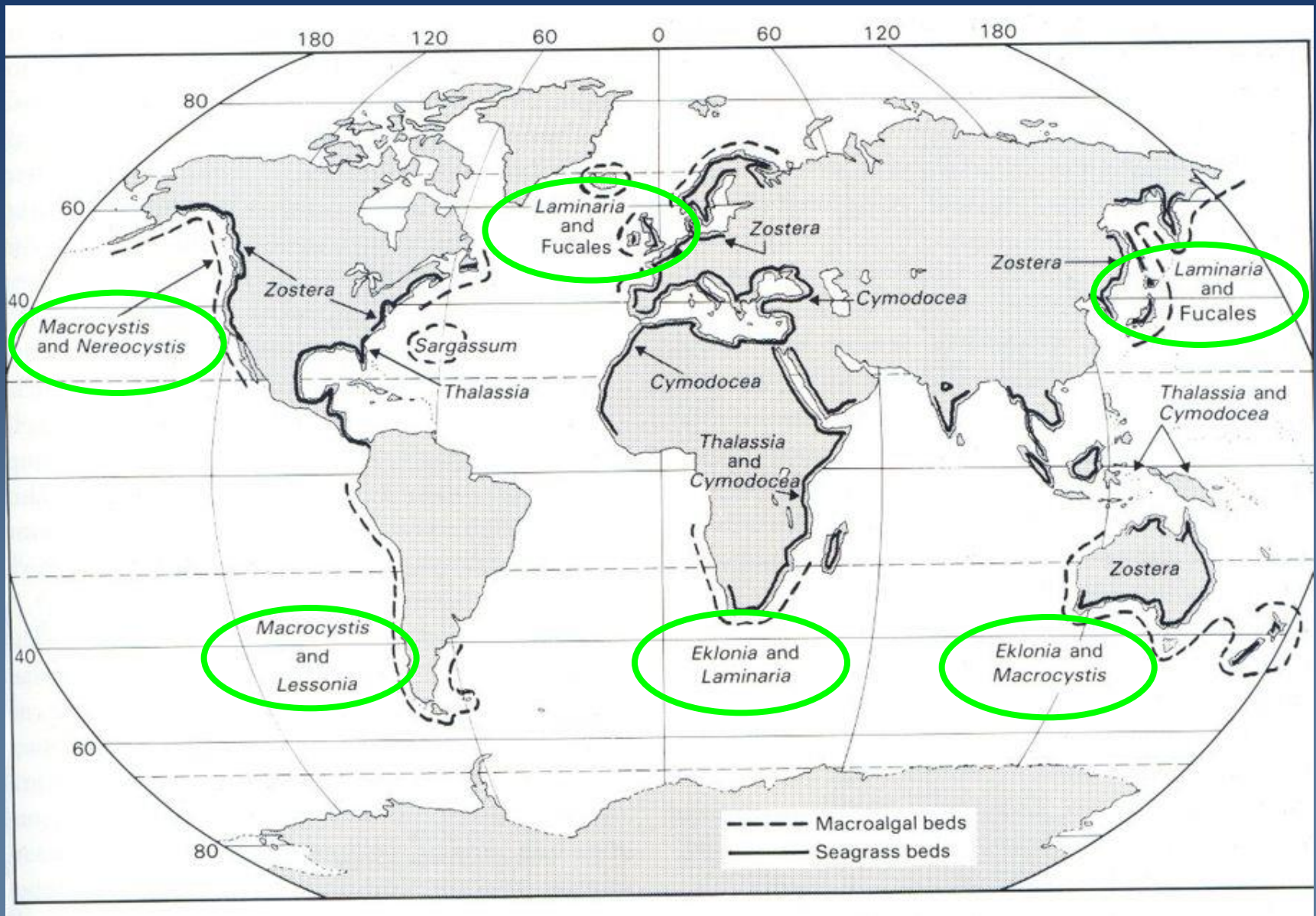
Chaluhové lesy (*kelp forests*)



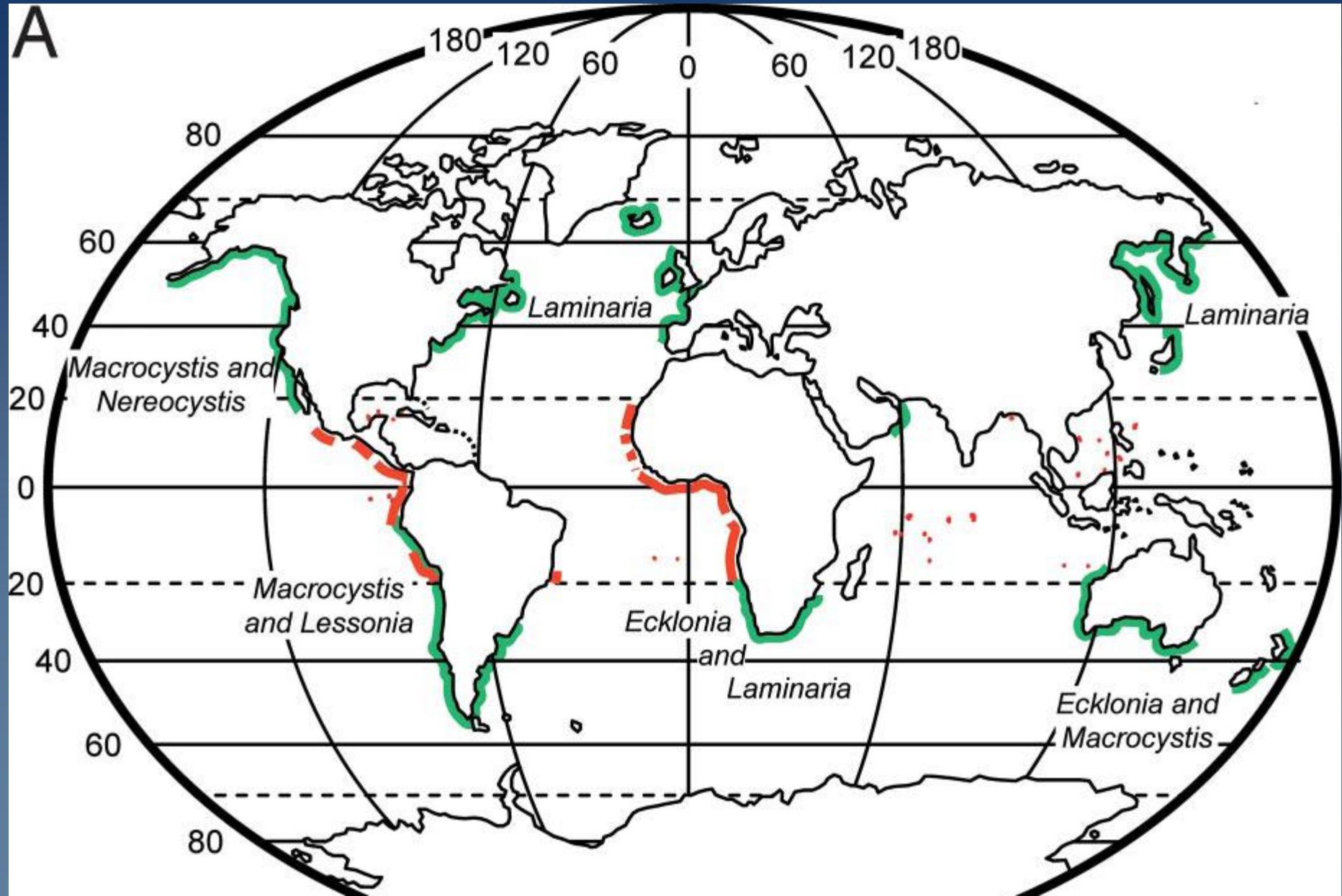
Chaluhové lesy (*kelp forests*)

- vysoce produktivní subtidální společenstva
produkce běžně přes 1000 g C / m² / rok
- dominance chaluh řádu Laminariales
cca 100 druhů čepelatek
př: *Macrocystis*, *Nereocystis*, *Laminaria*, *Alaria*
- extrémně rychlý růst
u rodu *Macrocystis* i >> 30 cm / den
- výskyt v chladnějších vodách
limitace nikoli teplotou, ale dostupností
reaktivního dusíku
- u hladiny v mořích mírného pásu nebo v tropech
oblasti výstupných proudů
- ve větších hloubkách i v tropech

Oblasti výskytu chaluhových lesů

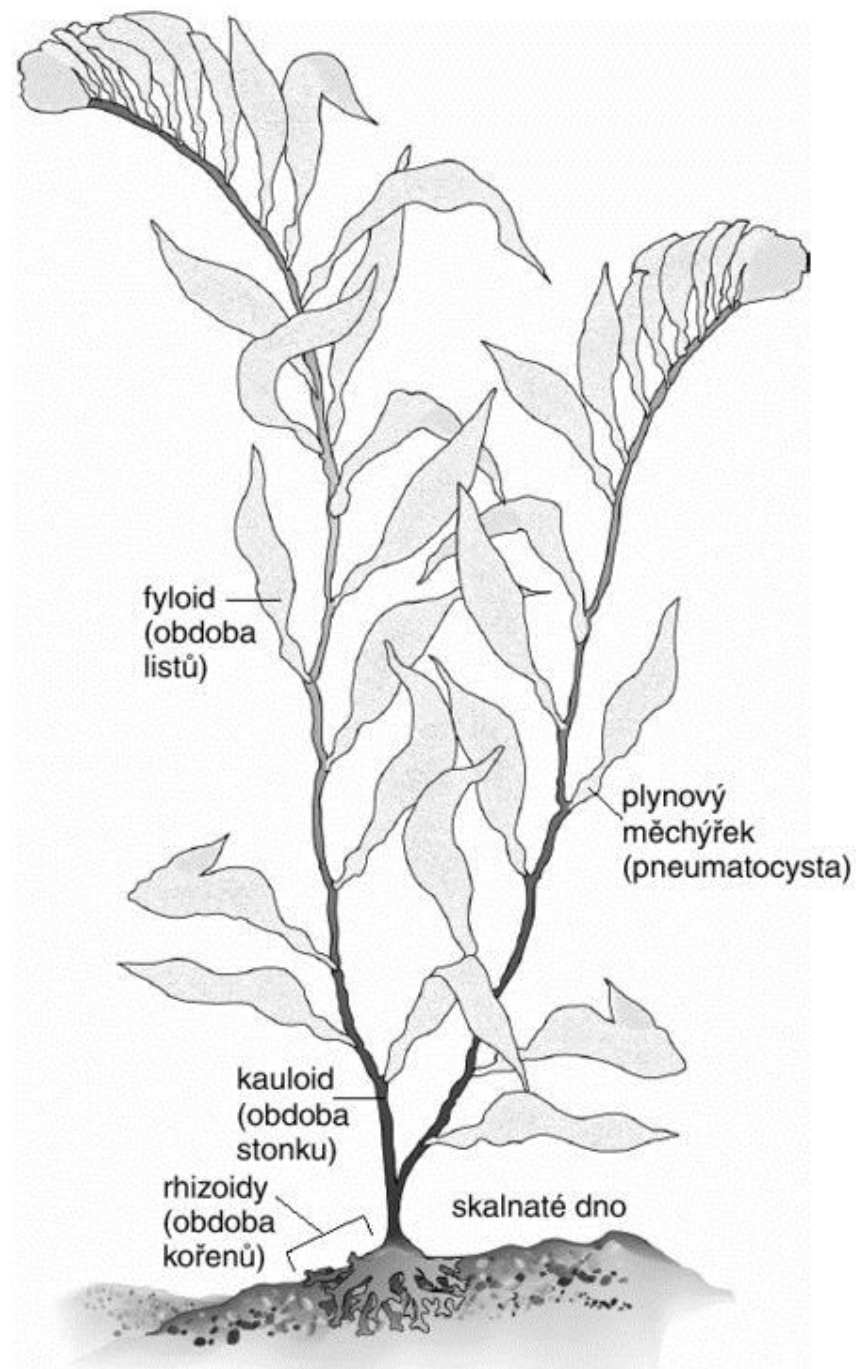


Oblasti výskytu chaluhových lesů



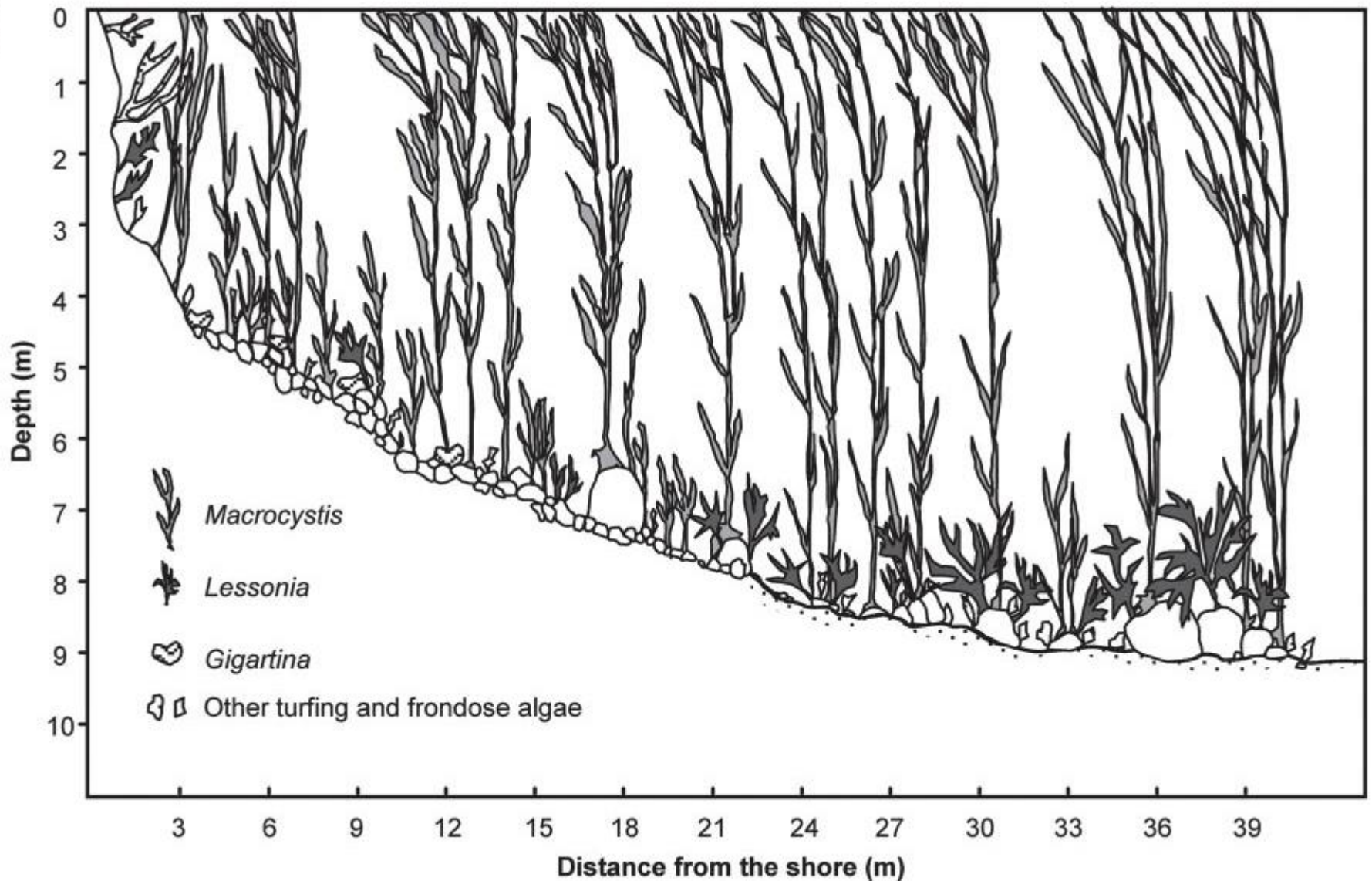
Chaluhové lesy (*kelp forests*)

- výrazná patrovitá struktura srovnatelná s našimi lesy
- omezení hloubky dáno dostupností světla
- „mělké“ lesy: od hladiny, obvykle do 5-15 m, vzácně >50 m
kolísání hladiny za přílivu a odlivu nevadí
- „hluboké“ lesy: v hloubkách 30-200 m; limitace živinami a
proto vysoká průhlednost u hladiny
- vysoká diverzita asociovaná s chaluhami:
30 % z 275 běžných druhů v kalifornském
chaluhovém lese nalézáno přímo na chaluhách,
z toho 25% vázáno výhradně na tento ekosystém
- habitat pro velké množství živočichů
včetně ekonomicky významných druhů:
ryby, langusty, ušně...



Patrovitost

B





**klíčový druh
pro strukturu
společenstva**

Enhydra lutris

mořská vydra žere ježovky

hodně mořských vyder = málo ježovek = hodně chaluh

člověk nosí kožichy z vyder

málo vyder = hodně ježovek = „pustina“

nejsou ryby, langusty...

Mangal



Mangrove (pl. mangrovy)

ekosystém, v němž dominují mangrovníky – dřeviny adaptované na růst v zasoleném prostředí (mořské pobřeží, estuáry).

Anglické ekvivalenty: mangrove swamp, tidal forest, mangrove wetland, mangal.

Mangrovníky

Dvouděložné dřeviny morfologicky a fyziologicky přizpůsobené následujícím podmínkám:

- změny hladiny při přílivu a odlivu
- slaná až brakická voda
- nedostatek kyslíku v substrátu

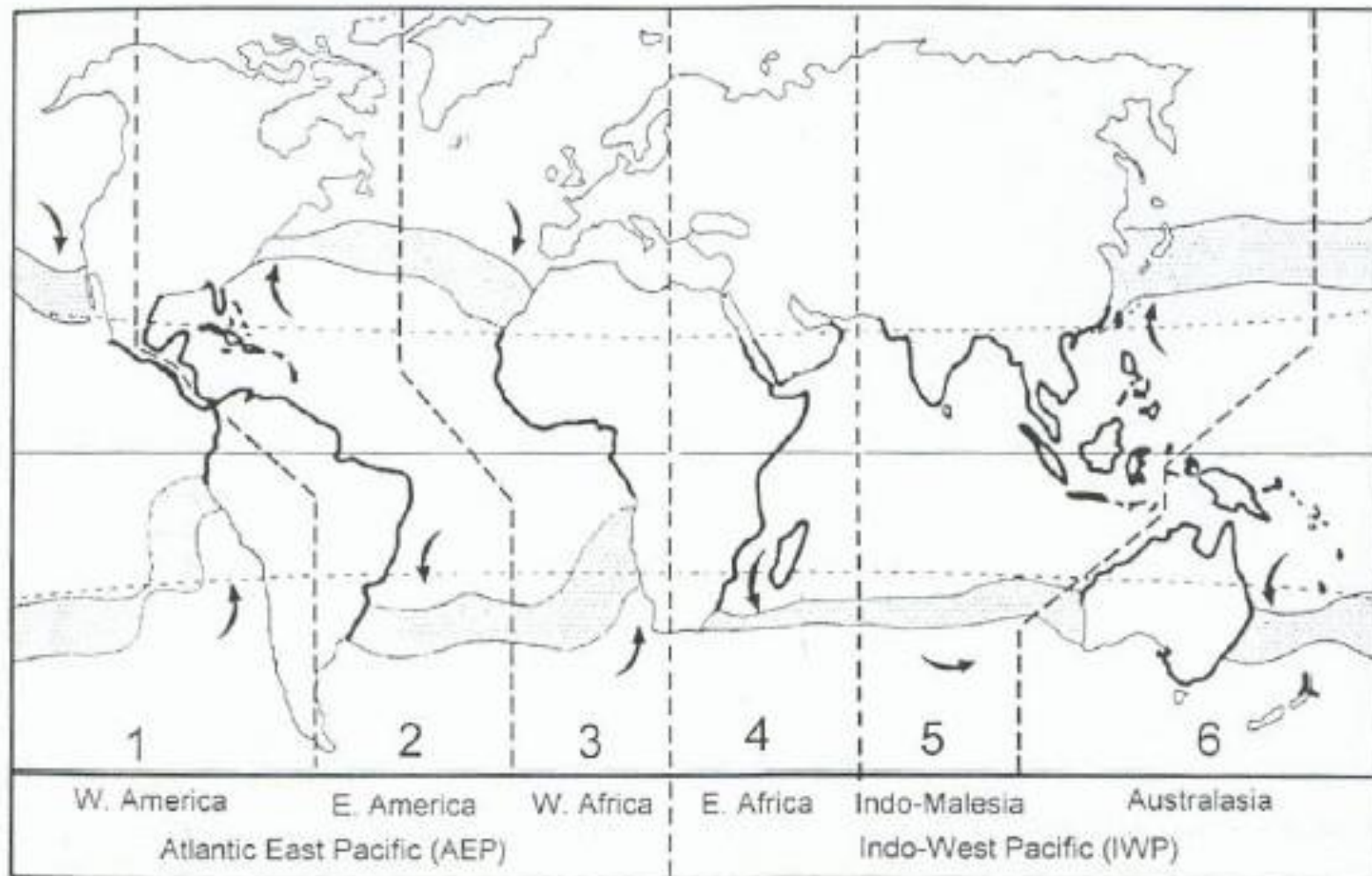
Vyžadují:

- vyrovnanou teplotu bez poklesů pod bod mrazu
- jemnozrnný sediment
- ochranu před silným příbojem



Obvykle menší stromy, výjimečně až 15 m vysoké.

Výskyt mangrovů



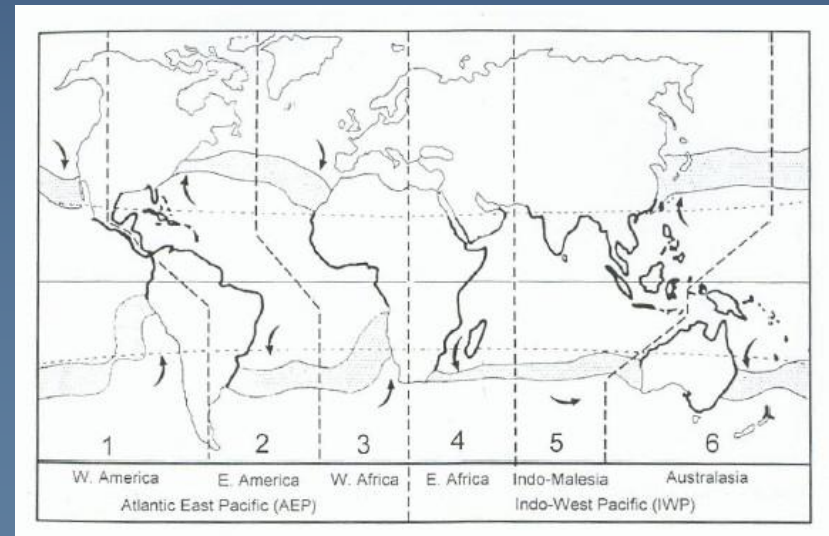
Výskyt mangrovů

Tropická a subtropická pobřeží celého světa, celková plocha cca 180 000 km².

Nejvíce mangrovů zbývá v Brazílii a Indonésii (oba státy cca 25 000 km²); dále Myanmar, Malajsie, Nigérie, Mexiko, karibská oblast (přes 5 000 km²).

Největší souvislý mangal: delta Gangy (Indie, Bangladéš)

Nejbližší mangal: Sinajský poloostrov (Egypt)

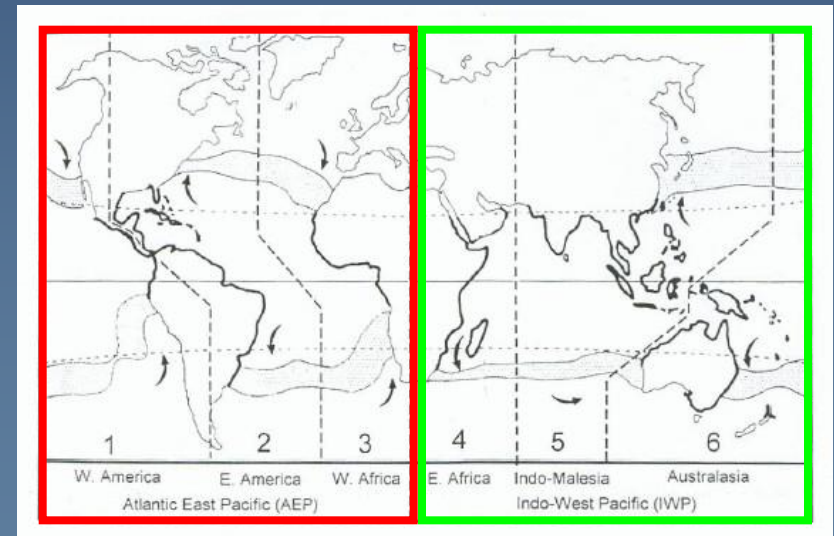


Výskyt mangrovů

Západní mangrovy po obou stranách Atlantského oceánu a na tichomořské straně Severní Ameriky mají menší diverzitu (10 druhů mangrovníků) než **východní mangaly** (47 druhů), v Indickém oceánu, východní Asii, Australasii a Oceánii.

Rozdíl zřejmě důsledkem

- historických procesů (rozdílné geol. stáří pobřežních partií)
- rozdílů v členitosti pobřeží, počtu estuárií a rozsahu říčních delt.



Nejbližší porost mangrovníků (*Avicennia*)



Vybrané rody mangrovníků

Rhizophora – charakteristický obloukovitými vzdušnými opěrnými kořeny (kořenovník, red mangroves)

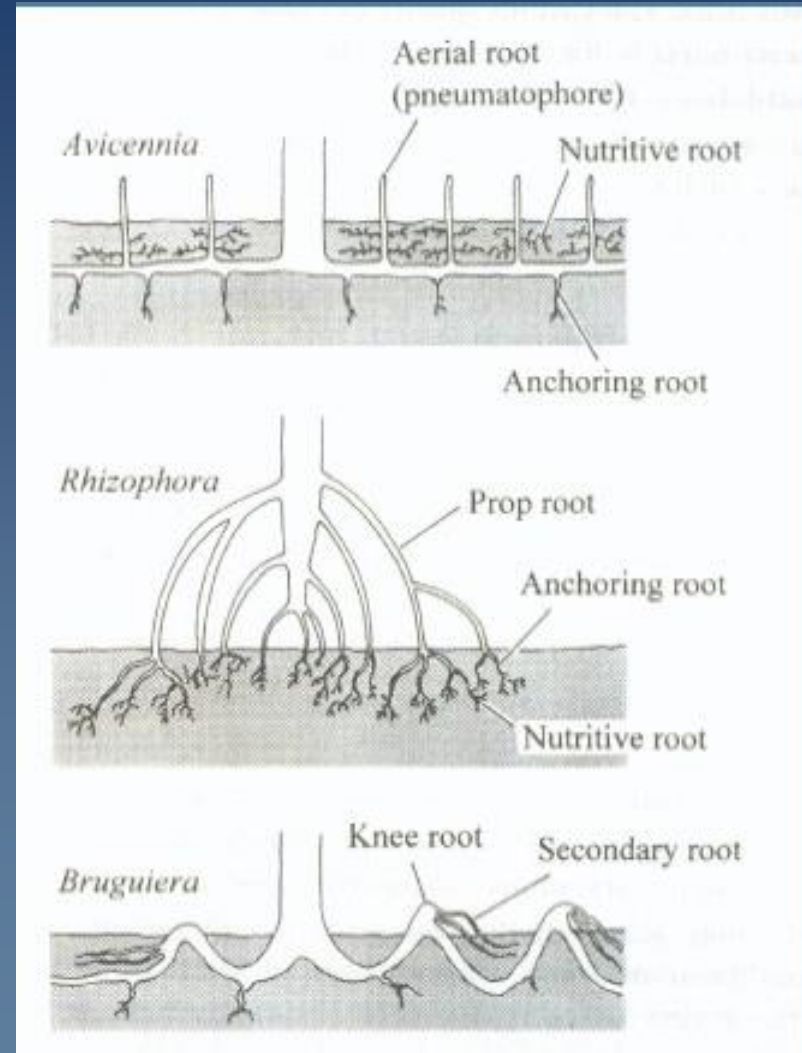
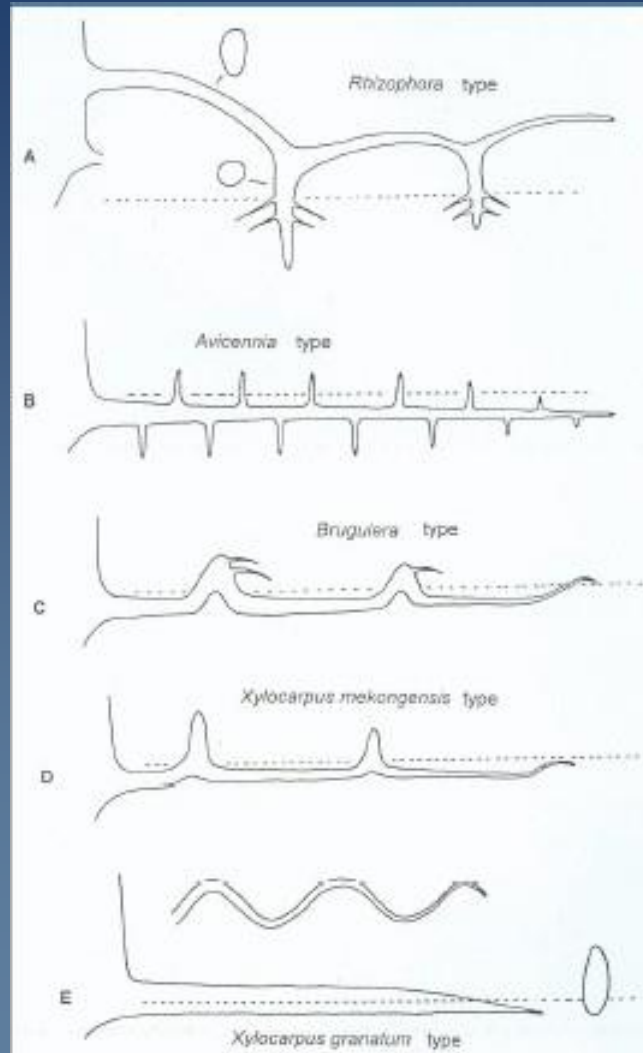
Avicennia – typický svými tenkými dýchacími kořeny (kolíkovník, black mangroves)

Sonneratia – tvořící tlusté, až 2 m vysoké dýchací kořeny, trčící z bahna (kuželovník)

Bruguiera – vystrkující nad bahno kolenovité dýchací kořeny (kolenovník)

Laguncularia – dýchací kořeny jsou kyjovitě ztlustlé (kyjovník)

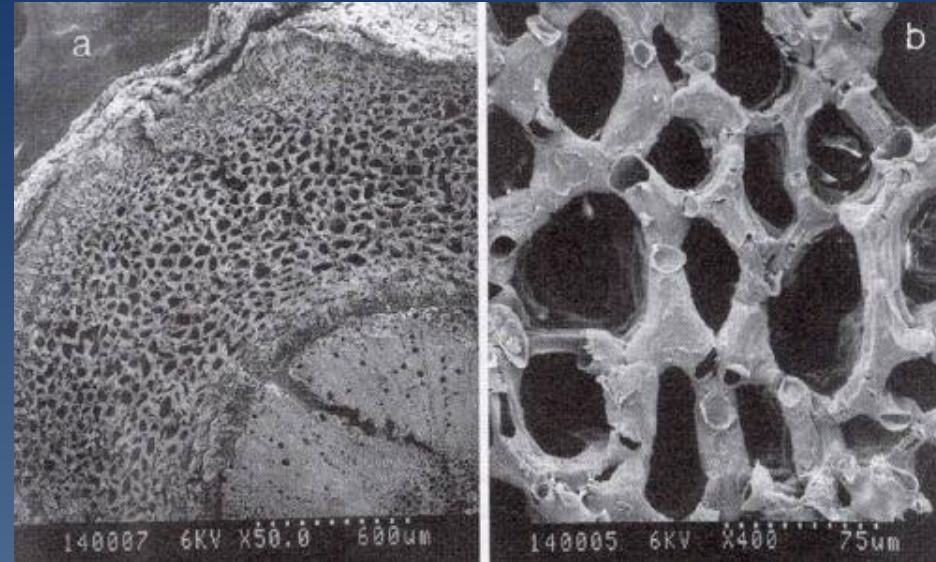
Kořenové systémy (vzdušné a opěrné kořeny)



Kořenové systémy

Adaptace na trvale zamokřený substrát a anoxické podmínky.
(CH_4 , H_2S)

Přísun vzduchu zajištěn rozvinutým aerenchymem.



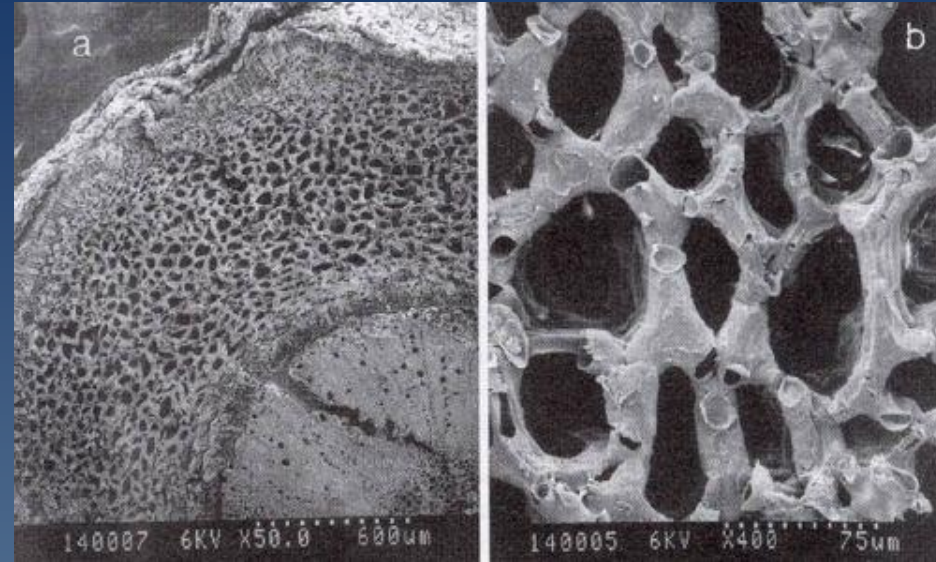
Vlastnosti kořenů r. *Rhizophora* v různých typech prostředí

Prostředí	Lenticely	Chlorofyl	Plynové prostory (% objemu)
Vzduch	+	+	0-6
Bahno	-	-	42-51
Voda (světlo)	-	+	22-29
Voda (tma)	-	-	35-40
Vyschlý písek	-	-	22-28

Kořenové systémy

Adaptace na trvale zamokřený substrát a anoxické podmínky.
(CH_4 , H_2S)

Přísun kyslíku zajištěn rozvinutým aerenchymem.



Mangrovníky sedimentaci ovlivňují:
mezi kořeny se může zachytit až 80% suspendovaného materiálu neseného přílivem.

Denzita vzdušných kořenů koreluje s rychlostí sedimentace.

Kořeny se mohou podílet na „hospodaření se solí“.

Adaptace na salinitu

Avicennia: vylučování na listech

Rhizophora: **vylučování**
kořeny (ultrafiltrační
mechanismus korku)
+ akumulace ve vakuolách
(a shoz)



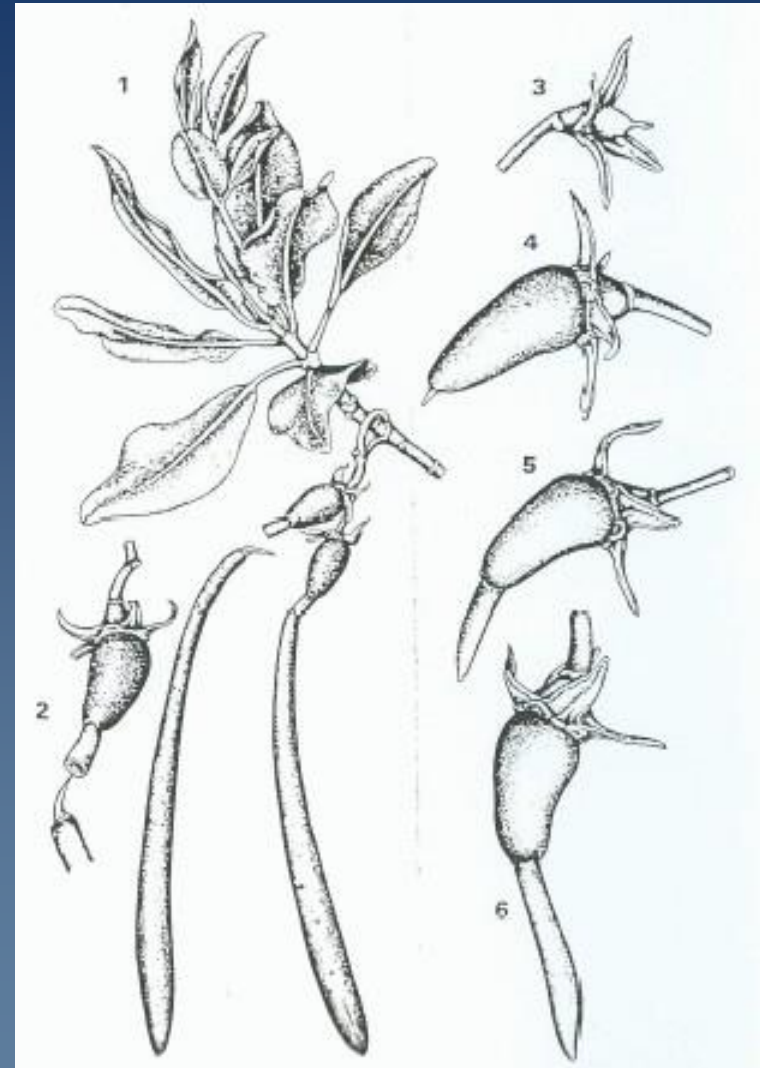
Rozmnožování

velké množství velkých plodů
(2 000 000 / ha / rok)

viviparie: adaptace na
anaerobní prostředí vody
a sedimentů bránící klíčení

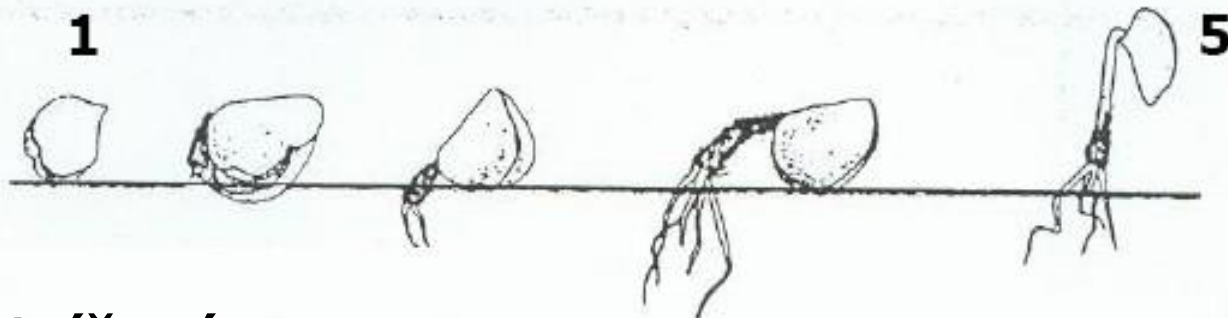
propagule jsou schopny
tolerovat vyschnutí

mohou přežívat dlouhou dobu
(~100 dní) --> disperze

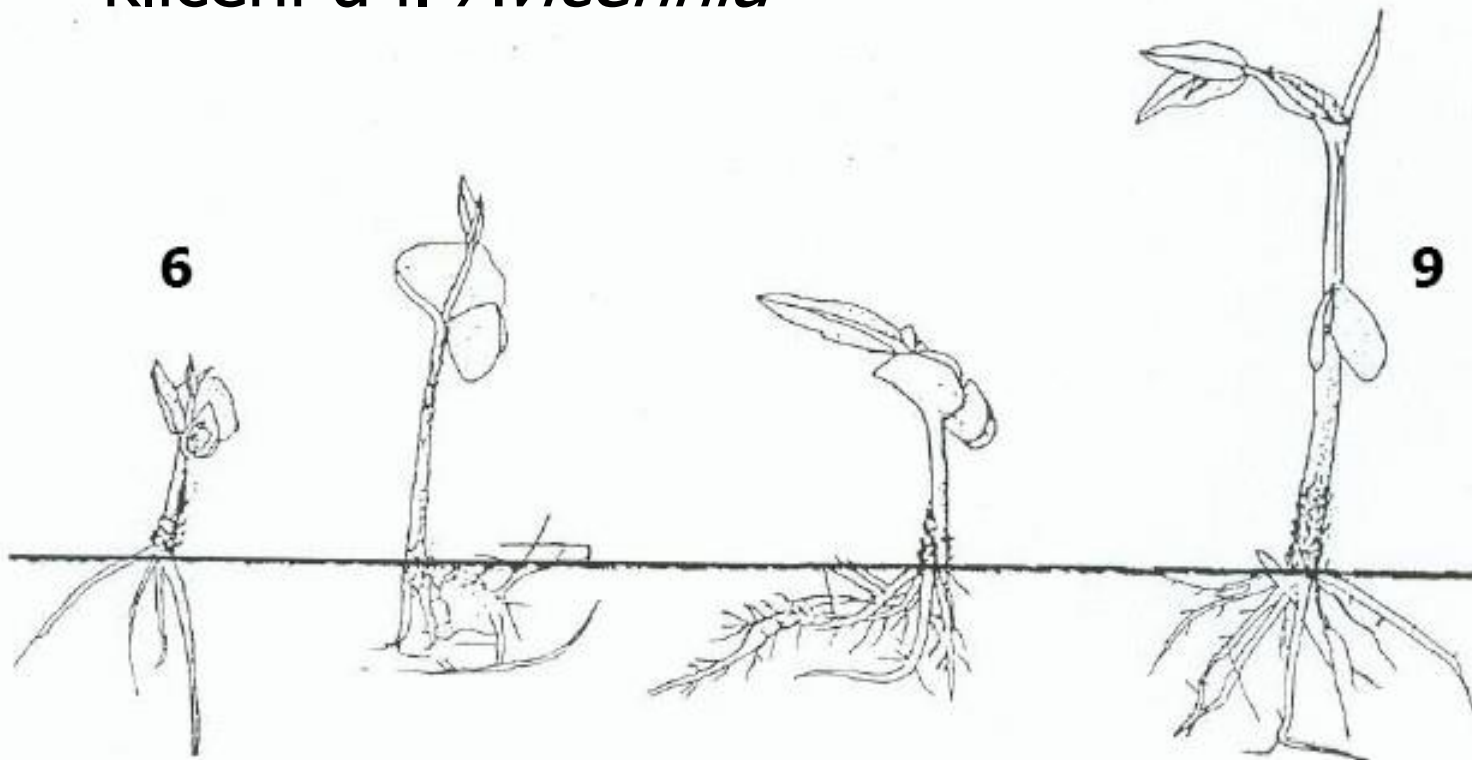


Rhizophora

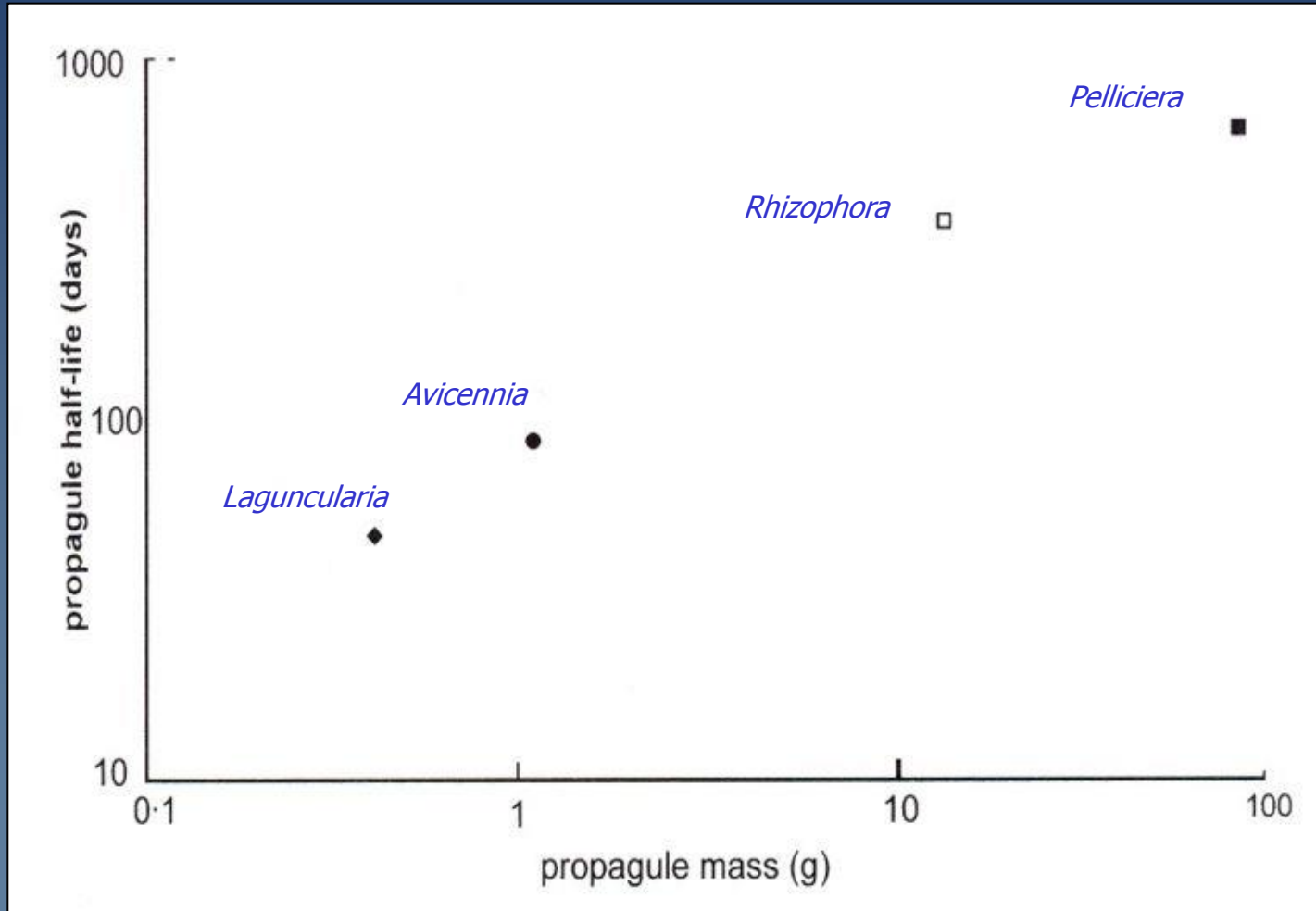
Rozmnožování



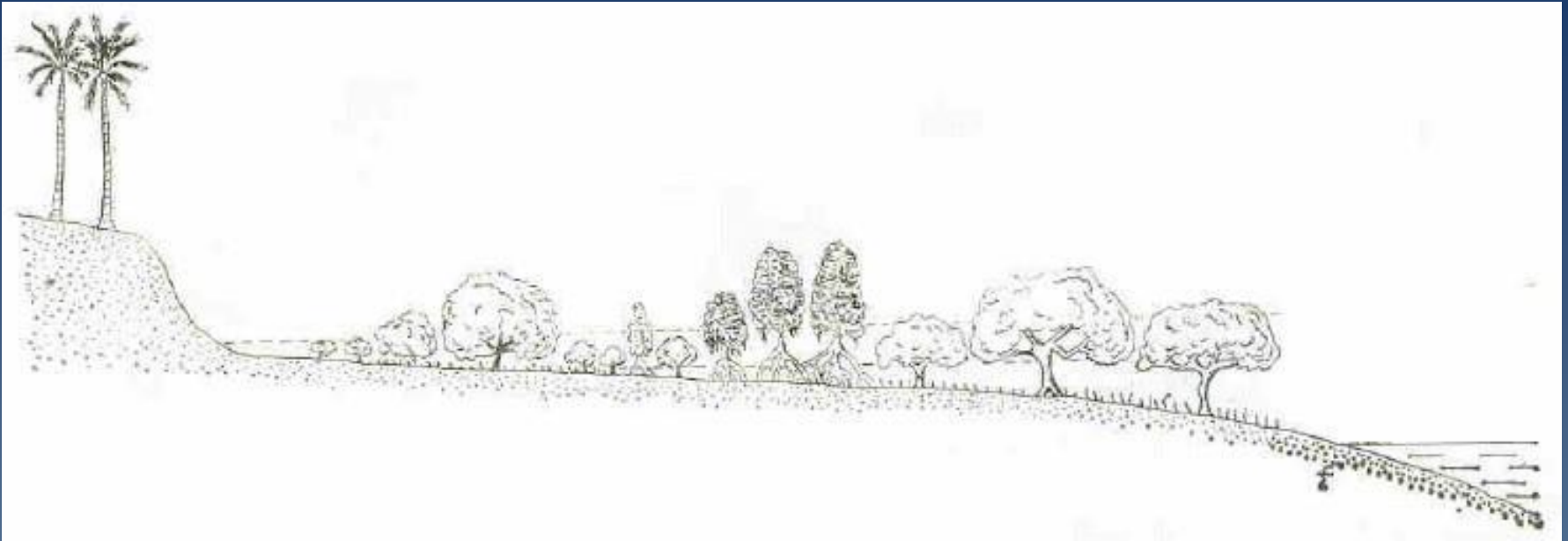
klíčení u r. *Avicennia*



Vztah mezi velikostí semen a přežívání semenáčků



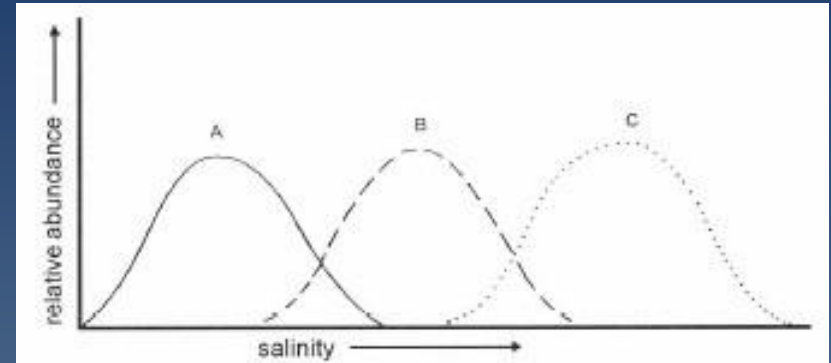
Zonace



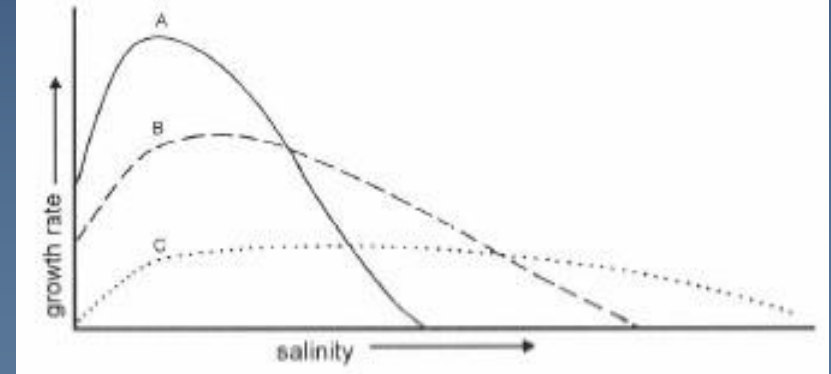
Dle frekvence zaplavování a vysychání, salinity, odolnosti vůči příboji, velikosti propagulí.

Zonace

Reálná distribuce nemusí odpovídat optimálním požadavkům druhů.



Euryhalinní druhy mangrovů mívají nižší růstové rychlosti než stenohalinní.



Výsledná zonace důsledkem kompetice.

Biomasa a produkce

Přírůstek biomasy:

18 t/ha/rok (mangrovové plantáže Matang, Malajsie)

14-33 t/ha/rok (mangrovové plantáže, Thajsko)

6,3-45 t/ha/rok (*Rhizophora*, Austrálie)

Produkce opadu:

běžně 5-15 t/ha/rok

2.9 t/ha/rok („trpasličí“ *Rhizophora*, Florida)

Co se děje s opadem?

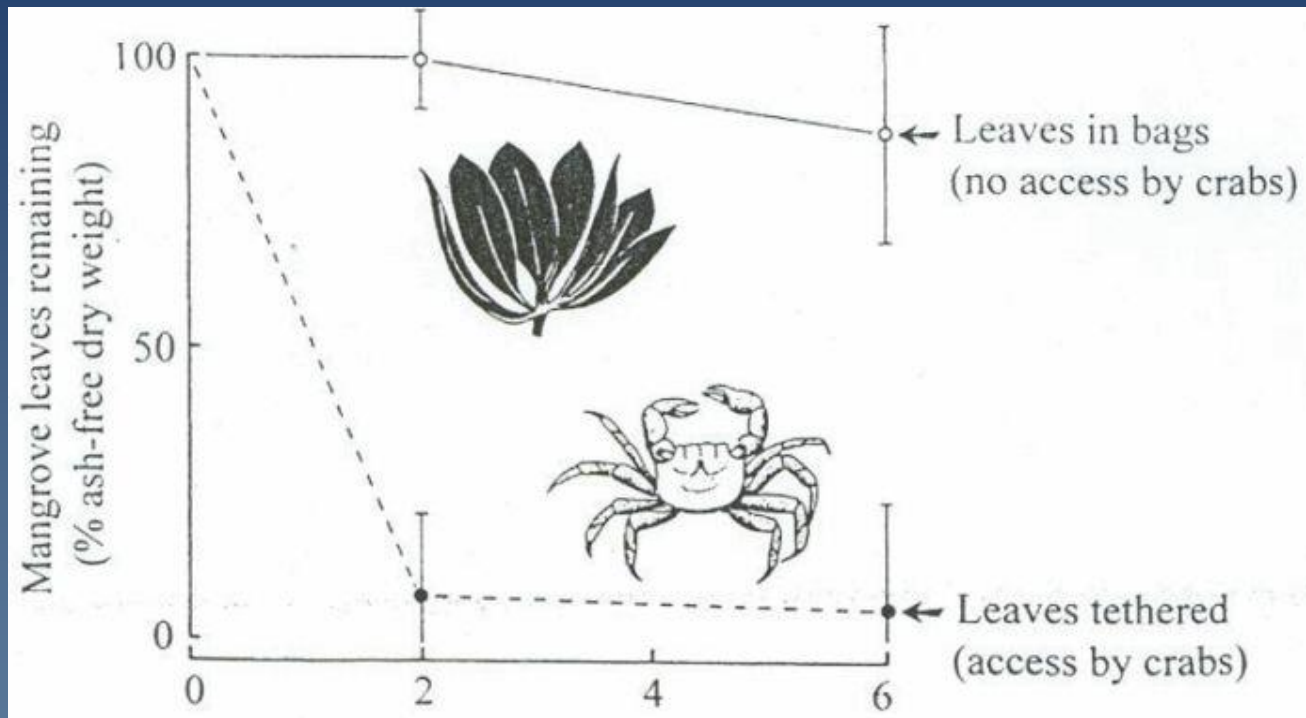
- dekompozice na místě
- export do okolního moře
(závisí na míře vlivu přílivu
a na případném říčním přítoku)
- sežráno konzumenty (krabi, plži)
- „uklizeno“ kraby



Přes 30% opadu může být sežráno či zahrabáno, tito preferují rozkládající se listí před čerstvým.

Co se děje s opadem?

Listí r. *Rhizophora* vs. krabi r. *Sesarma*, Austrálie



Přímý i nepřímý vliv na zadržování uhlíku v ekosystému, podpora mangrovníků i hrabací aktivitou.

Oživení mangrovů

Kombinace mořských a terestrických skupin

- >30 druhů **savců** (vč. opic, tygra, vyder...)
- **ryby** všeho druhu, charakterističtí lezci (*Periophthalmus*)
- krokodýli, varani; skokan *Rana cancrivora*
- bohatá **avifauna** – s vazbou na vodu i bez
(kormoráni, volavky, ledňáčci, vrány, datli, dravci...)
- **hmyz** (včely, komáři, mravenci, nápadné světlušky...)
- mořští bezobratlí

Vztahy mangrovů a okolí

- dotace uhlíku do okolního mořského prostředí
- zachytávání sedimentů a ochrana pobřeží před příbojem
- „školky“ pro řadu mořských živočichů
- zdroj potravy / dřeva pro lokální obyvatelstvo

Ohrožení

- změny charakteru pobřeží (budovatelské aktivity)
- pobřežní akvakultury (zejména chov krevet)
- těžba dřeva (stavební materiál a dřevěné uhlí)