FYTOPLANKTON

Sedimentace
Parazitismus

Změny abundance v přírodních podmínkách

$$dN/\,dt = \mu - (S + G + Pa + D)$$

N........................ koncentrace buněk řas
μ................... ....specifická růstová rychlost
S.......................... sedimentace
G......................... .predace
Pa........................parazitismus
D.........................odumírání z jiných příčin

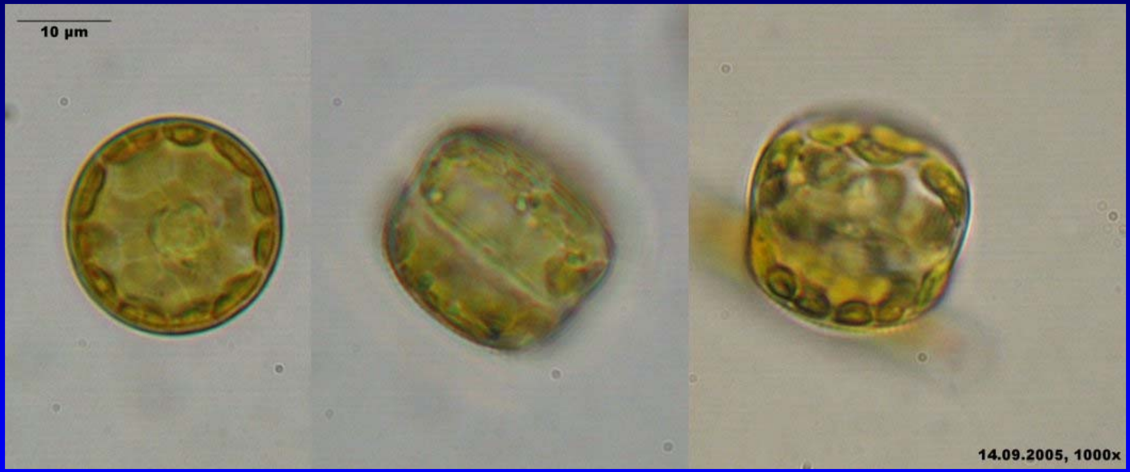
Sedimentace

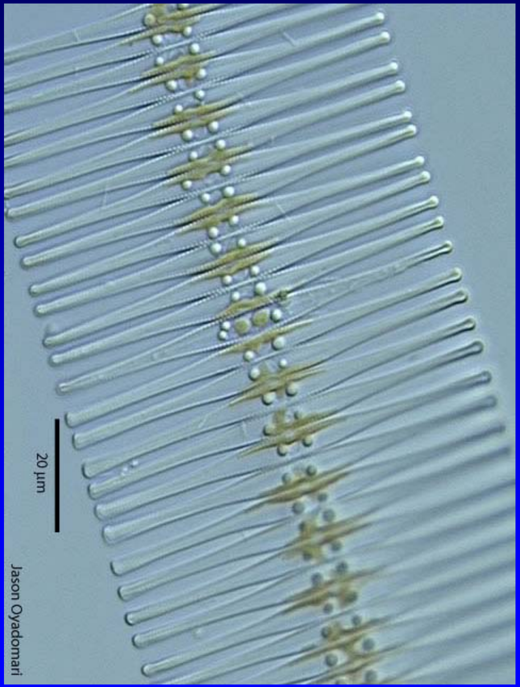
Fytoplankton a sedimentace

- adaptace k životu v pelagiálu – dlouhodobé udržení se v eufotické vrstvě vodního sloupce
- ovlivňuje významně dynamiku nepohyblivých druhů planktonních řas

Sedimentační rychlost v neturbulentním prostředí

- modifikovaný Stokesův zákon


10 µm
14.09.2005, 1000x


20 µm
Jason Oyadomari


25 µm
© Dr. R. Wagner


www.FytoPlankton.cz

Sedimentační rychlost

modifikovaný Stokesův zákon

$$c = K \; [(EDS)^2 \; (\rho - \rho_w)] \; / \; \mu . \Phi$$

c .... rychlost sedimentace, $m.d^{-1}$
K ... konstanta
EDS ..... „equivalent sphaerical diameter“
ρ .... hustota částice, $kg \; m^{-3}$
ρ_w .... hustota vody, $kg \; m^{-3}$
μ .... viskozita vody, $kg \; m^{-1} \; s^{-1}$
Φ .... koeficient tvarového odporu buňky (resp. kolonie)

Sedimentační rychlost

Table 19. *Some sinking rates of diatoms determined from retrospective measurements in the field, using sediment traps (T) or field chambers (C), or reconstructed from changes in the standing population (R)*

Species	Site	Method	v' (m d^{-1})	Reference
Cyclotella melosiroides	Bodensee (upper 10 m)	T	0.2–2.5	(1)
Cyclotella comta	Bodensee (upper 10 m)	T	0.4 –5.0	(1)
Tabellaria fenestrata	Bodensee (upper 10 m)	T	1.0 –1.5	(1)
	Lohjanjärvi	T	0.3 –6.4	(2)
Fragilaria crotonensis	Bodensee	T	0.5 –1.5	(1)
	Lohjanjärvi	T	0.2 –2.5	(2)
	Crose Mere	R	0.21–0.65	(3)
	Crose Mere	T	0 –0.11[a]	(3)
	St. George	C	0.14–0.40	(4)
	Blelham Enclosures	R	0 –0.59[b]	(5)
	Blelham Enclosures	R	0.1 –1.17[c]	(5)
Asterionella formosa	Lohjanjärvi	T	0.1 –1.1	(2)
	St. George	C	0.12–0.68	(4)
	Blelham Enclosures	R	0.08–0.15[b]	(5)
	Blelham Enclosures	R	0.33–1.02[c]	(5)

Velikost buňky

$c = K\ [(\textcolor{red}{EDS})^2\ (\rho - \rho_w)] / \ \mu . \Phi$

- větší velikost buněk často kompenzována sníženou hustotou (snížení poměrného zastoupení Si) nebo zvýšeným tvarovým odporem

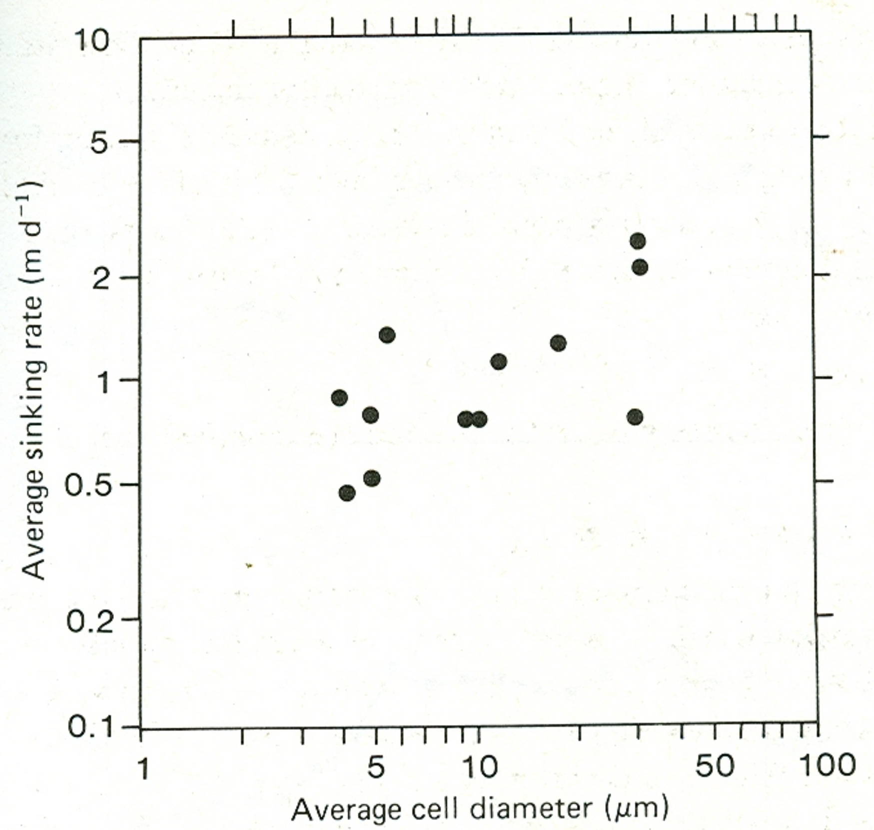


Figure 15. The relationship between maximum observed mean sinking rates and the mean cell diameters of chain-forming marine diatoms. (Redrawn from collected data presented by Smayda, 1970.)

Hustota buňky

$$c = K\ [(EDS)^2\ (\rho - \rho_w)]\ /\ \mu .\ \Phi$$

Table 8. *The densities of a marine and some freshwater phytoplankton 'algae'*

Species[a]	Number of determinations	Density (kg m^{-3})	Method[b]	Reference
Cyclotella praeterissima	1	1196 (±13)	gradient centrifugation	(1)
Stephanodiscus astraea	5	1091 (±13)	gravimetric	(1)
Synedra acus[c]	1	1100 (±33)	gravimetric	(1)
S. acus[c]	1	1115 (±23)	gradient centrifugation	(1)
Asterionella formosa	1	1130	gravimetric	(1)
Fragilaria crotonensis	6	1198 (±82)	gravimetric	(1)
F. crotonensis[c]	1	1196(±13)	gradient centrigation	(1)
F. crotonensis[d]	2	1165 (±65)	gravimetric	(1)
F. crotonensis	?	1100–1465	calculation	(2)
Melosira italica subsp. *subarctica*[e]	1	1250 (±13)	gradient centrifugation	(1)
M. italica subarctica[f]	1	1169 (±14)	gradient centrifugation	(1)
Tabellaria flocculosa v. *asterionelloides*		1142 (±14) 1142 (±14)	gradient centrifugation	(1)
Cyclotella meneghiniana	1	1020–1200	gradient centrifugation	(3)
Chlorella vulgaris	2	1095 (±7)	gradient centrifugation	(3)
Chlorococcum sp.[g]	3	1074 (±16)	gradient centrifugation	(3)
Chlorococcum sp.[h]		1089 (±51)		
Chlorococcum sp. [i]		1044 (±24)		
Thalassiosira fluviatilis[j]	?	1121	gravimetric	(4)
Microcystis aeruginosa[k]	72	999.4–1004.0	calculation	(5)

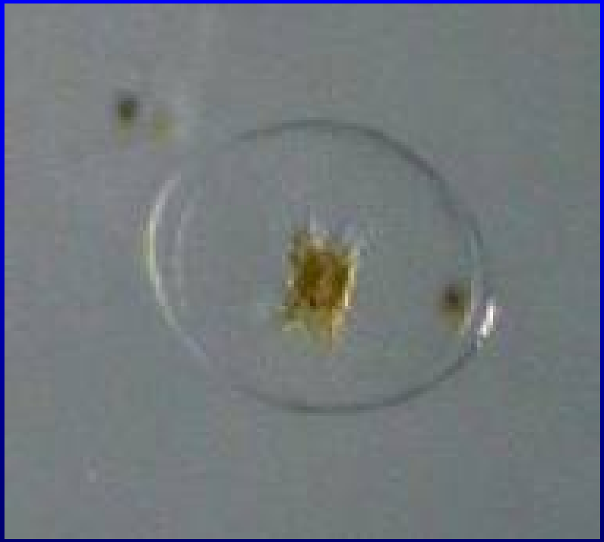
Hustota buňky

$c = K\ [(EDS)^2\ (\rho - \rho_w)]\ /\ \mu . \Phi$

- **regulace obsahu iontů**

  snaha zadržet „lehké“ ionty (Na^+, K^+) a nahradit dvojmocné ionty (Ca^{2+}, Mg^{2+})

  Kahn et Swift (1978) - mořský druh obrněnky *Pyrocystis noctiluca*



Hustota buňky

$c = K\ [(EDS)^2\ (\rho - \rho_w)]\ /\ \mu . \Phi$

- **akumulace lipidů v buňce**

  2-20 % sušiny, výjimečně 40 %

  zvýšení obsahu lipidů ale přispívá jen málo ke snížení sedimentační rychlosti (*Asterionella*)

  výjimkou *Botryococcus braunii* – akumulace karotenoidů při limitaci dusíkem

Akumulace lipidů pravděpodobně nemá adaptivní význam.


©2003 Tamar Zohary

Hustota buňky

$c = K\ [(EDS)^2\ (\rho - \rho_w)]\ /\ \mu.\ \Phi$

- **sekrece slizových obalů**

polysacharidy zadržující vodu – průměrná hustota blízká hustotě vody

- ale zvětšení průměru buněk – akumulace slizu omezena, aby nepřevážila její nevýhodnost

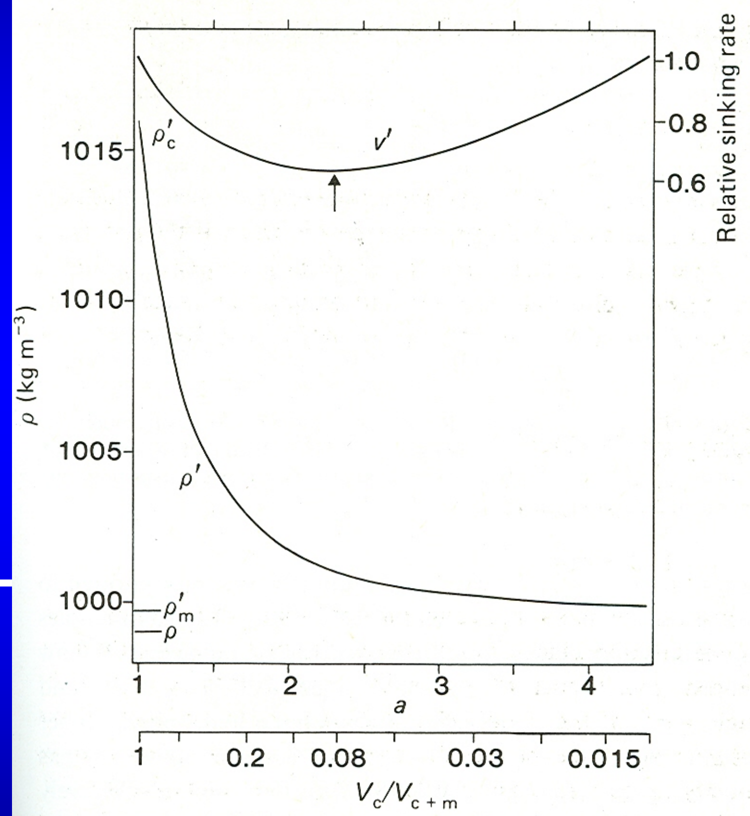


Figure 18. The effect of increasing mucilage thickness (a, as a proportion of r) on the density ($\rho' = \rho'_c + \rho'_m$) and the relative sinking rate of a spherical algal cell, of constant radius (r) and density ($\rho'_c = 1016$ kg m^{-3}). The arrow on the velocity plot indicates the point at which the extent of the mucilage secretion is most advantageous ($a = 2.25$). Based on Figure 10.2 of Walsby & Reynolds (1980).

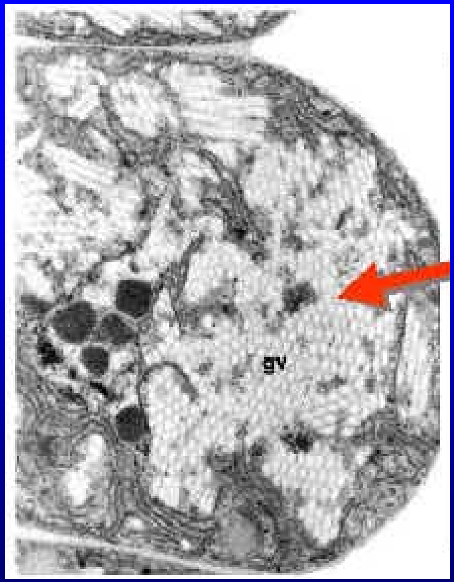
Hustota buňky

$c = K\ [(EDS)^2\ (\rho - \rho_w)] / \mu . \Phi$

- **aerotopy u sinic**

  Klebahn 1895, *Gloeotrichia*

  nejefektivnější mechanismus aktivní regulace vznášení



Koeficient tvarového odporu buňky

$c = K \; [(EDS)^2 \; (\rho - \rho_w)] \; / \; \mu . \Phi$

$$\Phi = c_s / c$$

Φ ....tvarový odpor

c_s......................sedimentační rychlost koule

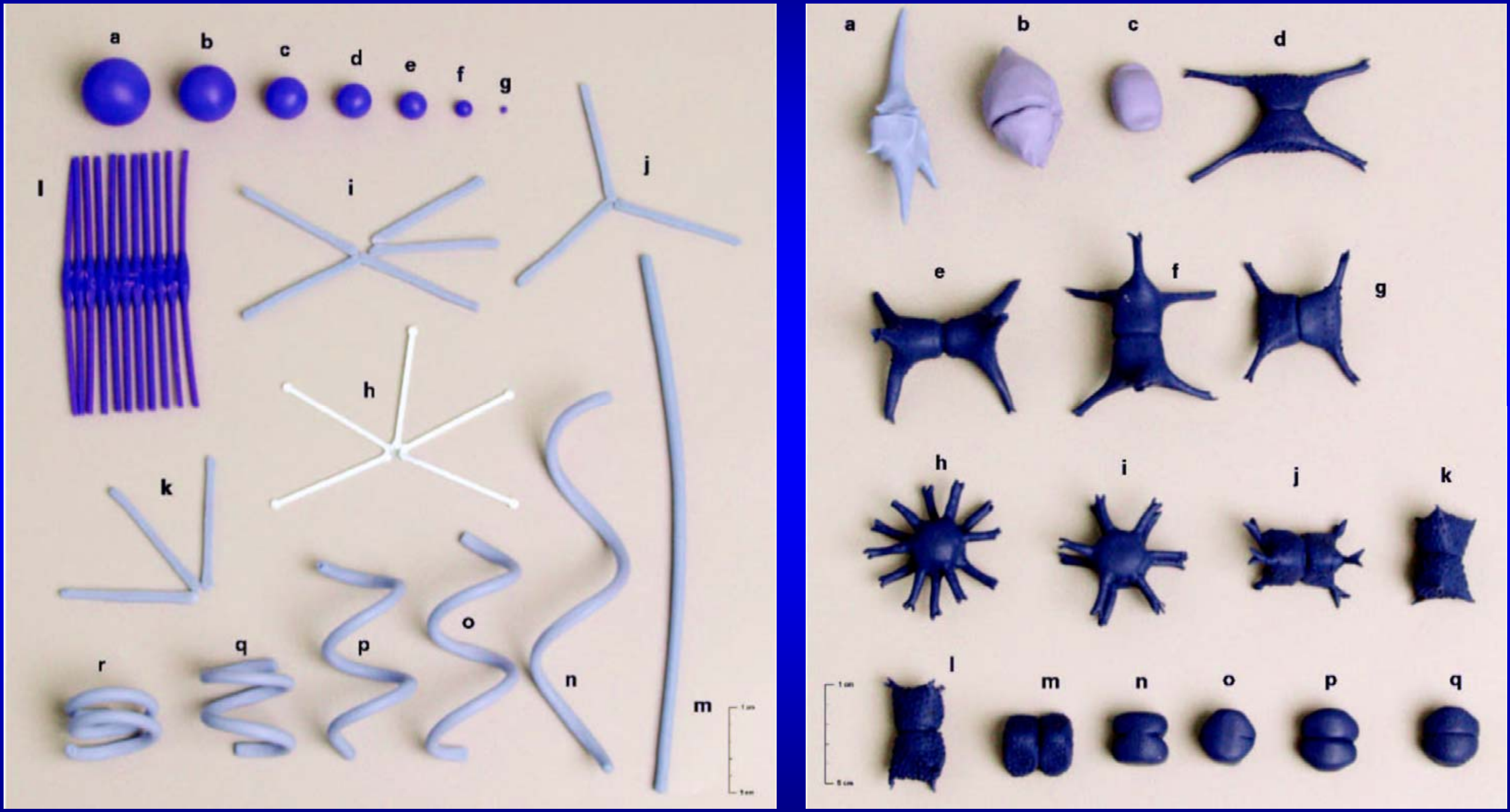
c......................sedimentační rychlost zkoumaného objektu

Koeficient tvarového odporu buňky

Table 10. *Comparison of measured v' and values of v_s (units: μms^{-1}) calculated from Equation 11 for a selection of freshwater algae; the approximate shapes of the algae are also noted*

Alga	Dynamic shape	v'	v_s	ϕ_r	Reference
Chlorella vulgaris	± spherical	—	—	0.98–1.07	(1)
Chlorococcum sp.	± spherical?	—	—	1.02–1.04	(1)
Cyclotella meneghiniana	squat cylinder	—	—	1.03	(1)
Stephanodiscus astraea	squat cylinder:				
	r_s = 6–7 μm	11.52 ± 0.81	13 ± 1	1.06	(2)
	r_s = 12–14 μm	27.62 ± 2.64	26 ± 2	0.94	(2)
Cyclotella praeterissima	squat cyliner	9.52 ± 1.04	10.14	1.07	(3)
Synedra acus (cultured)	attenuate cylinder	7.31 ± 1.2	29.8	4.08	(3)
	($GALD = 17d$)				
Melosira italica					
(1–2 cells)	cylinder	7.43 ± 2.75	17.17	2.31	(3)
(7–8 cells)	attenuate cylinder	11.40 ± 4.11	50.09	4.39	(3)
Asterionella formosa	cylinder	2.98 ± 0.43	7.23	2.46	(3)
(4 cells)	stellate	5.78 ± 0.22	18.21	3.15	(3)
(8 cells)	colonies	7.33 ± 0.57	28.91	3.94	(3),(4)
(16 cells)		10.73 ± 1.23	45.89	4.28	(3)
Tabellaria flocculosa	stellate 8-celled	10.26 ± 0.97	56.3	5.49	(3)
var. *asterionelloides*	colonies				
Fragilaria crotonensis					
(1 cell)	cylinder	3.86 ± 0.21	10.62	2.75	(3)
(11–12 cells)	plate	11.19 ± 0.45	54.08	4.83	(3)

Koeficient tvarového odporu buňky

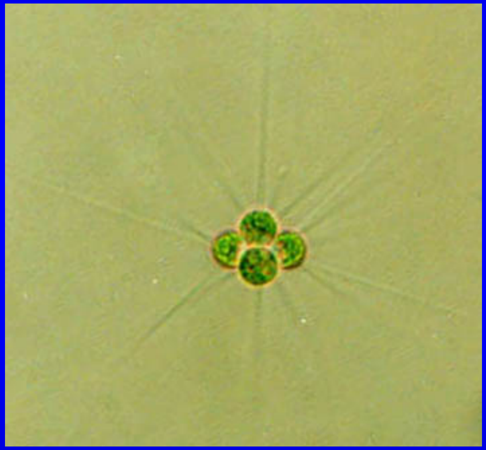


Padisák *et al.* (2003) – modely z PVC

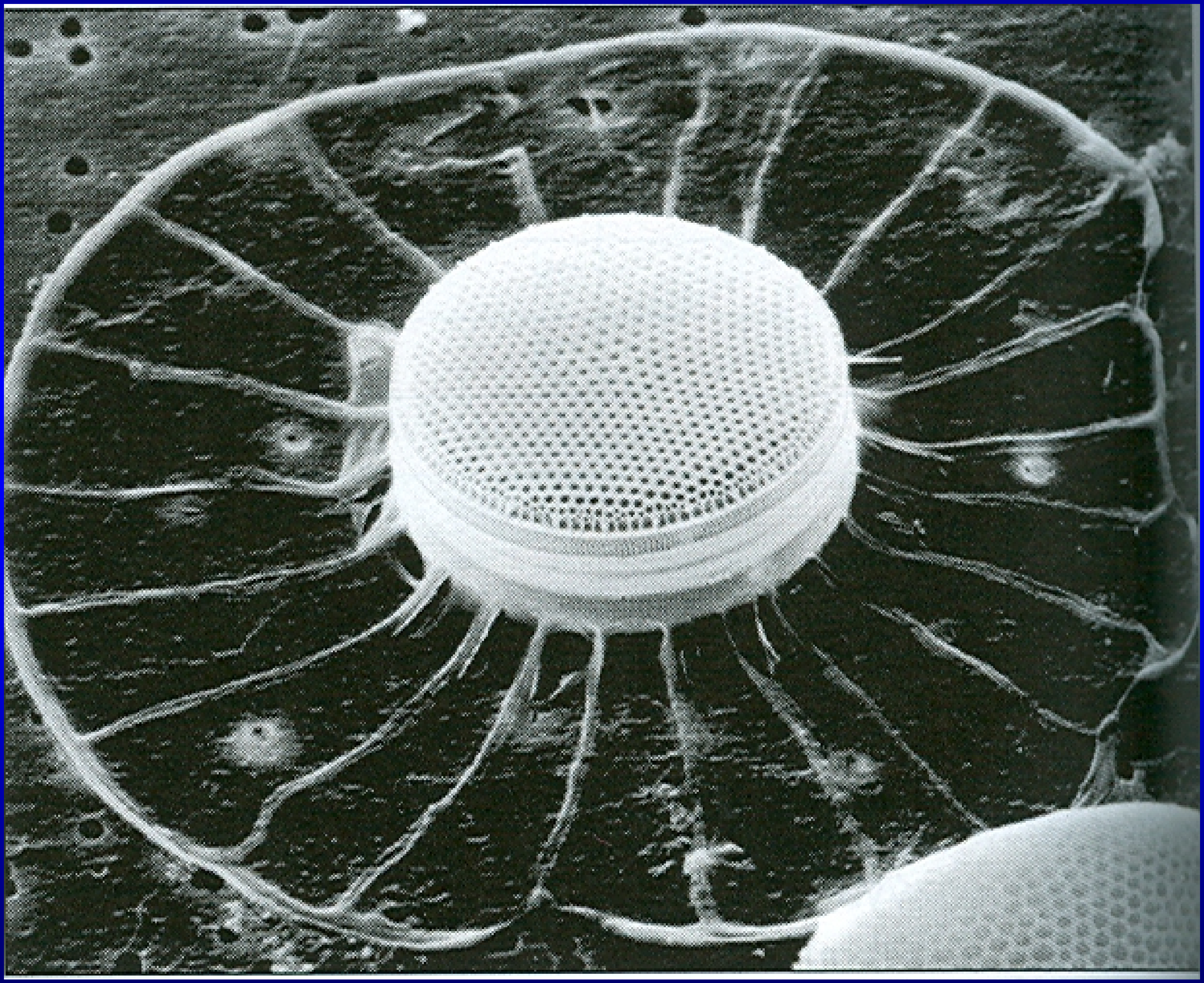
Koeficient tvarového odporu buňky

$c = K\ [(EDS)^2\ (\rho - \rho_w)] /\ \mu.\ \Phi$

- kromě tvaru slzy všechny tvary sedimentují pomaleji než koule
- u válců záleží na poměru délky a šířky
- Φ roste s počtem buněk v kolonii
- spiralizace vláken zmenšuje Φ
- Φ roste s rostoucím počtem nebo s prodlužováním trnů
- asymetrické uspořádání trnů nebo buněk v kolonii snižuje Φ



Planktoniella sol



VLIV TLOUŠŤKY MÍCHANÉ VRSTVY A TURBULENCE NA ZTRÁTY SEDIMENTACÍ

$$s = c / z_m$$

s ..... ztráty sedimentací [d^{-1}]

c .... sedimentační rychlost [$m.d^{-1}$]

z_m ..... hloubka míchané vrstvy [m]

Parazitismus

Parazité sinic a řas

Parazitismus - vztah v němž jeden člen profituje na úkor druhého

Hostitel (řasová buňka) je pro parazita zdrojem a zásobárnou potravy

Parazitismus pravděpodobně významně ovlivňuje sukcesi planktonních společenstev, ale dosud málo prací

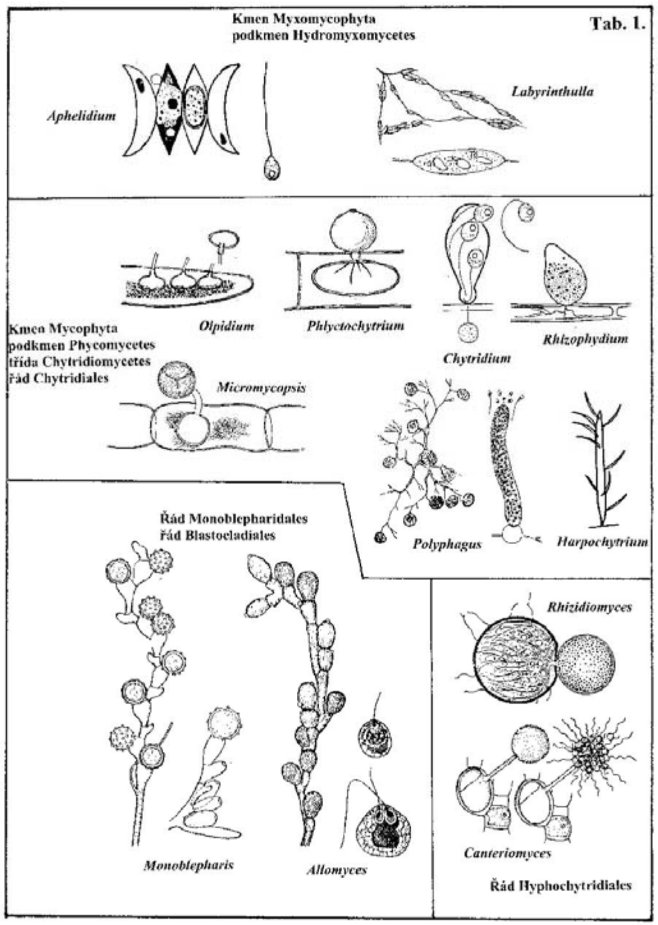
- **viry**
- **bakterie**
- **prvoci**
- **houby**

Parazité sinic a řas

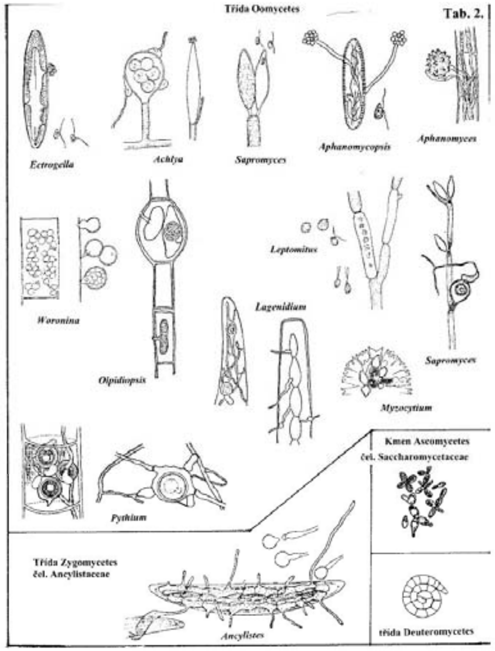
- **Viry**

  mohou způsobovat lyzi buněk
  většinou druhově specifičtí
  početnost korelována s trofií
  cyanofágové – praktický význam v regulaci vodních květů sinic

Houboví parazité

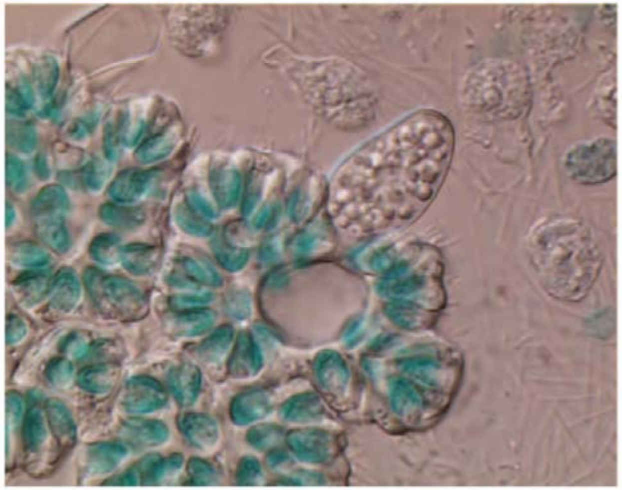


4



5

Houboví parazité řas Čech a Slovenska



Jaromír Lukavský

Botanický ústav Akademie věd České Republiky,
a
Biologická fakulta Jihočeské univerzity

Sinice a řasy.cz stránky věnované studiu sinic a řas

Domů

Hlavní nabídka

- Sinice a řasy pro všechny
- Sinice a řasy pro pokročilé
- Sinice a řasy pro profesionály
- Fykologie na Přírodovědecké fakultě JU
- Galerie sinic a řas
- Odkazy
- Externí spolupracovníci

Elektronické publikace

Elektronické publikace Publikace uvedené v této sekci poskytli sami autoři nebo souhlasili s uveřejněním na těchto stránkách.

Lederer, F. & Lhotský, O. (2001): Přehled sladkovodních ruduch (Rhodophyceae) v České Republice. – Sborník 17. semináře Aktuální otázky vodárenské biologie, Praha, pp.76-81 – pdf verze ke stažení (225 kB); pro potřeby těchto stránek graficky upraveno

Lederer, F. & Lukavský, J.(2003): Řasy Šumavy. – kapitola v knize "Šumava – příroda, historie, život". Vydalo nakl. BASET (www.baset.cz) 2003. – pdf verze ke stažení (2636 kB) – publikováno s laskavým svolením nakladatelství BASET; pro potřeby těchto stránek graficky upraveno

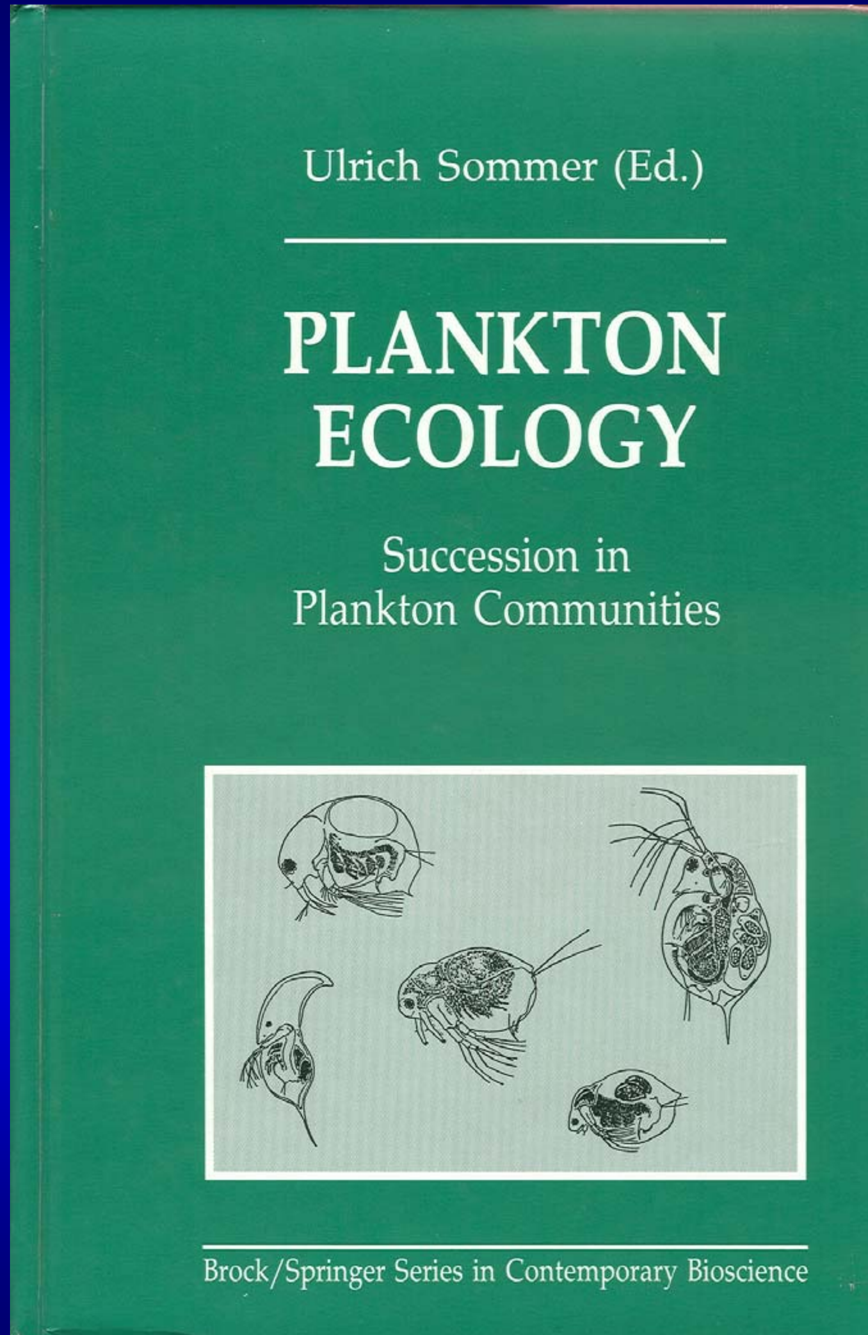
Lukavský, J. (2003): Houboví parazité řas Čech a Slovenska. – pdf verze ke stažení (2129kB)

Hrouzek, P.(2004): Fixace vzdušného dusíku u sinic. – pdf verze ke stažení (207 kB)

Aktuality

- Chantransia 2007

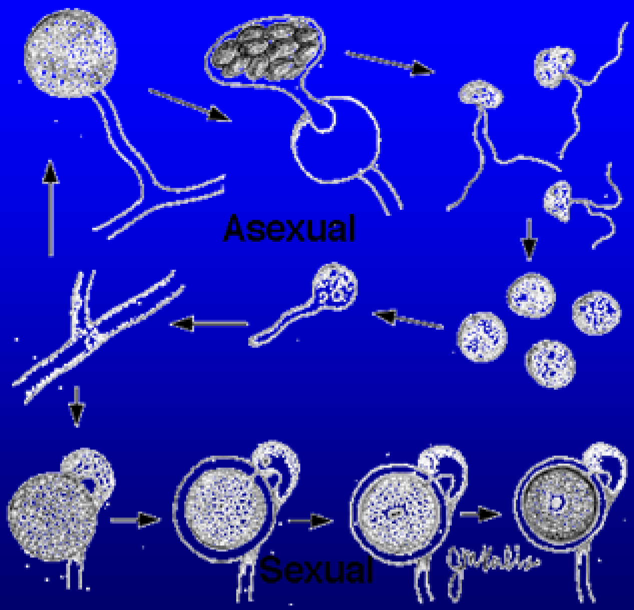
více


Ulrich Sommer (Ed.)
PLANKTON ECOLOGY
Succession in Plankton Communities
Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience

Houboví parazité

- **Chytridiomycetes –** pohyblivá stadia s 1 bičíkem, vnější parazité

- **Oomycetes –** pohyblivá stadia se 2 bičíky, vnitřní parazité



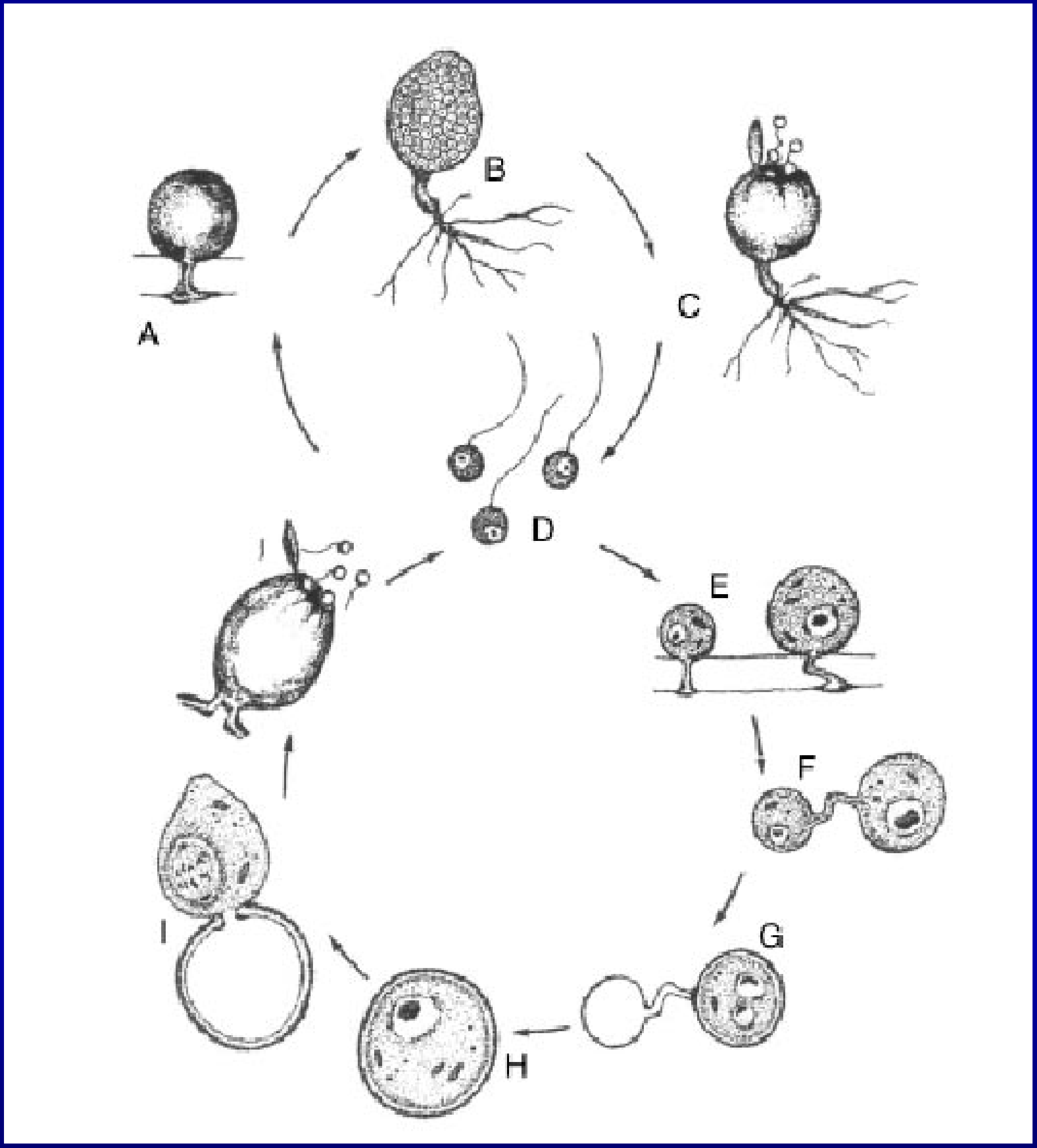
Houboví parazité

- zoospory – disperzní stadia

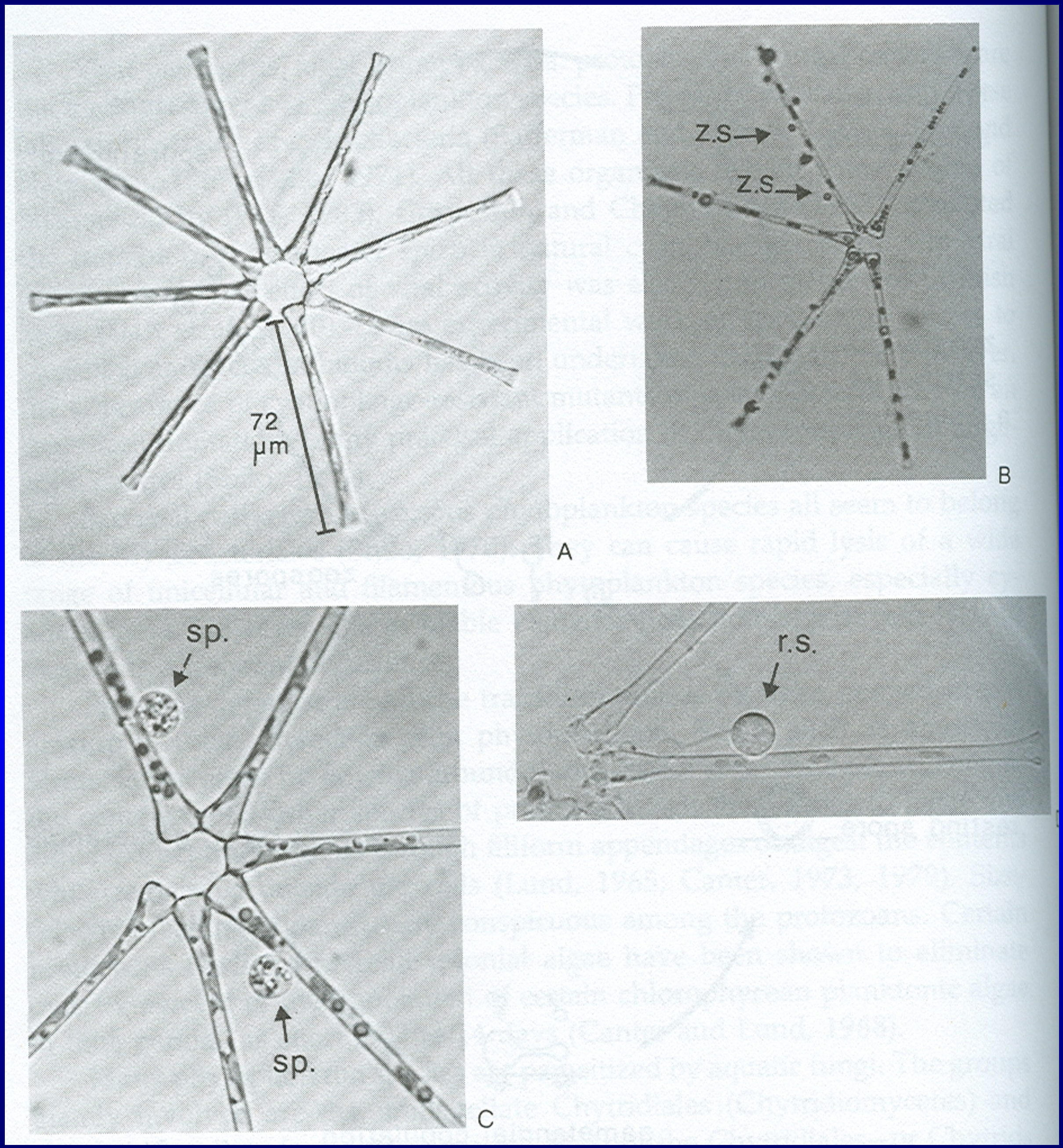
  - Chytridiomycetes –zoospory přisedají na buňku, pronikají do ní bičíky a poté vytvoří systém rhizoidů
  - Oomycetes – sporangia celá v hostitelských buňkách – nepotřebují tvořit rhizoidy

- klidová stadia – silná buněčná stěna

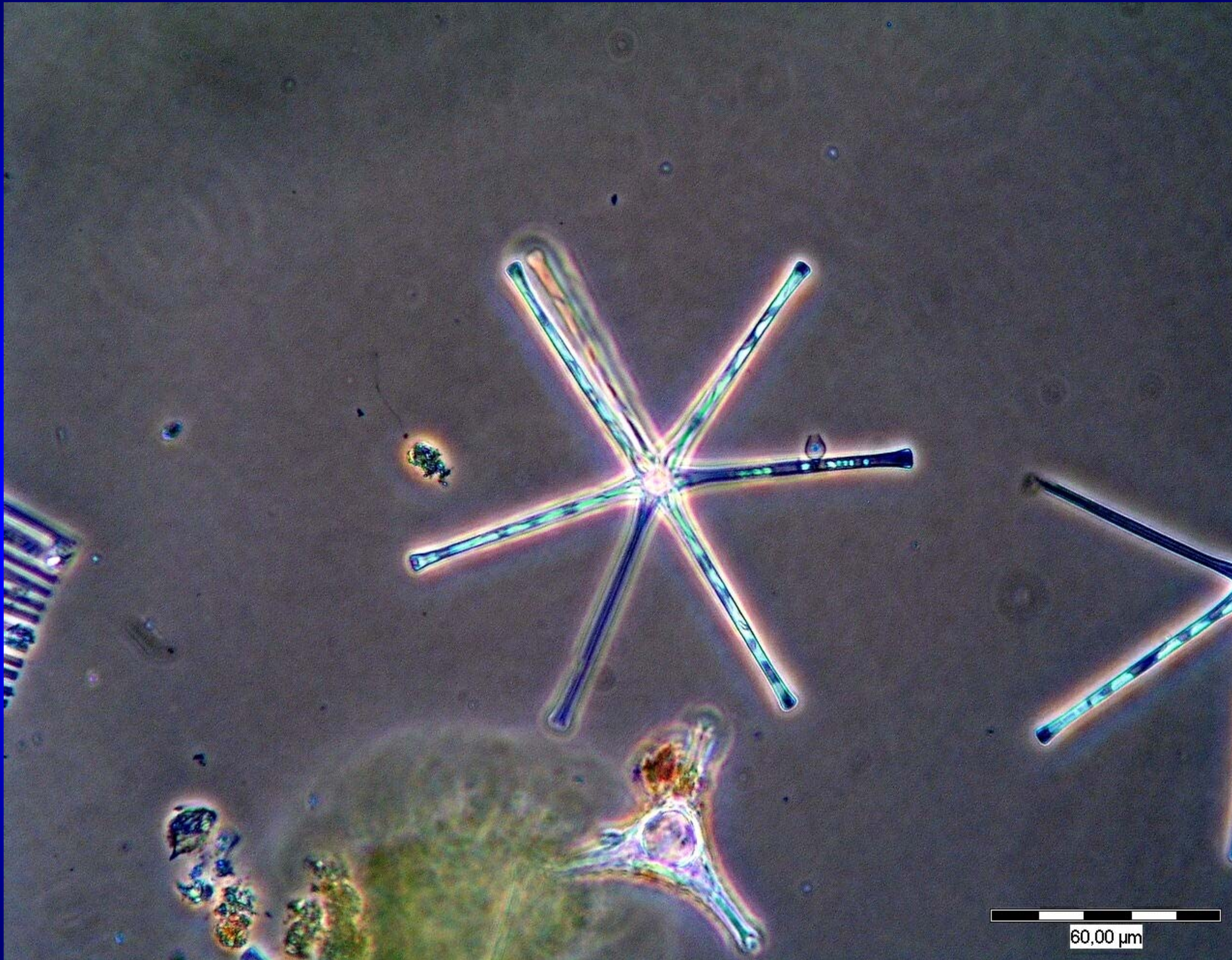
Životní cyklus druhu *Zygorhizidium planktonicum*

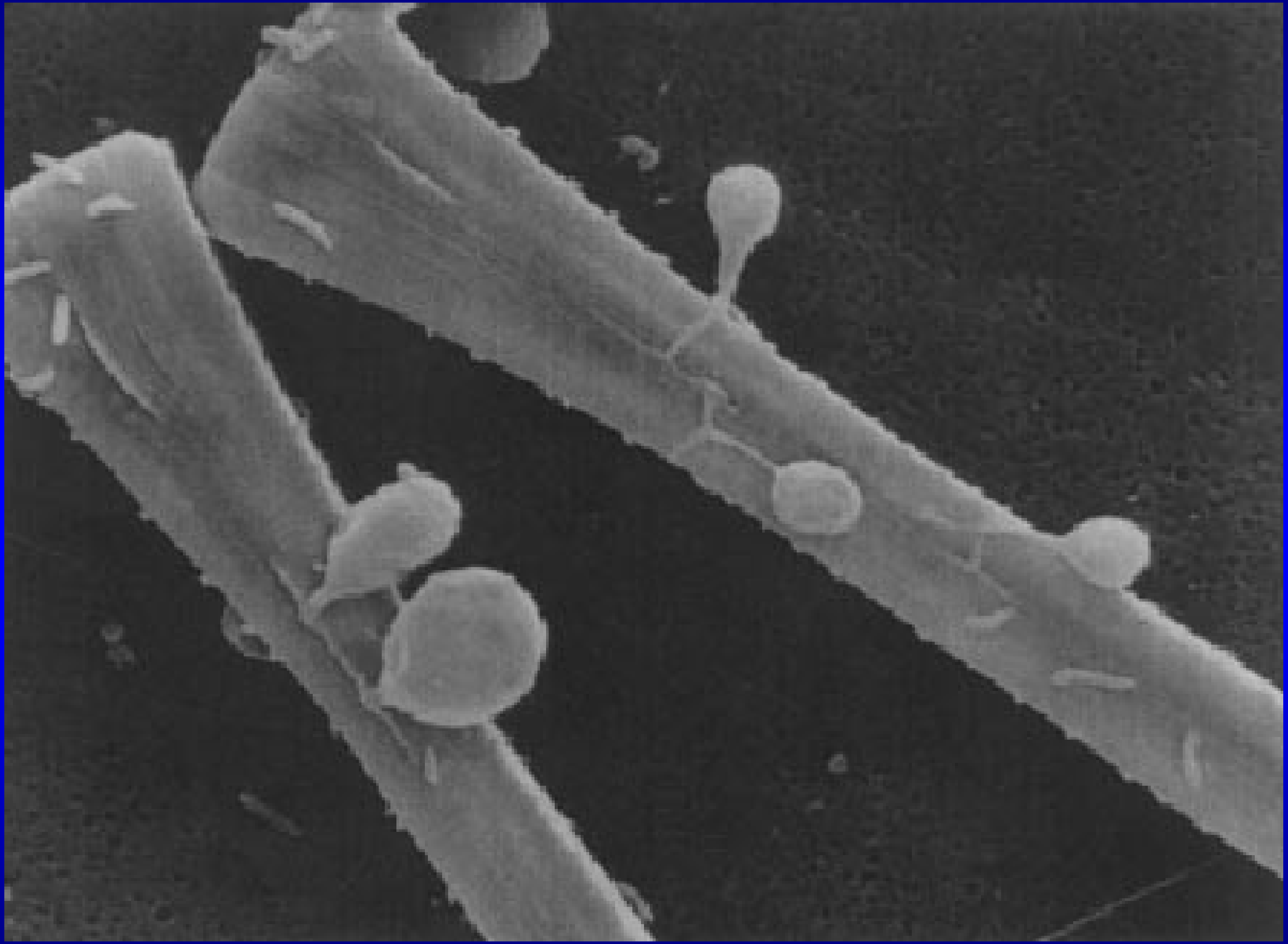


A - jednobuněčná haploidní stélka,
B - operkulátní sporangium,
C- uvolnění zoospor ze sporangia,
D - zoospory,
E - gametangia,
F, G - isogamické splynutí gametangií,
H - klidová spora, I- klíčící klidová spora,
J - zoospory opouštějí sporangium



- **z.s – zoospory**
- **sp. – sporangia**
- **r.s. – trvalá spora**


60,00 µm



Vliv parazitů na populace fytoplanktonu

- **Wesenberg-Lund (1908)**
- **de Wildeman (1900, 1931)**
- **Huber-Pestalozzi (1946)**

  - první pozorování chytridiomycet parazitujících na řasách

- **Reynolds (1940) – parazitismus snižuje počty *Staurastrum paradoxum***

- **Canter et Lund (1948, 1951) – první kvantitativní studie vlivu parazitismu na populace fytoplanktonu,**
  - jezera v Anglii, *Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis, Tabellaria fenestrata* a *Melosira italica*

<u>Vliv parazitů na populace fytoplanktonu</u>

- **Canter et Lund (1951) –** chytridiomycety mohou zpozdit výskyt maxima fytoplanktonu nebo toto maximum snížit

  - parazité specifičtí pro jeden druh nebo malý počet druhů

  - rozsivky, krásivky

- **nákaza určitého druhu může podpořit růst jiných druhů - <u>ovlivnění sezónní sukcese</u>**
- např. nahrazení druhu *Asterionella formosa* druhy *Fragilaria crotonensis* a *Tabellaria fenestrata* v Esthwaite Water, nebo Reynolds (1973) - nahrazení druhu *Asterionella formosa* dominancí *Stephanodiscus astraea* v Crose Mere

Průběh nákazy

- vzestup počtu mladých nedávno encystovaných zoospor na řasových buňkách
- vzestup podílu sporangií
- počet zoospor je malý, mnoho mrtvých buněk hostitele s prázdnými sporangii, produkce trvalých spor

- poměrně krátké trvání celého průběhu nákazy – 2-3 týdny
- pro vypuknutí nákazy je nutná určitá minimální koncentrace buněk

Průběh nákazy

- faktory ovlivňující vypuknutí a průběh nákazy málo prostudovány

Komplikace: hypersenzitivita hostitele (buňky nestačí ani vytvořit sporangia
hyperparazitismus (např. *Zygorhizidium affluens* parazitováno rodem *Rozella*)
obtížnost izolace a kultivace parazitů

Vyjádření rozšíření nákazy

Prevalence of infection

$$P_r = N_i * 100/(N_i + N_u)$$

P_r….procento napadených buněk
N_i….počet infikovaných buněk
N_u…. počet neinfikovaných buněk

Vyjádření rozšíření nákazy

Střední hodnota napadení

$$I = N_p / N_h$$

I…střední hodnota napadení hostitele parazitem
N_p…počet přisedlých parazitů
N_h…počet napadených i nenapadených buněk hostitele

Změna poměru množství napadených buněk v populaci

$$I(t)=I_0 * \exp((\mu_p - \mu_h)\, t\,)$$

$\mu_p - \mu_h$… rozdíl reprodukčních rychlostí hostitele a parazita, rychlost, s jakou se nákaza šíří,

limitace živinami, málo světla – příznivé pro rozvoj parazita

I …počet infikovaných buněk

I_0 …počet infikovaných buněk v čase nula.

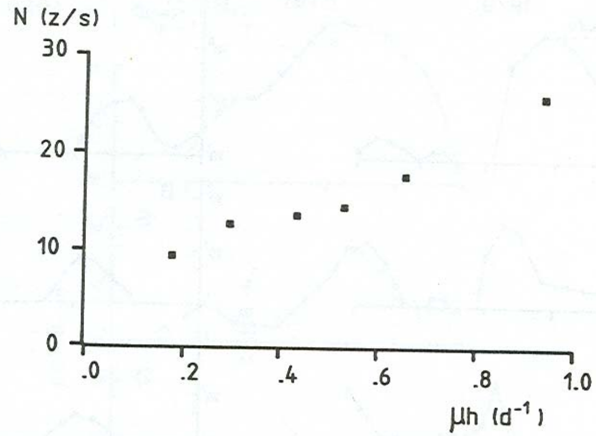
Faktory ovlivňující rozvoj nákazy

- Limitace živinami

  snížení růstové rychlosti hostitele teoreticky podporuje rozvoj infekce, ale často silná infekce za vysokých koncentrací živin

- Bruning et Ringelberg (1987) – studium vlivu fosforem limitovaného růstu *Asterionella formosa* na reprodukční rychlost parazita *Rhyzophidium planktonicum* (Lake Maarsseveen)

Faktory ovlivňující rozvoj nákazy - živiny



Figures 5.8 The mean number of zoospores per sporangium (*N*) produced by the parasite as a function of the phosphorus-limited reproductive rate of its host (μ_h) (adapted from Bruning and Ringelberg, 1987).

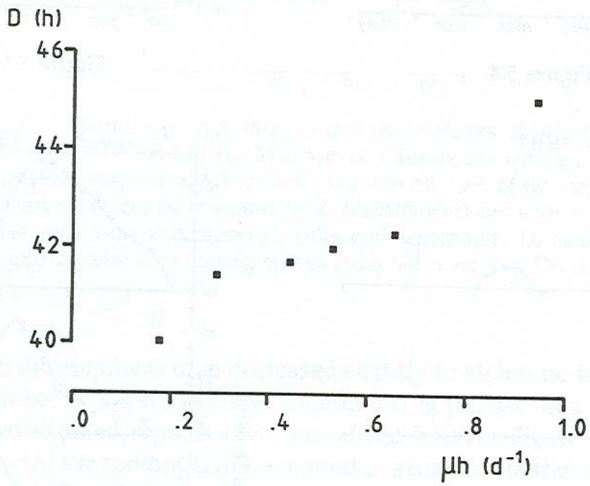


Figure 5.9 The mean development time of the sporangia of the parasite (*D*) as a function of the phosphorus-limited reproductive rate of its host (μ_h) (adapted from Bruning and Ringelberg, 1987).

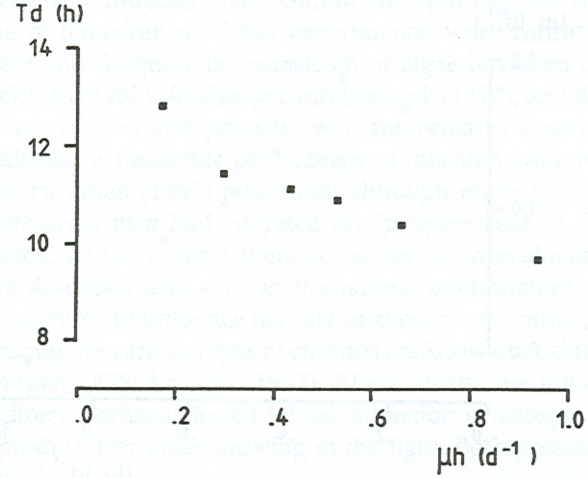


Figure 5.10 The mean doubling time of the zoospores within the sporangia of the parasite (*Td*) as a function of the phosphorus-limited reproductive rate of its host (μ_h) (adapted from Bruning and Ringelberg, 1987).

- méně spor = kratší doba vývoje sporangií
- limitace fosforem způsobuje snížení počtu a rychlosti tvorby spor parazita

Faktory ovlivňující rozvoj nákazy - živiny

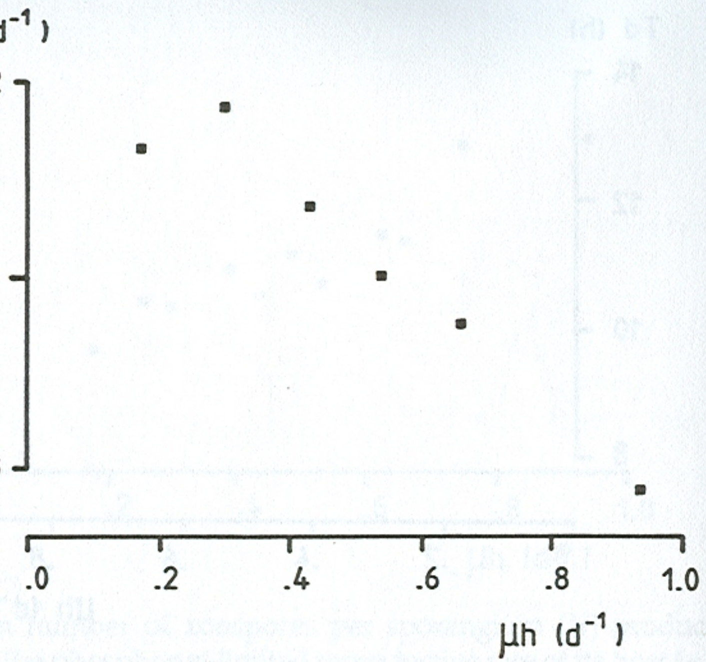


Figure 5.11 The difference in reproductive rate of parasite and host at high host density ($\mu_p - \mu_h$) as a function of the phosphorus-limited reproductive rate of its host (μ_h) (adapted from Bruning and Ringelberg, 1987).

- **růstová rychlost parazita vždy větší než hostitele**
- **nákaza nastane nezávisle na limitaci fosforem, při limitaci bude ale intenzivnější**

Faktory ovlivňující rozvoj nákazy

- Světlo
  k rozvoji nákazy nutné světlo (ve tmě zoospory přežívají, ale afinita k hostitelským buňkám se snižuje)
- Extracelulární produkty
  hledání hostitelské buňky
- Teplota
  často nejdůležitější faktor
  Rhyzophidium sphaerocarpum/Spirogyra
  – optimum 30 °C, X pod 10 °C
  Dangenardia mammilata/Pandorina
  – optimum 14 °C

- Teplota

Van Donk et Ringelberg (1987)
(laboratorní studie s kmeny z Lake Maarsseveen)
Zygorhizidium planktonicum
Asterionella formosa

aktivita parazita inhibována

Parazit je schopen výrazně ovlivnit populaci hostitele, i když jeho růst nebyl limitován jinými faktory

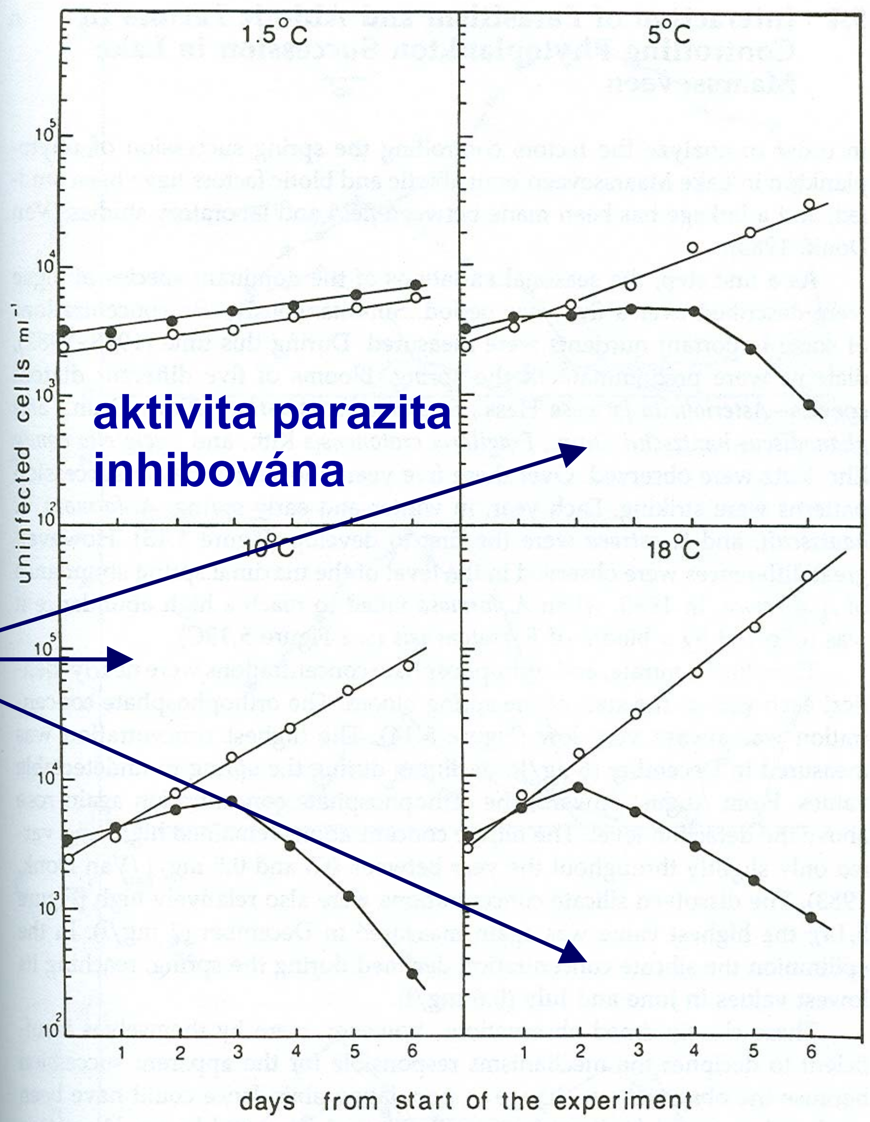


Figure 5.12 The number of uninfected cells during six days of incubation of uninfected (○) and infected (•) cultures of *A. formosa* at four different temperatures. At day zero the (•) cultures were inoculated with infected *A. formosa* cells (adapted from Van Donk and Ringelberg, 1983).

Vliv parazitismu na sukcesi fytoplanktonu

- Van Donk (1983)
  - Lake Maarsseveen

Zygorhizidium planktonicum

Asterionella formosa

Parazit výrazně neovlivňuje populaci hostitele, růst limitován teplotou, *A. f.* v kompetici vyhrává díky větší afinitě k fosforu

Významná infekce populace hostitele, dominují jiné druhy rozsivek

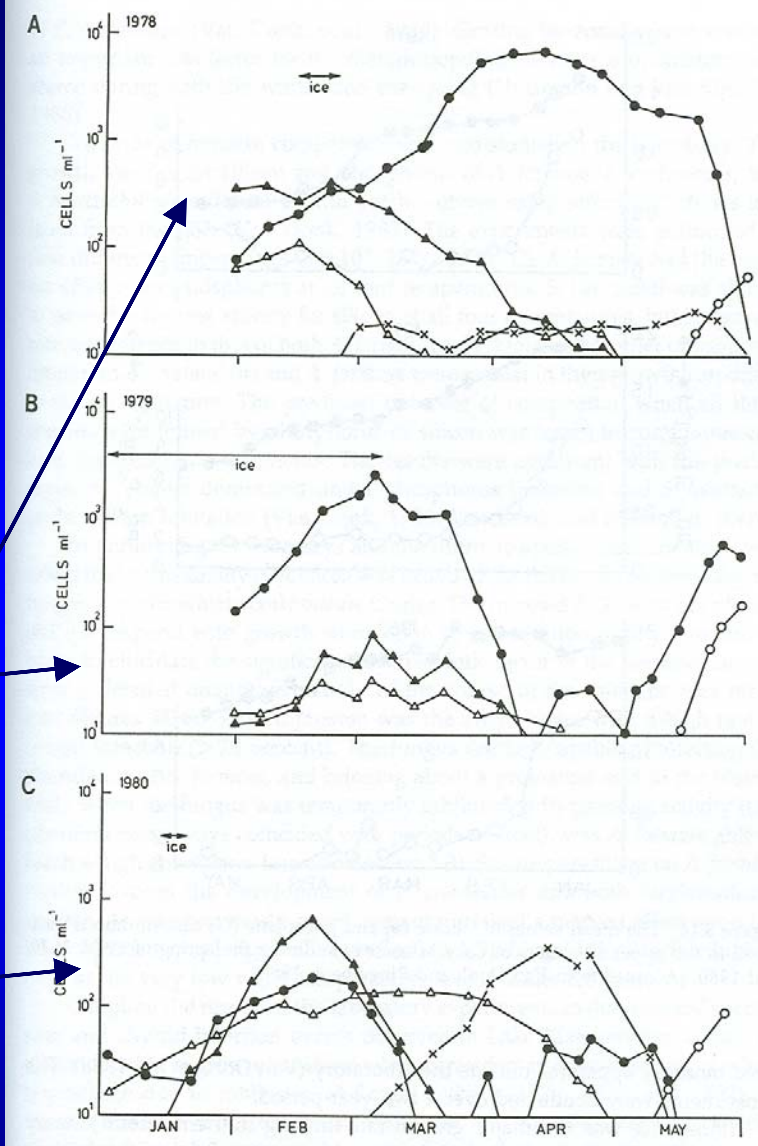


Figure 5.13 The succession of diatom species in the upper 10 meters of Lake Maarsseveen during the spring of A, 1978; B, 1979; and C, 1980. •, *Asterionella formosa*; ▲, *Stephanodiscus hantzschii*; Δ, *Stephanodiscus astraea*; X, *Fragilaria crotonensis*; ○, *Cyclotella comta*. (Adapted from Van Donk and Ringelberg, 1983).

Vliv parazitismu na sukcesi fytoplanktonu

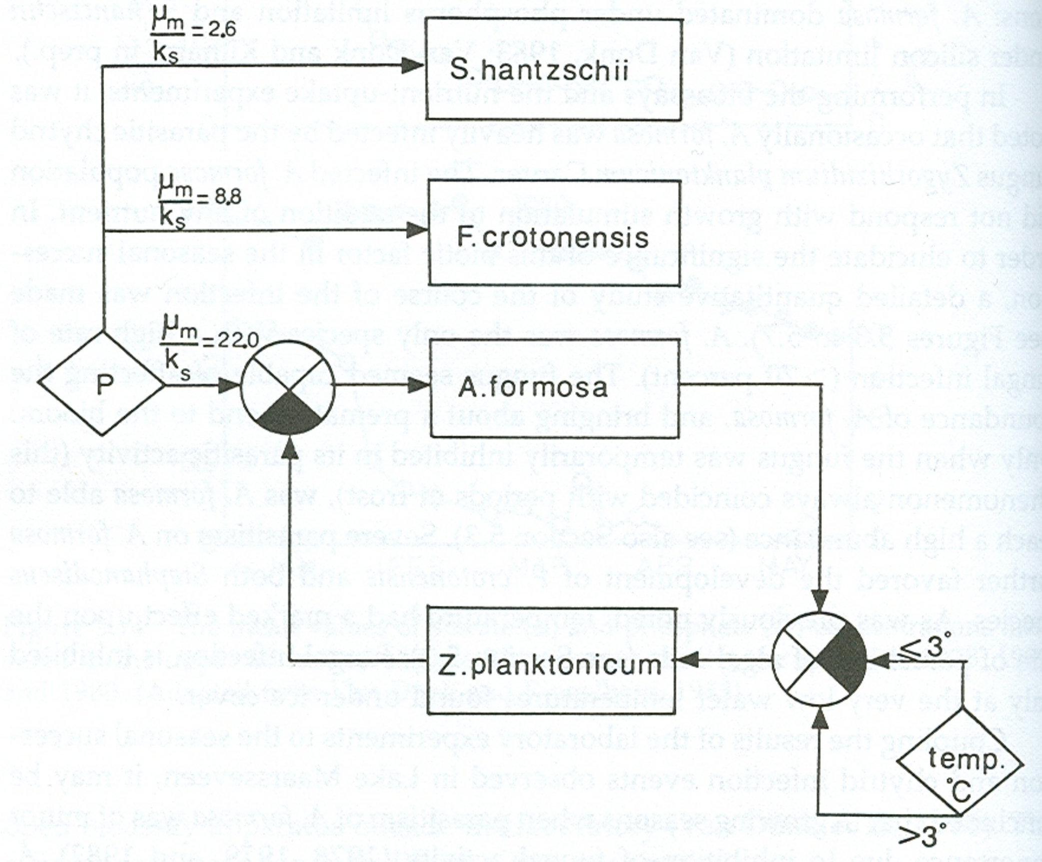


Figure 5.15 A diagram of the relationship of three diatoms (*A. formosa*, *F. crotonensis*, and *S. hantzschii*) and the fungus *Z. planktonicum*. μ/K_s is a measure of the competitive ability of each diatom for phosphorus (P) at 5°C—the higher the value, the greater the competitive ability. A white quadrant stands for stimulation of the growth rate and a black quadrant for inhibition. *Z. planktonicum* inhibits the growth of *A. formosa* at temperatures higher than 3°C (adapted from Van Donk, 1983).

- **sukcese rozsivek v Lake Maarsseveen je ovlivněna komplexem abiotických a biotických faktorů**

Parazitismus může hrát signifikantní roli v sukcesi fytoplanktonu