

Sinice a řasy extrémních stanovišť

Sněžné řasy

Řasy termálních pramenů

Mechanismy adaptací sinic a řas na extrémní podmínky

# Typy extrémních prostředí

**Alkaline**: broadly conceived as natural habitats above pH 9 whether persistently, or with regular frequency or for protracted periods of time.

**Acidic**: broadly conceived as natural habitats below pH 5 whether persistently, or with regular frequency or for protracted periods of time.

**Extremely Cold**: broadly conceived habitats periodically or consistently below 5°C either persistently, or with regular frequency or for protracted periods of time. Includes montane sites, polar sites, and deep ocean habitats.

**Extremely Hot**: broadly conceived habitats periodically or consistently in excess of 40°C either persistently, or with regular frequency or for protracted periods of time. Includes sites with geological thermal influences such as Yellowstone and comparable locations worldwide or deep-sea vents.

**Hypersaline**: (high salt) environments with salt concentrations greater than that of seawater, that is, >3.5%. Includes salt lakes.

**Under Pressure**: broadly conceived as habitats under extreme hydrostatic pressure – i.e. aquatic habitats deeper than 2000 meters and enclosed habitats under pressure. Includes habitats in oceans and deep lakes.

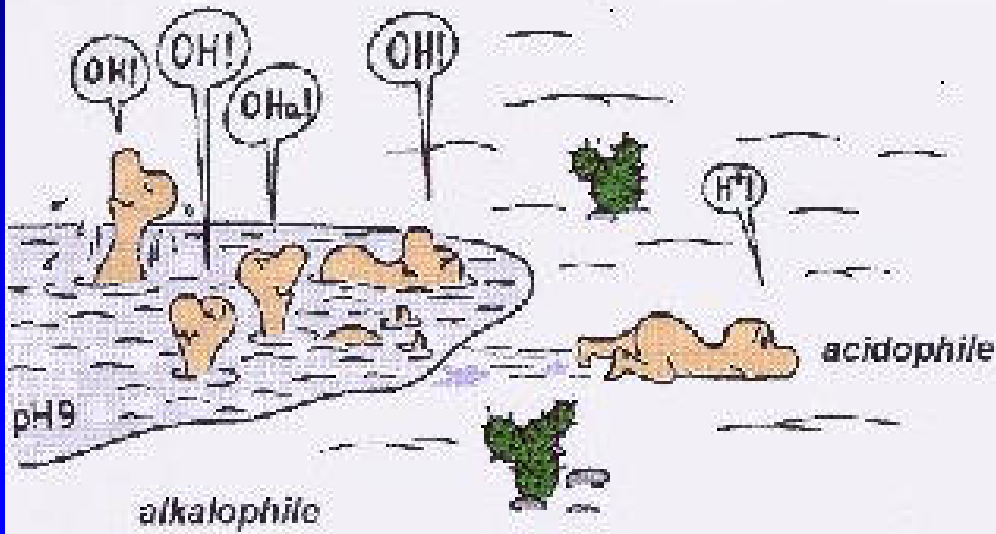
**Radiation**: broadly conceived as habitats exposed to abnormally high radiation or of radiation outside the normal range of light. Includes habitats exposed to high UV and IR radiation.

**Without Water**: broadly conceived as habitats without free water whether persistently, or with regular frequency or for protracted periods of time. Includes hot and cold desert environments, and some endolithic habitats.

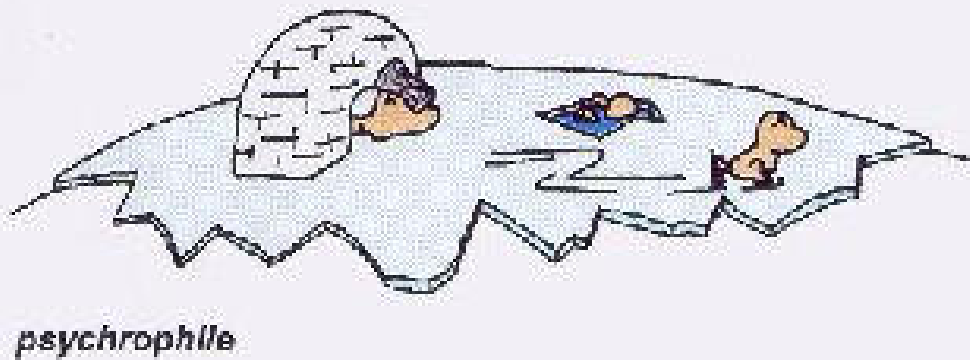
**Without Oxygen**: broadly conceived as habitats without free oxygen - whether persistently, or with regular frequency, or for protracted periods of time. Includes habitats in deeper sediments.

**Altered by Humans**: heavy metals, organic compounds; anthropogenically impacted habitats. Includes mine tailings, oil impacted habitats.

**Astrobiology**: Addresses life beyond the known biosphere – inclusive of life on other heavenly bodies, in space etc. Includes terraforming



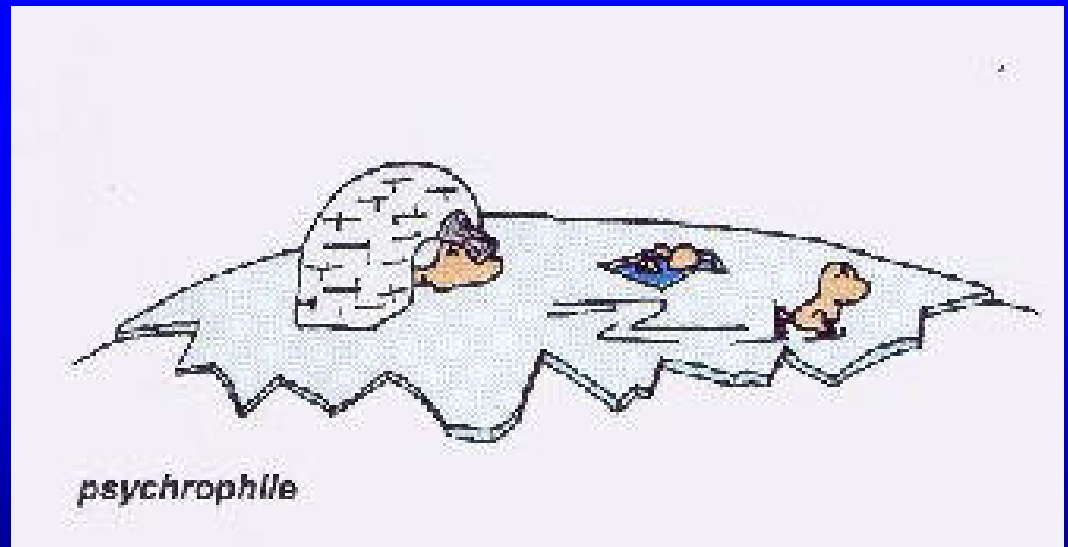
halophile



mesophile

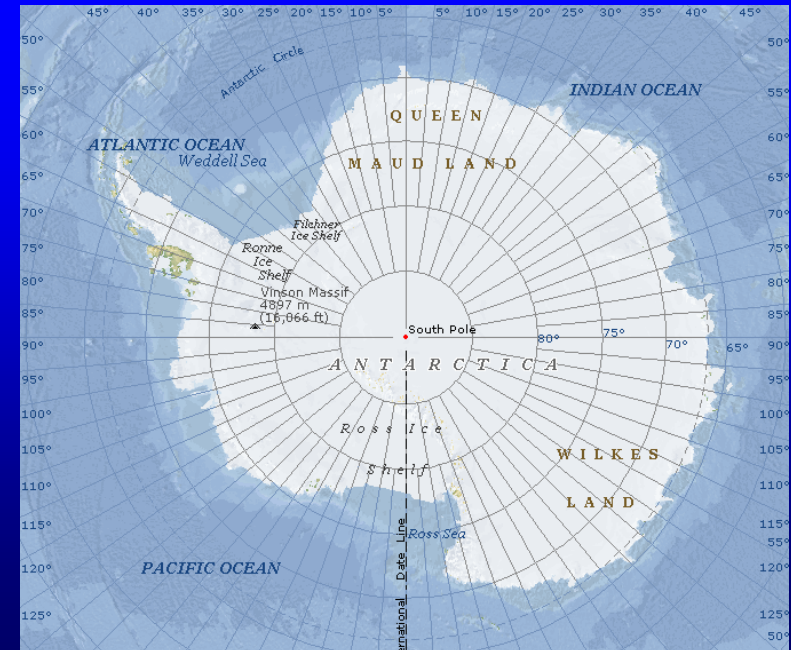
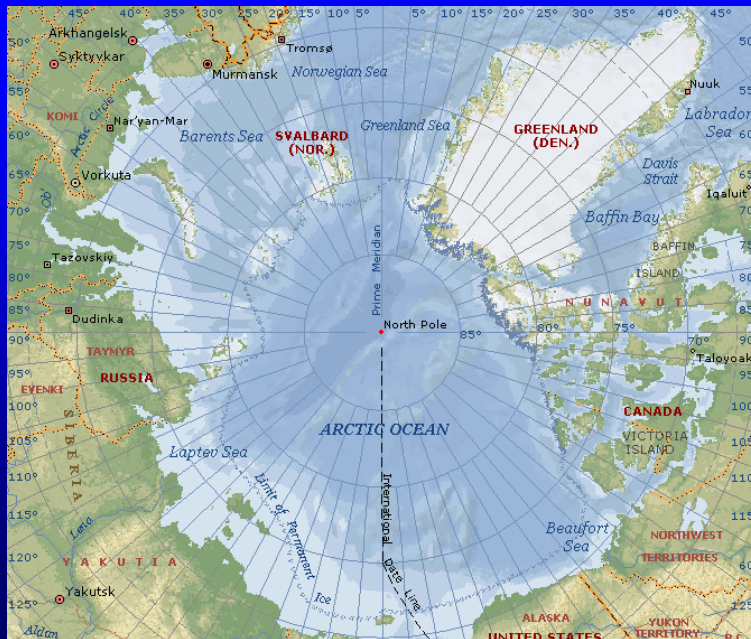


# Psychrofilní sinice a řasy



# Proč studovat polární oblasti?

- rozloha 84 mil. km<sup>2</sup> ~ 16,5% zemského povrchu
- nejrozsáhlejší ekosystém s převažujícími extrémními podmínkami prostředí
- vhodné pro studium adaptací organismů na extrémní podmínky
- extrémní podmínky polárních oblastí mohou sloužit jako model pro hledání mimozemského života (porozumění procesům, které se odehrály na jiných planetách či měsících + základ pro vývoj technologií pro detekci života)



# Proč studovat řasy a sinice polárních oblastí?

- klíčová role v ekosystémech - primární producenti
- vyskytují se ve všech typech polárních ekosystémů, kde často tvoří značnou biomasu
- adaptace na nejrůznější typy prostředí polárních oblastí
- plastičnost – změny morfologických a fyziologických charakteristik v závislosti na typu prostředí
- modelové organismy pro vysvětlení mechanismů aklimatizace/adaptace na extrémní podmínky



# Polární oblasti.....

## 2 kategorie extrémních podmínek:

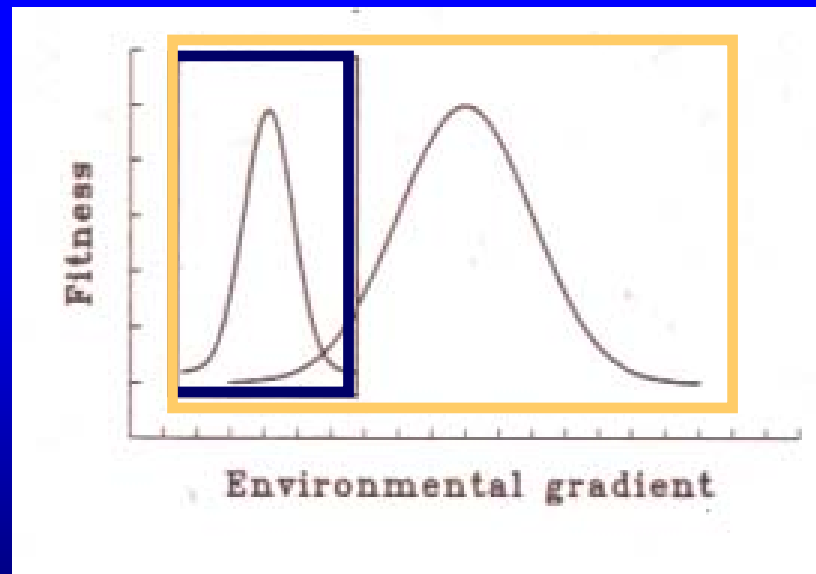
- 1) objektivně extrémní, ale stabilní podmínky – organismy žijí na hranici fyziologických možností  
převažují **specialisté** – adaptace na extrémní podmínky (sněžné řasy)  
malé narušení může způsobit zánik společenstva
- 2) okrajové, nestabilní typy prostředí – výrazné sezónní, případně denní změny podmínek,  
převažují **generalisté** – aklimatizace na extrémní podmínky  
charakteristické jsou náhodné či zřídka se vyskytující podmínky pro optimum metabolismu (perifyton polárních řek a pramenů, kryptoendolitická společenstva pouští)



# Životní strategie v chladném prostředí

## 2 skupiny druhů

- psychrofilní (kryofilní) – teplotní optimum  $< 10^{\circ}\text{C}$
- psychrotrofní (kryoxenní) – teplotní optimum  $> 10^{\circ}\text{C}$



# Typy prostředí polárních oblastí.....

..... jsou určeny rozsahem sezónní a diurnální fluktuaace vody a teploty

## *STABILNÍ*

- ledovce – postupná akumulace mikroorganismů
- permafrost
- subglaciální systémy – jezera, ledovcový kras
- tající povrch ledovců – kryokonity, letní průměrná teplota 0°C
- sněhová pole – trvalá či přechodná, kryoseston,
- jezera - nevymrzají až na dno a jsou většinu roku pokryté ledem a stratifikované



# Typy prostředí v polárních oblastech.....

..... jsou určeny rozsahem sezónní a diurnální fluktuace vody a teploty

## *NESTABILNÍ*

- polární mokřady – hydroterestrické biotopy společenstva, v zimě vymrzají
- půda a skály – terestrické biotopy, aerofytická, chasmoendolitická a kryptoendolitická společenstva, voda v tekutém stavu přítomna jen velmi krátkou dobu anebo se nachází ve formě vodních par či vzdušné vlhkosti



# Stresové faktory v polárních oblastech

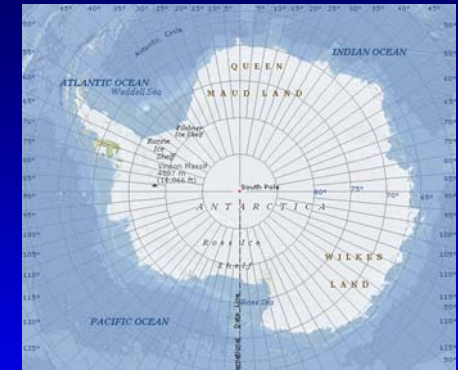
- nízká teplota
- dostupnost vody - délka vegetační sezóny, vysychání
- střídání vymrzání a tání
- živinová limitace
- záření (viditelné, UV)
- nestabilita biotopů včetně mechanické disturbance (vodní a větrná eroze, unášené ledovcové části, atd.)

# Adaptace sinic a řas na extrémní podmínky polárních a horských oblastí

- snížení teplotního optima pro růst
- produkce kryoprotektantů – cukrů, alkoholů, bílkovin (AFPs)
- produkce karotenoidů (např. astaxanthin)
- vrstevnaté buněčné stěny (sporopolenin), produkce slizu
- buňky s nízkým obsahem vody
- složité životní cykly spojené s produkcí „resting stages“
- schopnost aktivního pohybu (bičíky, Oscillatoriales)
- symbióza a mutualismus - lišejníky



# Srovnání Arktida x Antarktida



➤ Severní ledový oceán

➤ vlhčí a teplejší –  
propojenost s Atlantickým  
oceánem, Golfský proud  
až 250 mm srážek/rok

➤ rozsáhlá odledněná území

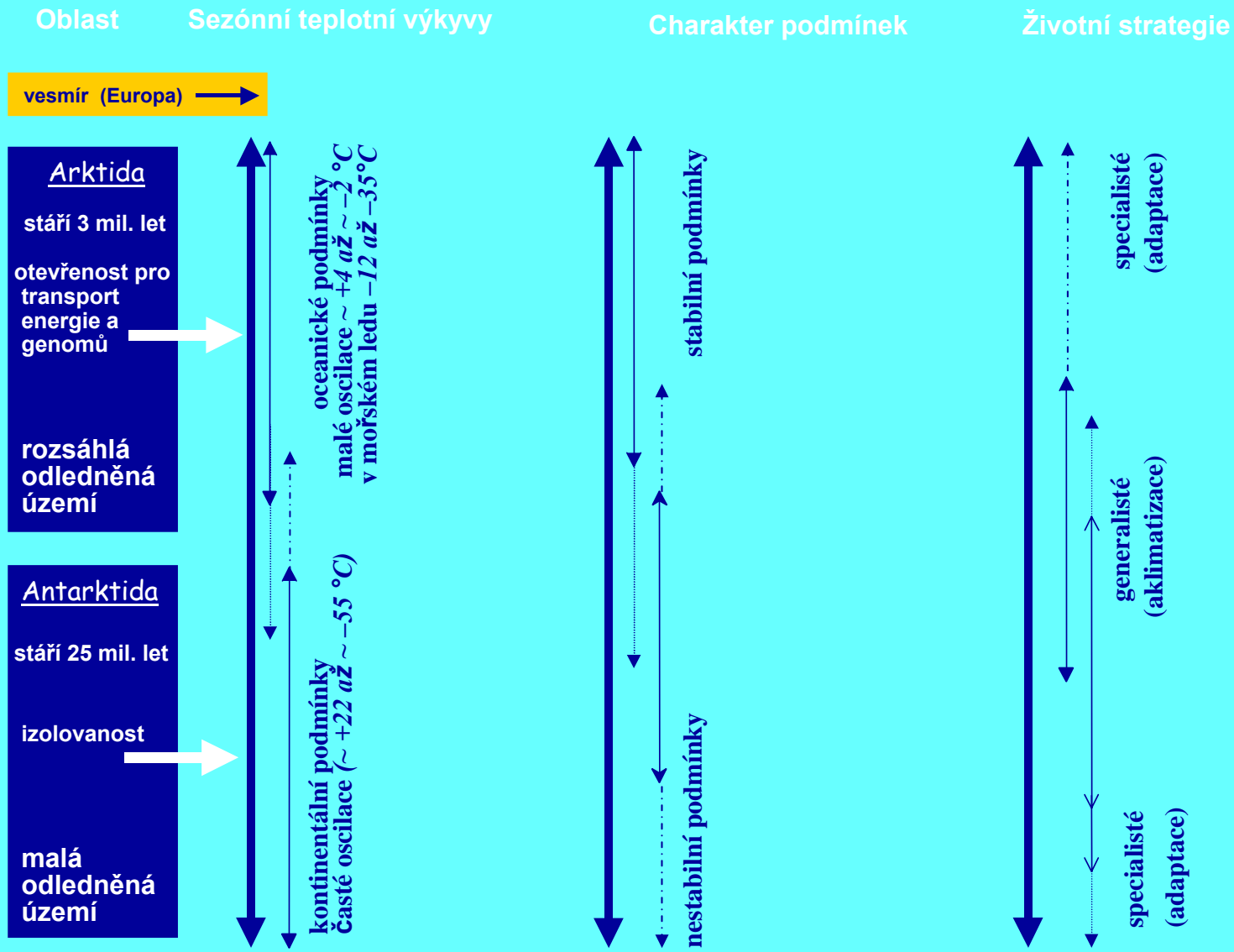
➤ 100 druhů vyšších rostlin

➤ Antarktický kontinent

➤ sušší a chladnější  
Antarktický proud  
0 mm srážek/rok (Ross  
Desert), -88°C (stanice  
Vostok)

➤ malá odledněná území

➤ 2 druhy vyšších rostlin  
(*Deschampsia  
antarctica* a  
*Colobanthus quitensis*)

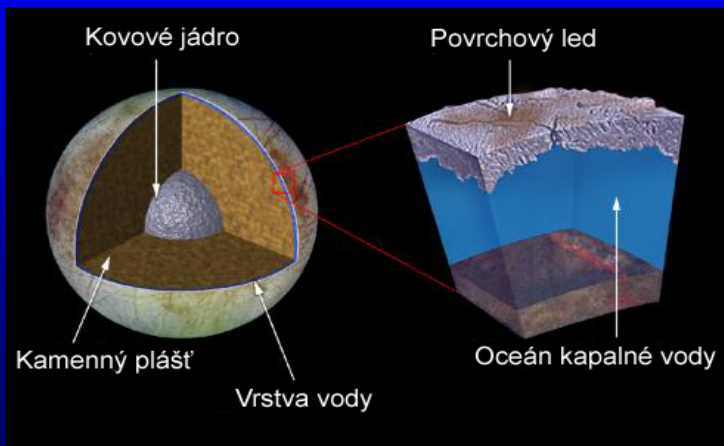


# EUROPA

- pod ledovým povrchem se může vyskytovat oceán kapalné vody, ve kterém by se mohl rozvinout život

- ekosystém by se zřejmě podobal pozemským hlubokomořským ekosystémům

- možný život v prasklinách ledu





## Oblast

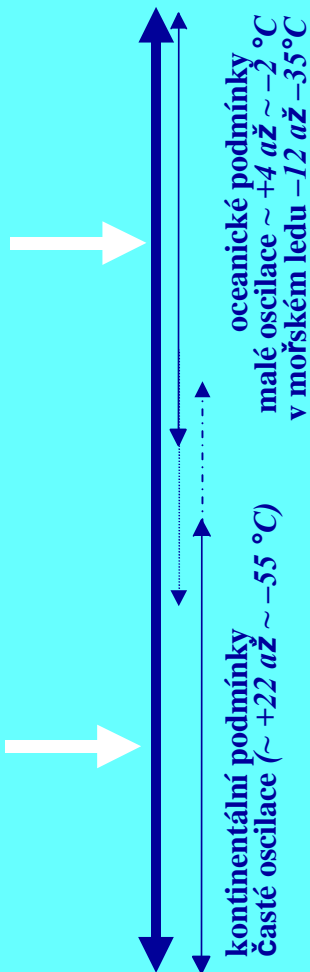
## Sezónní teplotní výkyvy

## Charakter podmínek

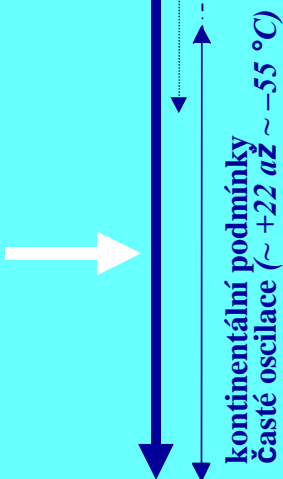
## Životní strategie

vesmír (Europa) →

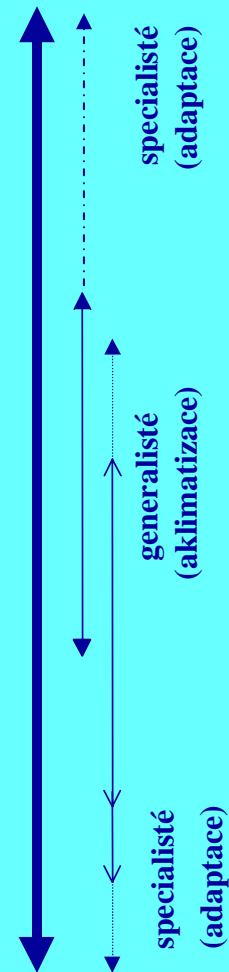
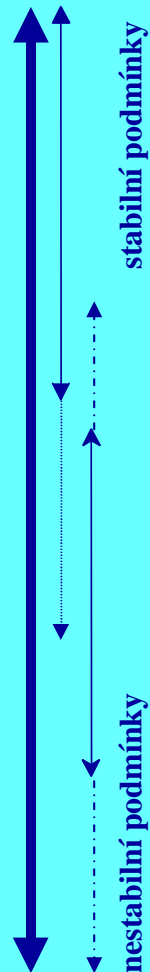
Arktida  
stáří 3 mil. let  
otevřenost pro transport energie a genomů  
rozsáhlá odledněná území



Antarktida  
stáří 25 mil. let  
izolovanost  
malá odledněná území



vesmír (Mars) →

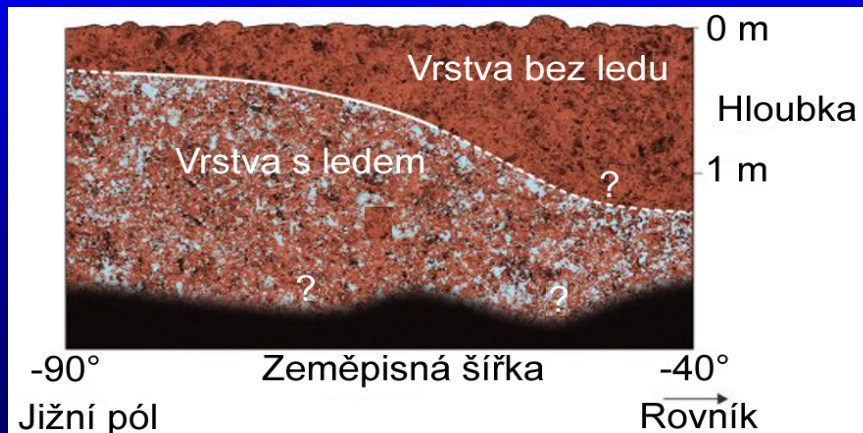


# MARS



➤ v současnosti se kapalná voda na povrchu nevyskytuje, pod povrchem možný výskyt ledu

➤ na počátku geologického vývoje Marsu pravděpodobně příznivé podmínky pro vznik života,  
➤ možný objev fosilních mikroorganismů



# ***Sněžné řasy***

***úvod, historie výzkumu, adaptace***



# Úvod (1): sněžné řasy – definice

## 2 skupiny druhů

- psychrofilní (kryofilní) – teplotní optimum  $< 10^{\circ}\text{C}$   
= „pravé sněžné řasy“, četné adaptace
- psychrotrofní (kryoxenní) – teplotní optimum  $> 10^{\circ}\text{C}$   
= sníh suboptimálním prostředím,  
nezpůsobují vegetační zbarvení sněhu

## Úvod (2): sněžné řasy – teplotní optima

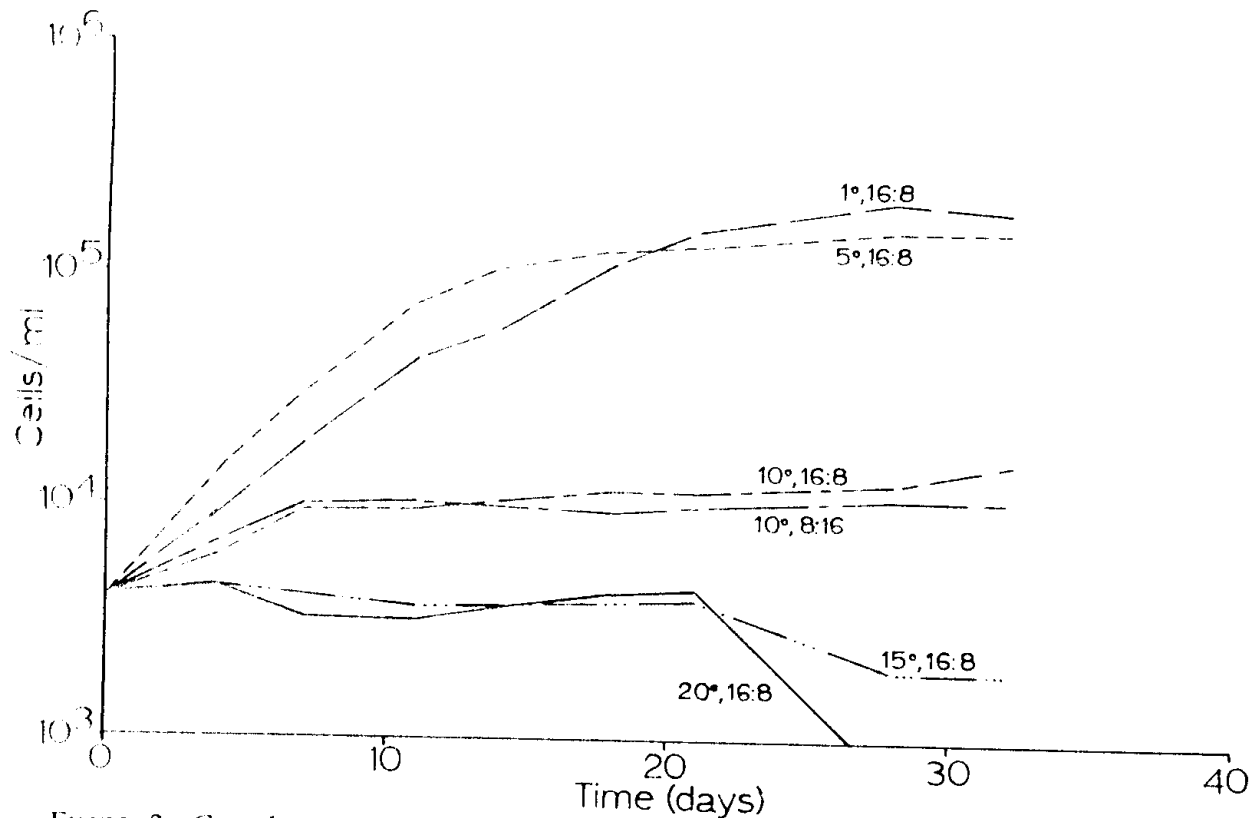


FIGURE 2. Growth curves of *Chloromonas pichinchaе*; the temperature is followed by the photoperiod (hours, light:dark).

[Hoham, 1975]

# Historie (1)

## 3 období studia sněžných řas

1/ pozorování barevného sněhu, původcem zbarvení sněhu jsou mikroorganismy

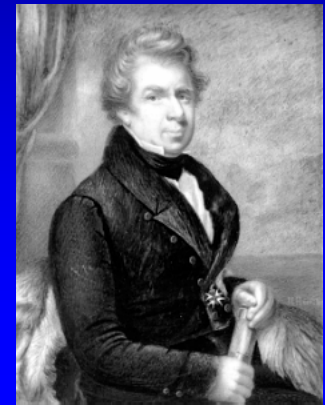
- **Aristoteles: *Meteorologia***
- **John Davis      1585      Mt. Raleigh, Davisův průliv**
- **F. Martens      1671      Špicberky**
- **J. Buchholz      1751      Vysoké Tatry, Mengusovská dolina**
- **de Saussure      1760      Alpy, Mt. Brévent**
- **Czirbesz      1772      Vysoké Tatry, Zadný Handel**



# Historie (2)

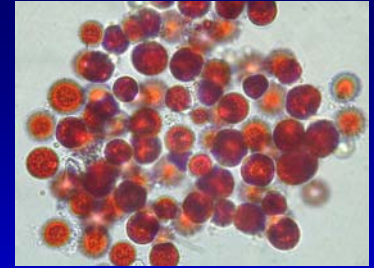
## 3 období studia sněžných řas

- **J. Ross**                **1818**                **Grónsko, Baffin Bay**  
*„crimson cliffs“*
- **Ch. Darwin**           **1835**                **Jižní Amerika, Andy**
- **G. Dickie**             **1843**                **Afrika, Atlas**
- **G. Gibbs**             **1858**                **Severní Amerika, Cascade Mts.**
- **N. Wille**              **1902**                **Antarktida**
- **Fritsch**



# Historie (3)

## 3 období studia sněžných řas



- de Saussure                      1760              anorganický původ zbarvení sněhu  
„terre rouge de la neige“
- Bauer                              1819              *Uredo nivalis* - houba
- Brown, Agardh                  1825              zbarvení sněhu je způsobeno  
růstem mikroskopických řas  
*Protococcus nivalis* (Bauer) Ag.
- Chodat                            1896              bičíkatá stadia - Volvocales
- Wille                                1903              *Chlamydomonas nivalis* (Bauer) Wille



# Historie (4)

2/ popis druhů

Erzsébet Kol (1897-1980)

Popis kryoflóry následujících oblastí:

- **Alpy, Vysoké Tatry, rumunské Karpaty, pohoří v Řecku, Bulharsku, Albánii, Maďarsku**
- **Yellowstone National Park, Glacier National Park, Mount Rainier National Park, Mount Mc Kinley Park (Aljaška)**
- **Grónsko, Norsko, Finsko, Špicberky, Antarktida, Nová Guinea**



Shrnutí druhové diverzity sněžných řas, popis nových rodů a druhů, klasifikace biotopů sněžných řas, biogeografie

# Historie (5)

## 3 období studia sněžných řas

### Die Binnengewässer

Einzeldarstellungen aus der Limnologie  
und ihren Nachbargebieten

Begründet von August Thienemann

Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von

Dr. H.-J. Elster

Professor für Limnologie, Direktor des  
Limnologischen Instituts der Universität  
Freiburg (Walter-Schlienz-Institut),  
Falkau/Schwarzwald

Dr. W. Ohle

Professor für Limnologie, Universität Kiel,  
Max-Planck-Institut  
für Limnologie,  
Pion/Holstein

Band XXIV



Stuttgart 1968

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung  
(Nägele u. Obermiller)

### Kryobiologie

Biologie und Limnologie des Schnees und Eises

I. Kryovegetation

Von

Prof. Dr. Erzsébet Kol

Budapest, Ungarn

Mit 68 Abbildungen und 14 Tabellen im Text und auf 4 Beilagen  
sowie zahlreichen Figuren auf XVI Tafeln, davon 2 farbig



Stuttgart 1968

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung  
(Nägele u. Obermiller)

# Historie ....a současnost (6)

## 3 období studia sněžných řas

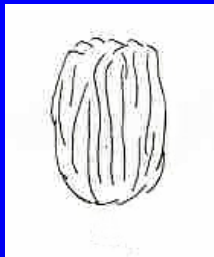
3/ studium autekologie, životních cyklů  
fyziologie  
laboratorní kultivace sněžných řas

- F. Hindák, J. Komárek      1968      kultivace zelené řasy *Koliella tatrae*
- P. Javornický              1973      měření primární produkce sněžných řas  
*in situ*

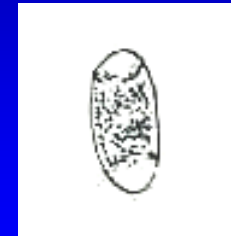
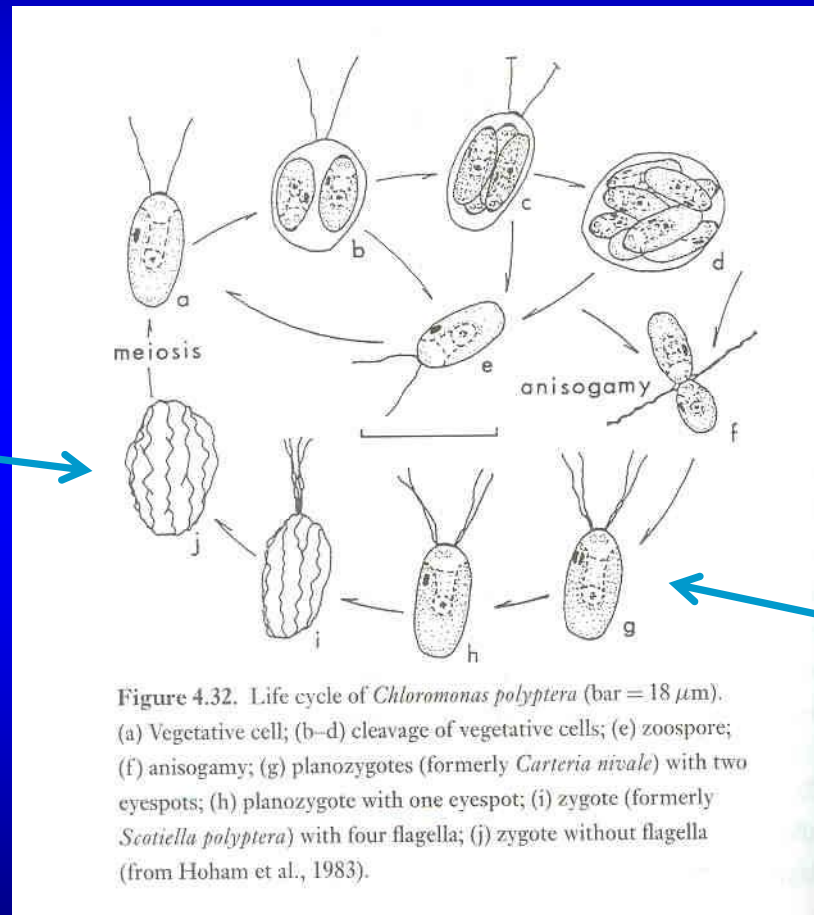
Ronald Hoham

- Popis životních cyklů sněžných řas z rodu *Chloromonas*:  
dříve popsané druhy zařazované do rodů *Cryocystis*, *Trochiscia*, *Cryodactylon*,  
*Scotiella*, *Carteria* a *Oocystis* jsou stadii životního cyklu různých druhů z rodu  
*Chloromonas*
- teplotní optima růstu sněžných řas
- vliv světla a fotoperiody na indukci pohlavního rozmnožování

# Životní cykly (1): *Chloromonas polyptera*



*Scotiella polyptera*  
Fritsch



*Cryodactylon glaciale*  
Chodat



*Carteria nivale* Kol

# Životní cykly (2): *Chloromonas brevispina*

*Trochiscia rubra* Kol

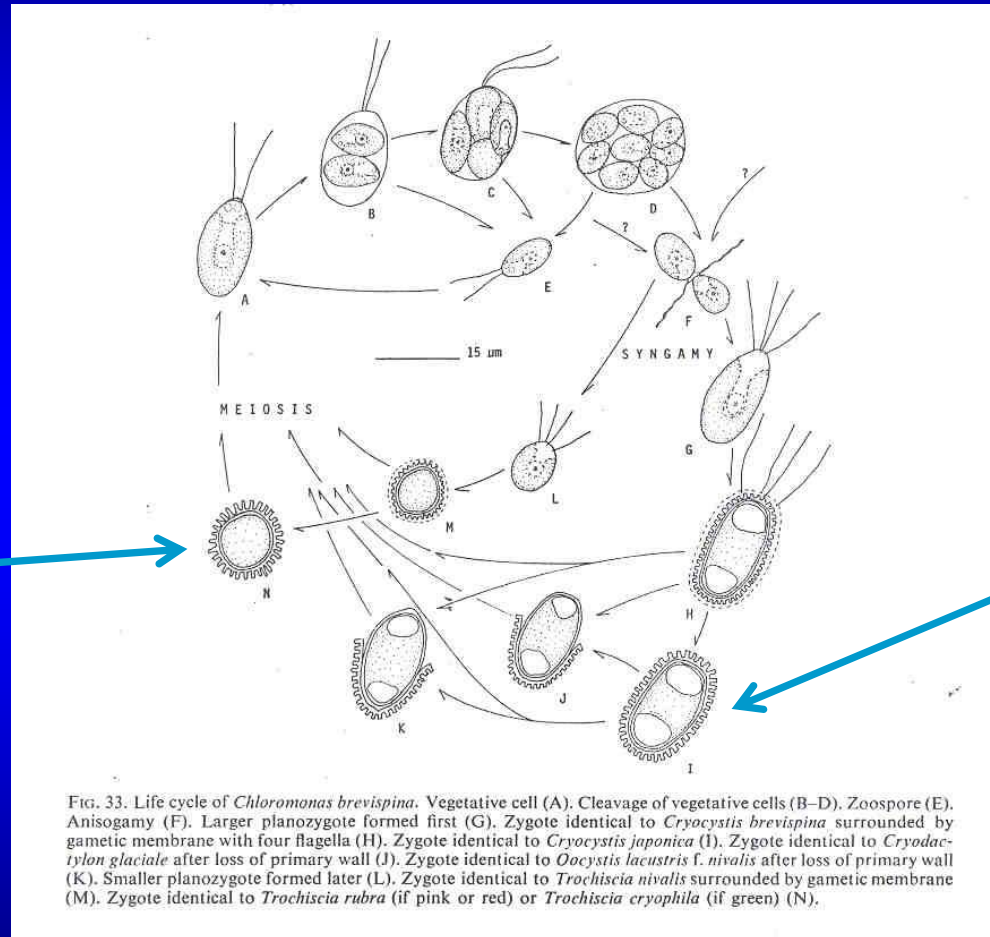
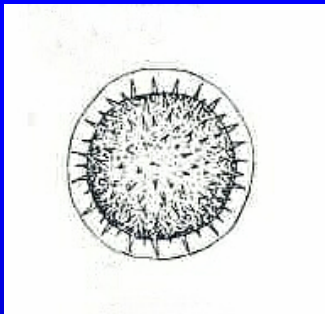
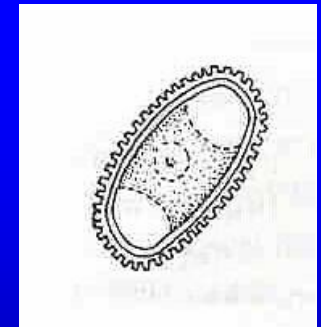


FIG. 33. Life cycle of *Chloromonas brevispina*. Vegetative cell (A). Cleavage of vegetative cells (B–D). Zoospore (E). Anisogamy (F). Larger planozygote formed first (G). Zygote identical to *Cryocystis brevispina* surrounded by gametic membrane with four flagella (H). Zygote identical to *Cryocystis japonica* (I). Zygote identical to *Cryodactylon glaciale* after loss of primary wall (J). Zygote identical to *Oocystis lacustris* f. *nivalis* after loss of primary wall (K). Smaller planozygote formed later (L). Zygote identical to *Trochiscia nivalis* surrounded by gametic membrane (M). Zygote identical to *Trochiscia rubra* (if pink or red) or *Trochiscia cryophila* (if green) (N).

*Cryocystis brevispina*  
(Fritsch) Kol



[Hoham, Roemer et Mullet, 1979]

# Životní cykly (3): obecné schéma

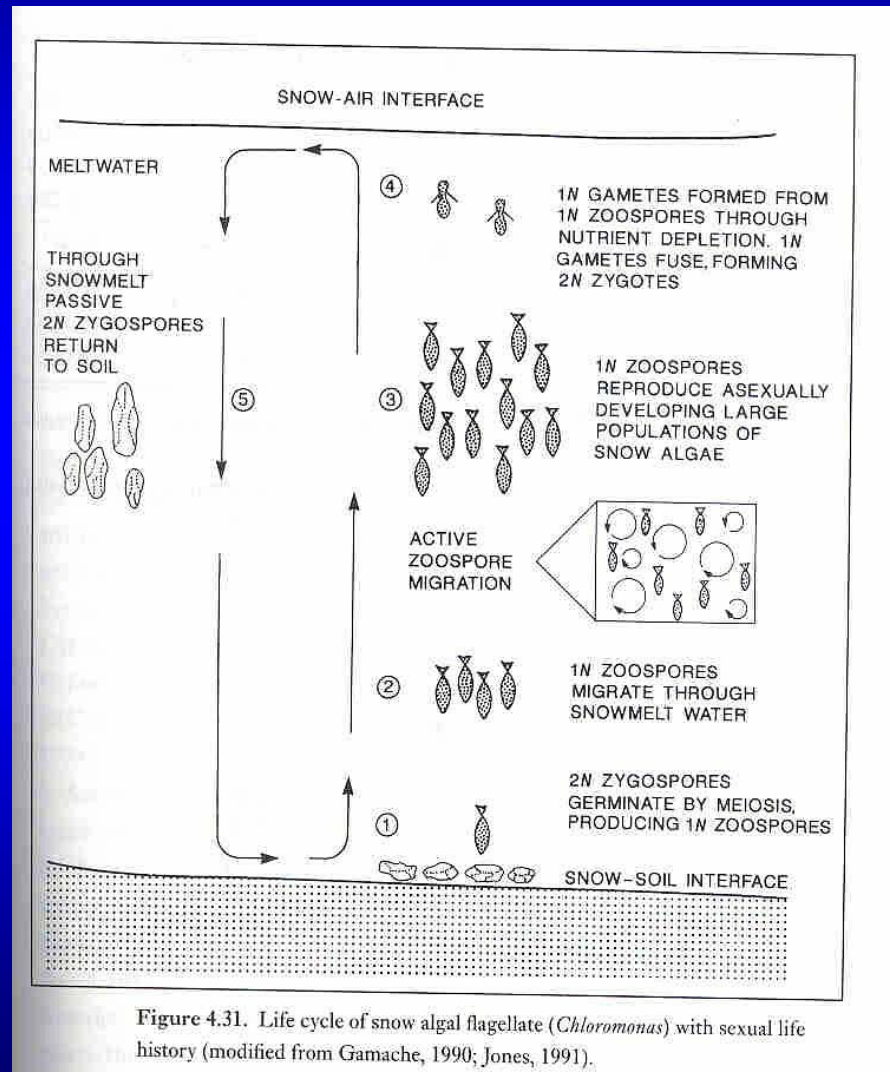
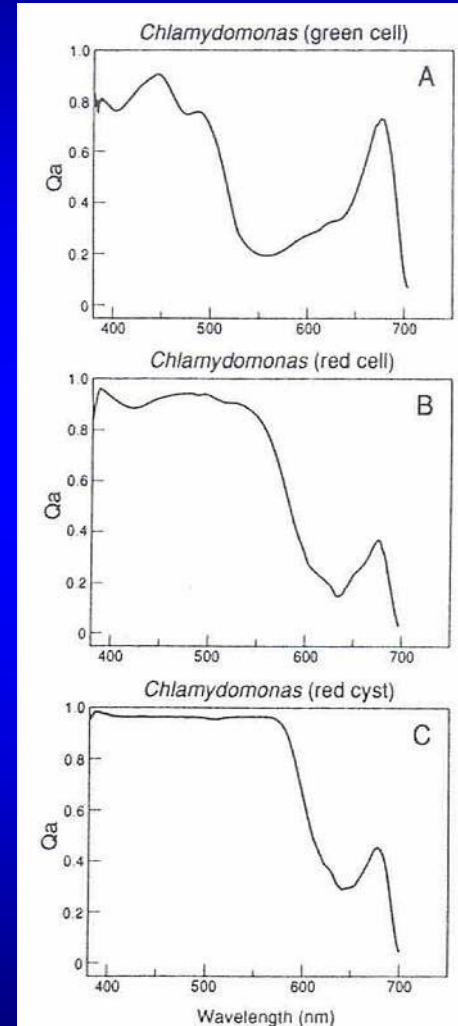
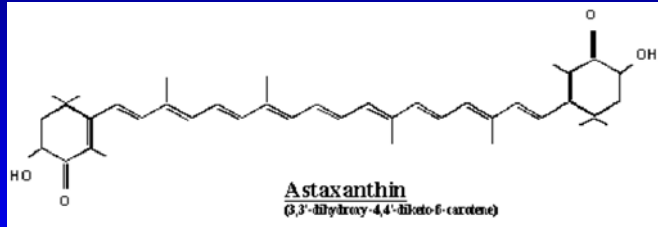


Figure 4.31. Life cycle of snow algal flagellate (*Chloromonas*) with sexual life history (modified from Gamache, 1990; Jones, 1991).

# Adaptace (1): akumulace astaxanthinu



[Bidigare *et al.*, 1993]

## Adaptace (2): akumulace astaxanthinu

- ochrana fotosyntetického aparátu buňky před účinky před účinky nadměrného ozáření – pasivní světelný filtr
- ochrana buňky před oxidačním stresem
- ochrana buňky před následky zmrznutí (akumulace nepolárního astaxanthinu snižuje obsah vody v buňkách)



# Adaptace (3): nenasycené MK

➤ udržení fluidity membrán  
při nízkých teplotách

Fatty acid	Total fatty acids		Astaxanthin esters
	Green cells	Red cells	Red cells
14:0	2.3	3.9	4.1
15:0i	0.4	ND <sup>a</sup>	ND
15:0a	0.8	ND	ND
15:0	1.3	ND	TR <sup>b</sup>
16:3Δ <sup>7,9,12</sup>	ND	2.0	ND
16:2Δ <sup>9,12</sup>	1.8	1.5	ND
16:1Δ <sup>7</sup>	0.4	0.4	ND
16:1Δ <sup>9</sup>	4.0	17.9	1.8
16:0	26.5	0.5	26.8
17:0	0.8	0.3	0.3
18:3Δ <sup>9,12,15</sup>	ND	1.4	ND
18:2Δ <sup>7,10</sup>	ND	ND	1.6
18:2Δ <sup>9,12</sup>	2.3	2.4	0.7
18:1Δ <sup>9</sup>	11.1	59.2	51.5
18:1Δ <sup>11</sup>	3.1	2.0	ND
18:0	34.5	0.2	5.1
20:5Δ <sup>5,8,11,14,17</sup>	0.5	0.9	0.7
20:0	3.0	0.7	0.8
22:6Δ <sup>4,7,10,13,16,19</sup>	0.6	0.3	4.3
22:2Δ <sup>10,13</sup>	ND	ND	0.7
22:1Δ <sup>13</sup>	2.0	0.5	0.7
22:0	1.6	5.4	0.4
24:1Δ <sup>15</sup>	1.6	ND	ND
24:0	1.3	0.4	ND
Total %	100.0	100.0	100.0
% Saturated FA	72.5	11.4	37.5
% Monounsaturated FA	22.2	80.0	54.0
Total FA (μg·mg <sup>-1</sup> dwt)	47.9	45.4	2.5

<sup>a</sup> Not detectable.  
<sup>b</sup> Trace levels.

[Bidigare *et al.*, 1993]



***Sněžní bičíkovci Krkonoš a Vysokých Tater***

# Krkonoše (1)

**Fott, B., Rejmánek, M. & Štursa, J. (1978):** Prvý nález červeného sněhu v Krkonoších. *Opera Corcontica* 15: 109-112. → „červený sníh“

**Kociánová, M., Štursová, H., Štursa, J., Vaněk, J. & Vávra, V. (1989):** Nové nálezy červeného sněhu v Krkonoších. *Opera Corcontica* 26: 151-158. → „zelený sníh“



# Krkonoše (2)

bezlesí

*Chlamydomonas nivalis* (Bauer) Wille

*Chloromonas nivalis* (Chod.) Hoh. et Mull.

*Chloromonas rosae* v. *psychrophila* Hoh.

*Chloromonas brevispina* (Fritsch) Hoh., Roem. et Mull.



les

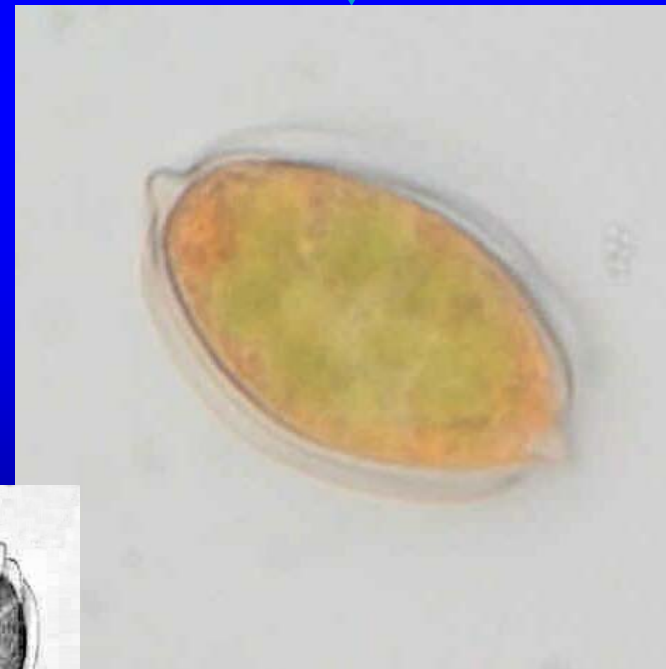


# Krkonoše (3)

***Chloromonas nivalis*** (Chod.) Hoh. et Mull.

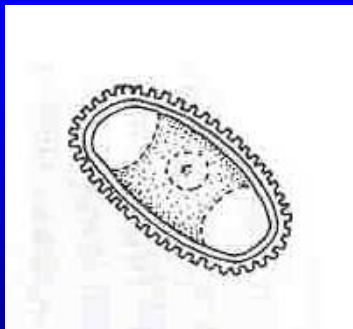
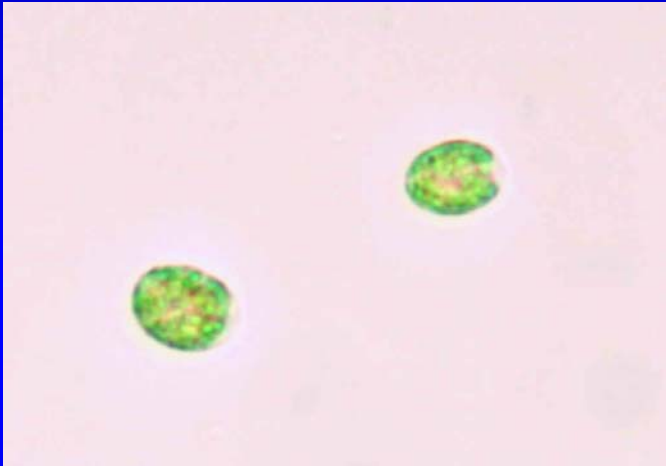


zygospory  
= *Scotiella nivalis* (Shuttleworth) Fritsch

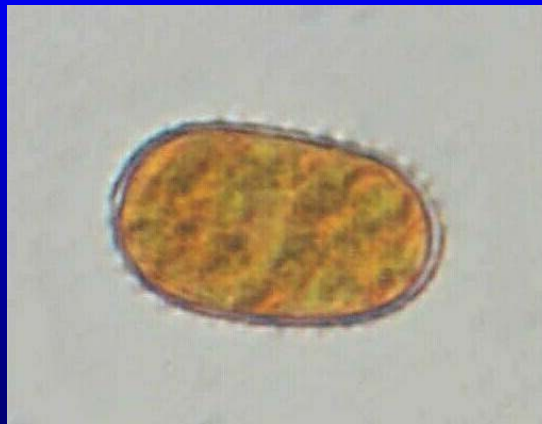


# Krkonoše (4)

*Chloromonas brevispina* (Fritsch) Hoh., Roem. et Mull.



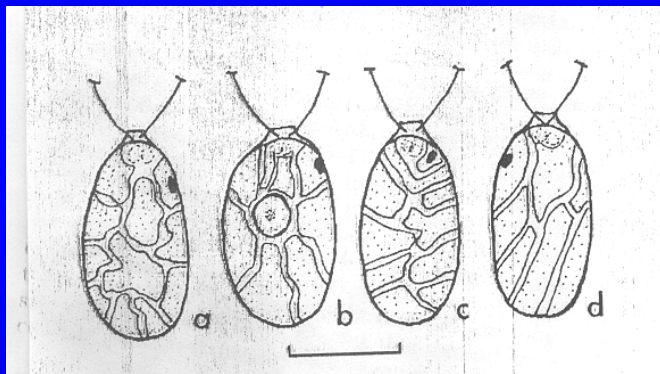
= *Cryocystis  
brevispina*  
(Fritsch) Kol



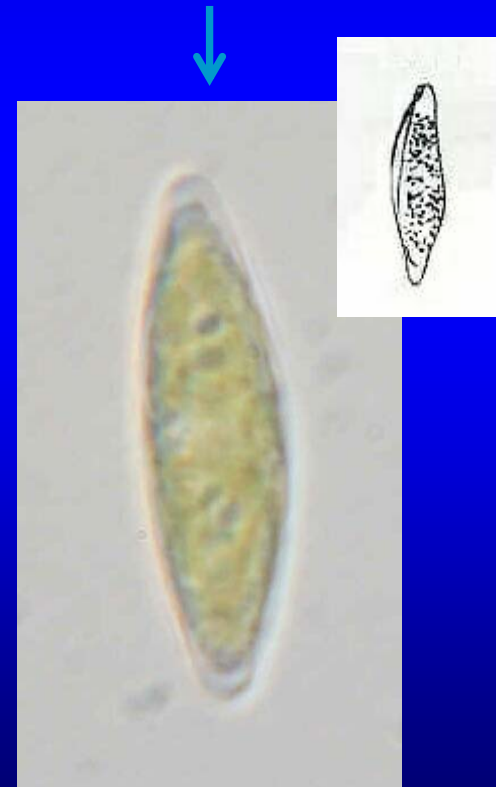
# Krkonoše (5)

*Chloromonas rosae* var. *psychrophila* Hoh.

= *Scotiella cryophila* Chod.

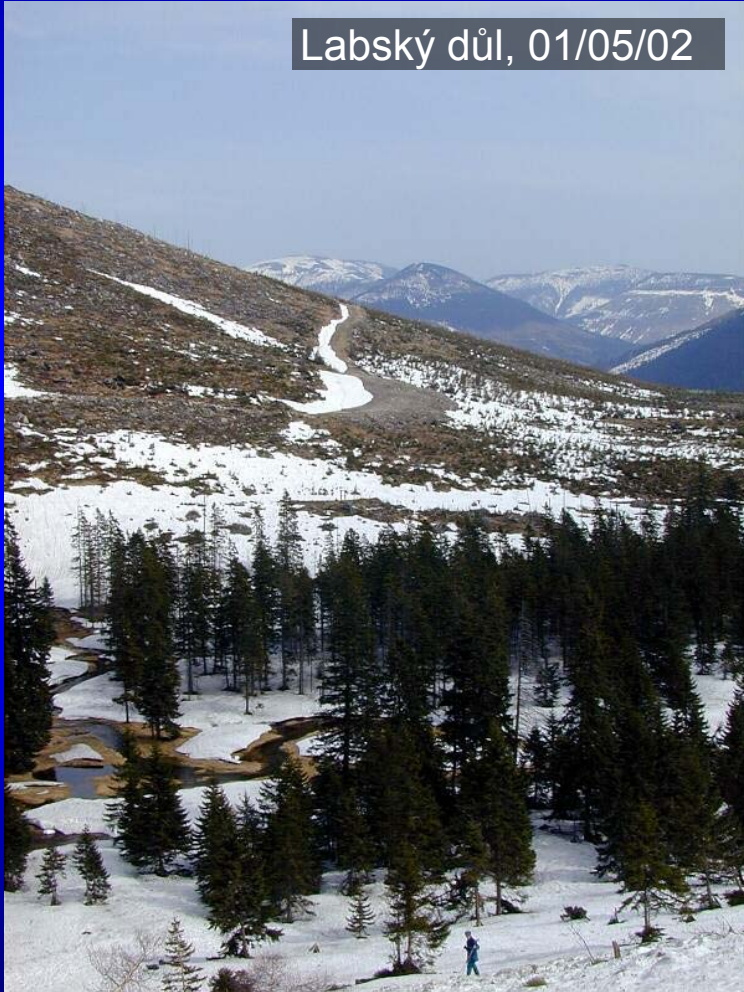


Hoham, Bonome, Martin,  
& Leebens-Mack (2002)



# Krkonoše (6)

Labský důl, 01/05/02



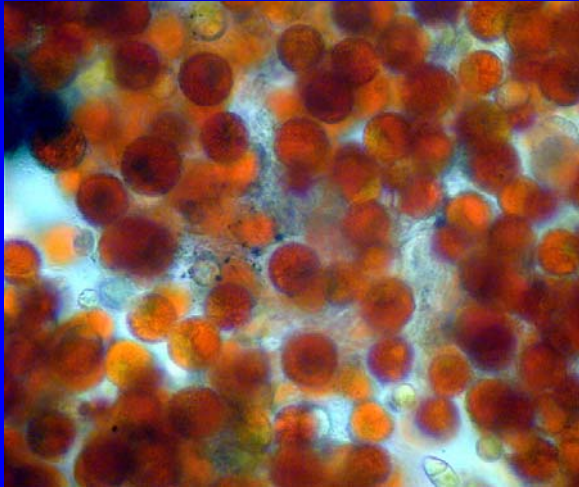


# Krkonoše (7)



# Krkonoše (8)

## *Chlamydomonas nivalis* (Bauer) Wille



- Studniční hora
- Luční hora



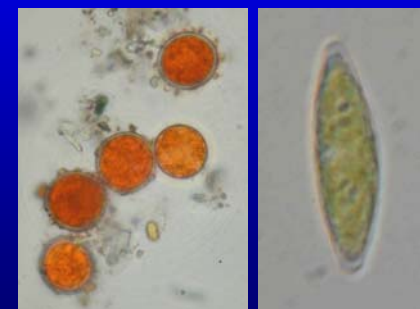


# Krkonoše (10): přehled lokalit v roce 2002

	Locality	Altitude	Date	Shading	Snow colouration	Species	Cell types	Abundance [n.ml <sup>-1</sup> ]
1	Pec pod Sněžkou, KRNAP	820	30.4.2002	+++	green	<i>Cr. brevispina</i> <i>Cr. nivalis</i> <i>Cr. rosea</i>	zygospores flagellates	ND
2	Meandry Labe	1030	1.5.2002	+++	green	<i>Cr. brevispina</i>	zygospores flagellates	ND
3	Špindlerův Mlýn Medvědí	755	1.5.2002	++	orange	<i>Cr. nivalis</i>	zygospores	ND
4	Luční hora S slope	1515	2.5.2002	+	pink	<i>Cr. nivalis</i>	zygospores	ND
5	Modrá stráň	1340	11.5.2002	++	pink	<i>Cr. nivalis</i>	zygospores	0,6 x 10 <sup>5</sup>
6	Richterovy boudy	1170	11.5.2002	+++	green	<i>Cr. nivalis</i>	flagellates zygospores	1,3 x 10 <sup>5</sup>
7	Richterovy boudy	1170	11.5.2002	++	orange-green	<i>Cr. brevispina</i> , <i>Cr. nivalis</i> <i>Cr. rosea</i>	zygospores flagellates	1,4 x 10 <sup>5</sup>
8	Richterovy boudy	1170	11.5.2002	++	orange	<i>Cr. brevispina</i> , <i>Cr. nivalis</i> <i>Cr. rosea</i>	zygospores flagellates	0,1 x 10 <sup>5</sup>
9	Meandry Labe	1030	12.5.2002	+++	green	<i>Cr. brevispina</i> ,	zygospores flagellates	1,7 x 10 <sup>5</sup>
10	Meandry Labe	1030	12.5.2002	+++	green-yellow	<i>Cr. brevispina</i>	zygospores flagellates	1,4 x 10 <sup>5</sup>
11	Labský důl Navorská jáma	1055	12.5.2002	++	brick red	<i>Cr. brevispina</i>	zygospores	0,9 x 10 <sup>5</sup>
12	závěr Labského dolu	1125	12.5.2002	++	cinnamon	<i>Cr. brevispina</i> , <i>Cr. nivalis</i>	zygospores flagellates	1,6 x 10 <sup>5</sup>
13	Luční hora S slope	1450	12.5.2002	+	pink	<i>Cr. nivalis</i> <i>Cr. rosea</i>	zygospores	0,6 x 10 <sup>5</sup>
14	Luční hora N slope	1490	18.6.2002	+	green	<i>Cd. nivalis</i>	flagellates	ND
15	Luční hora N slope	1490	18.6.2002	+	red	<i>Cd. nivalis</i>	aplanospores	ND
16	Luční hora N slope	1490	26.6.2002	+	red	<i>Cd. nivalis</i>	aplanospores	ND

**Cr.** = *Chloromonas*  
**Cd.** = *Chlamydomonas*

**+** open exposures  
**++** partially shaded sites  
**+++** shaded sites



# Vysoké Tatry (1)

- **J. Buchholz 1751** Mengusovská dolina → „červený sníh“
- **Czirbesz 1772** Zadný Handel → „zelený sníh“

**Kol, E.** (1967): Kryobiologische Untersuchungen im Tale des Késmárker Grunen Sees in der Hohen Tatra. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 59: 109-115.

**Kol, E.** (1969): *Chlamydomonas sanguinea* Lagerh. in the High Tatra. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 61: 141-145.

**Javornický, P. & Hindák, F.** (1970): *Cryptomonas frigoris* spec. nova (Cryptophyceae), the new cyst-forming flagellate from the snow of the High Tatras. *Biológia* 25(4): 241-250.

**Javornický, P.** (1973): A field method for measuring the photosynthesis of snow and aerophytic algae. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 41, *Algological Studies* 8: 363-371.

**Komárek, J., Hindák, F. & Javornický, P.** (1973): Ecology of green kryophilic algae from Belanské Tatry Mountains (Czechoslovakia). *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 41, *Algological Studies* 9: 427-449.

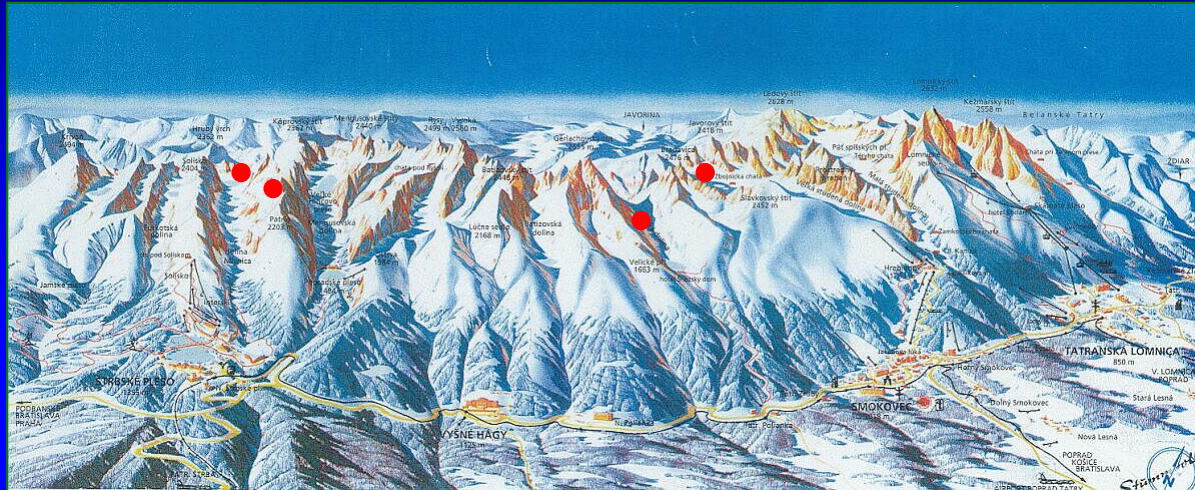
**Kol, E.** (1975): Cryobiological researches in the High Tatra I. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 21(1-2): 61-75.

**Kol, E.** (1975): Cryobiological researches in the High Tatra II. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 21(3-4): 279-287.

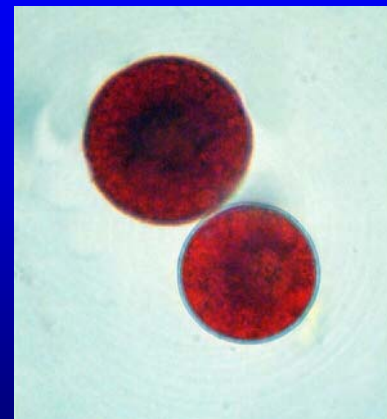
**Kawecka, B. & Drake, B.** (1978): Biology and ecology of snow algae. 1. The sexual reproduction of *Chlamydomonas nivalis* (Bauer) Wille (Chlorophyta, Volvocales). *Acta Hydrobiol.* 20(2): 111-116.

**Kawecka, B. & Eloranta, P.** (1986): Biology and ecology of snow algae. 4. SEM studies on the cell wall structure of „resting cells“ of *Chloromonas rostafinski* (Starmach et Kawecka) Gerloff et Ettl (Chlorophyta, Volvocales). *Acta Hydrobiol.* 28(3/4): 387-391.

# Vysoké Tatry (2)



Furkotská dolina  
Mlynická dolina  
Dolina Za Mnichem  
Mengusovská dolina  
Zlomisková dolina  
Kvetnica  
Litvorová dolina  
Veľká Studená dolina  
Malá Studená dolina  
Veľká Zmrzlá dolina



## Vysoké Tatry (3)

~~*Chloromonas brevispina* (Fritsch) Hoh., Roem. et Mull.~~

?

*Chloromonas nivalis* (Chod.) Hoh. et Mull.

*Chloromonas rosae* v. *psychrophila* Hoh.

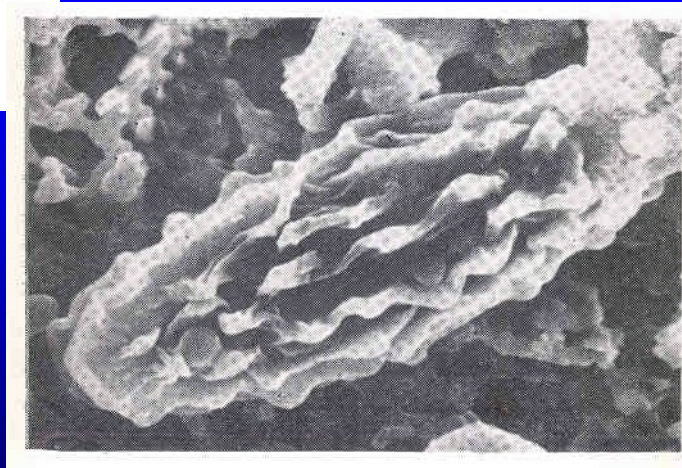
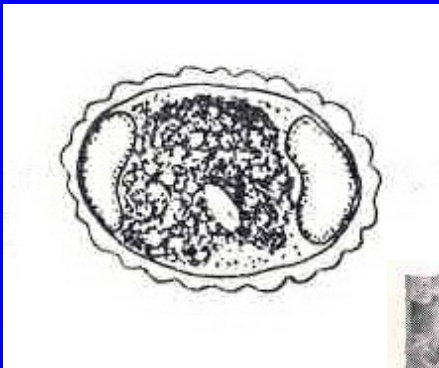
*Chlamydomonas nivalis* (Bauer) Wille

*Chloromonas rostafinski* Starmach et Kawecka

# Vysoké Tatry (4)

## *Chloromonas rostafinski* Starmach et Kawecka

- způsobuje zelenožluté zbarvení sněhu



Kawecka et Eloranta (1986)



dolina Za Mnichem, 2100 m. n. m.

červenec 2003

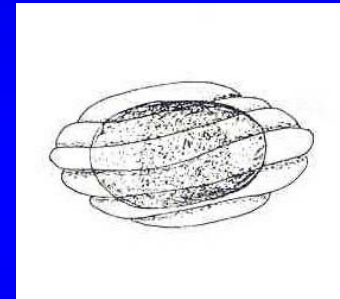


# Vysoké Tatry (5)

*Chloromonas cf. nivalis*



Okrúhle pleso, 2100 m.n.m.

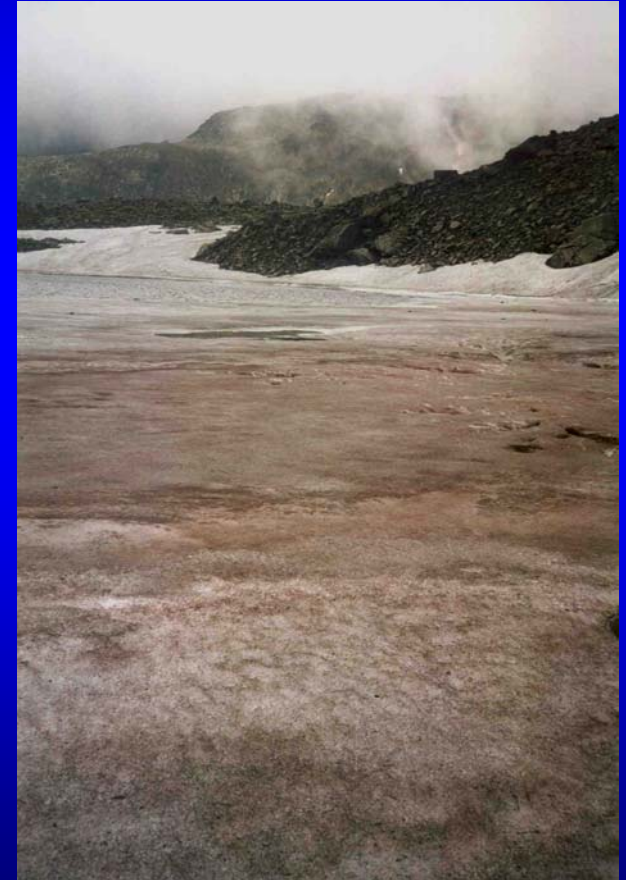
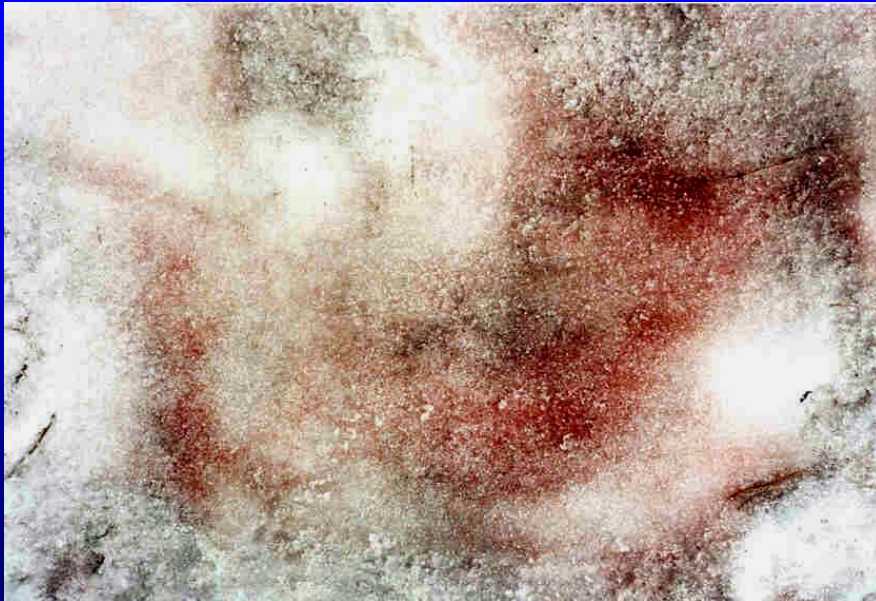
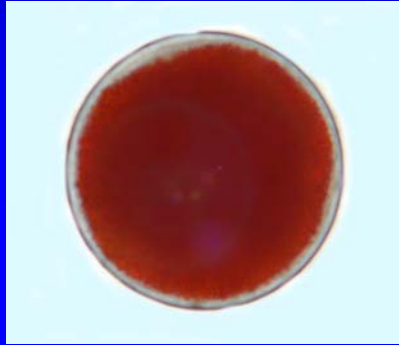
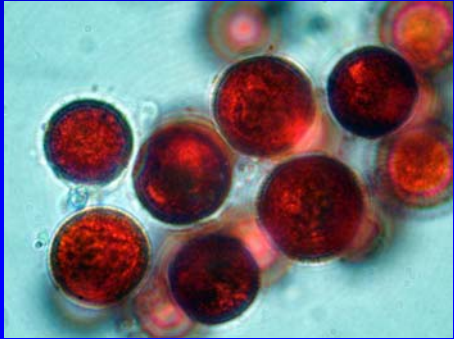


= *Scotiella tatrae* Kol



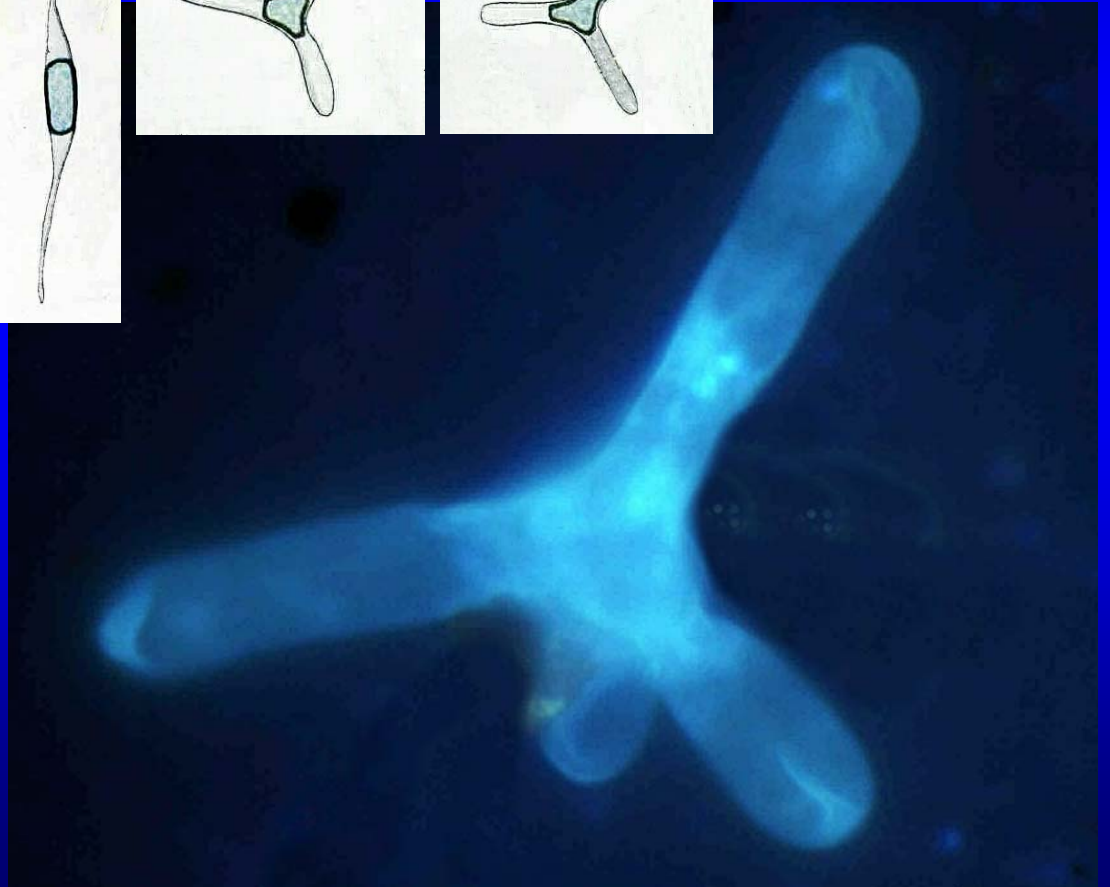
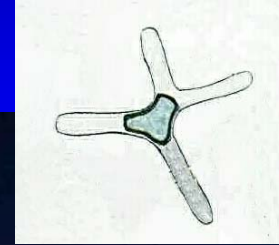
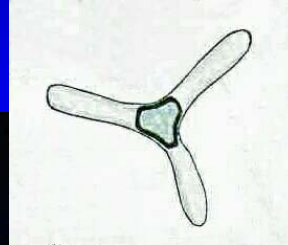
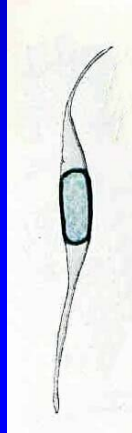
# Vysoké Tatry (6)

*Chlamydomonas cf. nivalis* (Bauer) Wille

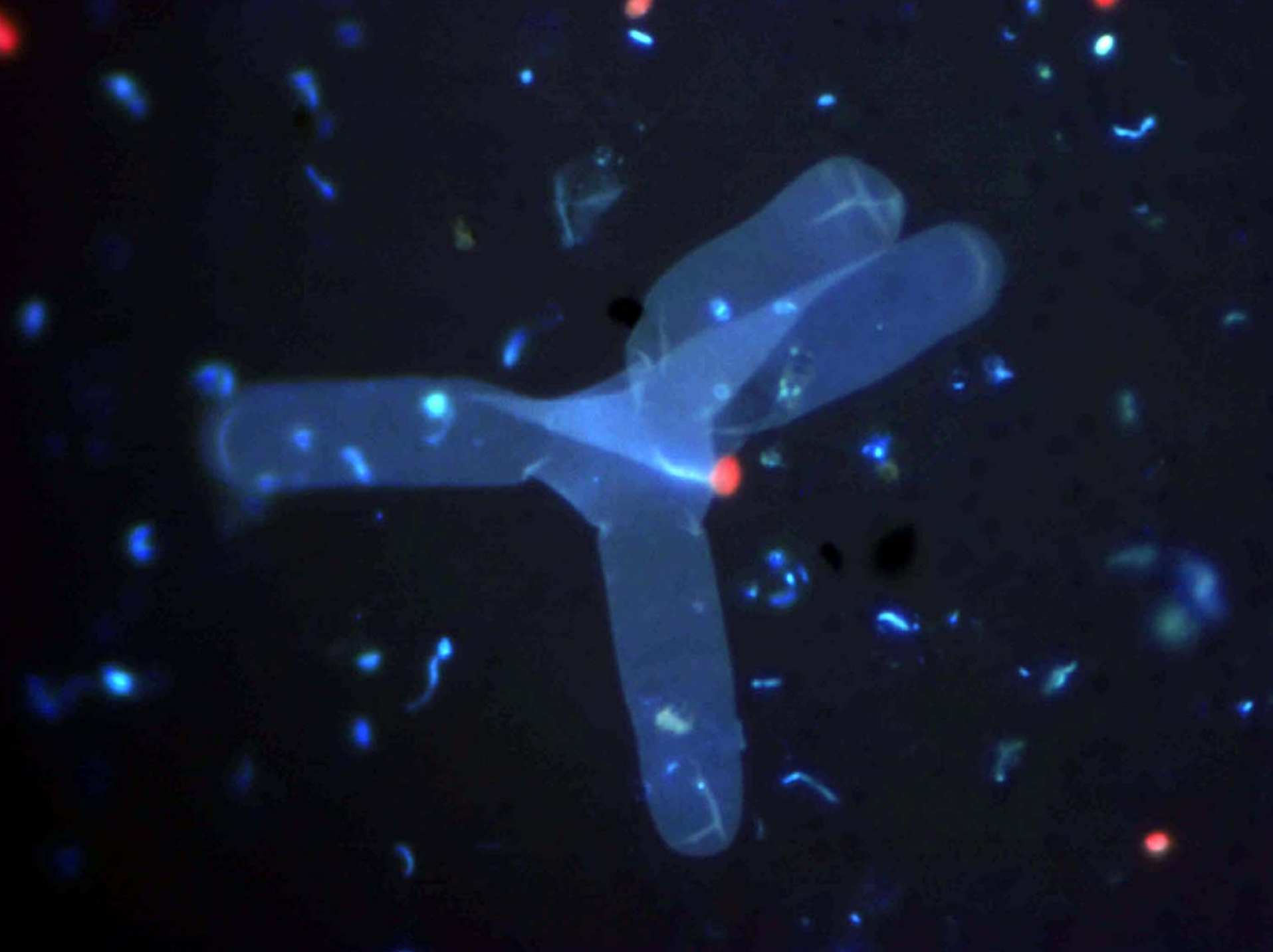


L'adové pleso, 2066 m.n.m.

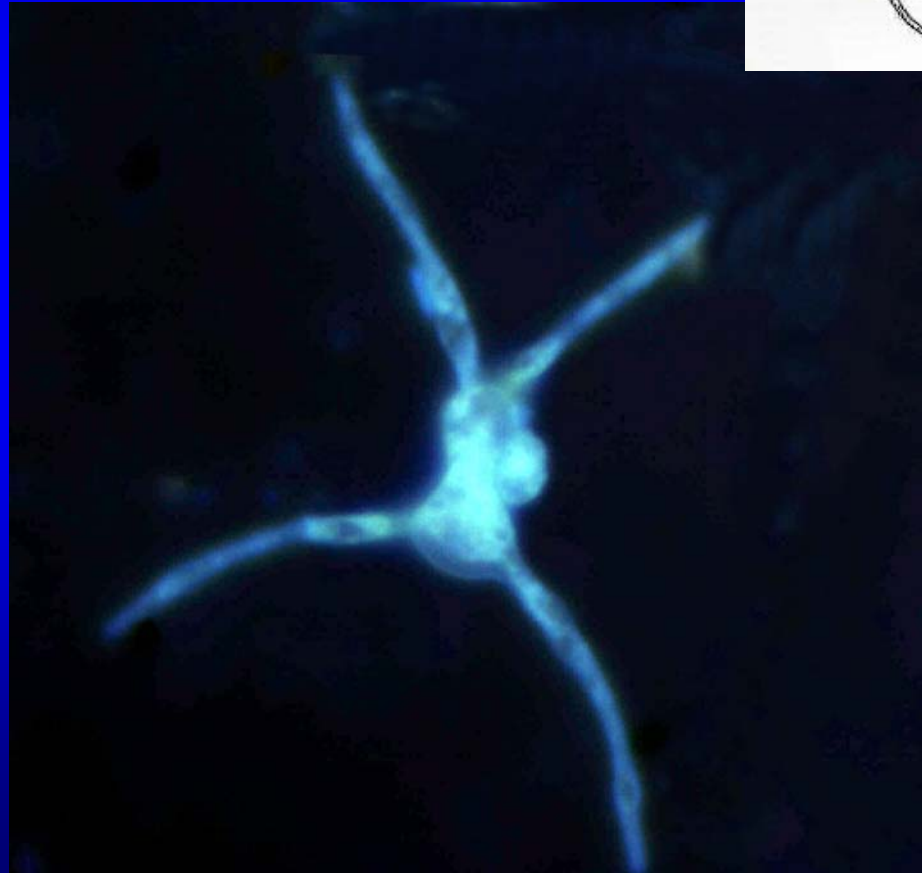
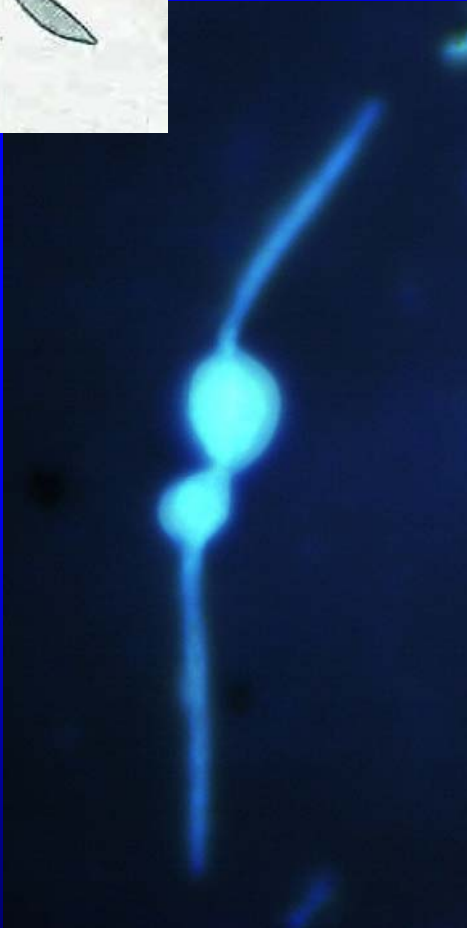
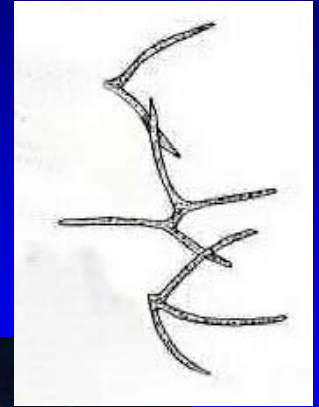
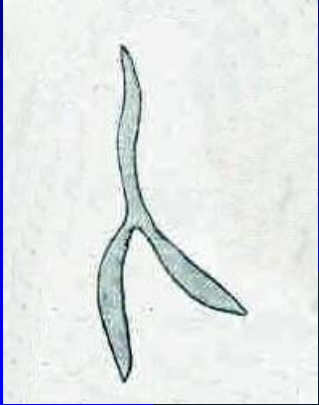
*Chionaster nivalis* (Bohl.) Wille



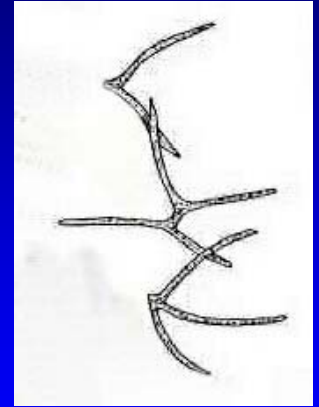
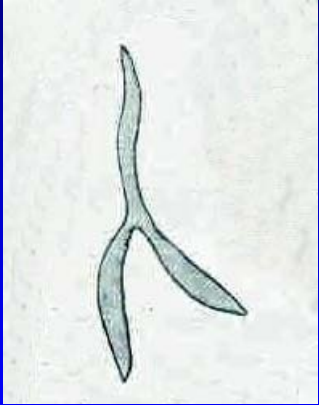




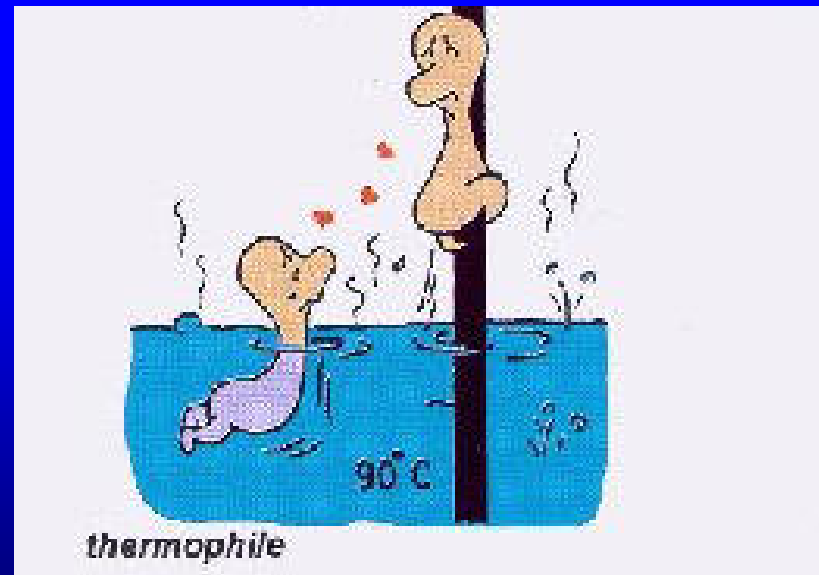
*Selenotila nivalis* Lagerheim



*Selenotila nivalis* Lagerheim



# Termofilní sinice a řasy





# Termofilní sinice a řasy

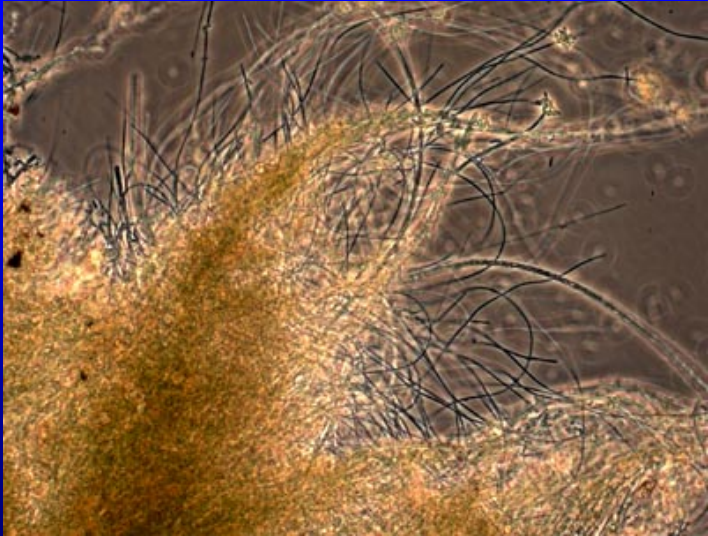
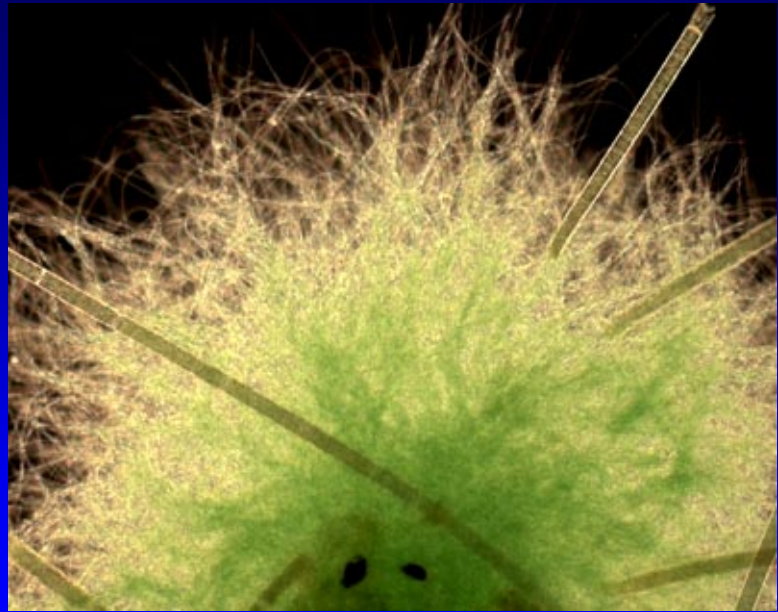
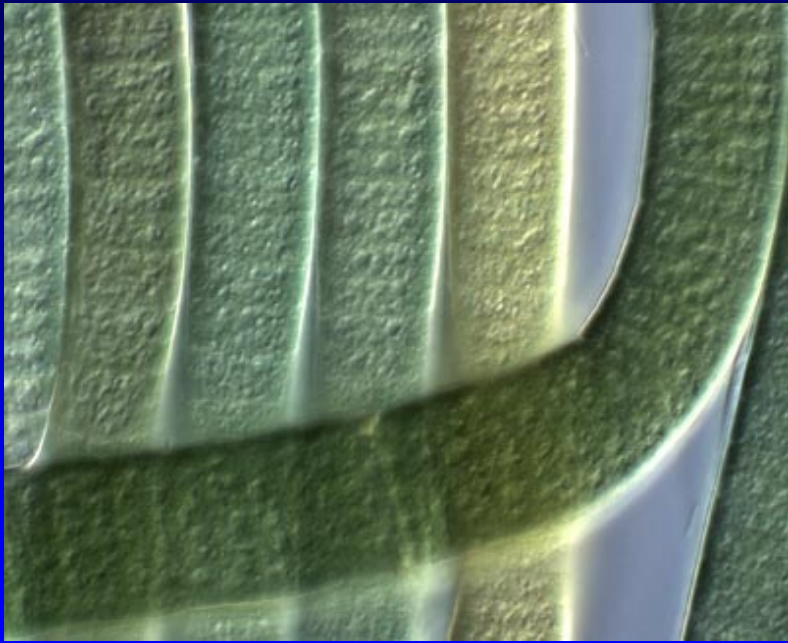
- teplota prostředí konstantně nebo periodicky  $> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 
  - termální prameny
  - hydrotermální venty (X světlo)

**"Thermophiles" are microorganisms with optimal growth temperatures between 60 and 108 degrees Celsius, isolated from a number of marine and terrestrial geothermally-heated habitats including shallow terrestrial hot springs, hydrothermal vent systems, sediment from volcanic islands, and deep sea hydrothermal vents.**

***Encyclopedia of Environmental Microbiology, 2002. vol.3.***

- biotechnologický význam (PCR)

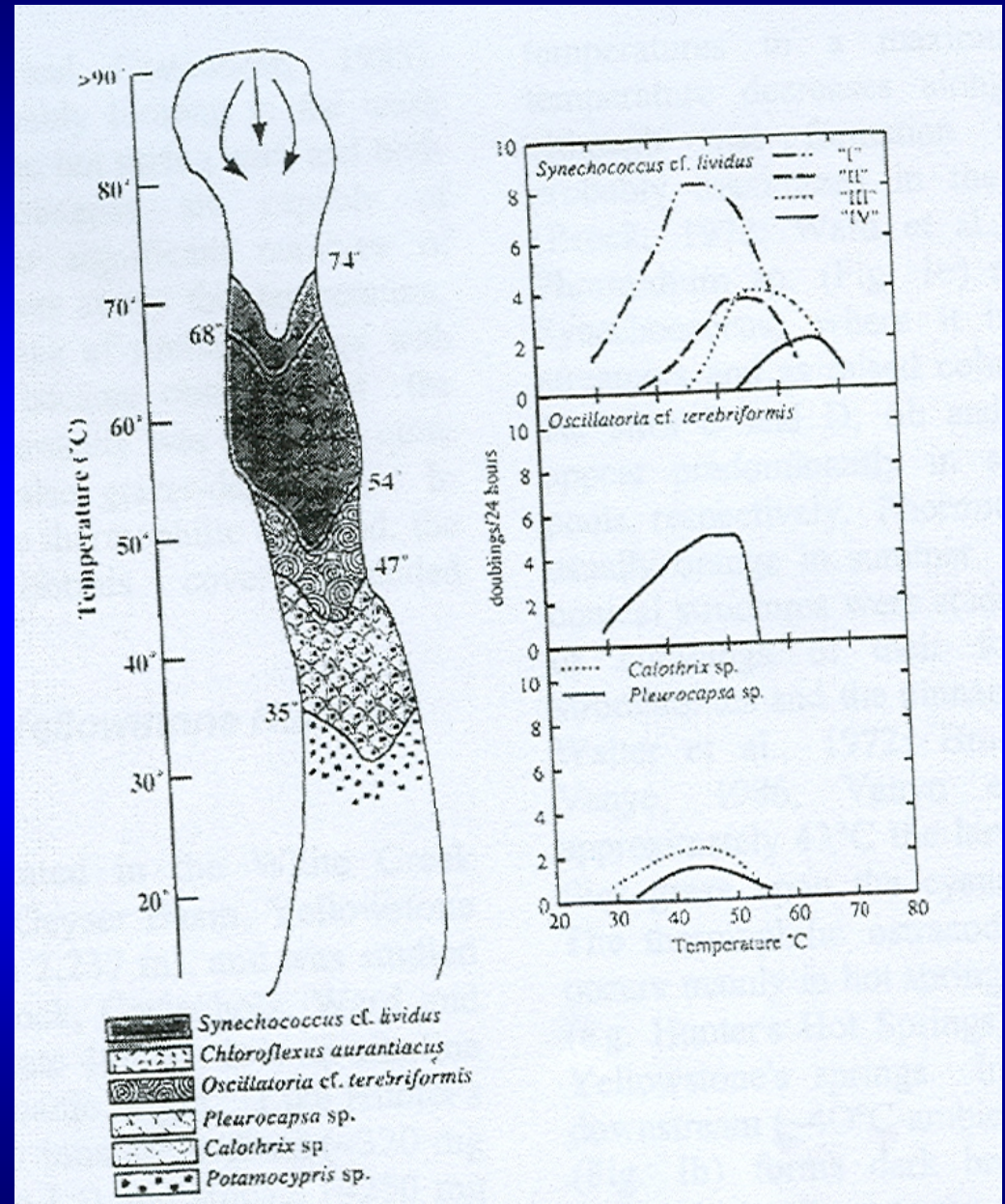
Genus/species	Upper temp. limit, °C	pH	N <sub>2</sub> -fix.	Sulfide tolerance <sup>1</sup>	Known locations
<i>Synechococcus</i> cf. <i>lividus</i> (HTF) <sup>2</sup>	74	>6	no	low (<50 µM)	W. of N. and S. America except Alaska; China (E. Asia ? Africa ?)
<i>Synechococcus</i> cf. <i>lividus</i> <sup>3</sup>	~58-66	>5	no	low (varies)	W. Americas, New Zealand, Asia, Europe, Africa
<i>Cyanothece</i> ( <i>Synechococcus</i> ) cf. <i>minervae</i>	62	>6 ?	no	low (?)	W. of N. America + ?
" <i>Chlorogloeopsis</i> HTF" <sup>4</sup>	64	>4.5	yes	low (~0.15 mM)	W. Americas, New Zealand, Europe, Iceland, volcanic islands
<i>Phormidium</i> spp. (cf. <i>P. laminosum</i> )	~62	>6.5	no	mod. (?)	Hot springs world-wide ?
<i>Mastigocladus</i> ( <i>Fischerella</i> ) cf. <i>laminosus</i> <sup>5</sup>	58	>5	yes	mod. (~0.25 mM)	Hot springs world-wide
<i>Oscillatoria</i> cf. <i>amphigranulata</i> <sup>6</sup>	~56	>6.5	no	high (~3 mM)	New Zealand
<i>Oscillatoria</i> cf. <i>terebriformis</i>	55	>6	no	high (~1 mM)	W. Americas, E. Asia, Saudi Arabia
<i>Spirulina</i> cf. <i>labyrinthiformis</i> <sup>7</sup>	51	>6	no	mod. (~0.1 mM)	Hot springs world-wide ?
<i>Calothrix</i> spp. <sup>8</sup>	~50	?	yes	low (?)	Hot springs world-wide ?



# Hunter's Hot spring, Oregon

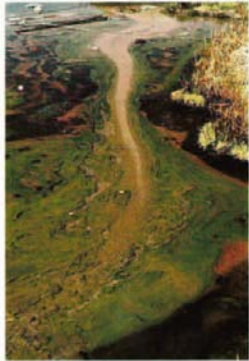
## Horizontální distribuce druhů

## Závislost růstové rychlosti dominantních druhů na teplotě

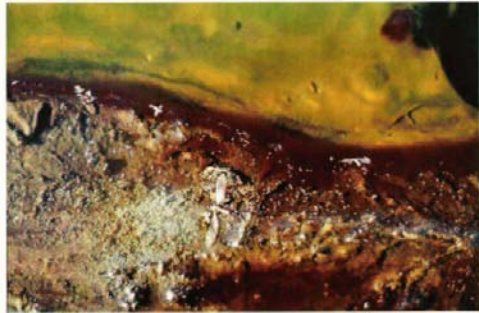


# Octopus Spring, alkalický horký pramen, Yellowstone National Park

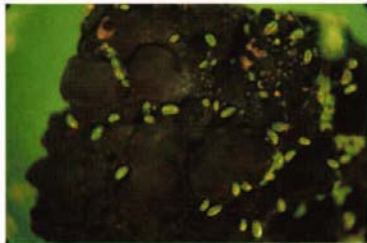




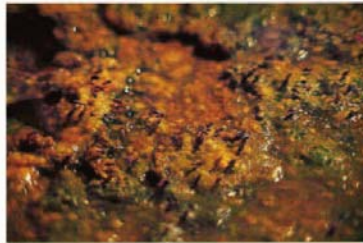
a



b



c



d



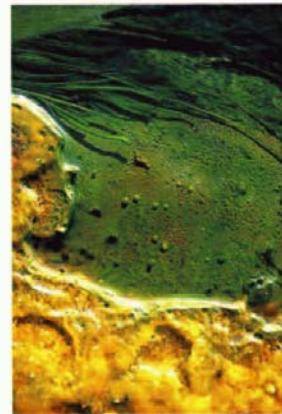
e



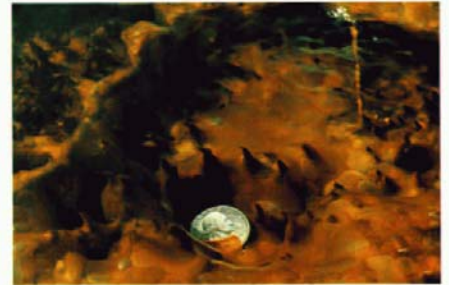
f



a



b

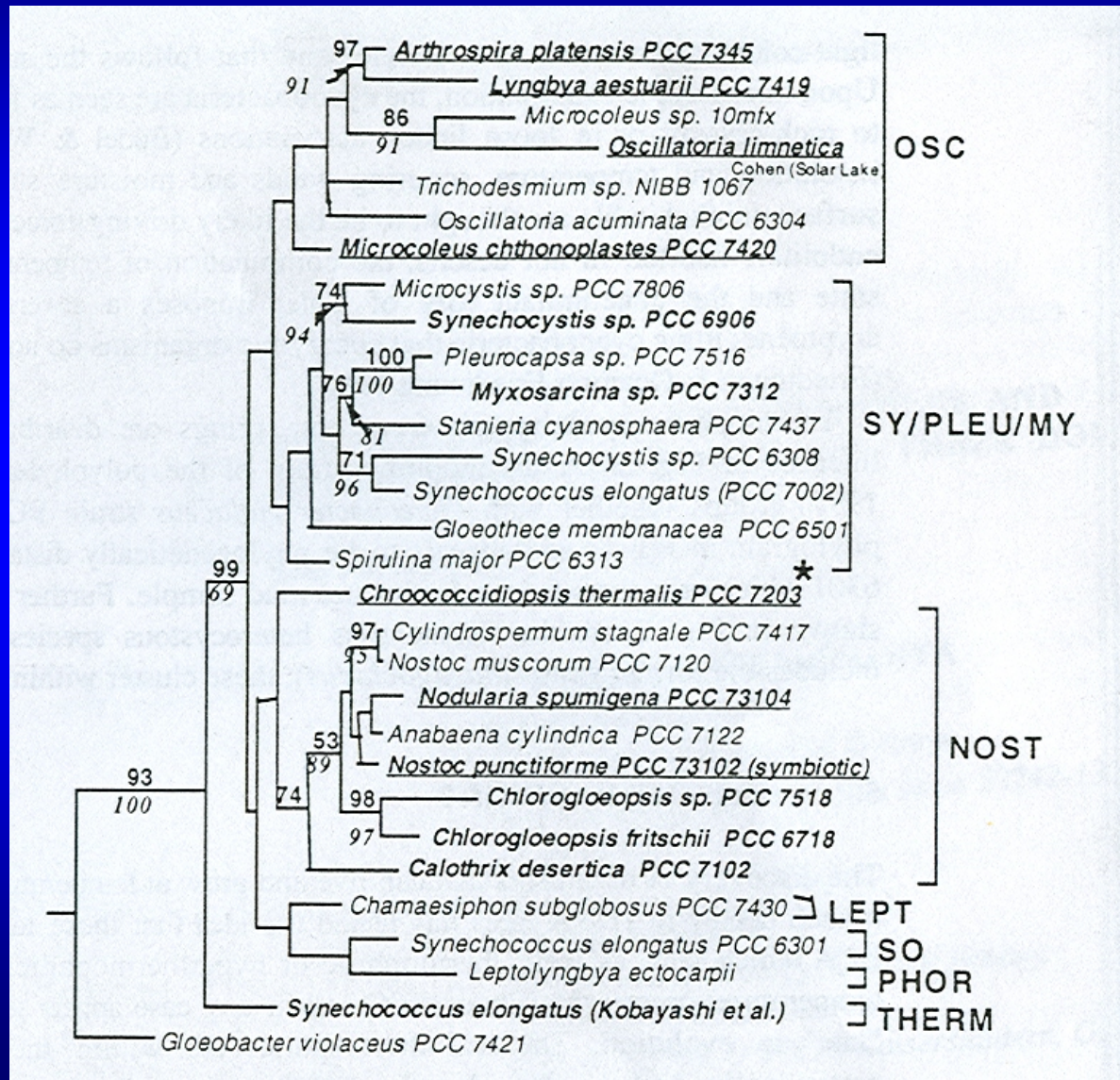


c

**Plate 6**

**6 a, b, c** Octopus Spring, Yellowstone National Park: **a** Overview, with letters indicating approximate locations of cyanobacterial features in Plates 5e, 5f, 6b, 6c; **b** streamers in high flow; **c** conical structures in quiescent pools at approximately 50°C, containing *Synechococcus* and *Phormidium*.  
(Photos by D.M. Ward & R.W.Castenholz: **b, c** from Ward et al., 1992b)

# Fylogeneze termofilních sinic









# The Ecology of Cyanobacteria

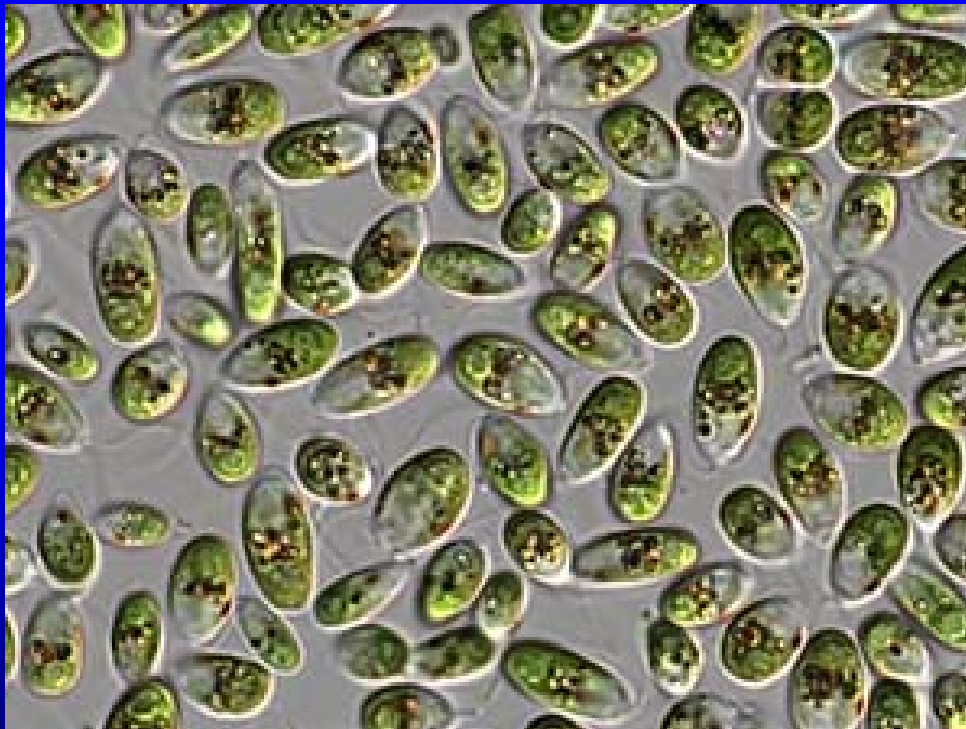
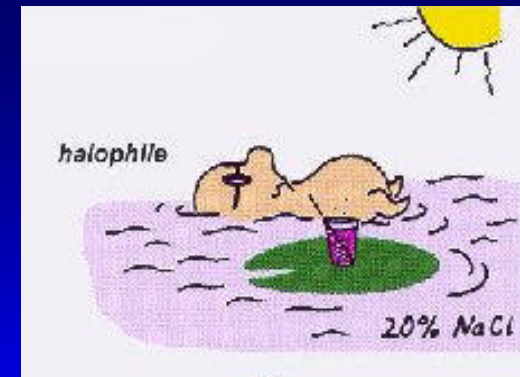
Their Diversity in Time and Space

Edited by

**Brian A. Whitton and Malcolm Potts**

Kluwer Academic Publishers

# Halofilní sinice a řasy



# Acidofilní a alkalofilní sinice a řasy

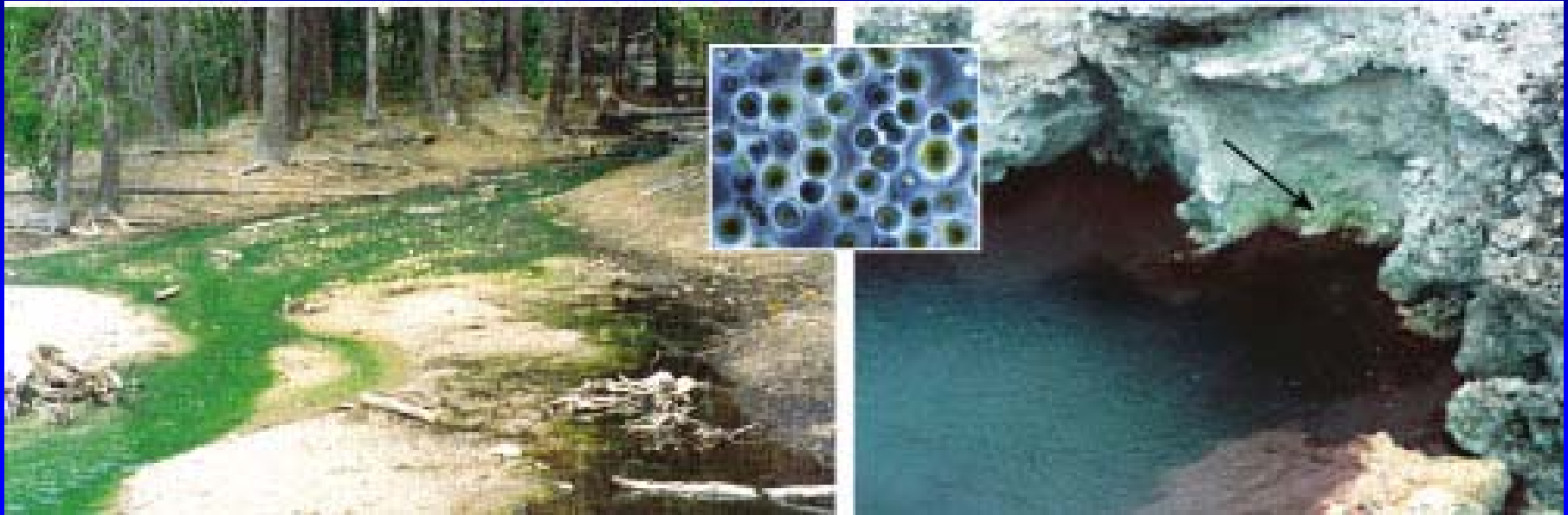


**Acidophiles are organisms that can withstand and even thrive in acidic environments where the pH values range from 1 to 5. Acidophiles include certain types of eukaryotes, bacteria and archaea that are found in a variety of acidic environments, including sulfuric pools and geysers, areas polluted by acid mine drainage.**

***Cyanidium caldarium, Dunaliella acidophila***

**The term "alkaliphile" is used for microorganisms that grow optimally or very well at pH values above 9, often between 10 and 12, but cannot grow or grow only slowly at the near-neutral pH value of 6.5.**

# *Cyanidium caldarium*



*The red alga *C. caldarium* can grow in the laboratory at a range of pH and temperature, but seems to be a superior competitor in nature at pH 3.3–3.5 and 42 °C. On the left is Nymph Creek and on the right is Iron Spring. When the steam from Iron Spring cools to 50 °C, Cyanidium can colonize the moist rock*

Microbial Extremes - Microsoft Internet Explorer

Soubor Úpravy Zobrazit Oblíbené Nástroje Nápověda

Zpět Hledat Oblíbené

Adresa http://serc.carleton.edu/microbelife/extreme/index.html

Přejít Odkazy icq



Microbial Life > Microbial Extremes

Microbial Life

- Extreme Environments
  - Who Are The Extremophiles?
  - Types of Extreme Environments
  - About MLER
- Microbial Observatories
- Topics of Interest
- Online Resources
- Resources for K-12 Teachers and Students
- Resources for Undergraduate Students and Faculty
- Integrating Research and Education
- Submit a Resource

## Microbial Life in Extreme Environments



[Show credits](#)

The world that we are familiar with is full of oxygen, never too cold nor too hot (most of the visible organisms live in a relatively limited range of temperatures from 5°C to 40°C), and we are protected by our atmosphere from most damaging radiation. This familiar world defines what we think of as normal, and the organisms that live at the edges of this world or beyond it are the 'extremophiles.'

Interestingly, most extremophiles are microbes and they may live in places that we might think should be uninhabitable. Such places include the very deep oceans which are very cold, very dark with no light to support photosynthesis, and under incredible pressure. Or perhaps they can be found in bubbling cauldrons of acidic waters of Yellowstone National Park.

Microbial life began probably about 3 billion years ago, and the first evolutionary steps began in a world without oxygen, with a different atmosphere unable to provide protection from ultraviolet radiation, and with water bodies which were hot and acidic. It was a physiologically challenging world, but one in which the microbes survived and succeeded, and through their success they began to change the world - adding oxygen to the atmosphere and changing the micro-environments into places that are less stressed.

Start | 3 Internet Ex... | Windows Media ... | Extremophiles | otas - Message ... | Správce konfigur... | 12:57