

Extrémofilní řasy a sinice pro potravinové doplňky

Jaromír Lukavský

Botanický ústav AV ČR, v.v.i., Třeboň

Historie masových kultivací mikrořas

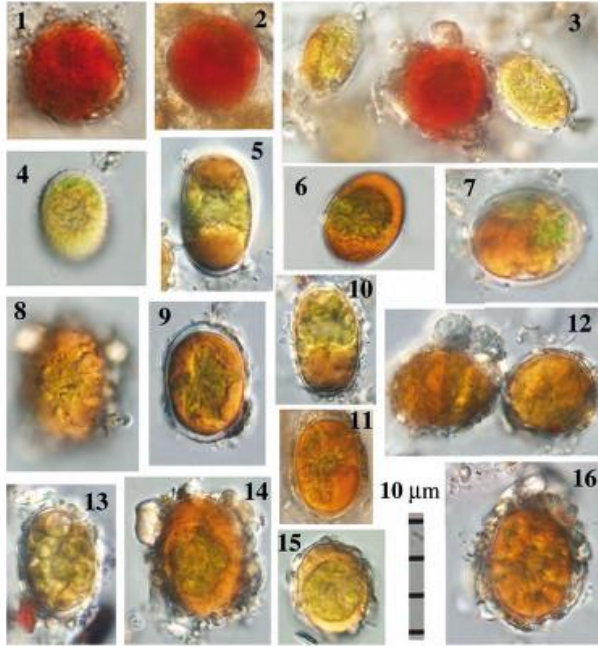
- Harder, R. & Witsch, H. (1942). Über Massenkultur von Diatomeen. *Ber. Dtsch. Botan. Ges.*, 60, 146-152.
- Řetovský, R. (1946). Mass culture of some unicellular algae. *Studia Botanica Českoslovaca* 7, 38-48.

Nejvíce pěstované mikrořasy

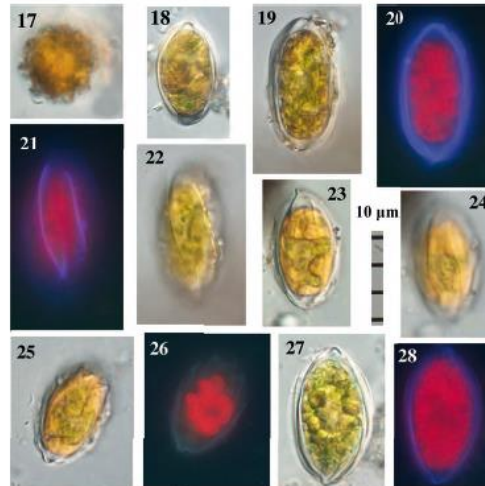
- *Arthrospira (Spirulina)*
- *Chlorella*
- *Dunaliella*
- *Haematococcus*
- *Nannochloropsis*
- *Aphanizomenon*
- ?



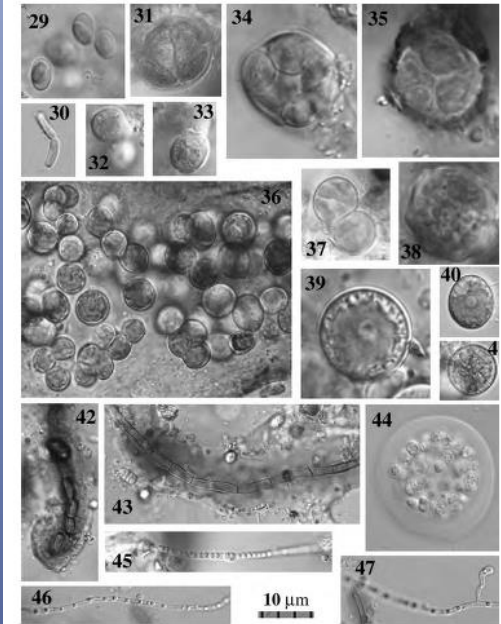
Sněžné řasy



Figs 1–16. Cryosection of Rhodope Mts. Collected in May, 2011. 1–2. *Chlamydomonas* cf. *nivalis*. 3. *Chlamydomonas* cf. *nivalis* (red), and *Chloromonas brevispina* (yellow). 4–16. *Chloromonas brevispina*. 4. Typical cell with cell wall holding short spines. 5–7. Cells with smooth cell wall, cf. *Chloromonas japonica*. 8–16. *Chloromonas brevispina* with a wide spectrum of "fortification", i.e., cell walls covered with dust grains. Scale: one period = 10 µm. Loc. 3: Fig. 7; Loc. 4: Fig. 1; Loc. 10: Fig. 11; Loc. 11: Figs 8, 14, 15; Loc. 12: Figs 5, 10, 13; Loc. 14: Fig. 6; Loc. 16: Figs 1, 9, 12, 16; Loc. 22: Fig. 4; Loc. 24: Figs 2, 3.



Figs 17–28. Cryosection of Rhodope Mts. *Chloromonas nivalis*. 17. Cross section view of a cell with 12 ribs. 20, 21, 26, 28. Red autofluorescence of chlorophylls and blue – cell walls, under uv irradiation. 26. Typical splitting of central chloroplast into a few disc-shape parts. Scale: one period = 10 µm. Loc. 1: Figs 19–22; Loc. 14: Figs 17, 23–26; Loc. 24: Figs 22, 27, 28.



Figs 29–47. Cryosection of Rhodope Mts. 29. *Pseudococcomyx adherens simplex* sp. 30. *Satchococcus nivalis*. 31–41. *Satchococcus nivalis*. 31, 34, 35. Division of a mother cell into autospores. 42, 43. Tron-Aetaria, *Leptotetrix ochracea*. 44. *Aphanocapsa nivalis*. 45–47. Not determined filamentous fungus. Scale: one period = 10 µm. Loc. 1: Figs 31, 40; Loc. 3: Fig. 44; Loc. 5: Figs 32, 33; Loc. 7: Figs 34, 35; Loc. 24: Figs 36, 39, 41, 42, 44, 45, 47; Loc. 28: Figs 29, 30, 37, 38; Loc. 29: Fig. 46.

Rhodopy 2015

„... worms are found in long-lying snow; and snow of this description gets reddish in colour, and the grub that is engendered in it is red, as might have been expected, and it is also hairy...“



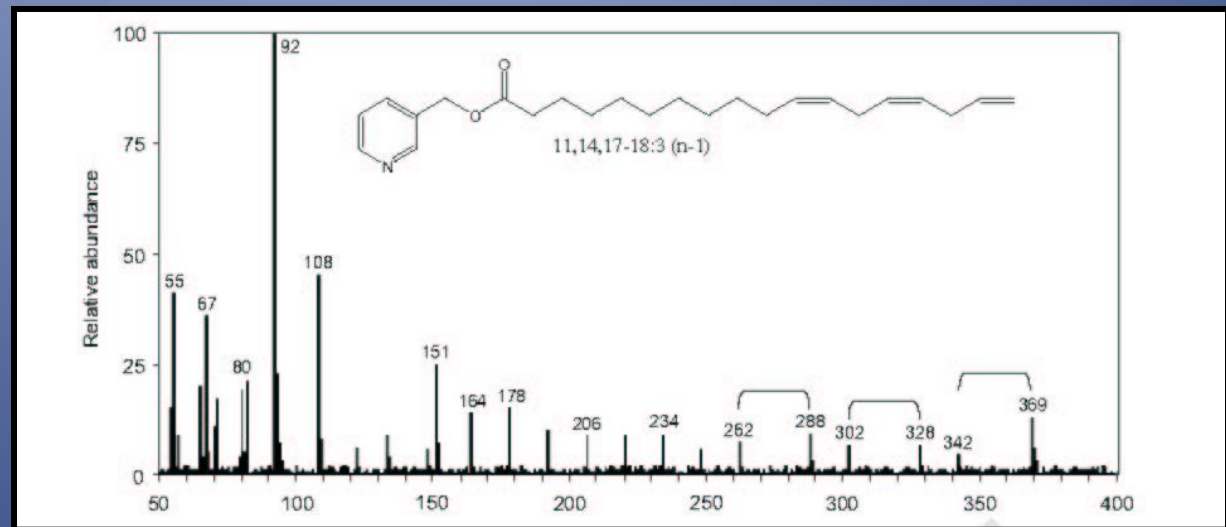
Thompson, D'Arcy, W. (2014): Aristotle, book V., The history of animals. In: e-books, The Univ. Adelaide.-http://classic.mit.edu//Aristotle/history_anim.html



Rila, Graničar, 2005

In collected biomass from Šumava–the Bohemian Forest (*Chloromonas brevispina*) analyse of fatty acids. For the first time in algae up to 75% of very strange poly-unsaturated fatty acids with middle length of molecules (PUFA: 5,8,11-tetradecatrienoic, 6,9,12–pentadecatrienoic). This indicate the mechanisms of surviving of cryoseston in snow (via increment of fluidity of cell membranes) PUFA are prospective for biomedicine applications, too.

Mass spectra of picolynil ester of 3 fatty acids (11,14,17-18: 3, 6,9,12-15: 3 a 3,6,9-12: 3.



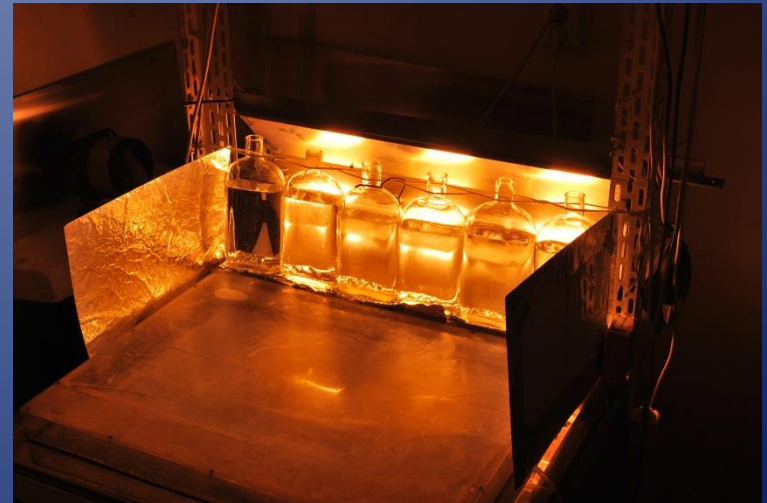
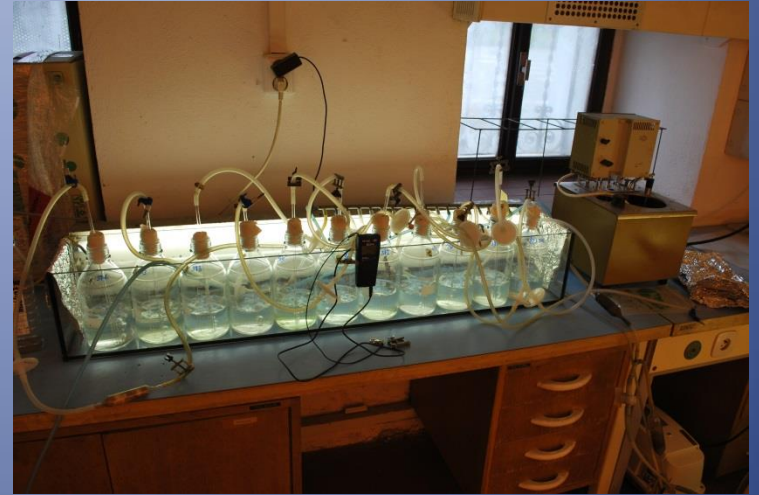
Rezanka T, et al. Unusual medium-chain polyunsaturated fatty acids from snow alga *Chloromonas brevispina*. *Microbiol Res* 2006; (2007), doi:10.1016/j.micres.2006.11.021

Working collection of snow algae
At Třeboň, ca 50 strains, from Vitosha,
Rodope, Stara Planina, Rila, Pirin, also
Sierra Nevada (Spain),
Bohemian Forest,
Giant Mts., etc.



BIORAF

Cultivation equipments



Cultivation unit for crossed gradients of temperature and light

LUKAVSKÝ, J. (1982): Cultivation of chlorococcal algae in crossed gradients of temperature and light. – Arch.Hydrobiol./Suppl.60, Algolog. Studies 29: 517-528.

KVÍDEROVÁ, J. LUKAVSKÝ, J. (2001): A new unit for crossed gradients of temperature and light. – In: ELSTER et al. ed.: Algae and Extreme Environments. – Proc. Int.Conf. 11-16. Sept., Trebon, CZ, - Nowa Hedwigia, Beihefte 123: 539-548.

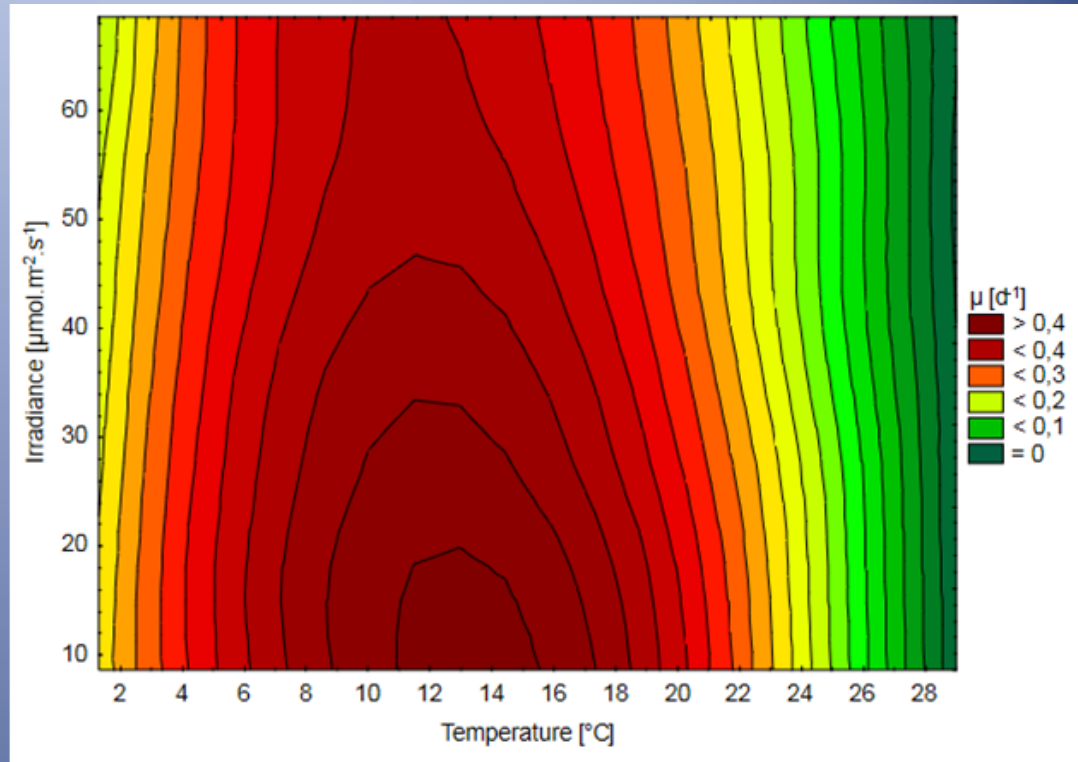
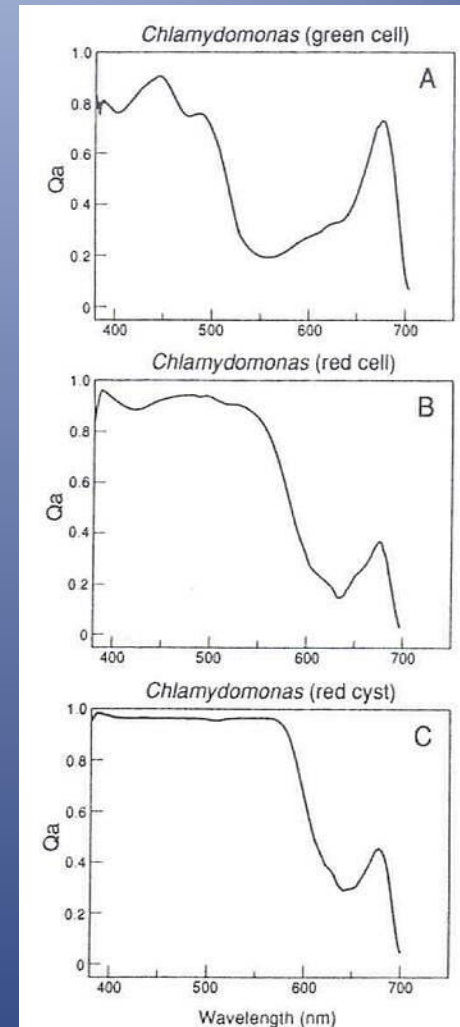
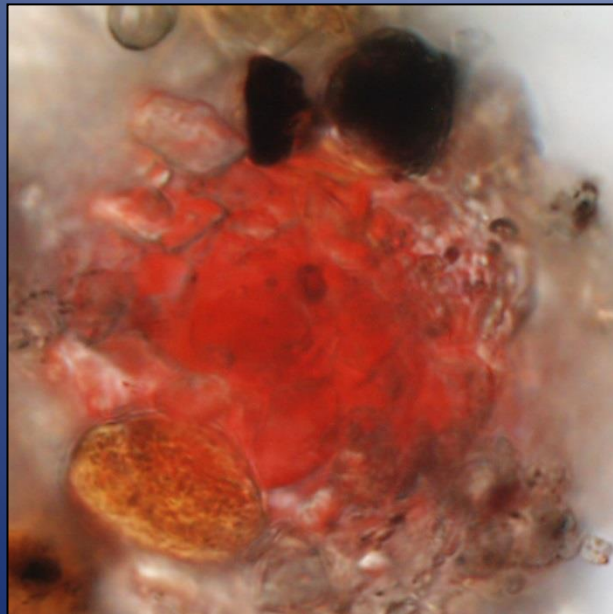
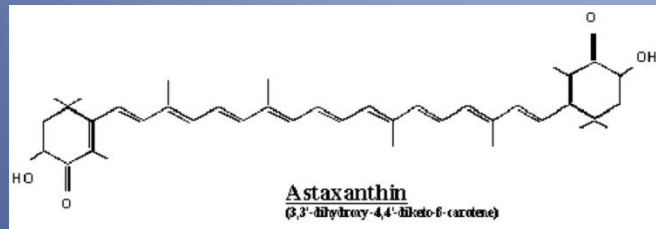


Fig. 1 A. A new unit for the crossed gradients of temperature and light.



Monoraphidium sp. , CCALA 1094

Astaxanthin, uv filtr, doplněk krmiva ryb.....



Bidigare *et al.*, 1993

BIDIGARE, R.R., M.E. ONDRUSEK, M.C. KENNICUTT, R. ITURRIAGA, H.R. HARVEY, R.W. HOHAM & S.A. MACKO (1993): Evidence for photoprotective function for secondary carotenoids of snow algae. – J. Phycol. 29: 427–434.

DUVAL, B., K. SHETTY, W.H. THOMAS (2000): Phenolic compounds and antioxidant properties in the snow alga *Chlamydomonas nivalis* after exposure to UV light. – J. Appl. Phycol. 11: 559–566.

GOLDFADEN, R., G. GOLDFADEN (2015): Snow algae and novel peptides revive aging skin. – Life Extension Magazine, April 2015.
<http://www.lifeextension.com/Magazine/2015/4/Snow-Algae-And-Novel-Peptides-Revive-Aging-Skin/Page-01?p=1>

SCHMID, D., C.S. STUTZ , F. ZULLI (2012): Use of an extract from snow algae in cosmetics or dermatological formulations. – US Patent No. 8,206,721 Washington US Patent and Trademark Office. 26 Jun.



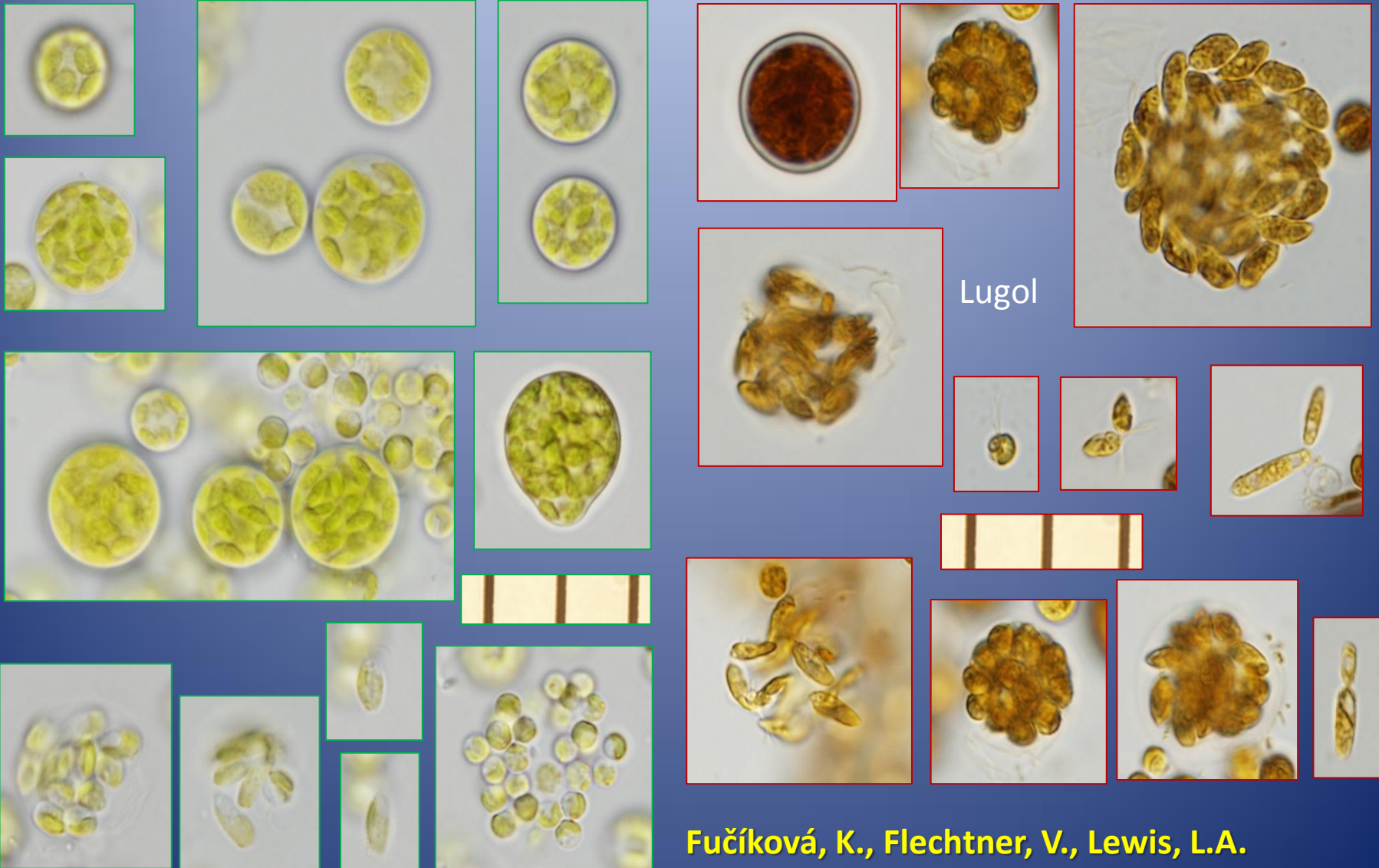
Bracteacoccus bullatus

- Má vysoký obsah esenciálních mastných kyselin tj. α -linolové a linolové (23,8 a 12%).
- Dobře roste v tenkovrstevné plošině, snáší oscilace podmínek i odstředivé čerpání.
- Produkce byla 176,2g sušiny /m², 14,1g/L.
- Dobře se odstřeďuje. Celkem sklizeno 2115g sušiny za 67 dní.



Figs 44–48. 44: Sierra Nevada Mountains (Spain) – a view from Granada; 45: colour snow field near under the Mulhacen; 46: detail of the snow field with *Chlamydomonas* cf. *nivalis* and plastic bag with snow sample; 47: snow field near under the Pico de Veleta; 48: detail of the snow field containing *Chloromonas brevispina*.

Bracteacoccus bullatus



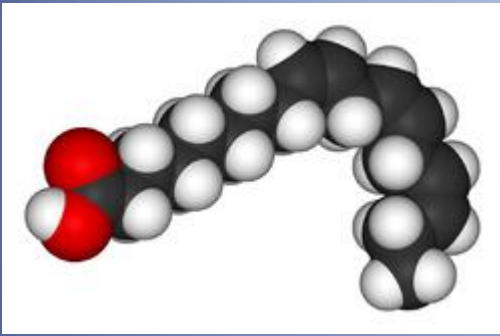
Lugol

Fučíková, K., Flechtner, V., Lewis, L.A.

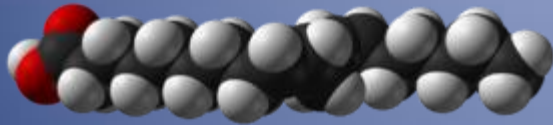
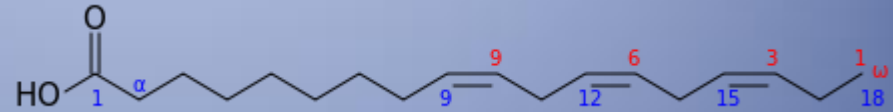
(2012): Revision of the genus *Bracteacoccus* Tereg (Chlorophyceae, Chlorophyta) based on a phylogenetic approach . – *N.Hedwigia* 96:15-59.



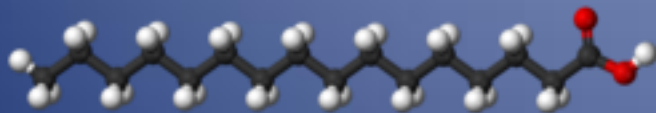
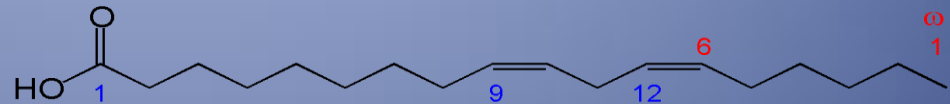
	MK	[%]	mg /g řasy
Palmitic	C16:0	11,69	13,1
Palmitoleic	C16:1	0,51	0,57
Stearic	C18:0	2,17	2,44
Cis-vaccenic	C18:1n11c	7,53	8,48
Oleic	C18:1n9c	8,1	9,12
Linoleic	C18:2n6c	11,97	13,47
Trans-linoleic	C18:2n6t	10,66	12
Alfa-linoleic	C18:3n3	23,78	26,75
Eicosadienoic	C20:2	1,74	1,97
Arachidonic	C20:4n6	1,85	2,09



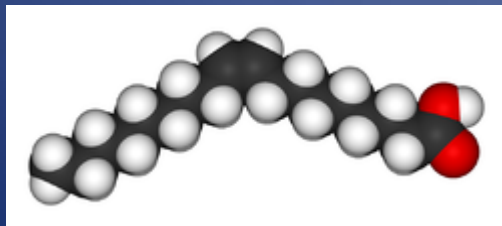
α -Linolenic acid **23,8%**



Linoleic acid **11,97%**

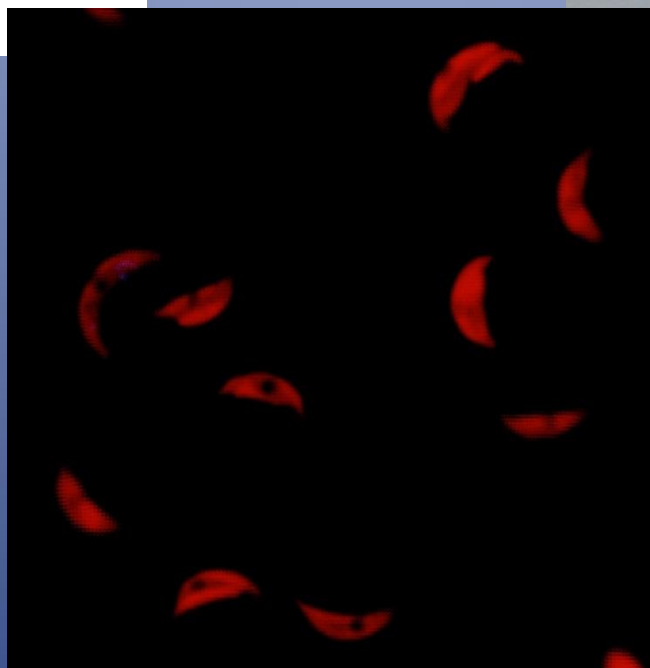


Palmitic **11,7%**



Oleic acid **7,53%**





Monoraphidium sp.
Izolát z Antarktidy.
Kmen Nedbalová 2009/1,
v CCALA č. 1094

a



4602_V_2 Přihláška č.:

PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o. Přihlašovatel: MBÚ

BÚ 1/9 16. 5. 2016

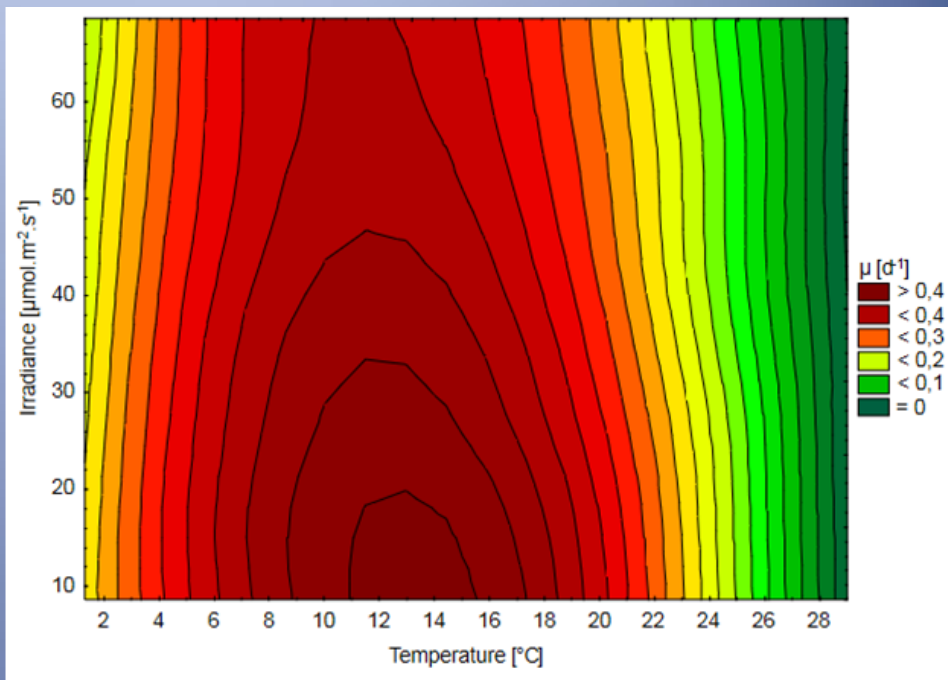
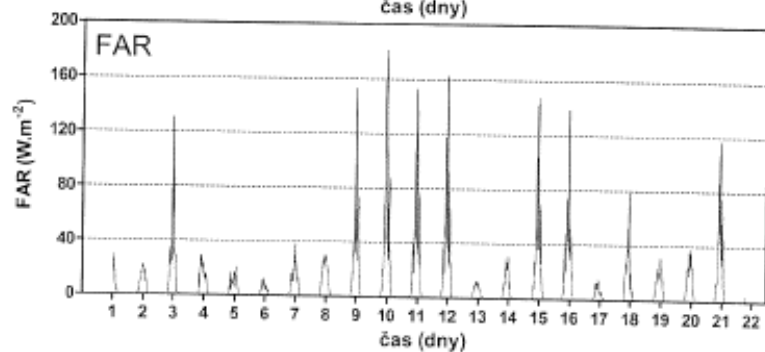
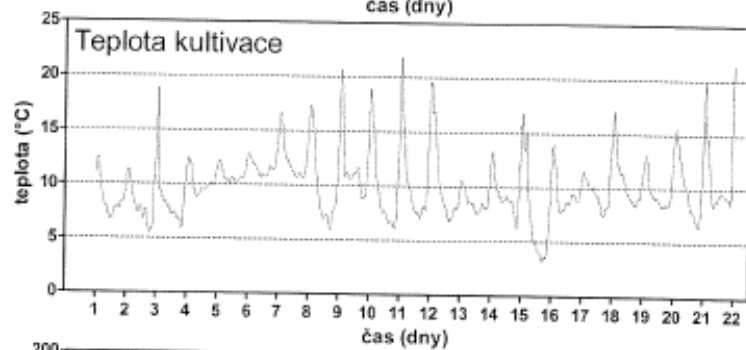
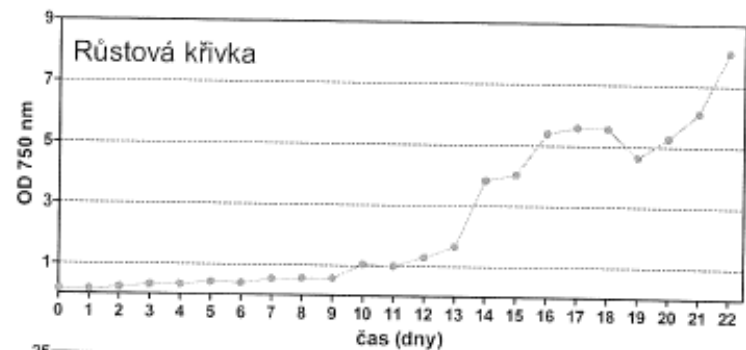
Produkční kmen řasy *Monoraphidium* sp. pro produkci olejů s obsahem polynenasycených mastných kyselin, způsob produkce těchto olejů a použití tohoto produkčního kmene pro průmyslovou výrobu těchto olejů

Oblast techniky

Vynález se týká produkčního kmene řasy *Monoraphidium* sp., produkujícího oleje s vysokým obsahem polynenasycených mastných kyselin a rovněž způsobu produkce těchto olejů tímto produkčním kmenem.

Tento kmen s výhodou produkuje oleje s tetraenovými kyselinami na bázi kyseliny stearidonové, která představuje více než 20 % hmotn. a kyseliny hexadekatetraenové, která představuje více než 10 % hmotn. z celkového obsahu polynenasycených mastných kyselin. S výhodou je celkový součet podílů kyseliny hexadekatetraenové a kyseliny stearidonové v oleji vyšší než 50 % hmotn.





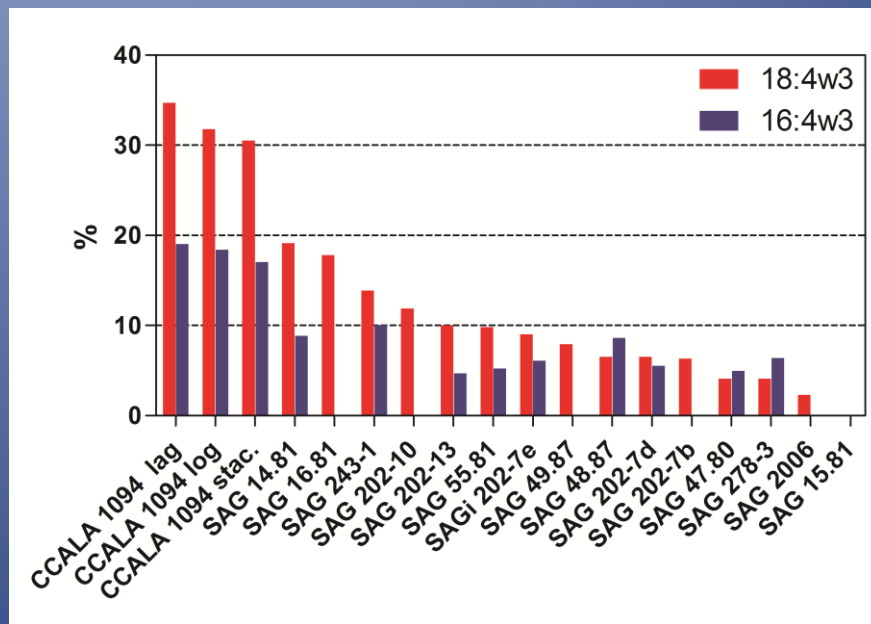


Mastná kyselina	Triviální název	7. den (%)	14. den (%)	21. den (%)
13:0		0,8	0,9	0,5
14:0	myristová	0,2	0,1	0,2
16:0	palmitová	17,0	17,4	17,5
16:1 ω 7	palmitolejová	3,5	2,5	1,9
16:1 ω 3		0,2	0,1	0,2
16:3 ω 3		1,7	1,7	1,8
16:4 ω 4	hexadecatetraenová	19,1	18,4	17,0
18:0	stearová	4,3	3,2	1,7
18:1 ω 9	olejová	10,1	12,5	17,0
18:1 ω 7	cis-vaccenic	0,2	0,0	0,2
18:2 ω 6	linolová	2,3	4,0	5,7
18:3 ω 6	γ -linolenová	0,1	0,2	0,4
18:3 ω 3	α -linolenová	4,9	6,4	7,9
18:4 ω 3	stearidonová	34,7	31,8	27,5
22:0	behenová	0,9	0,8	0,5
Lipidy v sušině (%)		33,6	24,5	27,0

Stearidonic acid (SDA) is an ω -3 fatty acid, sometimes called **moroctic acid**. It is biosynthesized from **alpha-linolenic acid** by the enzyme **delta-6-desaturase**. Natural sources of this fatty acid are the seed oils of **hemp**, **blackcurrant**, **corn gromwell**^[2] and **echium** (although the plant is a source of stearidonic acid, it is toxic for human consumption), and the **cyanobacterium *Spirulina***.

(Wikipedia)

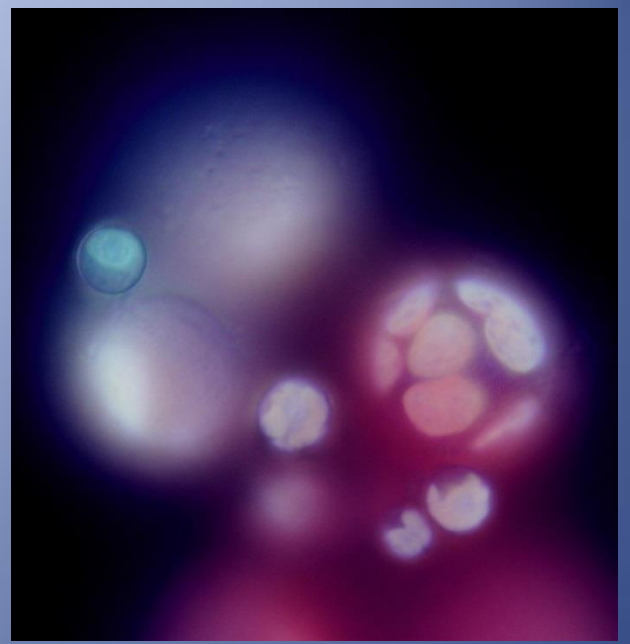
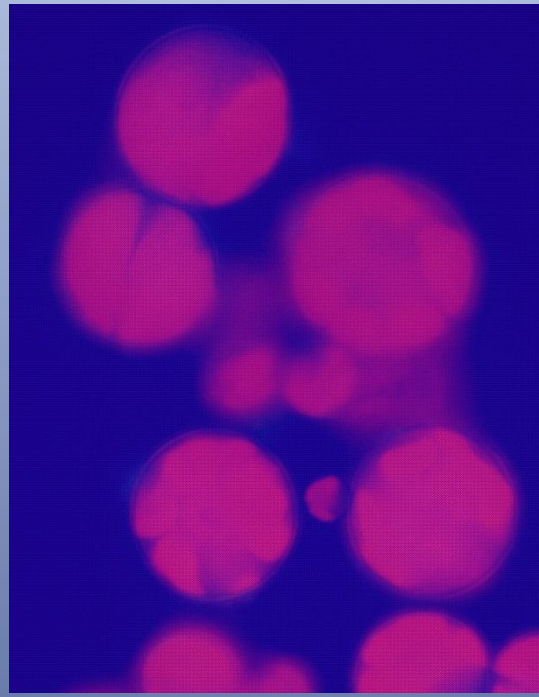
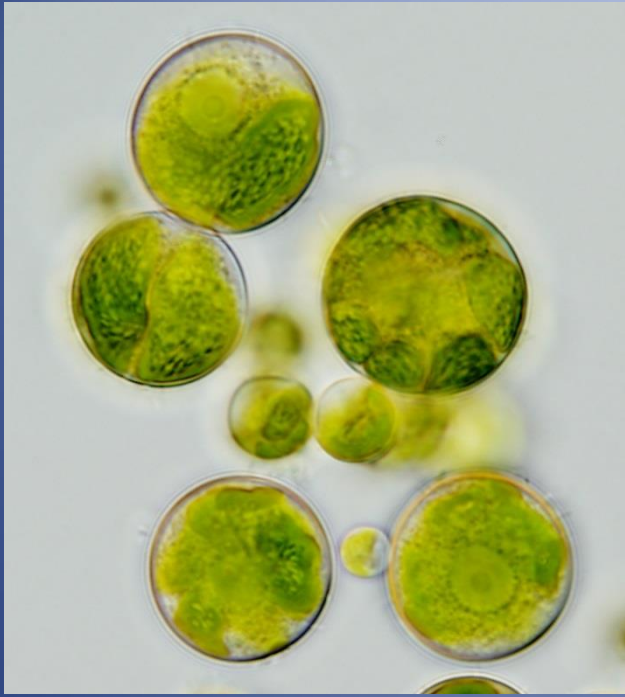
Teplota suspenze kolísala v rozmezí 3,2 až 21,9 °C, průměrná teplota za celé období je 10,0 °C. Hodnoty FAR se pohybovaly v rozmezí 0 až 180 W.m⁻², průměrná intenzita FAR je pouze 8 W.m⁻². Narostlá biomasa byla po 21 dnech, tedy po období 26. 11. až 17. 12. 2015 sklizena odstředěním v odstředivce EVODOS 10 při 7000 otáček/min, zmrazena na -20 °C a později lyofylizována neboli vakuově odmrazena při tlaku 0,05 hPa. Hustota suspenze na konci kultivace byla 13,56 g.L⁻¹, sklizeno bylo celkem 2035 g sušiny, tj. 169,6 g.m⁻². Při obsahu polynenasycených mastných kyselin 18:4 ω -3 a 16:4 ω -3 44 až 54 % z celkového množství mastných kyselin je jejich produkce 20 g.m⁻² za třítydenní cyklus.



Obsah mastných kyselin 18:4 ω -3 a 16:4 ω -3 kmenem *Monoraphidium sp.* CCALA 1094 a srovnání s jinými významnými producenty.

Parietochloris (Lobosphaera)

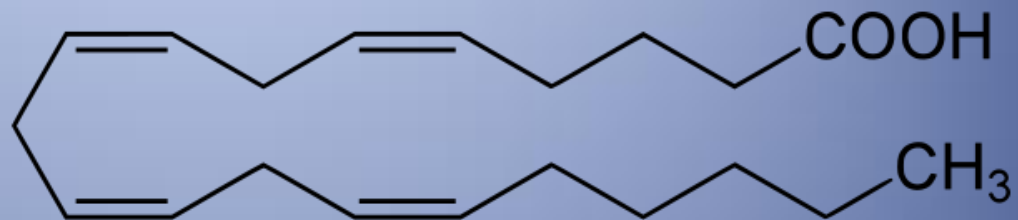
- Ěasa rodu *Parietochloris (Lobosphaera)* je jeden z nejbohatších zdrojů kyseliny arachidonové (20:4 ω -6).
- CCALA 1082 a 1084, *P. sp.*, izoláty z California Joshua Tree National Park, Pinto Wells, pŮda.



Krmné testy s kuřaty u fy. Rabbit:

- Závěrem lze říci, že využití mikrořas *Bracteacoccus* a *Monoraphidium* přineslo pozitivní vliv na základní ukazatele výkrmu (porážková hmotnost, konverze krmiva). Současně jsou i faktory efektivity na velmi dobré úrovni. Je pravdou, že výsledky testace nepřinesly statisticky průkazné výsledky, to však mohlo být způsobeno relativně nízkým počtem kuřat ve skupině, popřípadě i tím, že skupiny kuřat nebyly sexovány. Pro získání přesnějších výsledků by bylo vhodné testaci zopakovat na větší skupině kuřat.

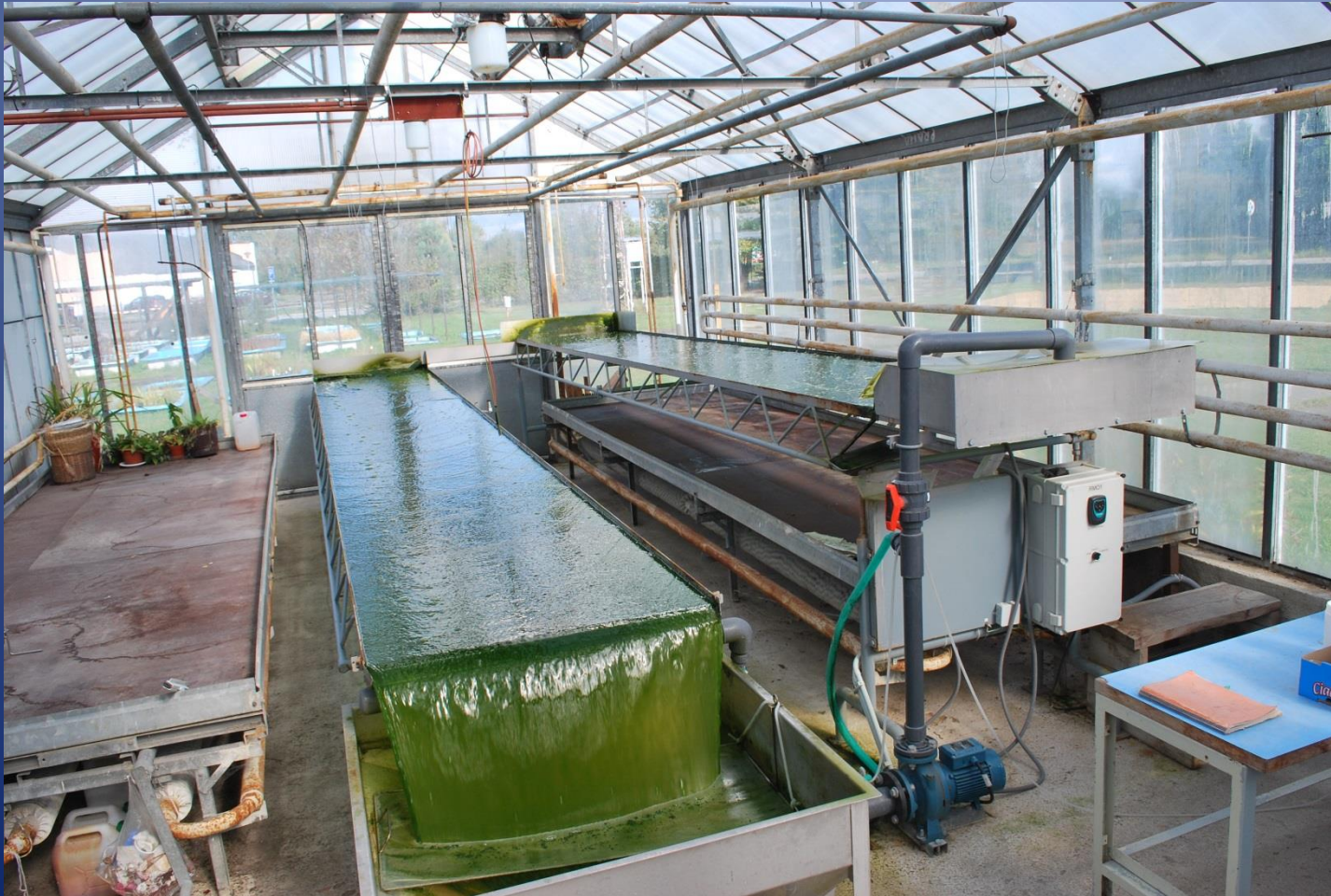
FA	strain108 2	strain1 084
n14:0	0.0	0.1
n14:1	0.0	0.1
n16:0	14.0	14.1
16:1n-11	4.7	3.2
16:1n-7	0.2	0.5
16:2n-6	1.7	1.8
16:3n-3	4.0	3.5
n18:0	1.7	2.2
18:1n-9	6.7	12.2
18:1n-7	5.1	2.2
18:2n-6	13.3	16.0
18:3n-6	1.5	1.6
18:3n-3	10.4	8.5
20:3n-6	1.2	0.9
20:4n-6	33.8	30.8
20:4n-3	0.0	0.7
20:5n-3	1.7	1.4
20:2n-6	0.0	0.2



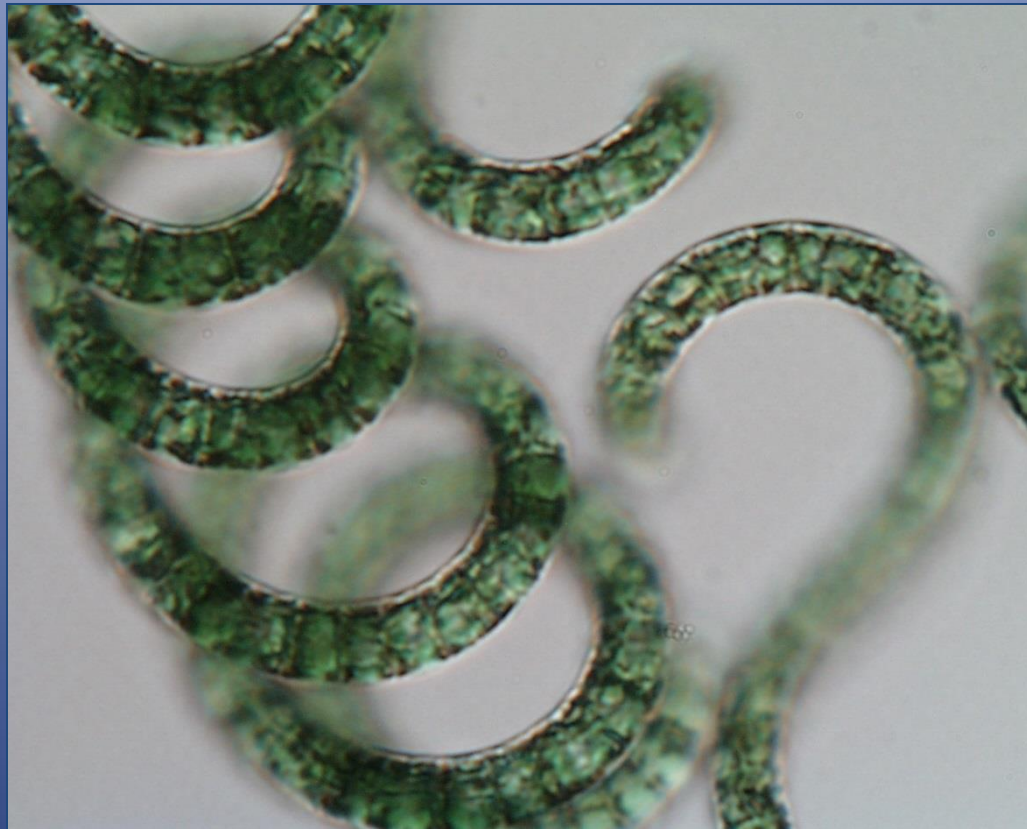
(20:4 ω -6)

Kyselina arachidonová není považována za esenciální mastnou kyselinu, protože většina živočichů včetně člověka je schopna ji vyrábět. ^[3] V posledních letech se však ukazuje, že přítomnost arachidonové kyseliny v potravě má pozitivní vliv na zdraví dětí a situace je sporná. (Wikipedia)

Parietochloris



Arthrospira (Spirulina) platensis

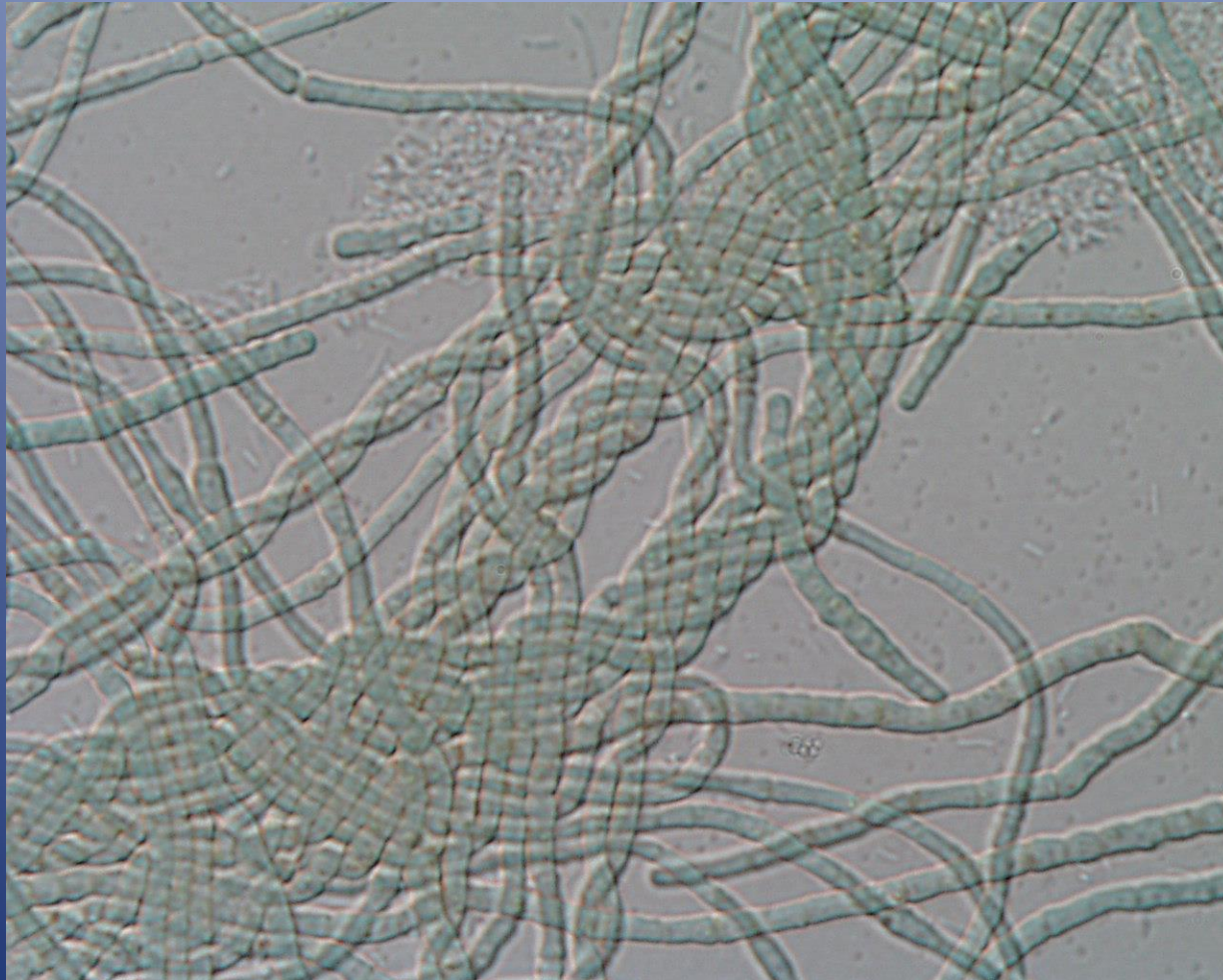


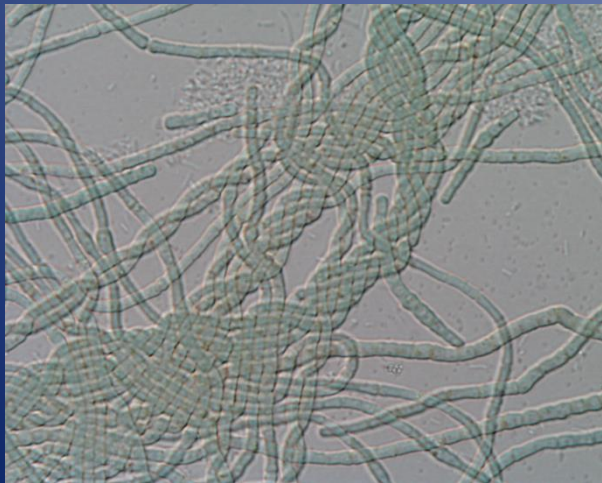
Složení biomasy *Spiruliny*

- Bílkoviny 63%
- Lipidy, PUFA, linoleová kys... 7 %
- Cukry 12-13%
- Fykobiliproteiny 12-15 %
- Chlorofyl_a 1,2-1,5%
- Na, K, Ca, P, Fe, Mg, Cu, β - karotén, B1, B2, B3, B6, B12, D, E, K, biotin, kys. pantotenová,
- Energie 1600 kJ/100 g sušiny

Arthronema africanum

Další perspektivní sinice ?





Asimilační pigmenty

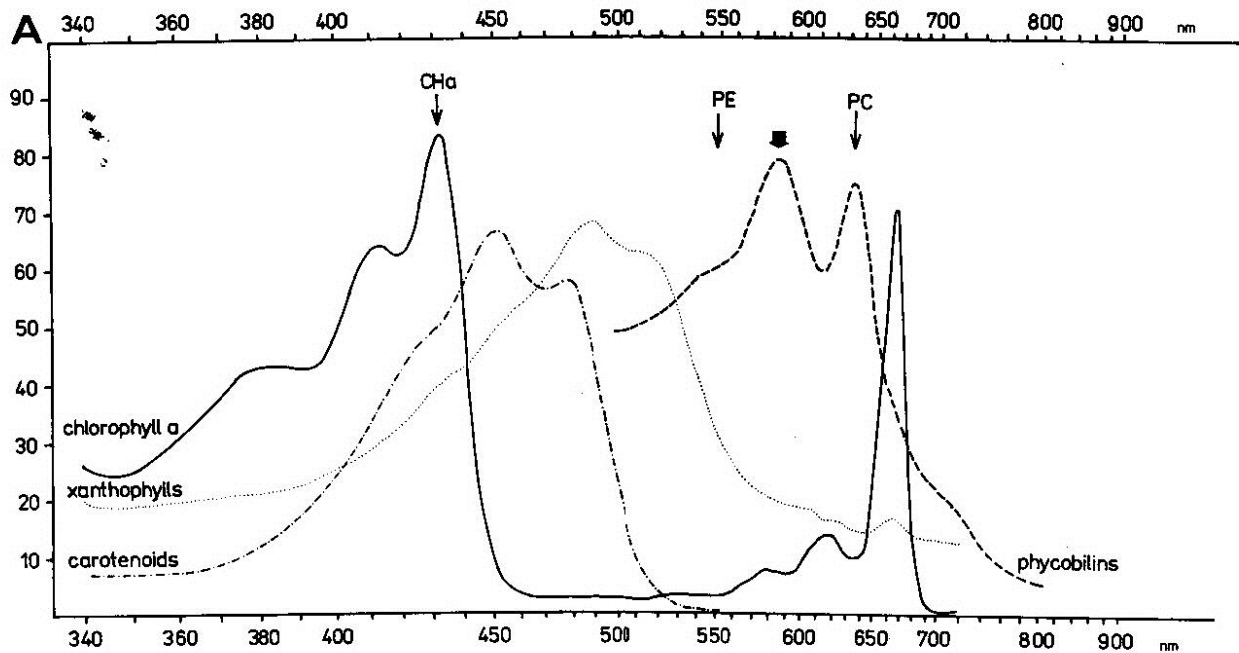


Fig. 14. Spectrogram of the pigment composition of *Arthronema africanum*, cultured under the “optimal” conditions derived from cross gradient cultivation (light intensities x temperature), (A = absorbance).

Výtěžek biomasy

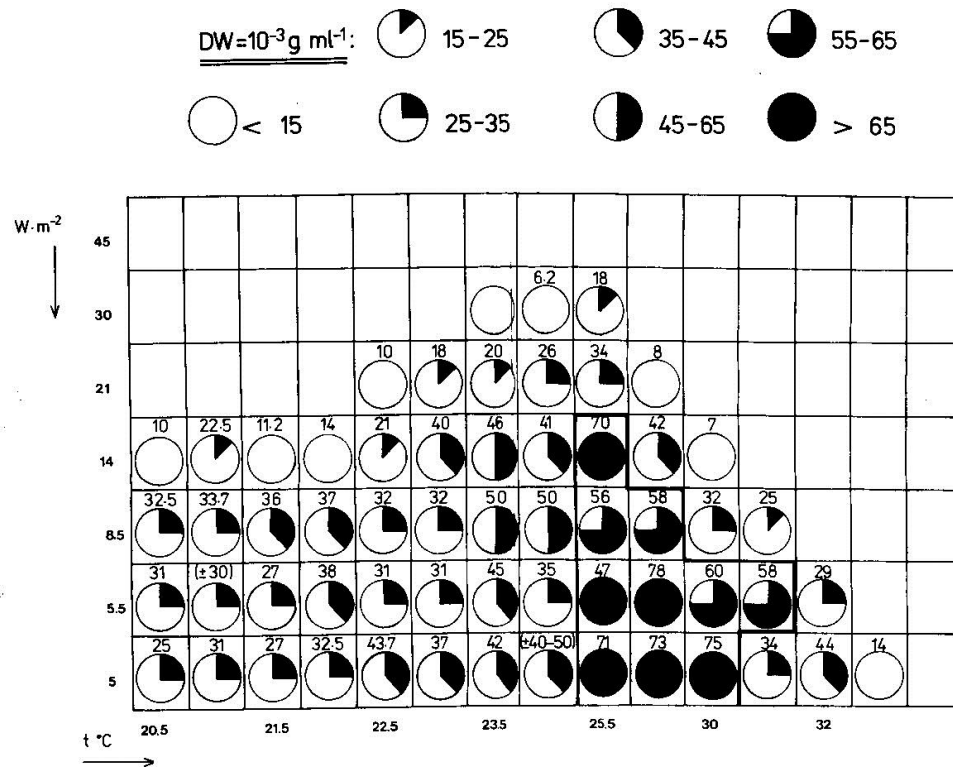


Fig. 10. Growth of biomass (DW) of *Arthronema africanum* in cross gradients of the light intensities [$W \cdot m^{-2}$] and temperature [$^{\circ}C$].

Růst ve zkřížených gradientech

262

JIŘÍ KOMÁREK and JAROMÍR LUKAVSKÝ

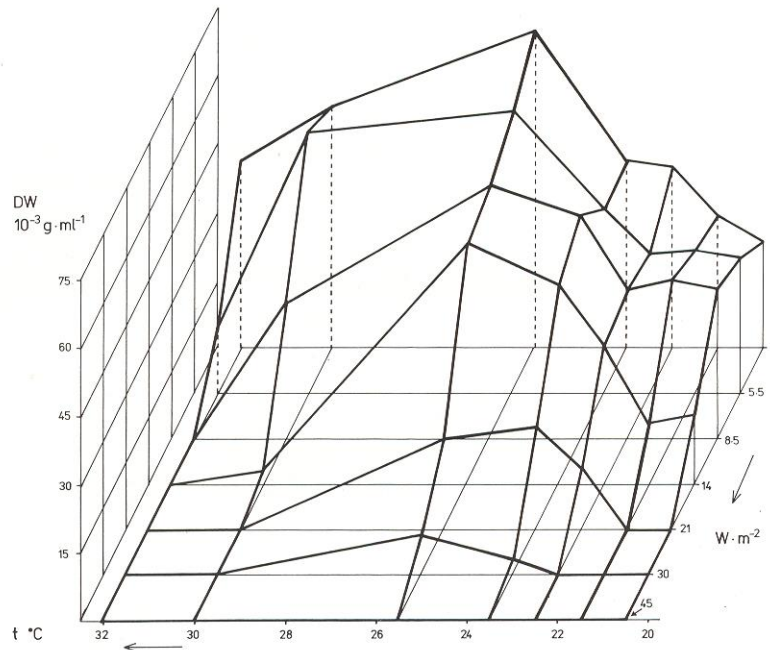


Fig. 11. The yields of dry weight [DW] in crossed gradients of temperature [$^{\circ}\text{C}$] and light intensities [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$], after 10 days of cultivation.

Halofil nebo halotolerant?

Arthronema, a new cyanophyte genus

263

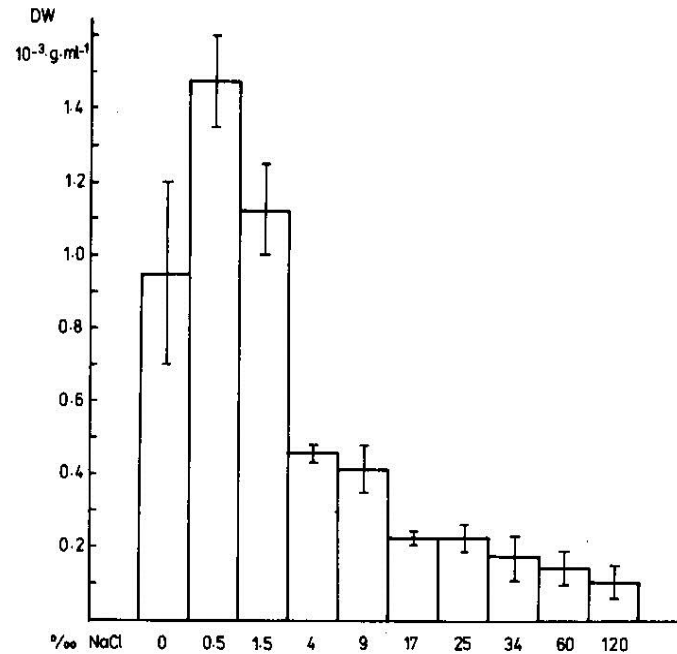
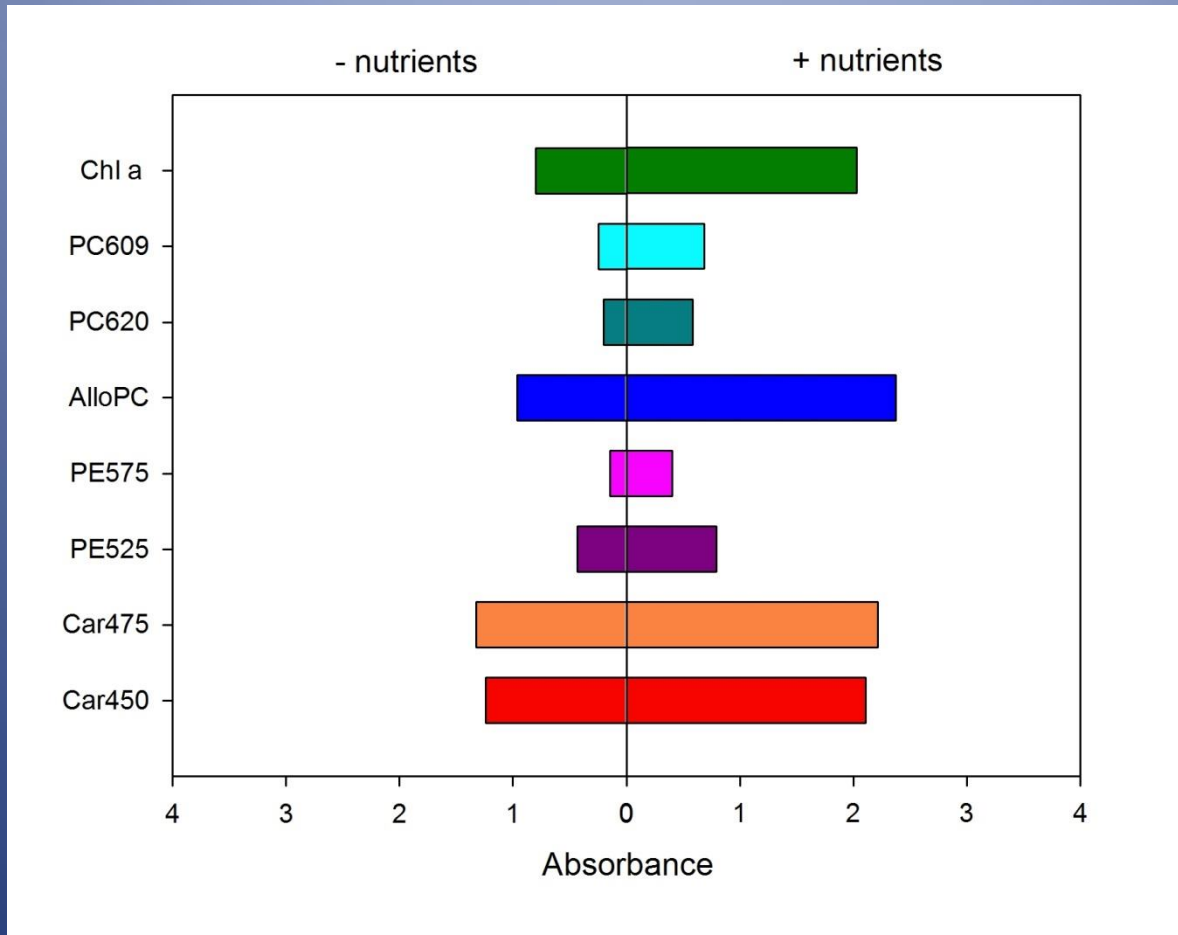
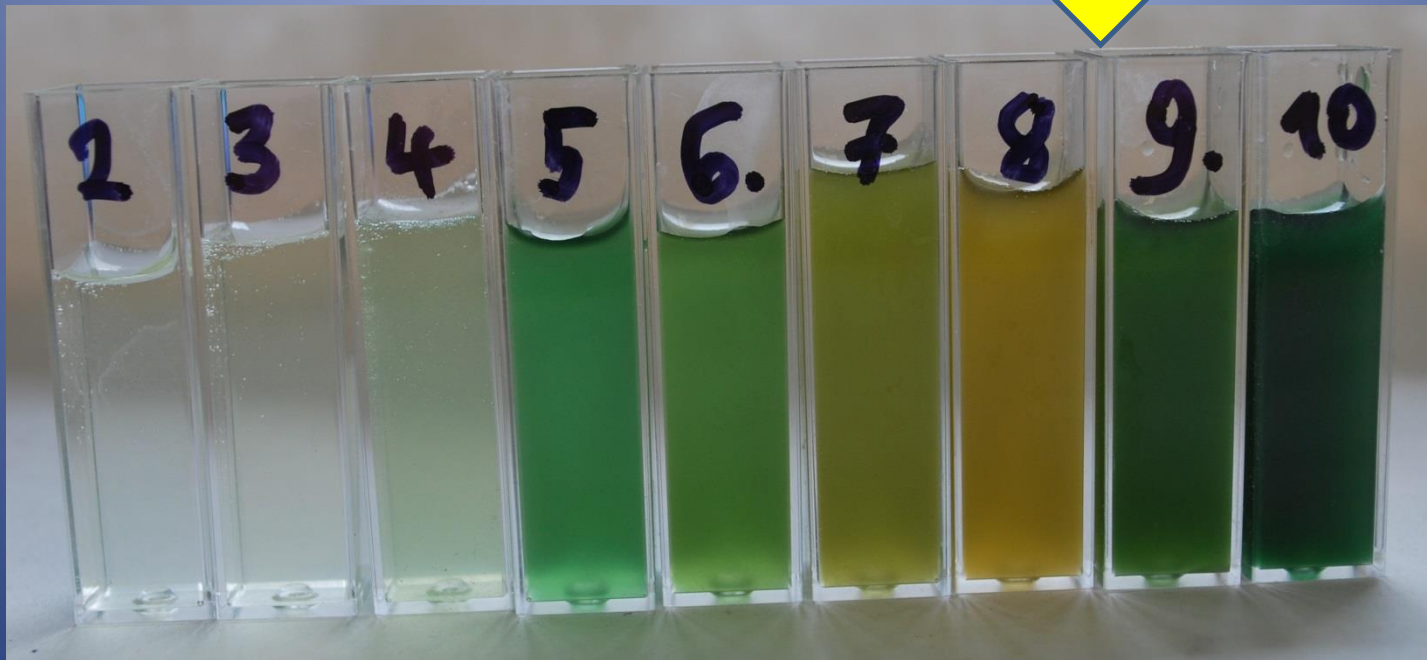


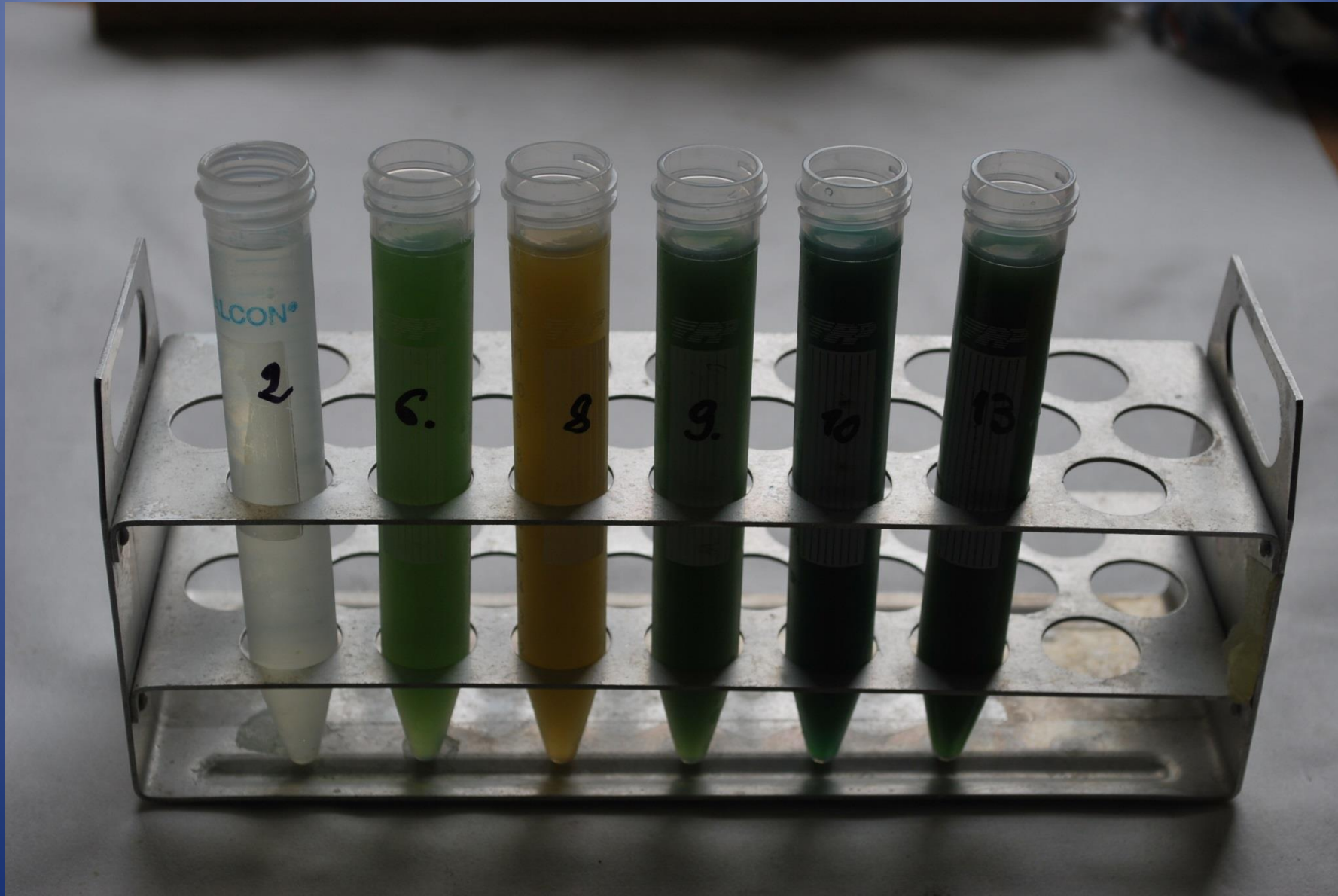
Fig. 13. Dependence of the growth of *Arthronema africanum* (measured by the DW increase) on the salinity (‰ of NaCl).

Možnost regulace obsahu barviv

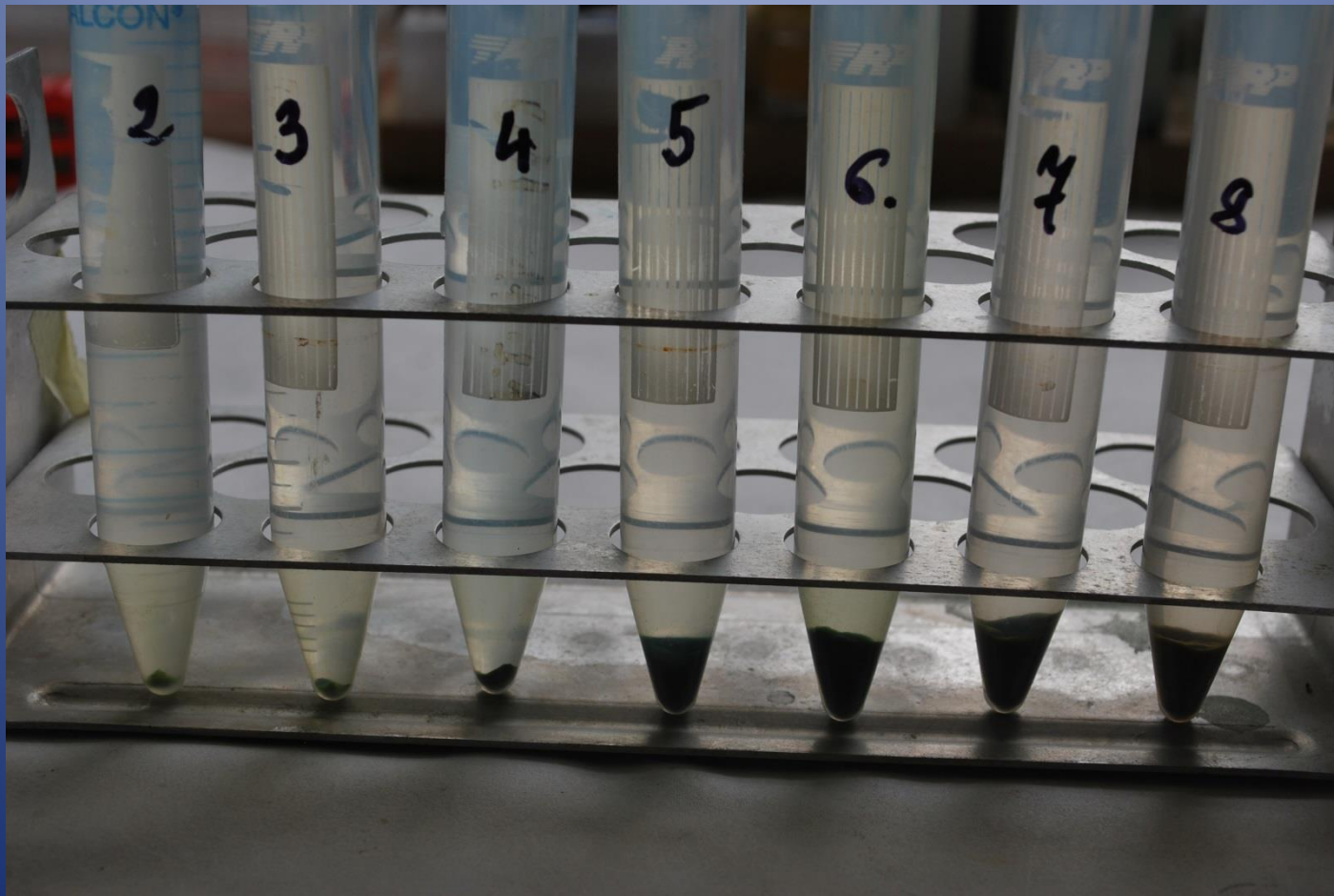


Arthronema africanum, čísla jsou dny
kultivace, přidány živiny





PCV (packed cell volume)



- A maximum growth rate was evaluated at $150 \mu\text{E.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ and 36°C , after 96 hours of cultivation.
- The chlorophyll-*a* content increased along with the increase in light intensity and temperature and reached 2,4% of dry weight at maximum growth rate, and it decreased at higher temperatures.
- The level of carotenoids were about 1% of dry weight at $150\text{-}300 \mu\text{E.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ and showed a mirror-shape curve to chlorophyll-*a*.
- *A. africanum* did not contain phycoerythrin, but C-phycocyanin and allophycocyanin contents were extremely high – more **than 30%**, of the dry algal biomass, for both, optimum levels were reached at $150 \mu\text{E.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ and 36°C , when 23% of C-phycocyanin and 12% of allophycocyanin were evaluated.
- Extremely low and high temperatures ($<15^\circ\text{C}$, $>47^\circ\text{C}$) decreased the phycobiliproteins content regardless of light intensity.

Arthronema má násl. výhody

- Vysoký obsah 23% C-phycocyaninu a 12% allophycocyaninu v sušině (dvojnásobek *Spiruliny*).
- Je halotolerantní a termotolerantní, přežívá i velmi extrémní podmínky.
- Je vláknitá a snadno se sklízí. Filtrace?
- Dá se sušit Sluncem na folii.
- Neprodukuje toxiny.

•

TVD 1,2,3 JE Temelín



Plocha: cca 800 m²

Objem: 18 000 m³

Hloubka: 3,3 m

Teplota: 15-35 °C, celoročně!!!

Zdržení: cca. 30-100 dní

totP: TVD1: 0,2; TVD2,3: 0,5; 2 mg/L

totN: TVD1: 0,9; TVD2,3: 0,6; 0,7 mg/L

N/P: TVD1: 4,5; TVD2,3: 1,2; 0,35,

limituje N

Chl_a: TVD1: 7,5; TVD2,3: 166 ;321 ug/L

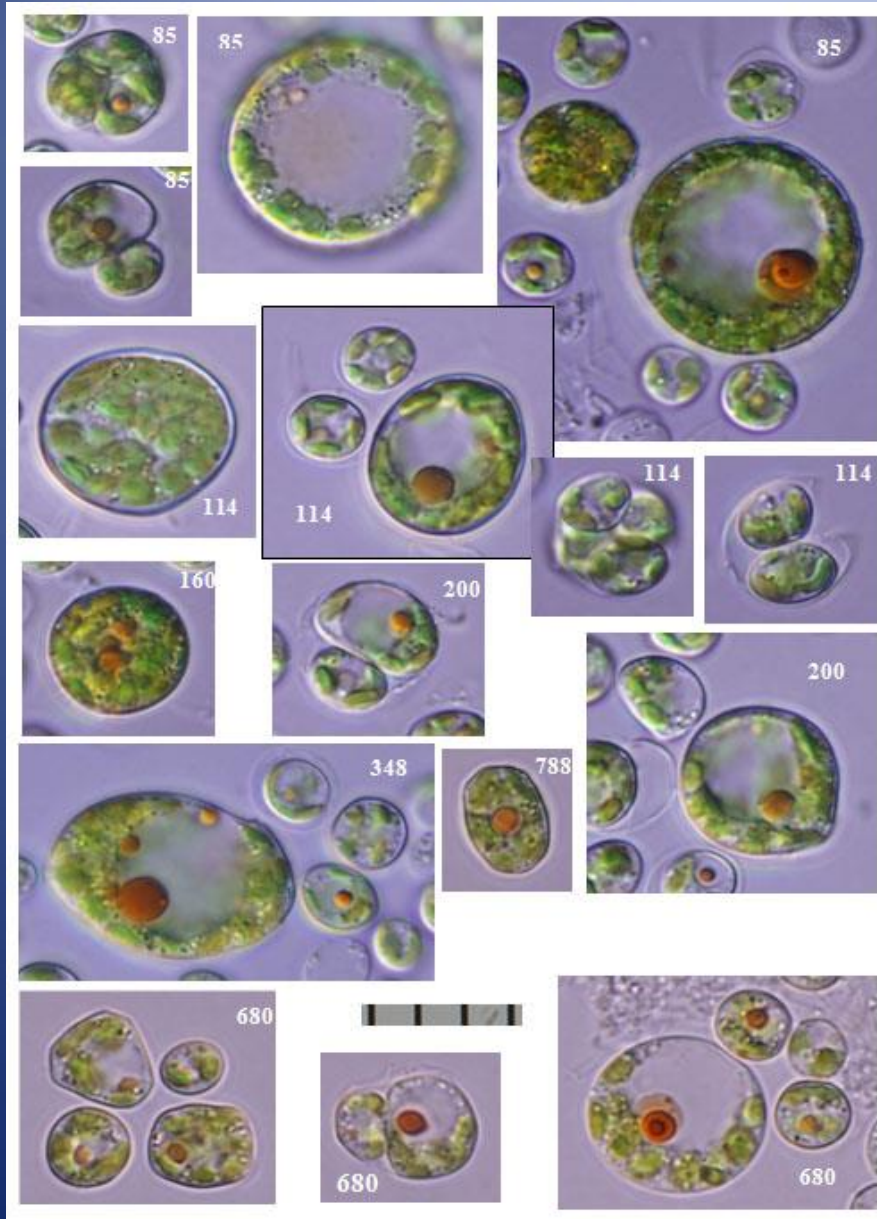
O₂: 11-12 mg/L

pH: 8,5-8,7

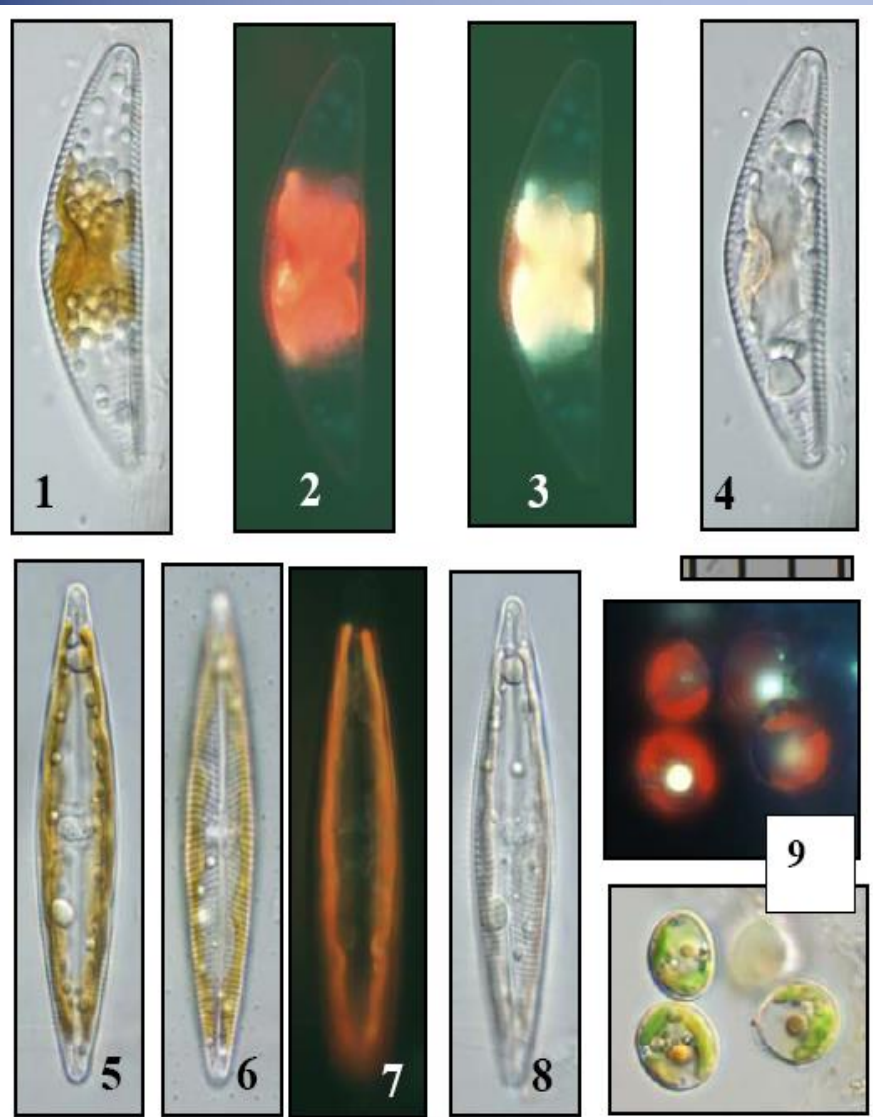
Trachydiscus minutus (*Pseudostaurastrum minutum*)



Taxon byl popsán Bourellym (1951) jako *Pseudostaurastrum minutum*, později Ettllem (1964) přeřazen do r. *Trachydiscus*. Taxonomická umístění r. *Trachydiscus* (*Pseudostaurastrum*) je diskutabilní. Původní zařazení do Xanthophyceae (Heterokonta) bylo změněno na Eustigmatophyceae (Hegewald et al., 2007). Schnepf et al. (1996) nenašli chlorofyl c, u *Pseudostaurastrum limneticum* což potvrzuje zařazení do Eustigmatophyce. Molekulární analýza 18S rDNA našla specifické postavení rodu *Pseudostaurastrum* (Hegewald et al. 2007), bohužel přímo *Trachydiscus minutus* nebyl dosud analyzován Eliáš....



Trachydiscus minutus cultivated under different light intensities ($85 - 680 \mu\text{mol photons}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) in aerated cultures (cultivation unit MC 1000, PSI Co., see Fig. 12). Note giant cells in all light intensities, also unequal daughter cells, and irregular cell shapes. Scale: 1 division = $10 \mu\text{m}$. (Orig. Nedbal and Lukavsky).



1-4 diatom *Cymbella* sp. after 191 sec. of uv exposition. 5-8 - *Navicula* sp after 139 sec. exp. uv.). 9 - Intensive autofluorescence of oils inside cell of *Trachydiscus minutus* (after 190 sec. exp. uv), in contrast to diatoms, also mention quick bleaching of chlorophylls by uv, in chromatophores of diatoms. Scale: 1 division = 10 μ m.

Srovnání kultivátorů

Nigrita, Řecko



Třeboň, Česko



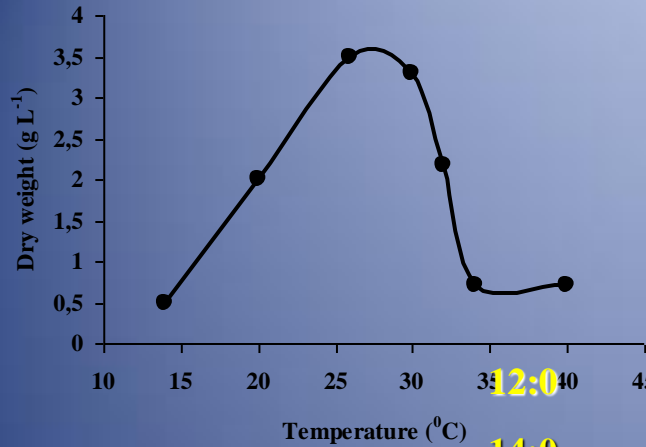
Srovnání kultivátorů

	Nigrita	Třeboň
Lipidy v suš (%)	26	28-31
EPA v suš (%)	3	7-13
Výtěžek suš.m ² /den	19 g	2,8 g
Výtěžek suš. L/den	0,115 g	0,3 g
Výtěžek EPA (m ² /den)	570 ug	252-455 ug
Výtěžek EPA (L/den)	3,4 mg	20-30 mg

Mast.
kys.

Mastné kyseliny, % (v celkových tucích).

Mast. kys., % v
triacylglycerole
ch



Laboratorní kultury

Řecko,

Lab. kultury

26 °C

20-35 °C

poloprovoz, 23-34 °C

26 °C, 35 W m⁻²

18 W
m⁻²

35 W
m⁻²

^a 35 W
m⁻²

^b max 220 W m⁻²

35 W m⁻²

12:0

st.

0.8 ± 0.4

1.2 ± 0.5

0.6 ± 0.5

1.2 ± 0.1

14:0

28 ± 6

28 ± 3

26 ± 5

4 ± 2

20.3 ± 0.1

16:0

10 ± 2

8 ± 1

9 ± 4

33 ± 13

13.8 ± 0.9

16:1

5 ± 1

10 ± 3

10 ± 3

6 ± 1

14.8 ± 0.9

16:2

st.

0.8 ± 0.3

1.5 ± 1

4 ± 2

0.8 ± 0.1

18:0

0.4 ± 0.1

0.4 ± 0.2

0.6 ± 0.5

3 ± 1

3.7 ± 0.4

18:1

3 ± 1

3 ± 0.5

3 ± 2

9 ± 3

9.9 ± 0.8

18:2

5 ± 1

7 ± 1

7 ± 1

23 ± 7

11.9 ± 0.5

γ-18:3

0.2 ± 0.1

0.8 ± 0.4

0.6 ± 0.4

0.3 ± 0.3

st.

Α-18:3

2 ± 1

7 ± 2

5 ± 3

6 ± 2

5.5 ± 0.3

20:4

4 ± 1

6 ± 1

6 ± 2

4 ± 2

10.7 ± 0.9

20:5

42 ± 6

27 ± 4

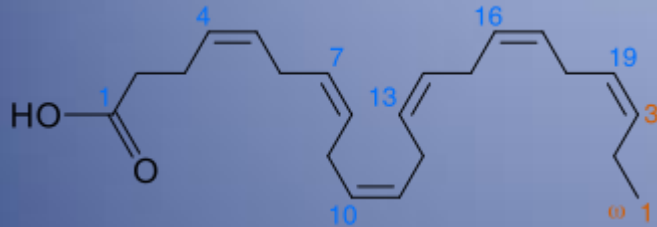
29 ± 7

3 ± 1

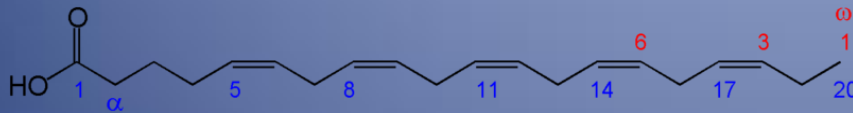
7.4 ± 0.8

Substance	% ± SD*
Proteiny	43
Carbohyd ráty	25
Lipidy	26
Chl._a	0.55

PUFA, více-nenasycené mastné kyseliny



- DHA – kys dokosahehexanová, $C_{22}H_{32}O_2$, rybí olej,



- EPA – kys. Eicosapentaenová, timnodoic acid, $C_{20}H_{30}O_2$, C:5(n-3). Izol. z rybího oleje, mořské rousivky. Lékařství.



- GLA – gama linoleová kys. Gamoleic acid. $C_{18}H_{30}O_2$. Izol. z *Oenothera biennis*, *Spirulina*.

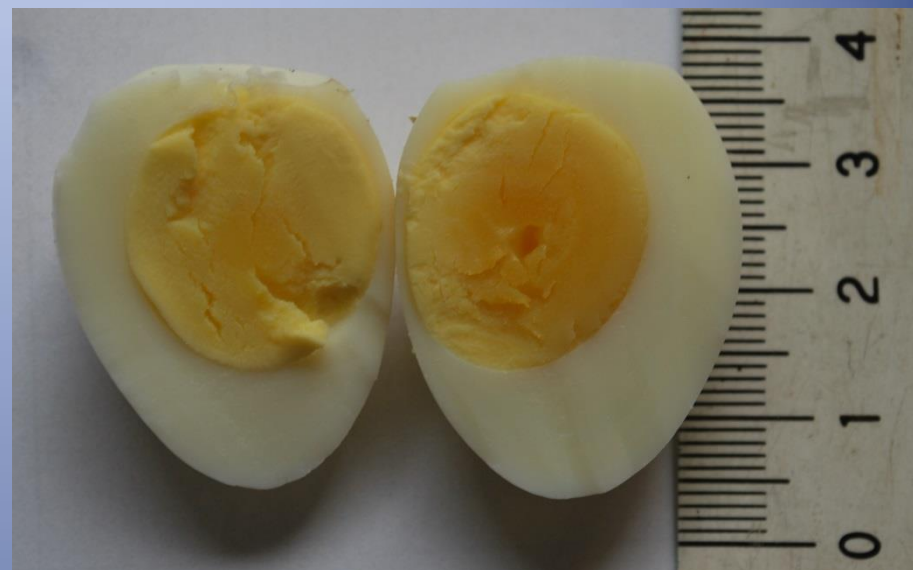
- Myristová kys., tetradecanoic acid 14:0. Izol. *Myristica fragrans*. V medicíně a kosmetice (dobře penetruje pokožkou).



Organism	Lipids	TAG	MYR	EPA	Author
	% in DW	% in DW	% in lipids	% in lipids	
<i>Chlorella protothecoides</i>	53				Cheng et al 2009
<i>Navicula sp.</i>	17-18				Řetovský 1946
<i>Spirulina sp.</i>	9.4				Arvanitis et al. 2003
<i>Spirulina sp.</i>	16.3				Ramadan et al. 2008
<i>Botryococcus braunii</i>	19.8				Shen et al. 2008
<i>Bacillariophyceae</i>	10				Harder et Witch 1942
<i>Scenedesmus obliquus</i>	12.7				Mandal et Mall
12 strains of Cyanobacteria	8-13				Vargas et al. 1998
<i>Nitzschia ovalis</i>			3.1	26.7	Pratoomyot et al. 2005
<i>Thalassiosira sp.</i>			6.4	16.6	
<i>Tetraselmis sp.</i>			1.2	4.7	
<i>Synechocystis sp.</i>			28.2	-	
<i>Synechococcus sp.</i>			26.7	-	
<i>Anacystis sp. (Synechococcus nidulans)</i>			4.9	-	
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>				5	Meiser et al. (2004)

<i>Nannochloris</i> sp.				23	Petkov et al. (1994)
<i>Nannochloropsis</i> sp.				25	Ning Zou et al. 2000
<i>Nannochloropsis limnetica</i>			6.3	28-56	Krienitz et Wirth (2006)
<i>Pavlova lutheri</i> , <i>UV mutant</i>				32.8	Meireles 2003
<i>Monodus subterraneus</i>				31-34	Liu et Lin 2005
<i>Monodus subterraneus</i>	11			31.8	Lu et al. 2001
<i>Monodus subterraneus</i>				34.2	Vazhappilly et Chen, 1998
<i>Chlorella minutissima</i>				31.3	
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>				21.4	
<i>Monodus subterraneus</i>				36.7	Cohen 1994
<i>Trachydiscus minutus</i>	26-31	20	26	27-42	Iliev et al. 2010
<i>Trachydiscus minutus</i> *	28-39		27-53	10-36	Řezanka et al. 2010

	T. m.	Kontr.
	[%]	[%]
C12:0	-	< 0,05
C14:0	0,26	0,30
C14:1	0,05	0,06
C15:0	< 0,05	< 0,05
C16:0	21,52	20,87
C16:1	3,65	4,19
C17:0	0,10	0,11
C17:1	0,09	0,16
C18:0	8,97	7,94
C18:1n11c	3,34	3,01
C18:1n9c	41,21	42,70
C18:1n9t	0,14	0,15
C18:2n6c	9,43	9,69
C18:2n6t	< 0,05	< 0,05
C18:3n3	0,25	0,27
C18:3n6	0,12	0,11
C20:0	< 0,05	< 0,05
C20:1n9	0,18	0,18
C20:2	0,07	0,07
C20:3n3	-	< 0,05
C20:3n6	0,15	0,13
C20:4n6	2,47	2,09
C20:5n3	< 0,05	< 0,05
C24:0	< 0,05	< 0,05



Kontrola

***Trachydiscus
minutus***

Testování kuřat na přídavek *Trachydiscus minutus*

Parametry výkrmu	Skupina	
	Kontrola (500 ks)	T.min (500 ks)
	(0 % řasy + 1% Inu)	(0,3% Trachydisca + 1% Inu)
Krmivo (kg)		
Spotřeba krmiva (kg)	2,93	3,01
Průměrná denní spotřeba krmiva (g)	91	90
Konverze krmiva (kg)	1,84	1,82
Přírůstky (kg)		
Živá hmotnost (35. den výkrmu)	1,59	1,65
Průměrný denní přírůstek (g) (všech)	44	46
Úhyny		
Úhyny (ks)	40	29
Úhyny (%)	8,0	5,8

- *Trachydiscus minutus* má 26-39% celk. olejů, z toho 42% EPA, ...%DHA, 26% MYR, 10,7% GLA, cenných jako potravinový doplněk, v kosmetice atd.
- Dobře roste v laboratorních i provozních kultivátorech, v hlubokých vanách i na plošině v tenké vrstvě.
- Výtěžky biomasy i EPA je lepší nebo srovnatelný s současně užívanými druhy řas k produkci mastných kyselin.
- Dobře snáší průmyslovou kultivaci, čerpání, dobře sedimentuje i centrifuguje se i suší Sluncem na fólii.
- Dobře snáší immobilizaci do alginátu i agaru a zachovává si vitalitu.
- Pro vysoké jodové číslo není tento olej vhodný k esterifikaci na biodiesel.
- Kmen Lukavský et Příbyl 2005/1 je patentován pod číslem 30 118, PV 2010-436. Je připraven k využití v biotechnologii.

Výsledek krmného testu u kuřat u fy.

Rabbit

- Využitím řasy *Trachydiscus minutus* lze dosáhnout u kuřat příznivých výkrmových parametrů, avšak pro získání pozitivnějšího efektu by bylo vhodné navýšit množství zkrmované řasy, popřípadě zařadit tuto řasu i do krmné směsi používané na začátku i na konci výkrmu (BR1 a BR3) a prodloužit tím délku jejího působení. (Z.Hrstka)

Které další řasy a sinice?

- Sněžné řasy (cca 20 kmenů),
- termální sinice, *Synechococcus bigranulatus*, z Rupite, Bulharsko, snášejí 50°C,
- *Dunaliella* z Bolívie, snášejí 150 g NaCl/L,
- *Parietochloris*, vysoký obsah PUFAs obzvláště kys arachidonové (31-34%).
- *Bracteacoccus* sp., kys linolová a α -linolová (12 a 24%),

Poděkování

- Všem, kdož přispěli ku zdaru díla:
- **H.Brabcová, S.Furnadzhieva, Z.Hrstka, J.Kohoutková, D.Kubáč, J.Kvíderová, L.Nedbalová, L.Procházková, T.Řezanka, P.Vrchota,**
- **Technologická agentura ČR, programy BIORAF pod vedením O. Šolcové a ω-VEJCE pod vedením P. Kaštánka.**
- **Botanickému ústavu AVČR pod vedením M. Vosátky a J.Klimešové**

