



BIOCIRTECH
Národní Centrum kompetence
„Biorafinace jako oběhové technologie“



Extrémofilní řasy a sinice pro potravinové doplňky

Jaromír Lukavský, Olga Šolcová

*Botanický ústav AV ČR, v.v.i., Třeboň
Ústav chemických procesů AV ČR, Praha*

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.

První masové kultury mikrořas měly produkovat oleje a fukoxanthin.

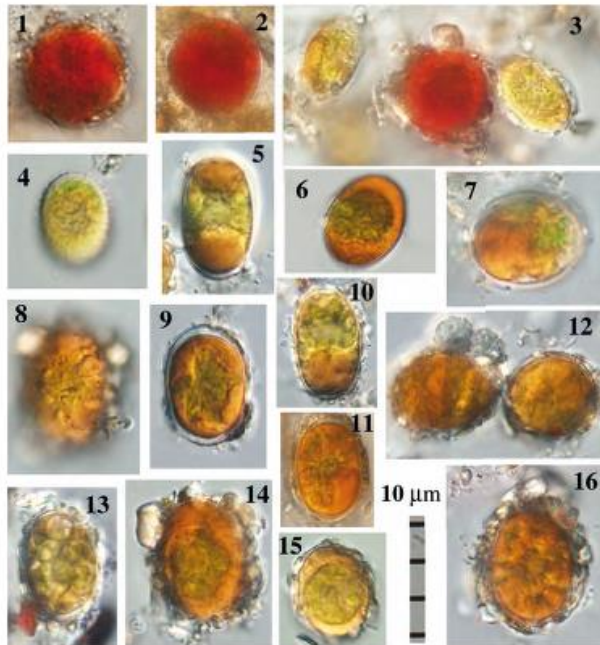
Nejvíce pěstované mikrořasy

- *Arthrospira (Spirulina)*
- *Chlorella*
- *Dunaliella*
- *Haematococcus*
- *Nannochloropsis*
- *Aphanizomenon*
- Kde hledat další perspektivní kmeny ?

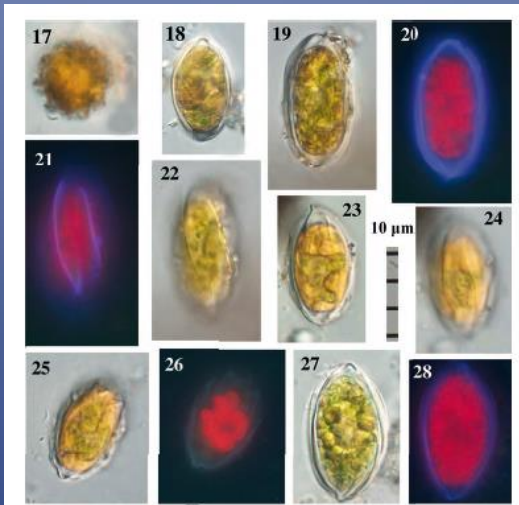


Sněžné řasy?

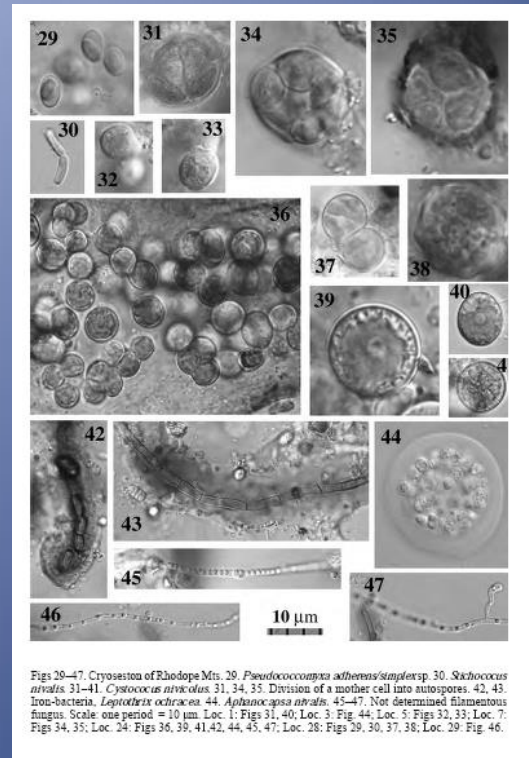
Snáší nízké teploty a nízké světlo, produkují karotenoidy a nenasycené mastné kyseliny....



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. 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. *Chlamydomonas 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 adhaerens simplex* sp. 30. *Saxhococcus nivalis*. 31–41. *Cystococcus nivalis*. 31, 34, 35. Division of a mother cell into autospores. 42, 43. Iron-bacteria. *Leptothrix 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 26, 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...”

... ve dlouho ležícím sněhu jsou červi, jsou načervenalí, stejně jako sníh, což lze očekávat a jsou chlupatí.... Aristoteles



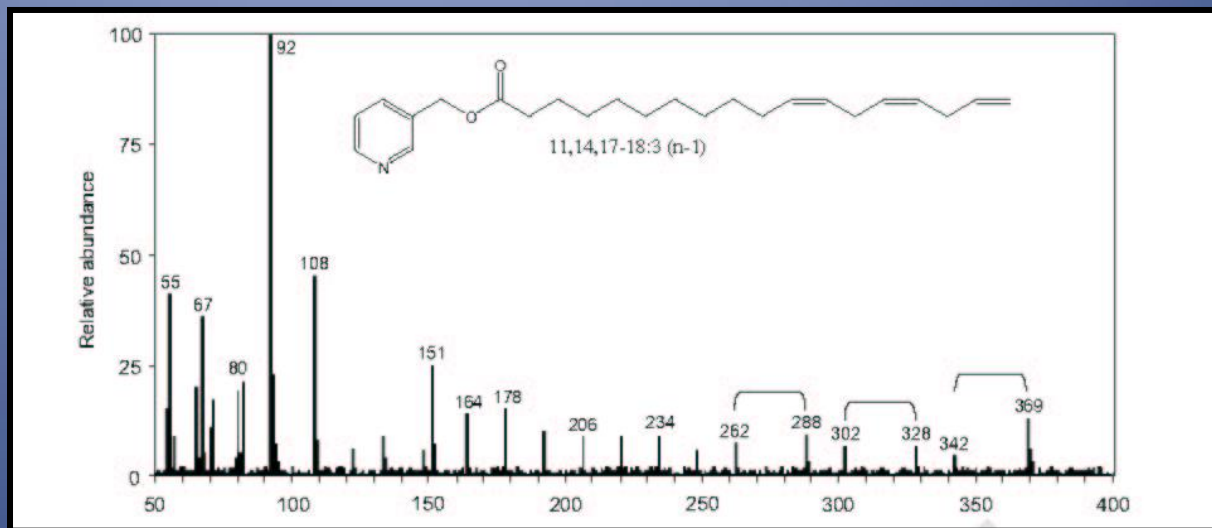
Thompson, D'Arcy, W. (2014): Aristotle, book V., The history of animals. In: e-books, The Univ. Adelaide.-http://classic.mit.edu//Aristotle/history_anim.html



Rila, Graničar, 2005. V některých horách sněžné řasy osidlují obrovské plochy sněžných polí.

V nasbírané biomase ze Šumavy (*Chloromonas brevispina*) byly analyzovány mastné kyseliny. Poprvé v řasách nalezeno až 75% velmi zvláštních poly-
nenasycených mastných kyselin se střední délkou molekul (PUFA: 5,8,11-
tetradecatrienová, 6,9,12 – pentadecatrienová). To naznačuje mechanismy
přežití kryosestonu ve sněhu (prostřednictvím zvýšení tekutosti buněčných
membrán) PUFA jsou perspektivní i pro aplikace v biomedicíně, podmínkou
ale je jejich kultivace, sběr není perspektivní.

Hmotnostní
spektra 3 mastných
kyselin (11,14, 17-
18: 3, 6,9,12-15: 3 a
3,6,9-12: 3.



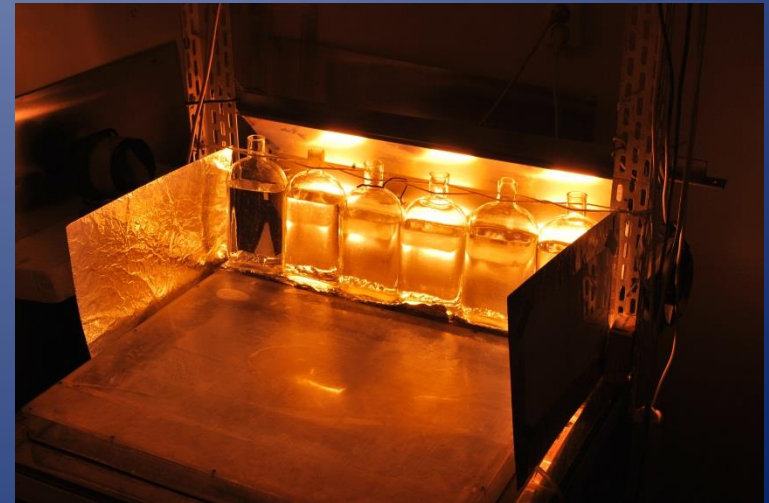
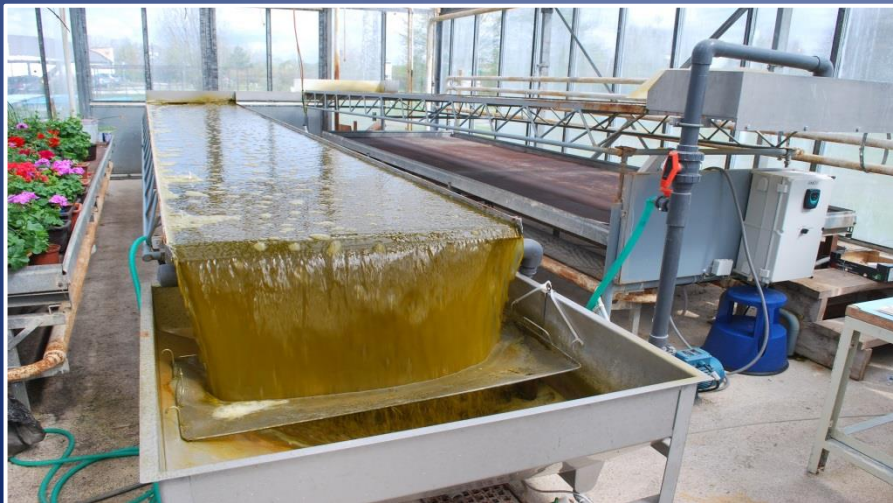
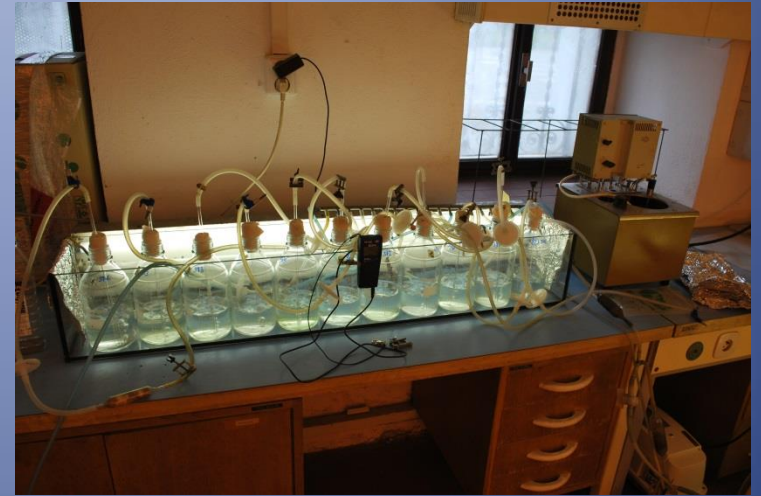
Rezanka T, et al. Unusual medium-chain polyunsaturated fatty acids from snow
alga *Chloromonas brevispina*. *Microbiol Res* 2006; (2007),
doi:10.1016/j.micres.2006.11.021

Pracovní sbírka sněžných řas v
Třeboni, asi 50 kmenů z Vitoshy,
Rodop, Staré Planiny, Rily,
Pirinu, také Sierra Nevady
(Španělsko), Českého lesa,
Krkonoš atd.



BIORAF

Kultivační zařízení



Kultivační jednotka pro zkřížené gradienty teploty a světla

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.

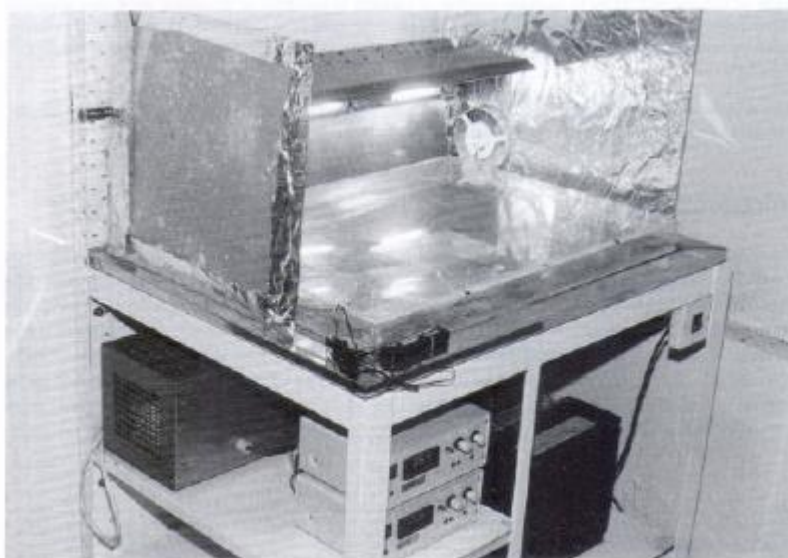
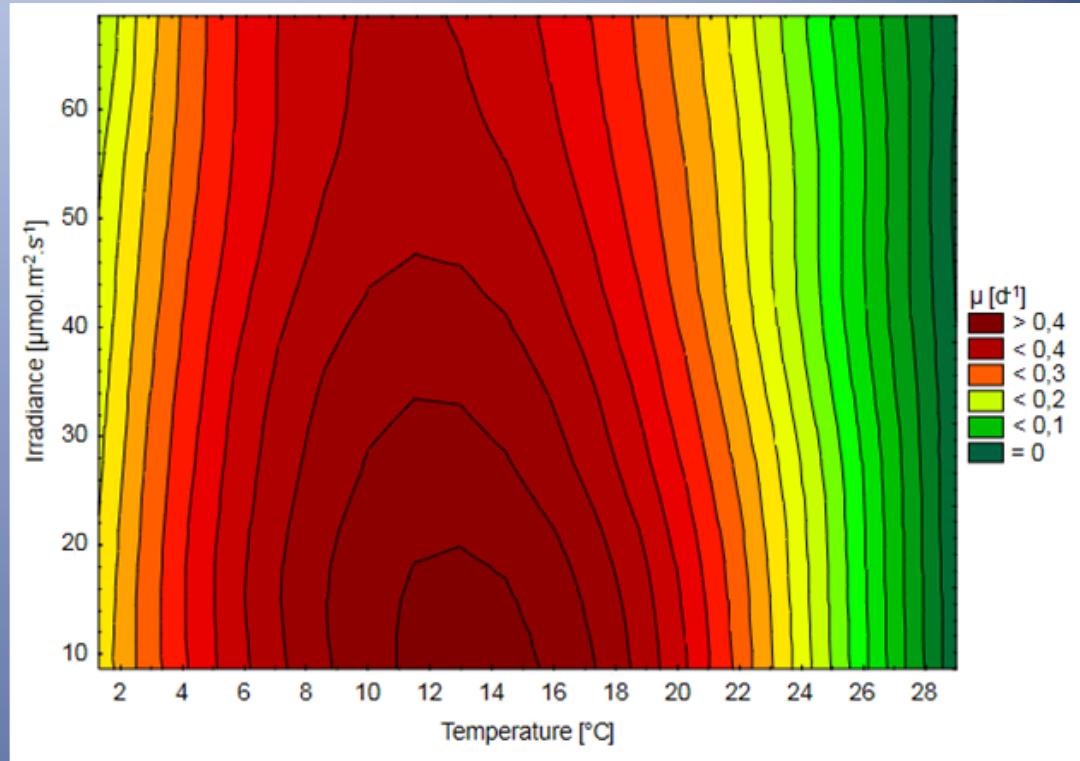
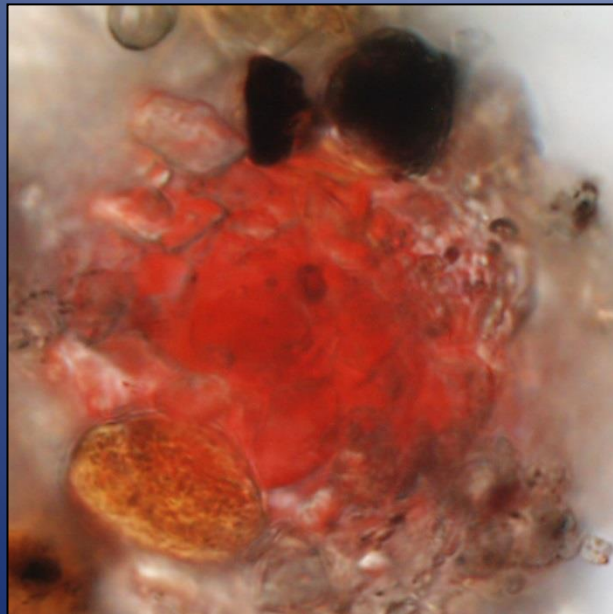
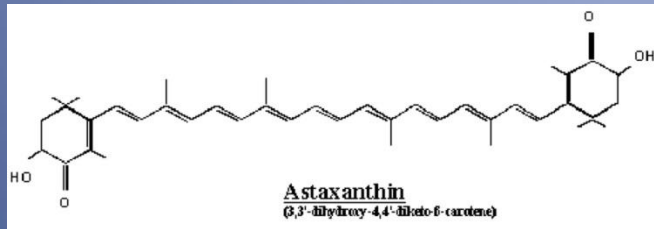


Fig. 1 A. A new unit for the crossed gradients of temperature and light.

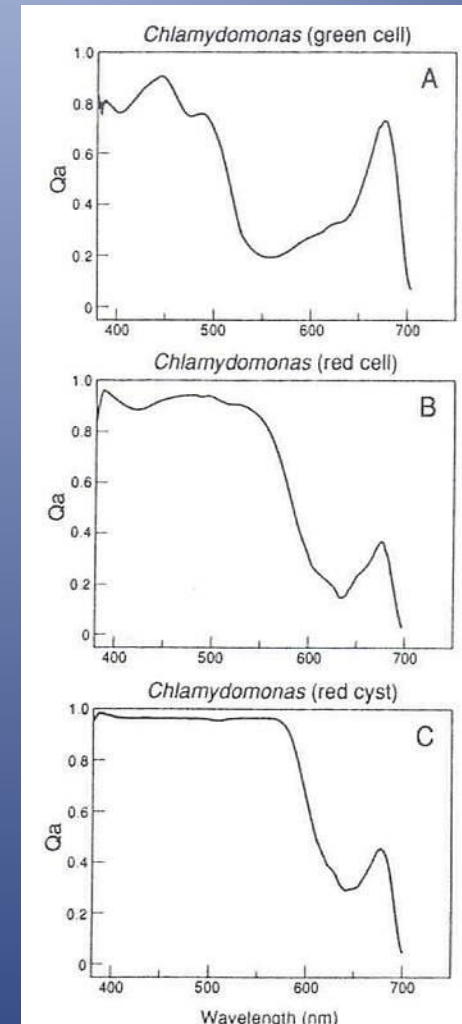


Monoraphidium sp. ,
CCALA 1094, izolát z
jezera v Antarktidě, je
zřetelně stínomilný a
chladnomilný.

Astaxantin, UV filtr, doplněk krmiva ryb, hlavním producentem je dosud řasa *Haematococcus pluvialis* (ALGAMO).



Sněžná řasa
Chloromonas
nivalis.



Bidigare *et al.*, 1993



Pleťová kosmetika, obsahuje produkty sněžných řas. Zde se na cenu příliš nehledí!

Bracteacoccus bullatus

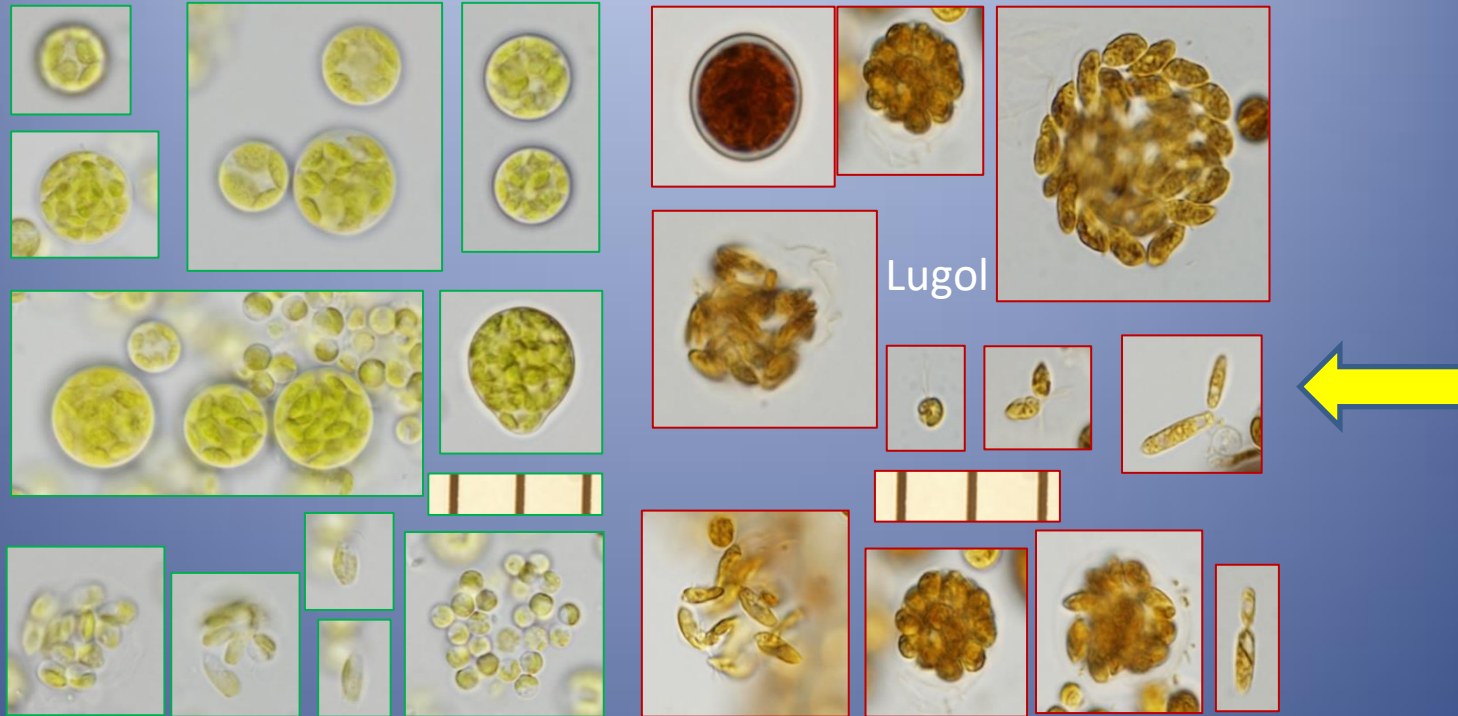
- Má vysoký obsah esenciálních mastných kyselin tj. α -linolové a linolové (23,8 a 12%).
- Dobře roste v tenkovrstevné plošině, snáší oscilace podmínek i odstředivé čerpání.
- Produkce byla 2,67g sušiny /m²/den, tj. 0,2 g/L/den.
- Dobře se odstředuje. Celkem sklizeno 2115g sušiny za 67 dní.
- Izolát ze sněhu v pohoří Sierra Nevada, Španělsko, náš patentovaný kmen.



Pohoří Sierra Nevada,
Španělsko, kde byl
nalezen a izolován
kmen *Bracteacoccus*
bullatus. Dominantou
ale byly jiné sněžné
řasy, *Chloromonas*
brevispina a
Chlamydomonas
nivalis

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



Nově jsme u tohoto druhu popsali tvorbu gamet a pohlavní rozmnožování.

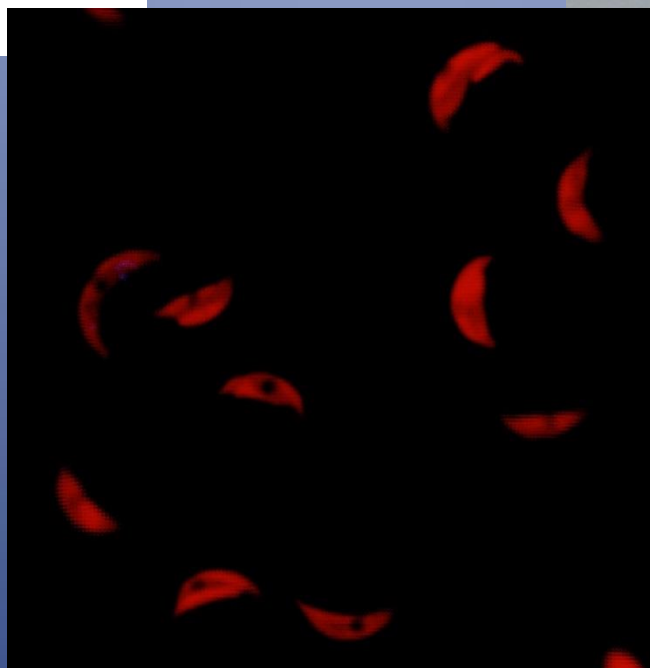
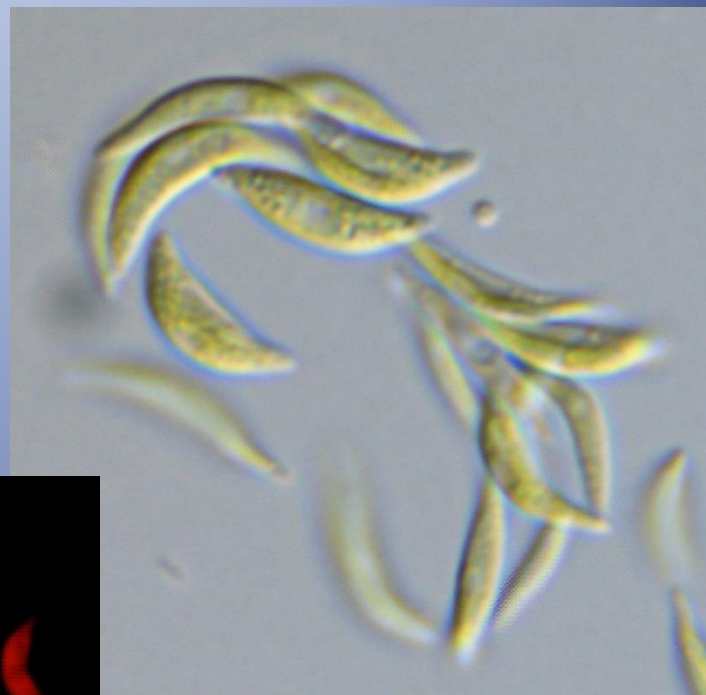
Fučíková, K., Flechtner, V., Lewis, L.A. (2012): Revision of the genus *Bracteacoccus* Tereg (Chlorophyceae, Chlorophyta) based on a phylogenetic approach . – *N.Hedwigia* 96:15-59.



Poloprovozní kultivace řasy *Bracteacoccus bullatus*, tenkovrstevná plošina má plochu 12 m², objem 150L.

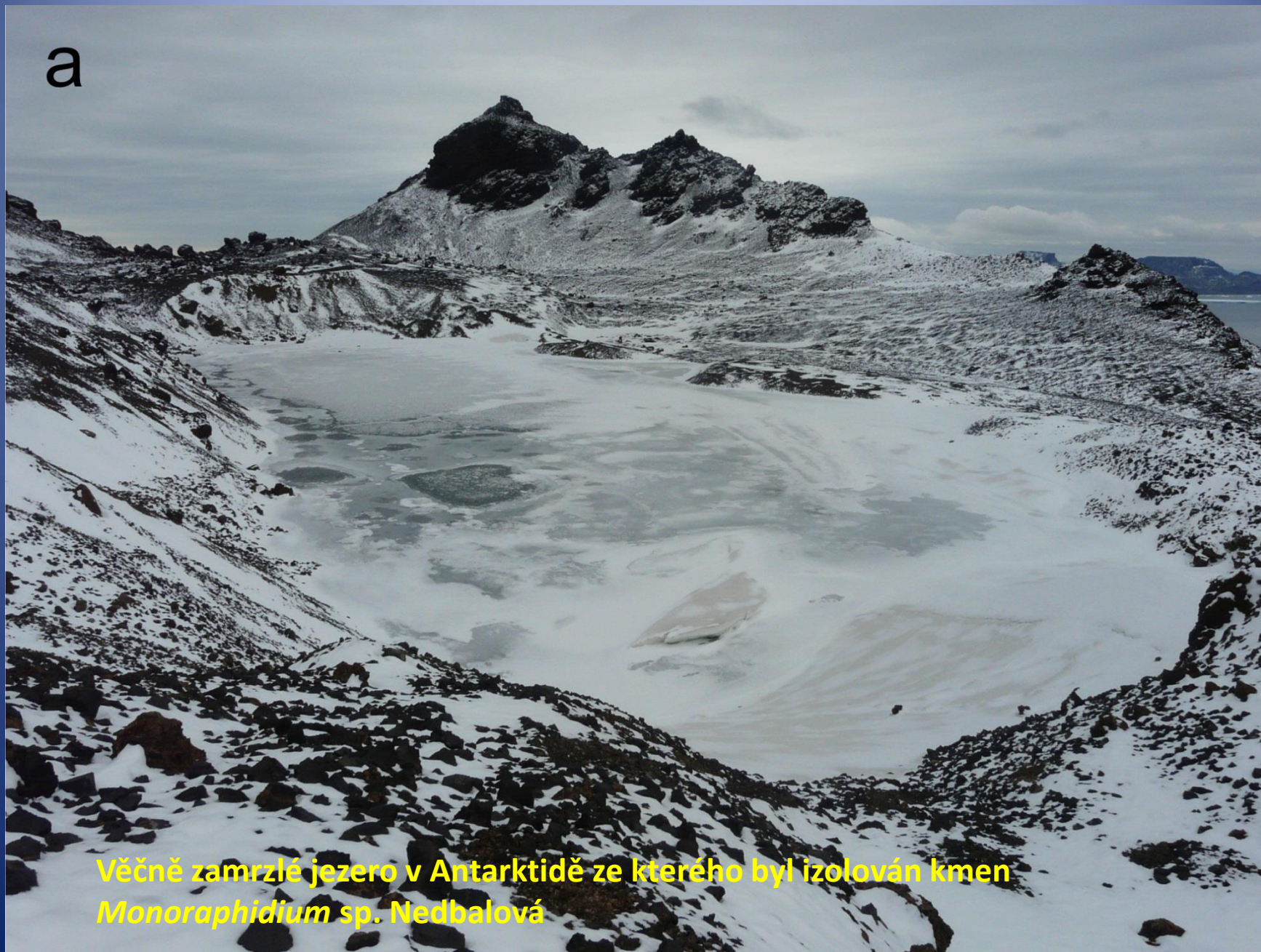
Obecné jméno	Vzorec	Zkratka	[%]
Palmitová	16:0		15.6
Palmitolejová	16:1 ω -7	PA	3.1
	16:1 ω -9		1.2
7,10- hexadeka- dienová	16:2 ω -6		6.0
Hexadeka- trienová	16:3 ω -3	HDA	5.2
Hexadekatetrae nová	16:4 ω -3		5.1
Stearová	18:0		2.1
Olejová	18:1 ω -9	OL	22.6
Cis-vakcenová	18:1 ω -7		2.4
Linoleic	18:2 ω -6		18.3
γ - Linolenová	18:3 ω -6	GLA	0.4
α - Linolenová	18:3 ω -3	ALA	17.4
Stearidonová	18:4 ω -3		0.6

Složení biomasy řasy *Bracteacoccus bullatus*, esenciální mastné kyseliny jsou linolová a α -linolenová.



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

a



Věčně zamrzlé jezero v Antarktidě ze kterého byl izolován kmen *Monoraphidium* sp. Nedbalová

4602_V_2 Přihláška č.:

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

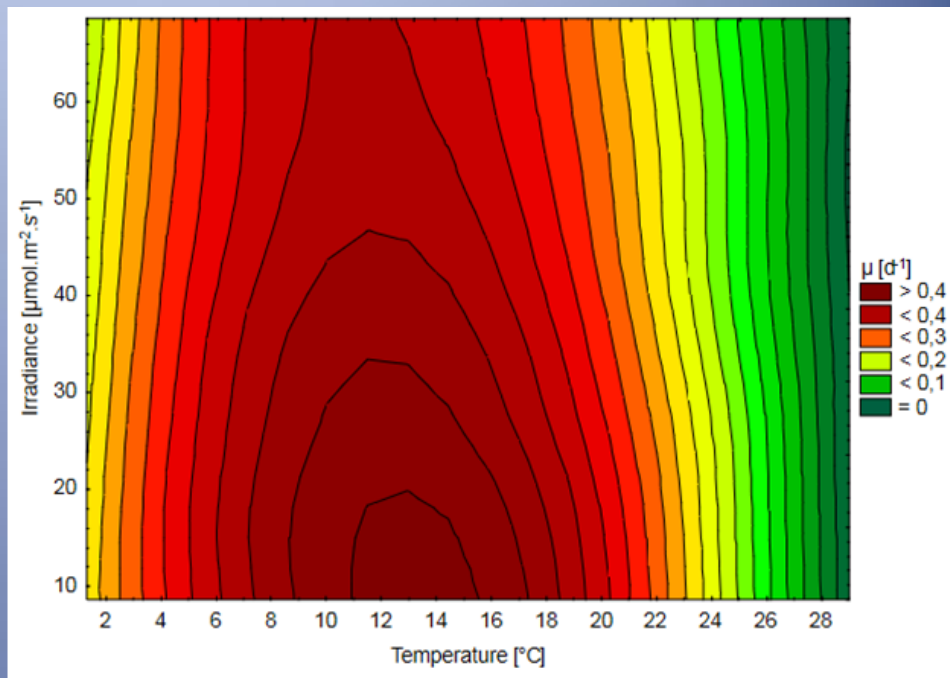
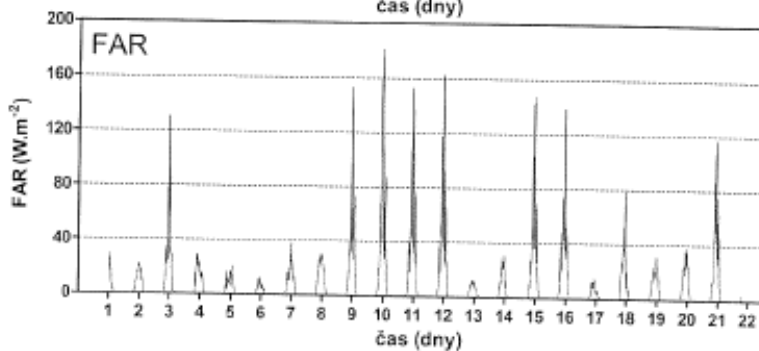
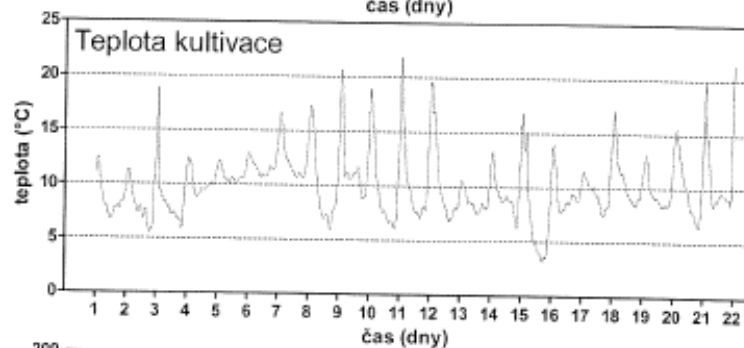
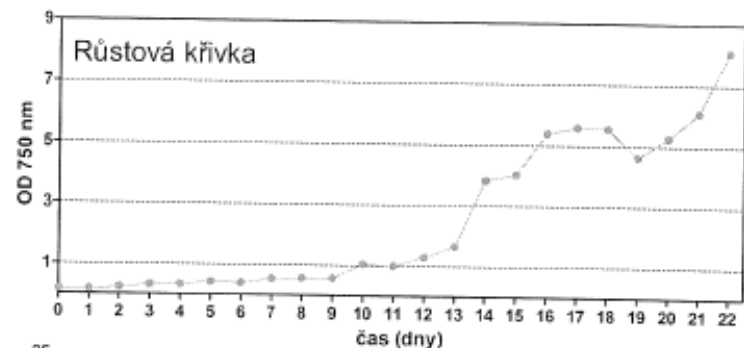
BÚ 1/9 16. 5. 2016

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

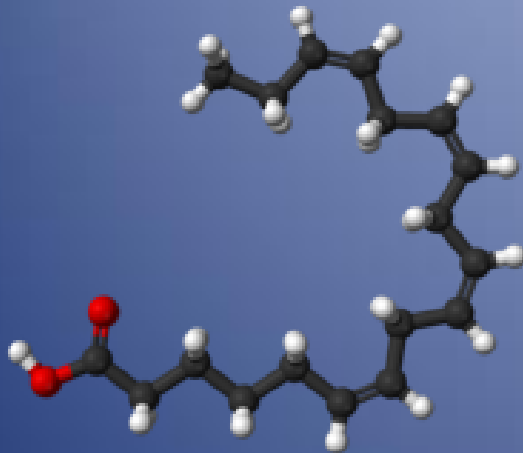
Vynález se týká produkčního kmene řasy *Monoraphidium* sp., produkujícího oleje s vysokým obsahem polynenasycených mastných kyselin a rovněž způsobu produkce těchto olejů tímto produkčním kmenem.

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.



Růstová křivka, teplota suspenze a fotosynteticky aktivní záření při poloprovozní kultivaci řasy *Monoraphidium* sp. (vlevo) a růst tohoto kmene ve zkřížených gradientech teploty a světla (vpravo).

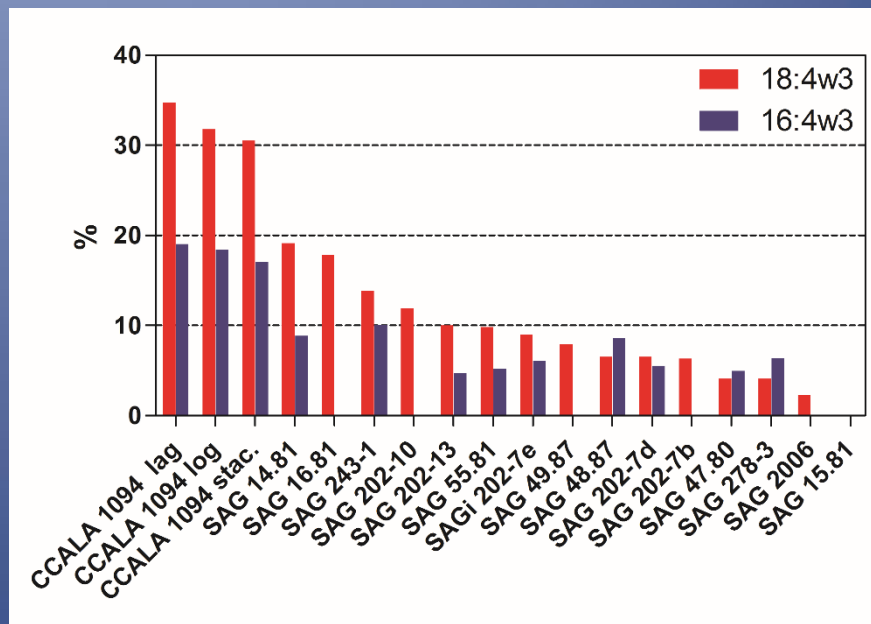
**Složení biomasy řasy
Monoraphidium sp. z
poloprovozní
kultivace**



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

Kyselina stearidonová (SDA) je ω -3 mastná kyselina, někdy nazývaná kyselina moroctová. Je biosyntetizován z kyseliny alfa-linolenové pomocí enzymu delta-6-desaturázy. Přirozeným zdrojem této mastné kyseliny jsou semenné oleje z konopí, černého rybízu, kukuřice echie (i když je tato rostlina zdrojem kyseliny stearidonové, je toxická pro lidskou spotřebu) a sinice *Spirulina*. (Wikipedia)

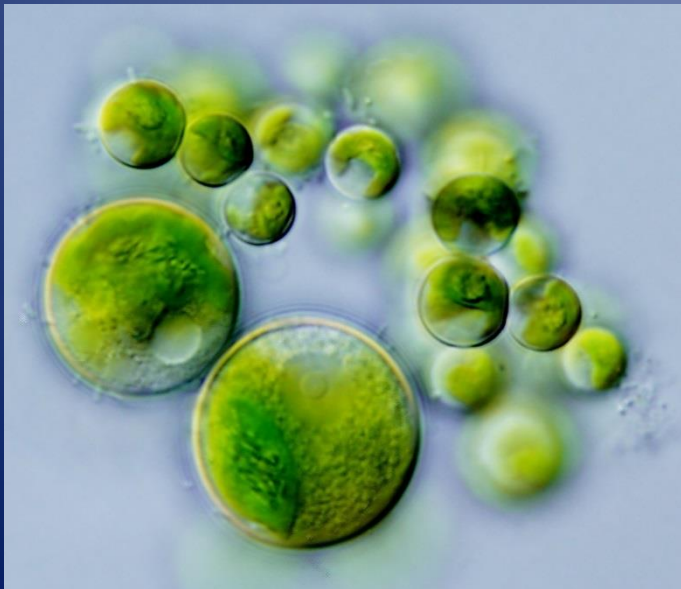
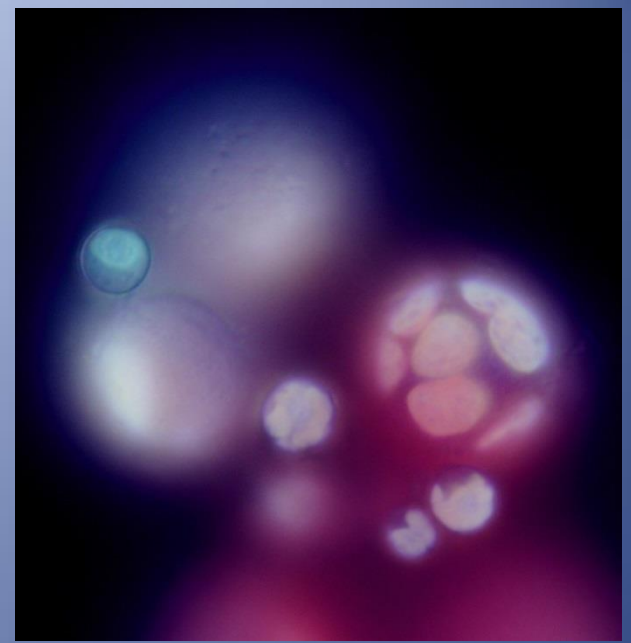
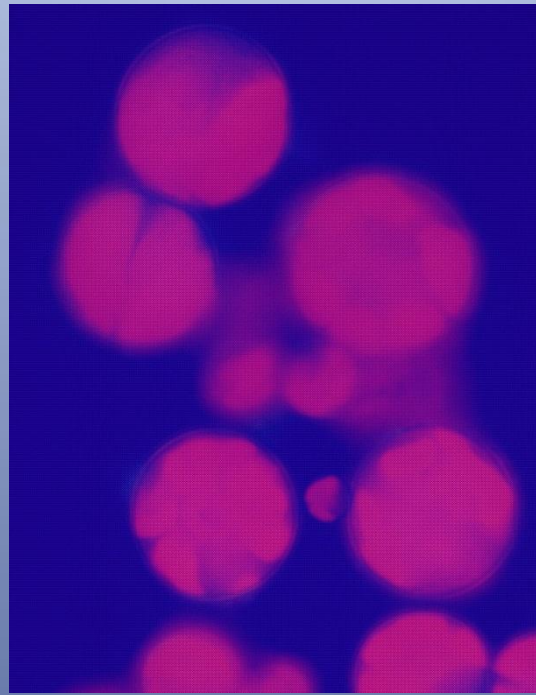
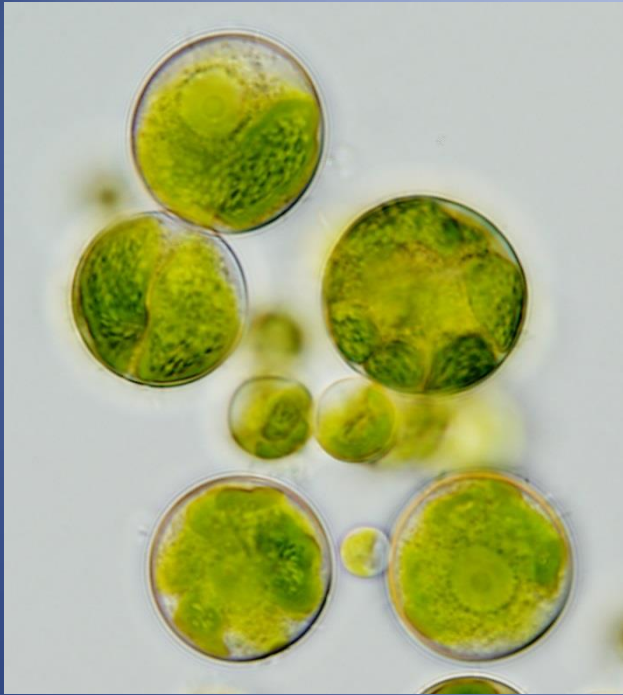
Teplota suspenze kolísala v rozmezí 3,2 až 21,9 °C, průměrná teplota za celé období je 10,0 °C. Hodnoty FAR se pohybovaly v rozmezí 0 až 180 W.m⁻², průměrná intenzita FAR je pouze 8 W.m⁻². Narostlá biomasa byla po 21 dnech, tedy po období 26. 11. až 17. 12. 2015 sklizena odstředěním v odstředivce EVODOS 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.

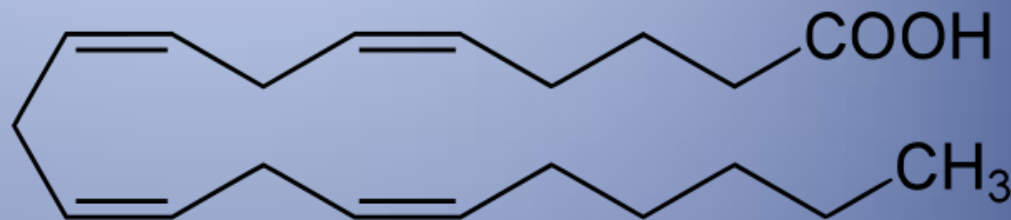
Parietochloris (Lobosphaera)

- 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.



Řasa *Parietochloris* ve světelném mikroskopu. Pod UV světlem fluoreskuje funkční chlorofyl červeně.

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 si ji vyrábět. [\[1\]](#)
V posledních letech se však ukazuje, že přítomnost arachidonové kyseliny v potravě má pozitivní vliv na zdraví dětí.

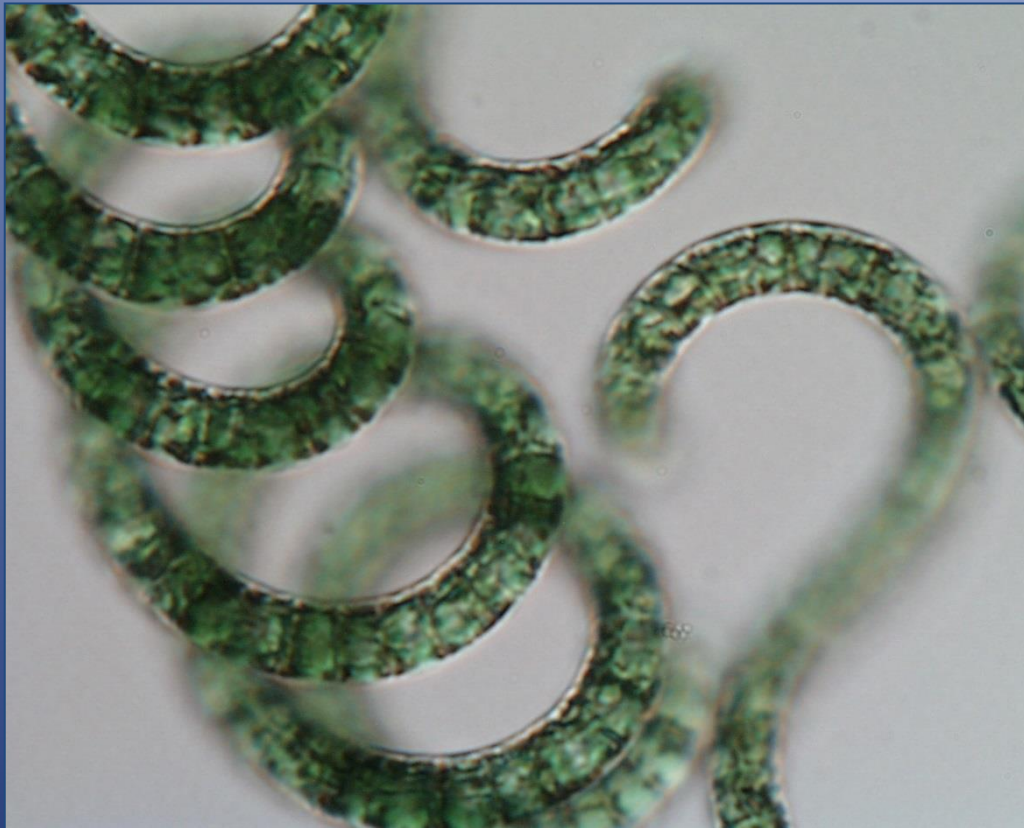
(Wikipedia)

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.

Arthrospira (Spirulina) platensis

je jednou z nejvíce pěstovaných mikrořas, ročně je vyprodukováno cca 2 000 t sušiny.

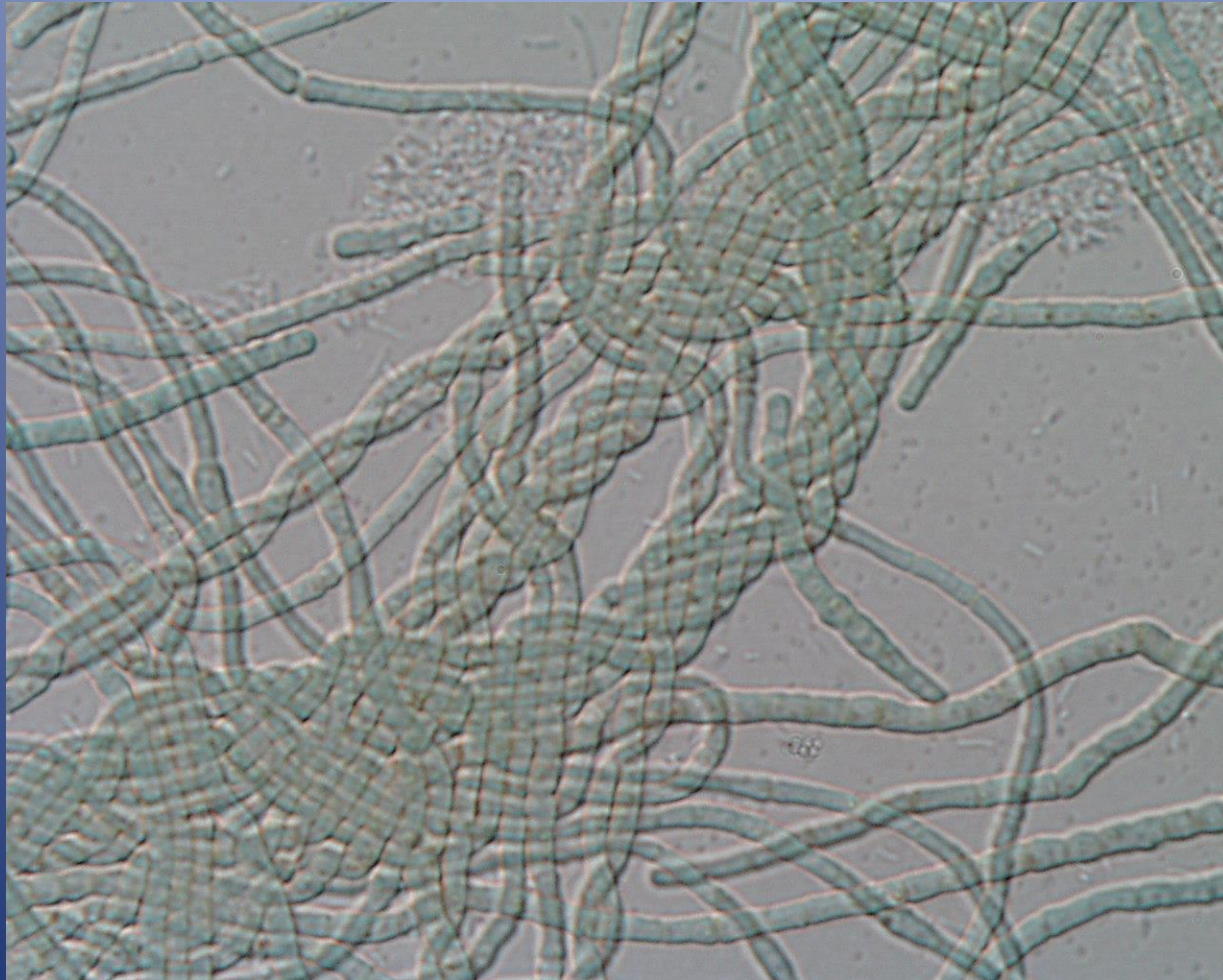


Složení biomasy *Spiruliny*

- 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

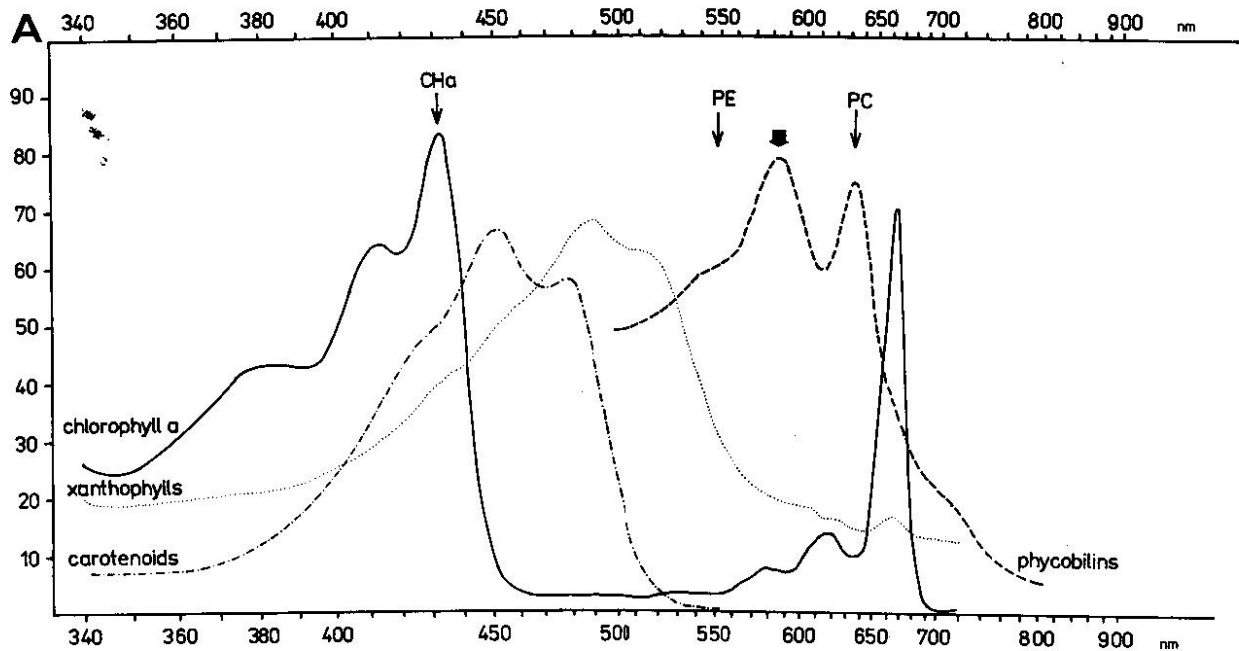


Fig. 14. Spectrogram of the pigment composition of *Arthronema africanum*, cultured under the "optimal" conditions derived from cross gradient cultivation (light intensities x temperature), (A = absorbance).

Halofil nebo halotolerant?

Výhodou této sinice je jednak vysoký obsah fykobilinů a jednak odolnost proti salinitě. Byla izolována z louže na mořském břehu v Kuweitu.

Arthronema, a new cyanophyte genus

263

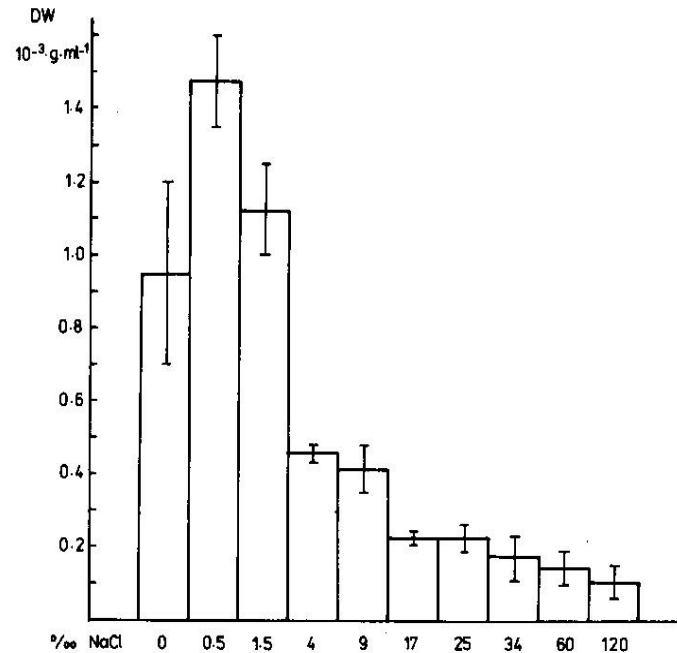
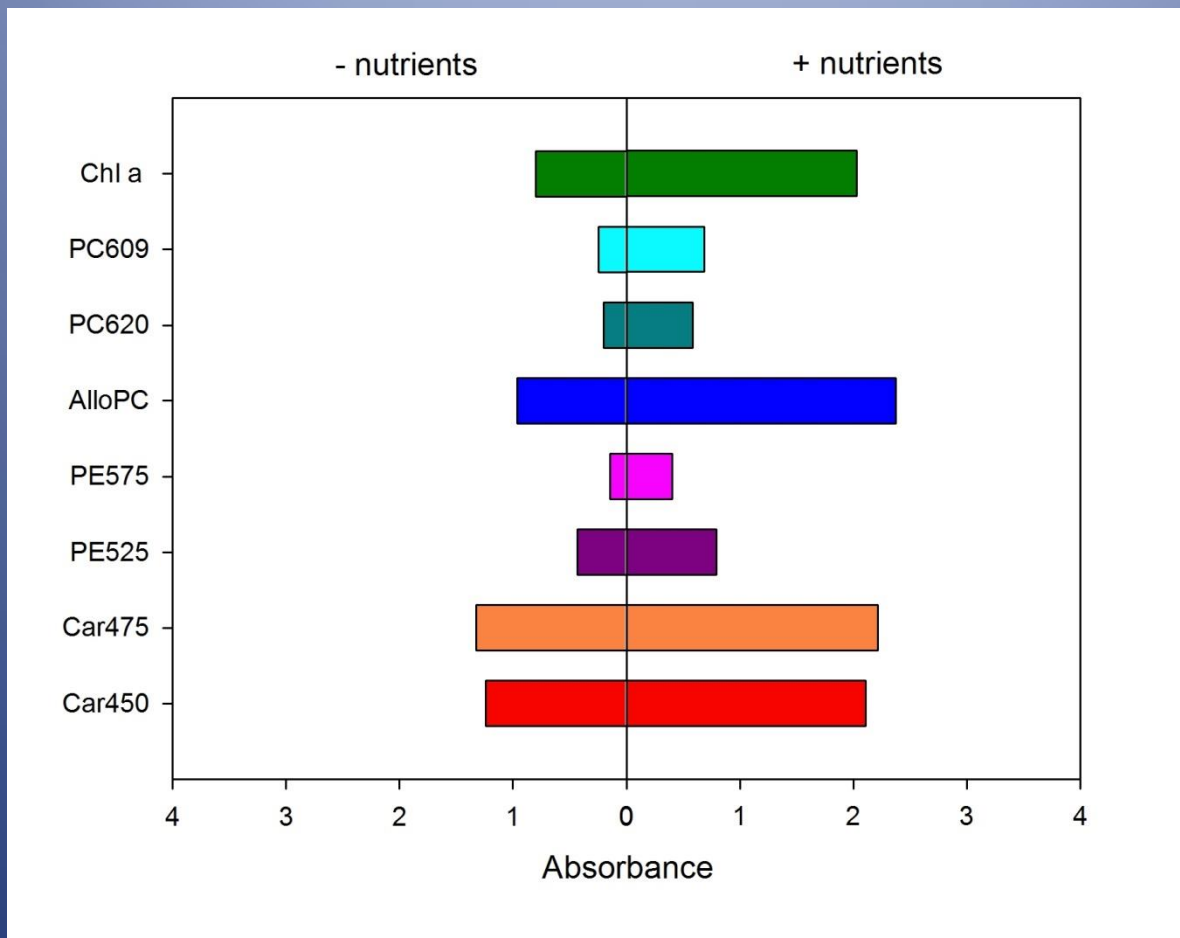
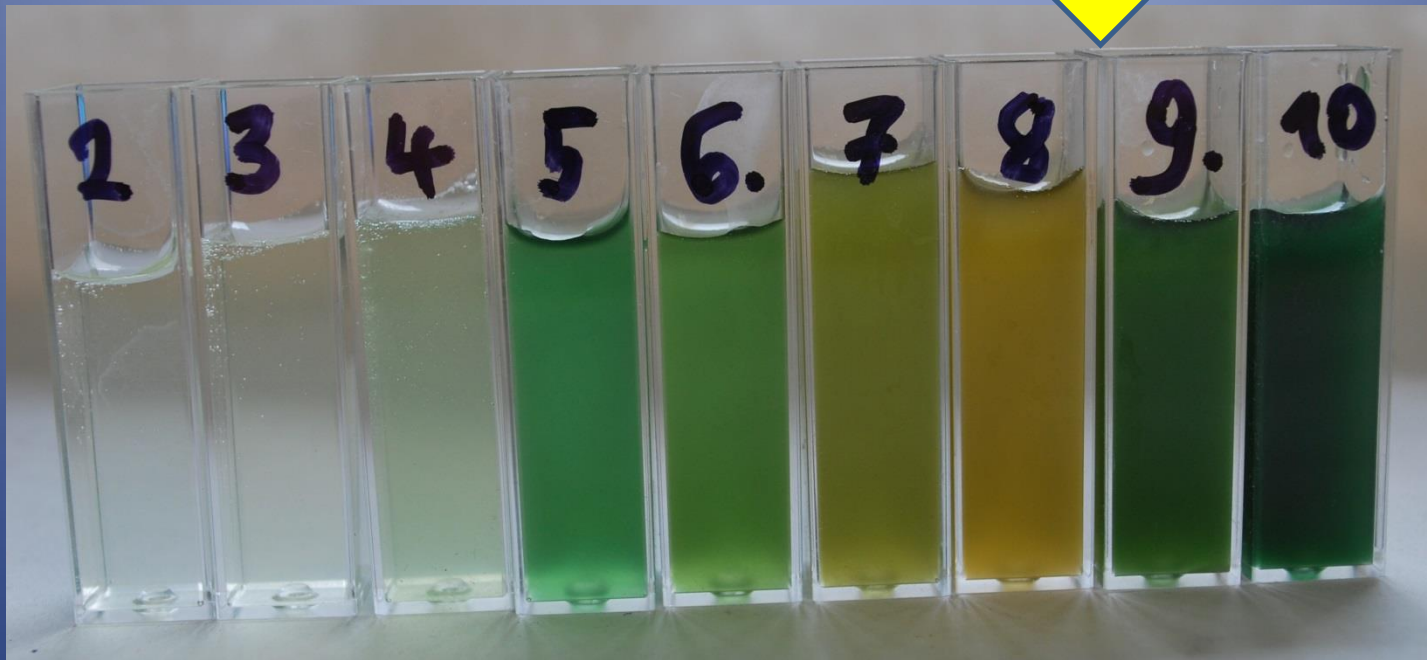


Fig. 13. Dependence of the growth of *Arthronema africanum* (measured by the DW increase) on the salinity (‰ of NaCl).

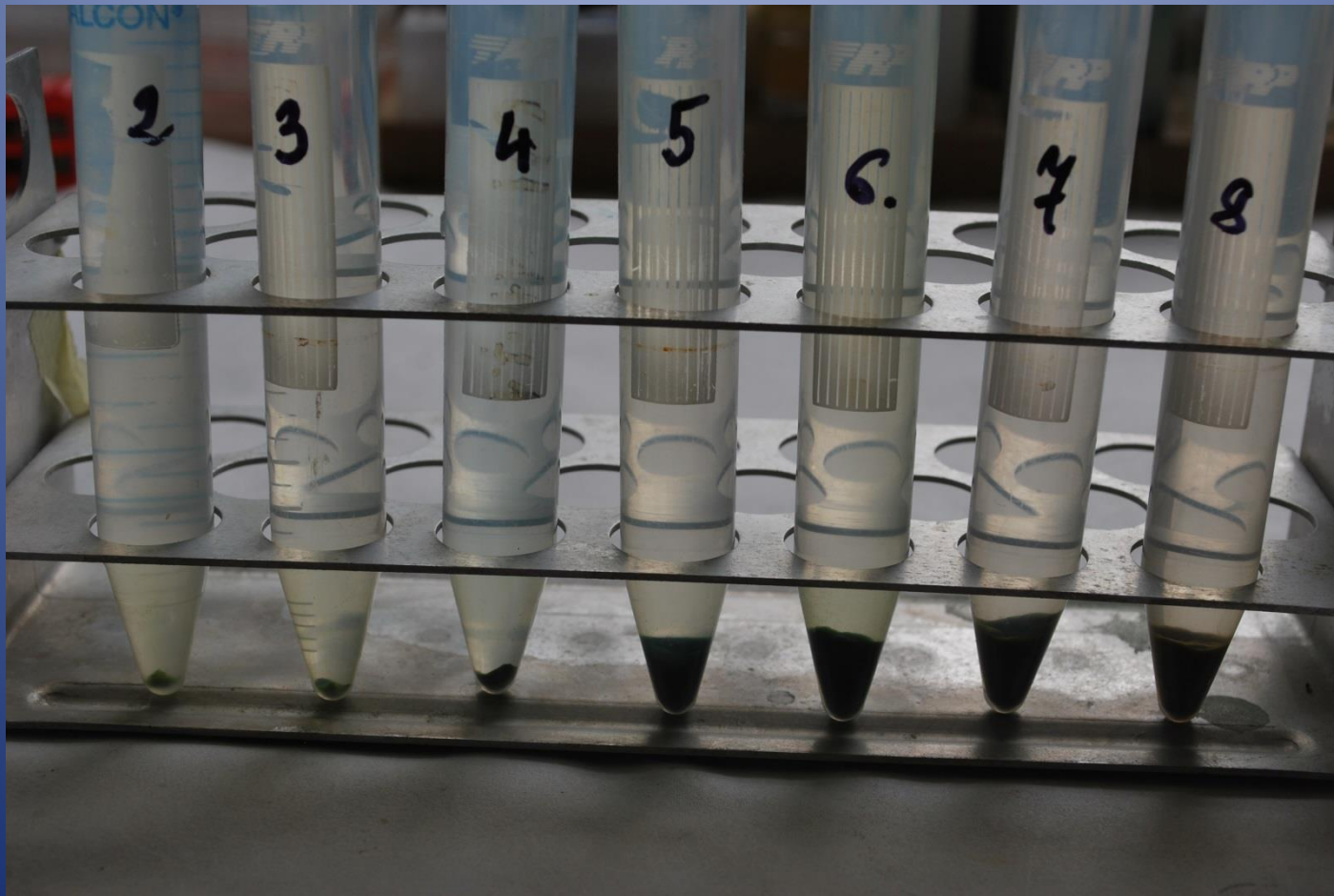
Možnost regulace obsahu barviv



Arthronema africanum, čísla jsou dny
kultivace, přidány živiny



Přírůstek sušiny během kultivace



Arthronema africanum: Maximální rychlost růstu byla při 150 $\mu\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 36 ° C po 96 hodinách kultivace.

Obsah chlorofylu-a se zvyšoval spolu se zvyšováním intenzity a teploty světla a dosahoval 2,4% sušiny při maximální rychlosti růstu a při vyšších teplotách klesal.

Hladina karotenoidů byla asi 1% suché hmotnosti při 150-300 $\mu\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a vykazovala křivku zrcadlového tvaru vůči chlorofylu-a.

A. africanum neobsahovala fykoerythrin, ale obsah C-fykocyaninu a alophycocyaninu byl extrémně vysoký - více než 30% suché biomasy řas, u obou bylo optimálních úrovní dosaženo při 150 $\mu\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 36 ° C, kdy bylo hodnoceno 23% C-fykocyaninu a 12% alophycocyaninu.

Extrémně nízké a vysoké teploty (<15 °C,> 47 °C) obsah fykobiliproteinů snížily bez ohledu na intenzitu světla.

Arthronema má násl. výhody

- Vysoký obsah 23% C-phycoyaninu a 12% allophycoyaninu 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.

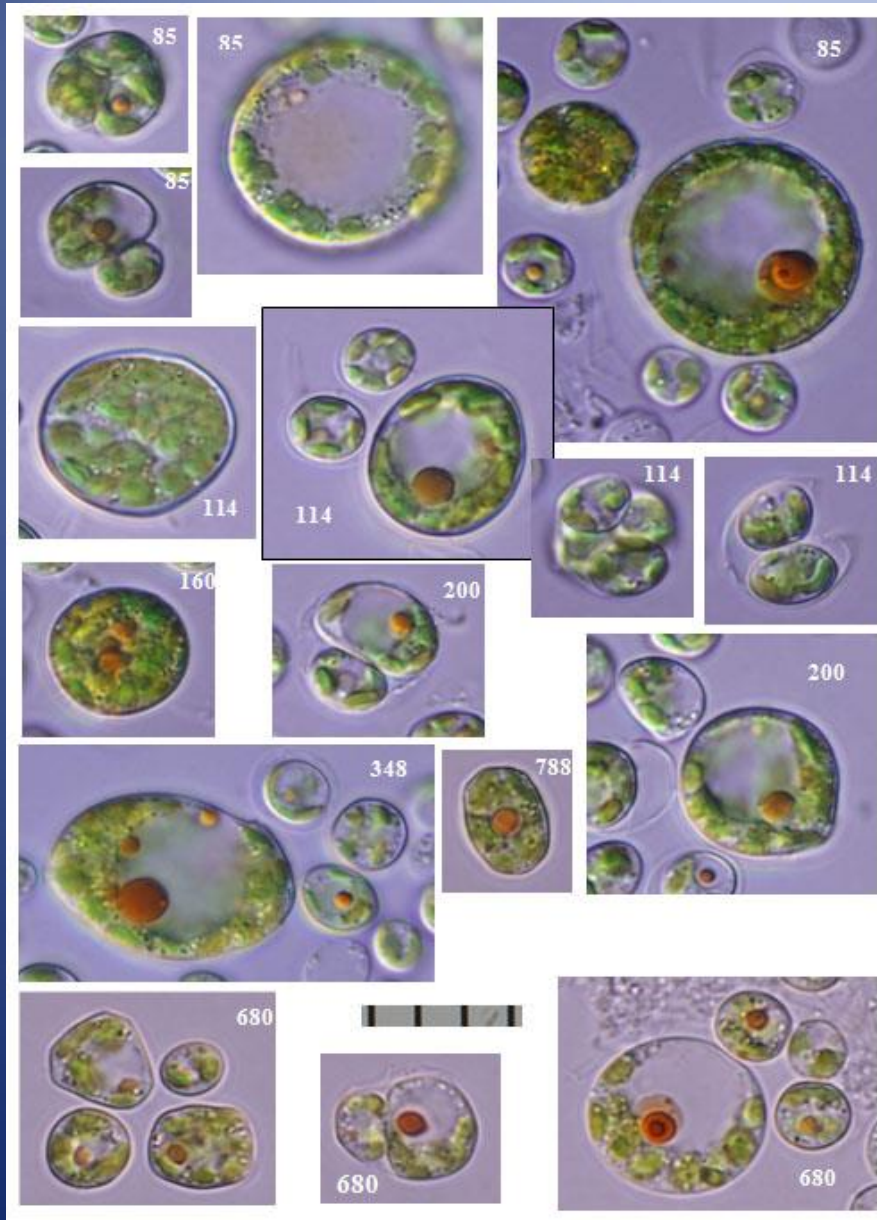
•

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 chloropfyl 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.

- ◆ Náš kmen Lukavský & Přibyl 2005/1, byl izolován z chladícího systému jaderné elektrárny Temelín.





Trachydiscus minutus kultivovaný za různých světelných intenzit (85 - 680 $\mu\text{mol fotonů} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) v provzdušňovaných kulturách (kultivační jednotka MC 1000, PSI Co. Všimněte si obřích buněk ve všech intenzitách světla, také nestejných dceřiných buněk a nepravidelných tvarů buněk. Měřítko: 1 interval= 10 μm . (Orig. Nedbal a Lukavsky).

Srovnání kultivátorů řasa *Trachydiscus minutus*

Nigrita, Řecko



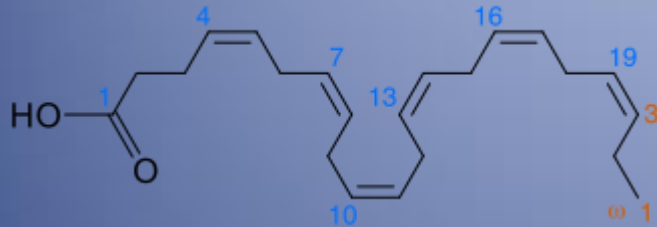
Třeboň, Česko



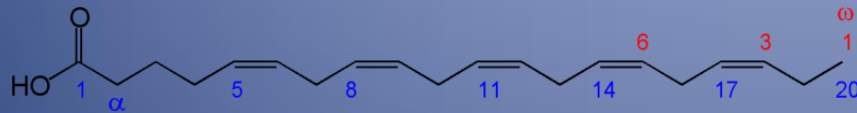
Srovnání kultivátorů

	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

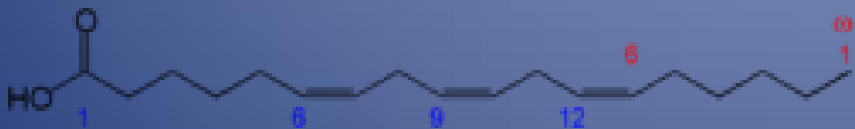
PUFA, více-nenasycené mastné kyseliny



- 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 rozšivky. 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

Testování kuřat na přídavek biomasy z řasy *Trachydiscus minutus*

Parametry výkrmu	Skupina	
	Kontrola (500 ks)	T.min (500 ks)
	(0 % řasy + 1% lnu)	(0,3%)
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%),



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