

Rozpis přednášek Biochemie a biotechnologie řas 2025

2.	<u>Mikrořasy</u> (1)	13.10. 2025	Y.
3.	<u>Makrořasy</u> (2)	20.10.2025	Y.
4.	N látky (5)	27.10. 2025	Y.
5.	Praktická část: alginát + vaření z řas (4) 	3.11. 2025	Y.
6	Hormony, bioluminiscence.....(11)	10.11. 2025	M.
	Státní svátek – přednáška odpadá	17.11. 2025	
7.	Lipidy (6)	24.11. 2025	Y.
8.	Biotechnologicky významné organismy (7)	1.12. 2025	Y.
9.	Prezentace článků (8) 	8.12. 2025	Y.
10.	Toxiny (9)	15.12. 2025	Y.
11.	Chemická obrana (10)	5.1. 2026	Y.
1.	Fotosyntéza (3)	12.1. 2026?	M.

Imagine Our Algae Future

Visionary Algae Architecture and Landscape Designs from the International Algae Competition

2012

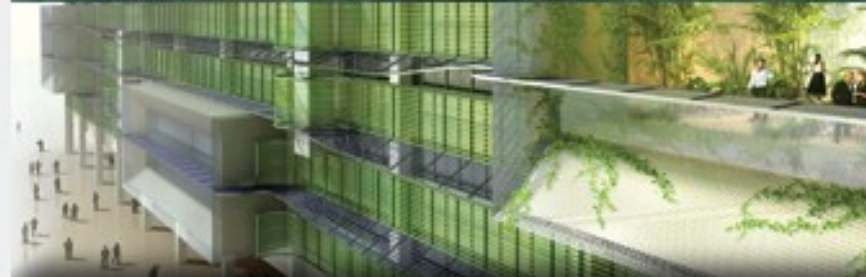
How will growing algae change the world and improve our lives?



Imagine our future living in cities where buildings are covered with photosynthetic skins and vertical gardens, collecting the sun's energy and producing food and energy for urban citizens. Imagine greening desert coastlines and producing food for millions of people. Imagine algae systems that recycle polluting wastes into high value animal food, fuel and biofertilizers.



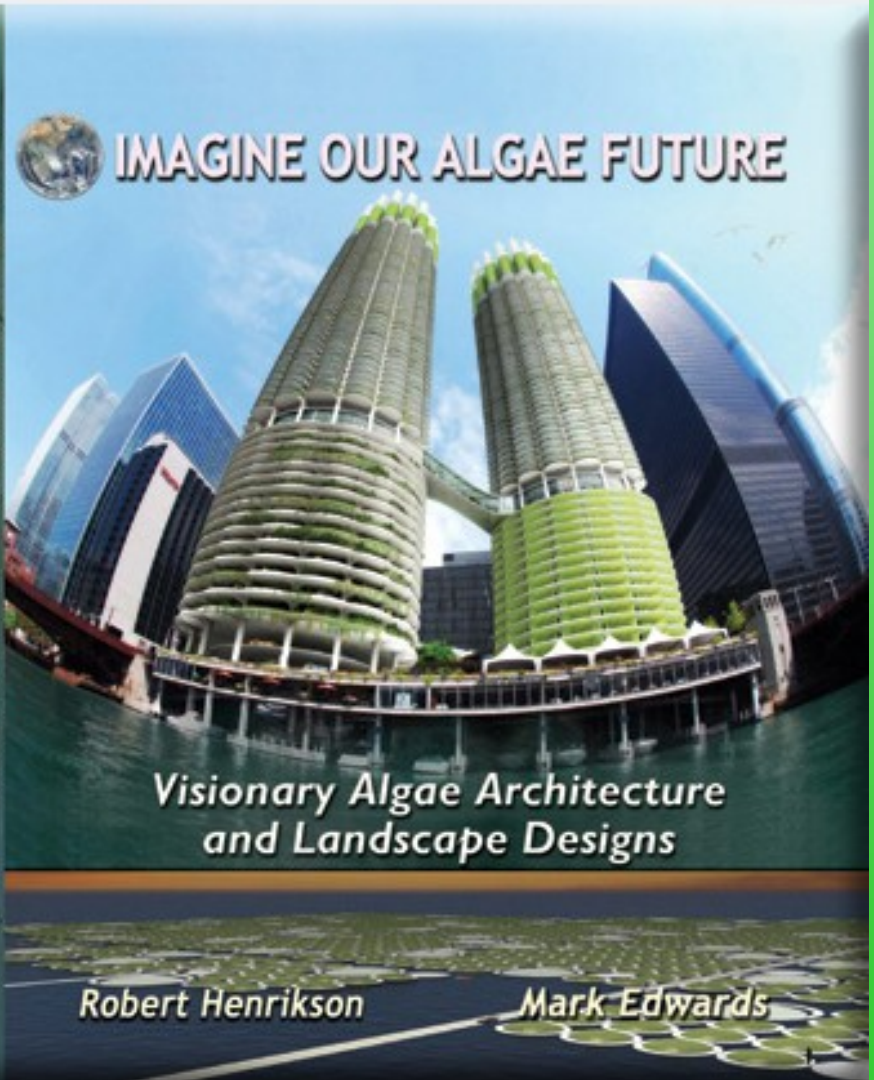
Algae Competition is a global challenge to design our future with algae food and energy systems.



Robert Henrikson

IMAGINE OUR ALGAE FUTURE

Mark Edwards





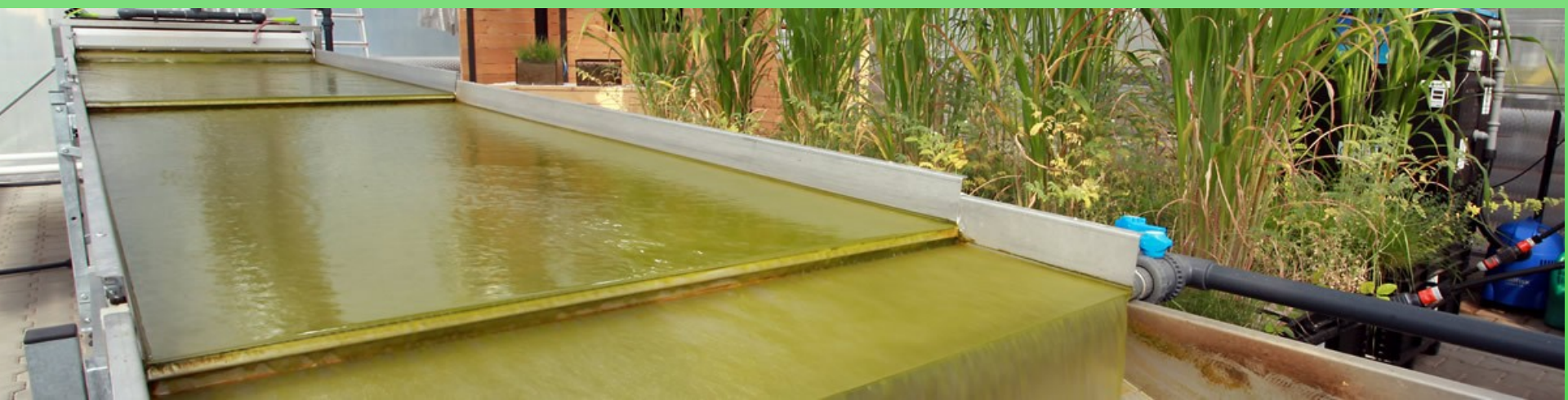
Algae airships

French architects Vincent Callebaut propose 'algae airships', using hydrogen-creating seaweed which allows the structures to float above the ground. (Copyright: Vincent Callebaut)

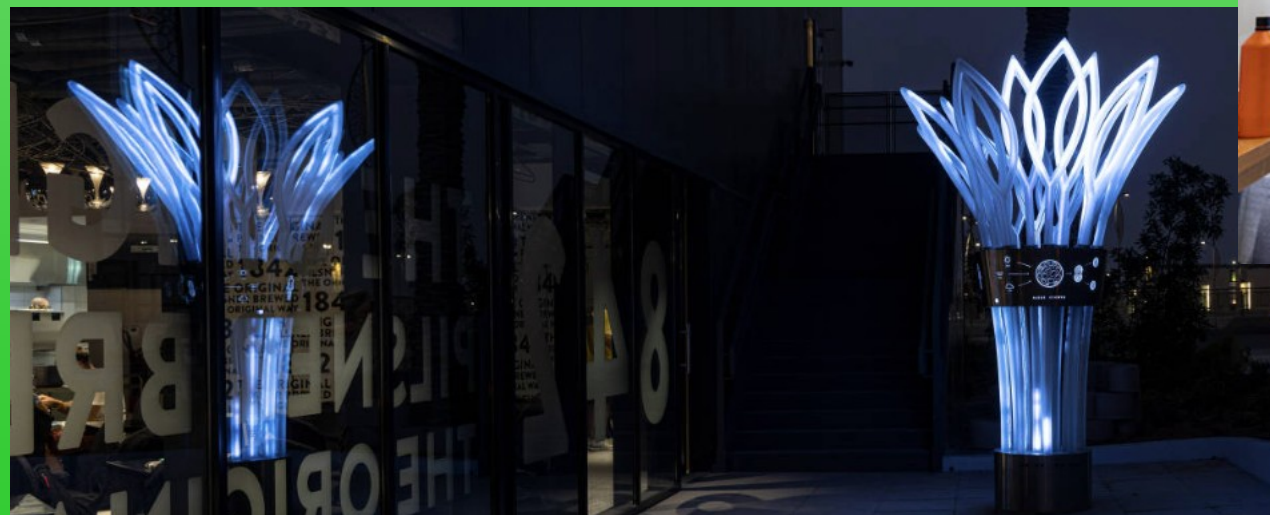
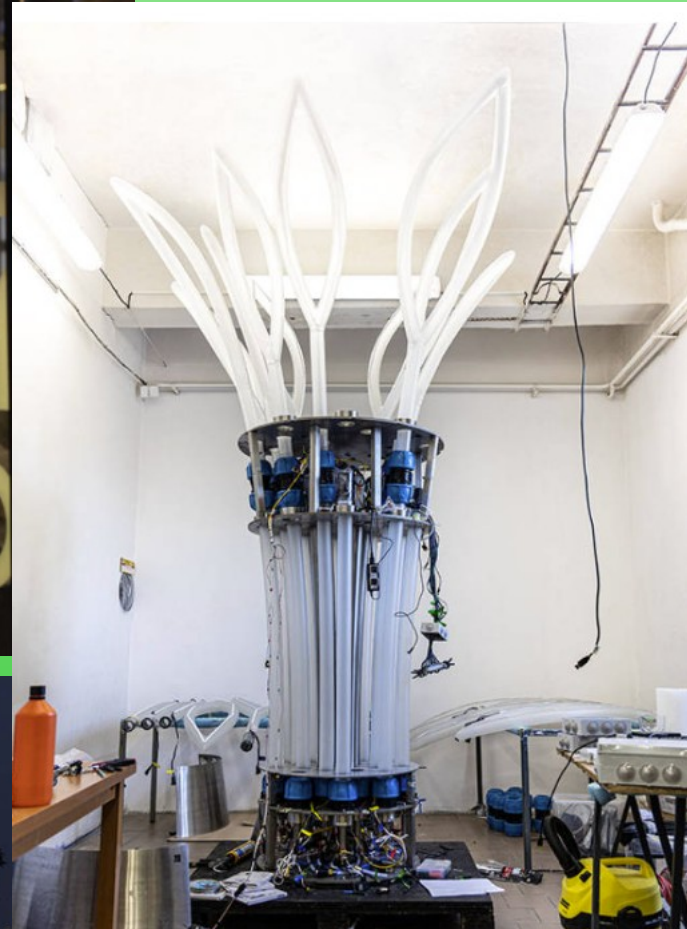


City sail

Another of their concepts is the Dragonfly city farm, which grows crops and feed for animals on multiple levels, and generate power through turbines: (Copyright: Vincent Callebaut)



Alga Oasis



2011-2013



Bio-reactor

In Germany, this building has become the world's first to have a "bio-reactor facade" – panels filled with algae which produce energy and can cool the interior. (Copyright: IBA)



Bio-Intelligent-Quotient algae-powered residential building Hamburg

řasová technologie za více než 6 mil. EUR (stavba 2011-2013)



"No organisms are more important to life as we know it than algae. In *Slime*, Ruth Kassinger gives this underappreciated group its due."

—Elizabeth Kolbert

Slime

HOW ALGAE CREATED US,
PLAGUE US,
AND
JUST MIGHT SAVE US

RUTH
KASSINGER

Contents

[Title Page](#)

[Contents](#)

[Copyright](#)

[Dedication](#)

[Introduction](#)

[In the Beginning.](#)

[Pond Life](#)

[Something New Under the Sun](#)

[Algae Get Complicated](#)

[Land Ho, Going Once](#)

[Land Ho, Going Twice](#)

[Looking for Lichens](#)

[Glorious Food](#)

[Brain Food](#)

[Seaweed Salvation](#)

[On a Grand Scale](#)

[Welshmen's Delight](#)

[A Way of Life](#)

[Flash!](#)

[Spirulina](#)

[Practical Matters](#)

[Feeding Plants and Animals](#)

[In the Thick of It](#)

[Land Ho, Going Thrice](#)

[Seaweed Stuff](#)

[Algae Oil](#)

[The Algae's Not for Burning](#)

[Ethanol](#)

[The Future of Algae Fuel](#)

[Algae and the Changing Climate](#)

[Gadzoox](#)

[Saving the Reefs?](#)

[A Plague Upon Us](#)

[Cleanup](#)

[Making Monsters](#)

[Geoengineering](#)

[Epilogue](#)

[Acknowledgments](#)

[Recipes](#)

[Selected and Annotated Bibliography](#)

[Index](#)

[About the Author](#)

[Connect with HMH](#)

[Footnotes](#)

Využití komerčně pěstovaných řas

<i>I. potraviny</i>	Proteinové doplňky v potravě podvyživených dětí a dospělých (Spirulina)
<i>II. krmiva</i>	Proteinové a vitamínové doplňky v krmivech pro drůbež, dobytek, prasata, ryby, mlže (ústřice)
<i>III. potravin. doplňky</i>	Řasový prášek jako základ pro výrobu doplňků zdravé výživy (Chlorella, Spirulina)
<i>IV. léčiva</i>	β -karoten jako možný lék proti rakovině kůže. Anibiotika při hojení ran. Kyselina γ -linoleová stimulace tvorby prostaglandinu. Regulace syntézy cholesterolu.
<i>V. pigmenty</i>	β -karoten pro barvení potravin a jako potravinový doplněk (provitamin A). Xantofyly v krmivu pro drůbež a ryby. Fykobiliny jako potravinářské barvivo, v diagnostice, kosmetice a jako chemikélie pro analýzu.
<i>VI. fykokoloidy</i>	Algináty, agar, karagen pro použití v potravinářském průmyslu, kosmetice
<i>VII. zdroj chemických látek</i>	Glycerol, mastné kyseliny, lipidy vosky, steroly, uhlovodíky, AK, enzymy, vitamíny C a E, polysacharidy, iontoměniče.
<i>VIII. palivo</i>	Uhlovodíky s dlouhým řetězcem, esterifikované lipidy, vodík, bioplyn
<i>IX. hormony</i>	Auxiny, gibereliny, cytokininy
<i>X. ostatní</i>	Biofertilizace, bioremedice, environmentální technologie

Historie velkoplošných kultivací

Algal culture from laboratory to pilot plant (Burlew 1953) Carnegie Science Washington – *Chlorella* jako potravina

Je možné zajistit vysokou produktivitu, zjištěnou v laboratoři, ve větších systémech?

jednotka (skleněné trubice zabírající plochu 57 m²) –
během svého provozu - 50 kg sušené chlorelly
vysoká nákladnost produkce (ca \$ 520/kg).

další „továrny“ na chlorellu - Asie (Tajvan).

1977 stlačení výrobní ceny na \$11 /kg (sója \$0,2 /kg)

preparáty z chlorelly: potravinový doplněk (prodávána v tabletách „Chlorella Growth Factor“)

ne levný zdroj proteinů

Využití řas při čištění odpadů

W. J. Oswald, University of California Berkeley (1957)

prototyp „high rate algal pond“ - oválná nádrž míchaná lopatkou (kolesem), účinnost byla srovnatelná s biologickou oxidací (sekundárním čištěním) v klasické čistírně odpadních vod

2 hlavní problémy:

- 1) kolísání druhového složení během roku,
- 2) závěrečné odstranění řasové biomasy - finančně náročné

Co s konečným produktem? obsahoval kromě řas i bakterie a detritus.

Mylný předpoklad:

Burlew 1953 – optimalizujeme-li kultivaci pro chlorelu, bude možné poznatky využít pro všechny ostatní mikrořasy

Jak se řasy pěstují?

1) **jednoduchá biotechnologie**: pěstování řasové biomasy, využita jako potravina (potravinový doplněk, krmivo)

2) **sofistikovaná biotechnologie** a vysoká počáteční investice

- otevřené systémy, selektované kmeny, dodávány minerální živiny a dodatečné zdroje C – využití jako food supplement (např. *Chlorella*, *Limnospira*, *Dunaliella*)

- uzavřené systémy, buňky rostou preferenčně na autotrofních médiích, většinou pro získávání specifických chemických látek ze selektovaných kmenů (např. *Porphyridium*, *Limnospira*, *Dunaliella*)

- systémy využívající komunální a průmyslový odpad - bioremedice, řasové populace tvořeny několika druhy, přítomny bakterie a zooplankton (*Micractinium*, *Oocystis*, *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Ankistrodesmus*)

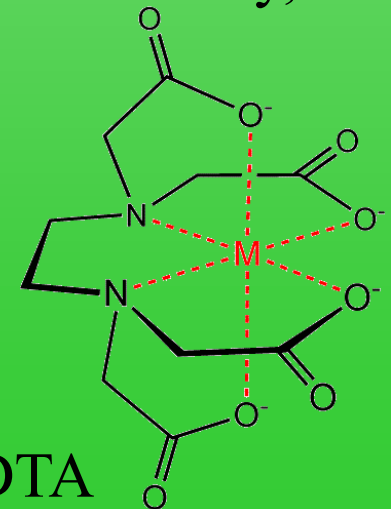


Kultivační média

Co by mělo splňovat kultivační médium:

Proč řasy kultivujeme?

- konduktivita by měla odpovídat podmínkám původního biotopu studovaného kmene
- pH
- zdroj C
- zdroj N (amoniak, dusičnany, dusitany, močovina)
- zdroj dalších základních prvků (fosfor –fosforečnany, síra –sířany, vápník, sodík, draslík, hořčík, železo)
- stopové prvky (mangan, nikl, zinek, bor, vanad, kobalt, měď, molybden)
- další látky, které podporují růst (vitaminy, hormony, půdní dekokt)
- pufr

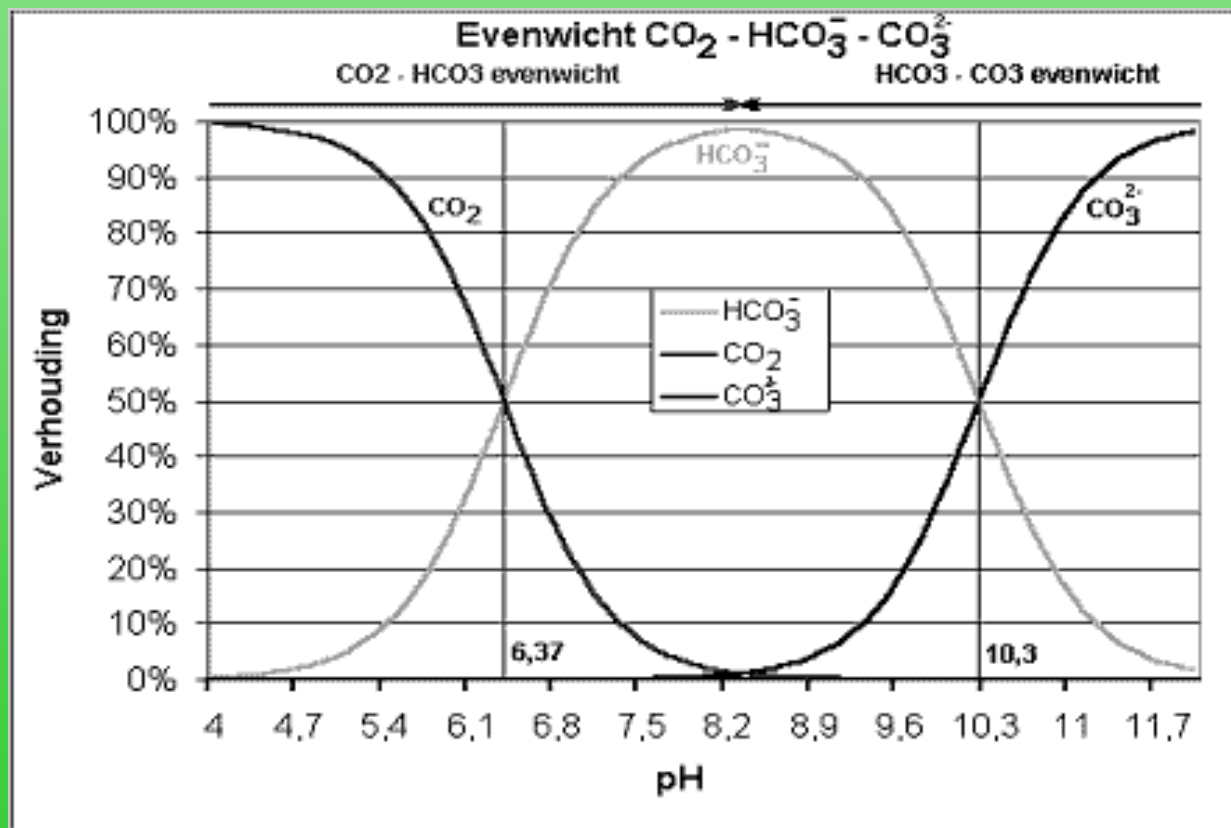


CO₂ jako zdroj uhlíku

CO₂ se ve vodě nachází v následujících formách:



Rovnováha CO₂/HCO₃⁻/
CO₃²⁻ je závislá na pH



Nekonvenční zdroje živin – melasa, kys. octová

Table 6.2. Recipes of a few selected growth media used for growing different algae. All concentrations are in g L⁻¹, unless indicated otherwise and the quantities are for 1 litre of culture solution.

Substance	Nutrient solution <i>sinice</i>		<i>Chlorella</i>		<i>Limnospira</i>	<i>Dunaliella</i>
	BG11	Modified Allen's	Bold's Basal	Sorokin/Krauss (1956)	Zarrouck (1966)	Ben-Amotz & Avron (1989)
NaNO ₃	1.5	1.5	0.25		2.5	
KNO ₃				1.25		0.505
K ₂ HPO ₄ · 3H ₂ O	0.04	0.039	0.075		0.5	0.014
KH ₂ PO ₄			0.175	1.25		
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.075	0.075	0.075	1.0	0.2	1.2
MgCl ₂ · 4H ₂ O						0.1
CaCl ₂ · 2H ₂ O	0.036	0.025	0.084	0.04	0.08	0.033
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O		0.02				
Na ₂ SiO ₃ · 9H ₂ O		0.058				
Citric acid	0.006	0.006				
Fe-Ammonium citrate	0.006					
FeCl ₃		0.002				
FeSO ₄ · 7H ₂ O			0.00498	0.05	0.01	
EDTA, 2Na-Mg salt	0.001	0.001	0.05	0.5	0.01	
NaHCO ₃					16.8	1.7
Na ₂ CO ₃	0.02	0.02				
NaCl			0.025		1.0	117.0
K ₂ SO ₄					1.0	
KOH			0.031			
Tris-HCl						6
H ₃ BO ₄ (μg l ⁻¹)	2.86	2.86	11.42	114	2.86	6
MnCl ₂ · 4H ₂ O (μg l ⁻¹)	1.81	1.81	1.44	14	1.81	
ZnSO ₄ · 7H ₂ O (μg l ⁻¹)	0.222	0.222	8.82	88	0.222	
ZnCl ₂						14
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O (μg l ⁻¹)	0.391	0.391				
CuSO ₄ · 5H ₂ O (μg l ⁻¹)	0.079	0.079	1.57	16	0.08	
CuCl ₂ · 2H ₂ O						
Co(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O (μg l ⁻¹)	0.0494	0.0494	0.49	5		
CoCl ₂ · 6H ₂ O (μg l ⁻¹)						4.8
MoO ₃ (μg l ⁻¹)			0.71	7	0.01	
Adjust final pH	7.4	7.8		6.8		7.5
	N:P=45:1			4:1	6:1	

Výběr kmenů pro velkoplošné kultury

fyziologická kritéria:

- eurytermní kmeny
- kmeny s minimální fotoinhibicí
- kmeny s minimální respirační rychlostí za tmy (ztráta biomasy až 1/3)
- kmeny tolerující vysoké koncentrace O_2
- kmeny tolerující osmotický stres (vysoká rychl. vypařování)

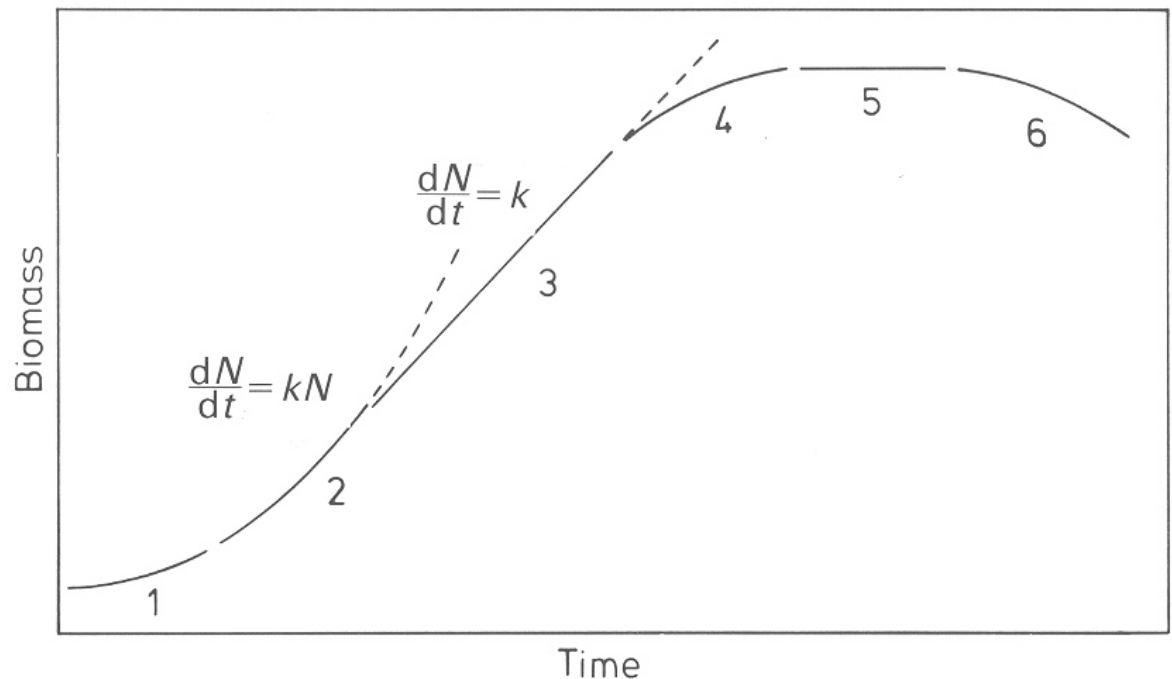


Limnospira (Arthrospira) platensis

Růstové fáze kultury v uzavřeném systému

- 1) adaptace = lag fáze
- 2) fáze zrychleného růstu
- 3) exponenciální růst = log fáze
- 4) klesající logaritmický růst = fáze lineárního růstu
- 5) stacionární fáze
- 6) fáze zrychleného odumírání (accelerated death)
- 7) fáze logaritmického odumírání

Velkoplošné
kultivace –
kontinuální nebo
semikontinuální
přidávání média a
odebírání produktu



Odhad řasové biomasy

- 1) turbidita (optická denzita)
- 2) odhad sušiny
- 3) packed cell volume (PCV)
- 4) obsah chlorofylu

For acetone (mg/l):

$$\text{Chlorophyll } a = (12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645})$$

$$\text{Chlorophyll } b = (22.9 \times A_{645}) - (4.64 \times A_{663})$$

$$\text{Chlorophyll } a + b = (98.02 \times A_{663}) + (20.2 \times A_{645})$$

For 90% methanol (mg/l):

$$\text{Chlorophyll } a = (16.5 \times A_{665}) - (8.3 \times A_{650})$$

$$\text{Chlorophyll } b = (33.8 \times A_{650}) - (12.5 \times A_{665})$$

$$\text{Chlorophyll } a + b = (4.0 \times A_{665}) + (25.5 \times A_{650})$$

For diethyl ether (mg/l):

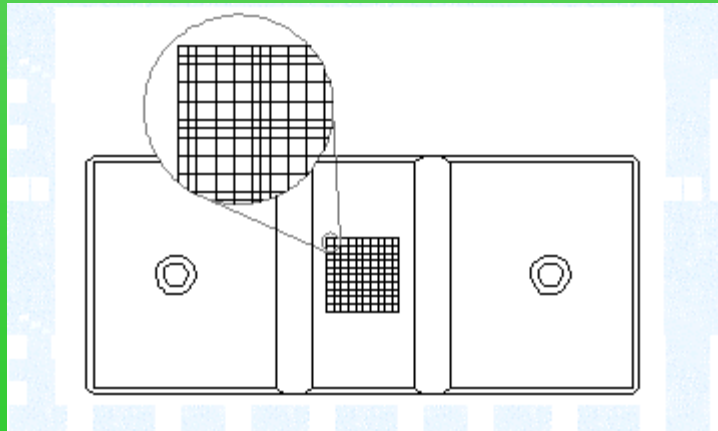
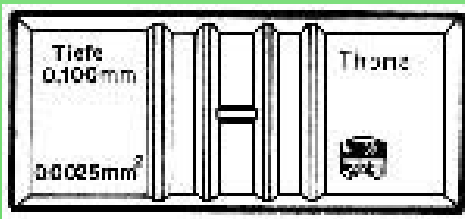
$$\text{Chlorophyll } a = (9.92 \times A_{660}) - (0.77 \times A_{642.5})$$

$$\text{Chlorophyll } b = (17.6 \times A_{642.5}) - (2.18 \times A_{660})$$

$$\text{Chlorophyll } a + b = (97.12 \times A_{660}) + (16.8 \times A_{642.5})$$

Odhad řasové biomasy

- 5) koncentrace proteinů (homogenizace v Tris pufru, vysrážení kys. TCA)
- 6) počítání v komůrkách

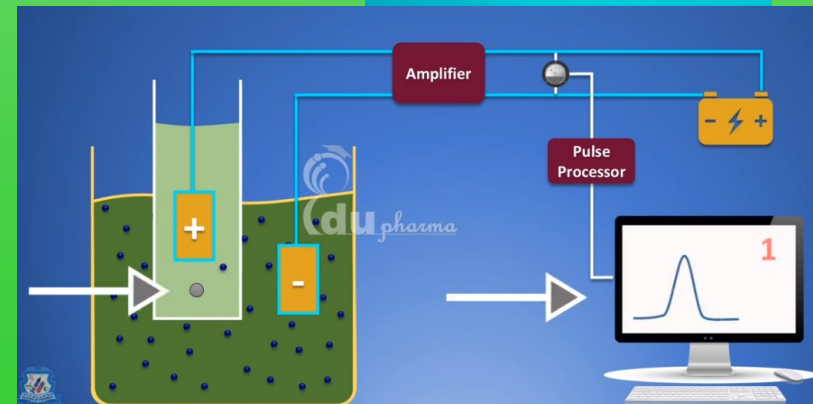


7) Electrical resistance

Coulter counter – počítá buňky měří jejich objem (buňky mají velký odpor – nevedou elektrinu, buňky nasávány po jedné do úzkého otvoru mezi dvě elektrody, přerušení proudu

8) Průtoková cytometrie

Buňky proudí úzkým prostorem a přerušují laserový paprsek, širší využití – proteiny, DNA, chromozómy



9) Image Analysis

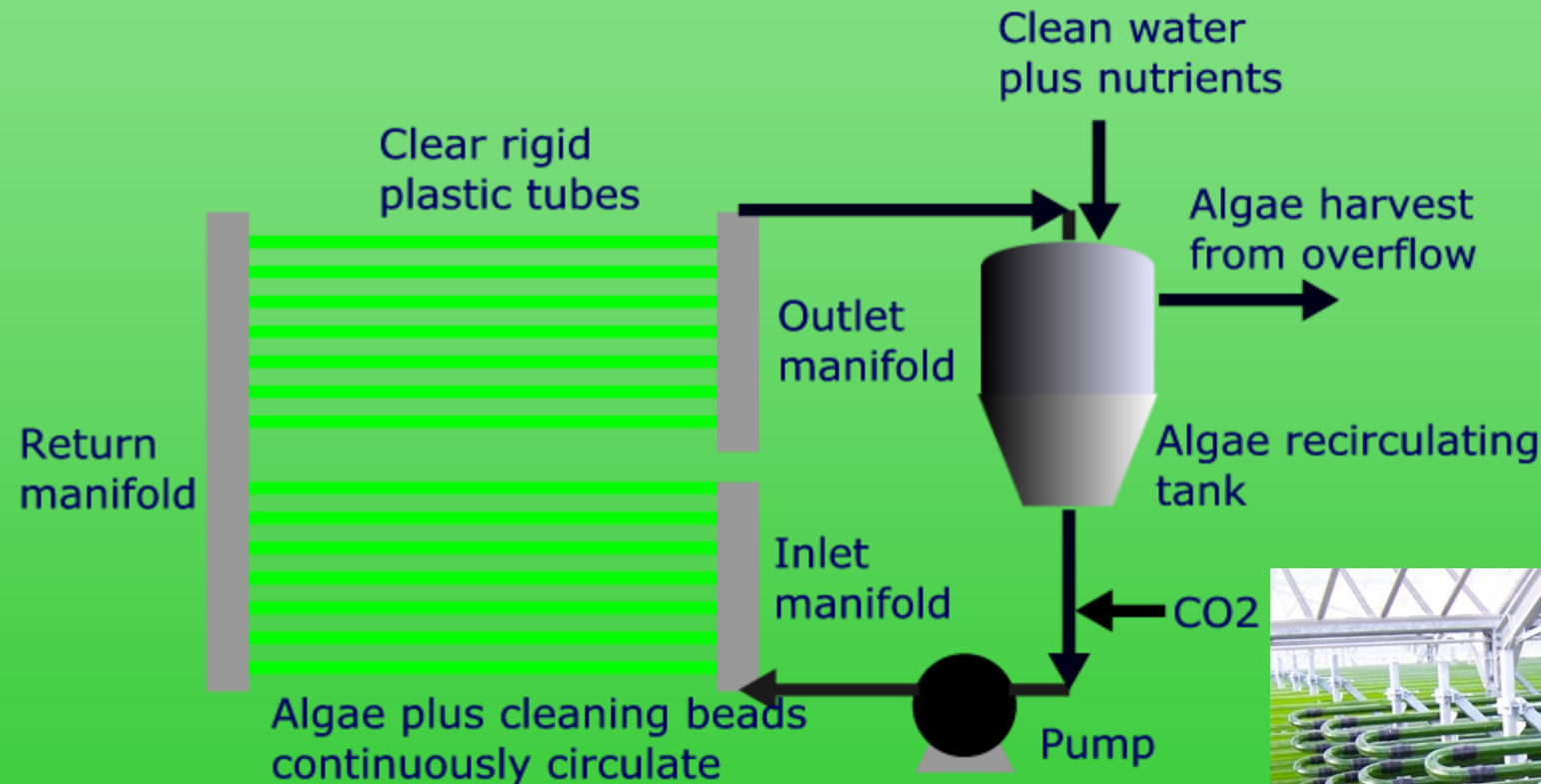
analýza obrazu, klasifikační algoritmus

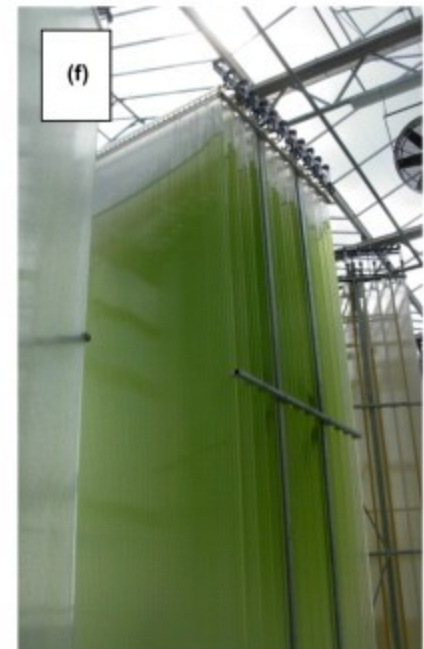
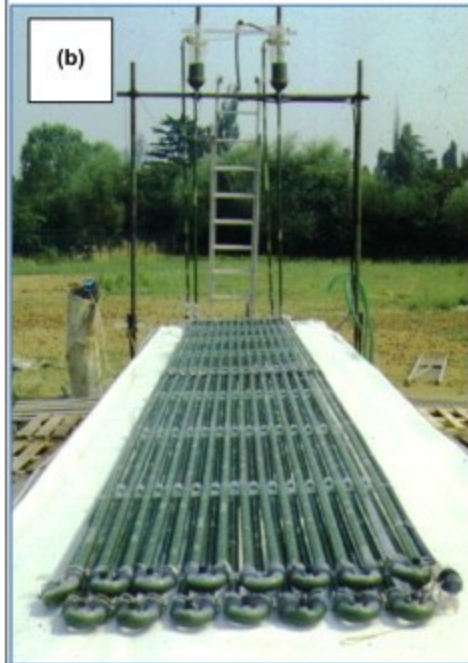
10) PAM fluoromentrie

Velkoplošné kultivace

kompromis mezi optimálním systémem a ekonomickými možnostmi

Schematické znázornění tubulárního fotobioreaktoru



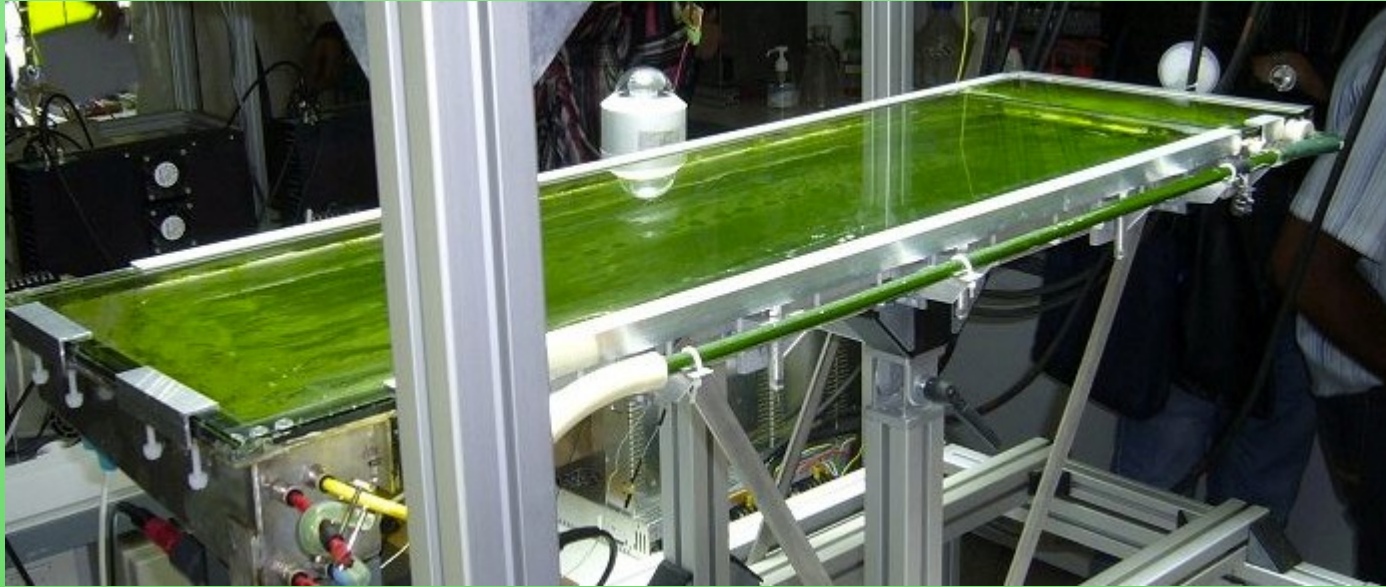




Photobioreactors of the facility in Klötze, Saxony-Anhalt, Germany.



Plexiglas bubble column reactor with diameter 0.2 m, height 2 m, working volume 50 - 60 L



Algosolis, Francie



planar thin photobioreactors, are perfectly adapted to be a highly productive «curtain wall photobioreactor», thereby forming the actual building facade

Otevřené nádrže lze rozdělit do čtyř typů:

- kruhové nádrže, agitaci provádí rotující rameno
- podlouhlé nádrže
- kultivační nádrže s určitým sklonem
- přirozené nádrže



Kruhové nádrže míchány
rotujícím ramenem, *Chlorella*
(Taiwan)



味丹埤頭廠空照圖之一



Podlouhlé nádrže

Nejjednodušší konstrukce jsou mělké jámy v zemi, překryté nepropustnou fólií.



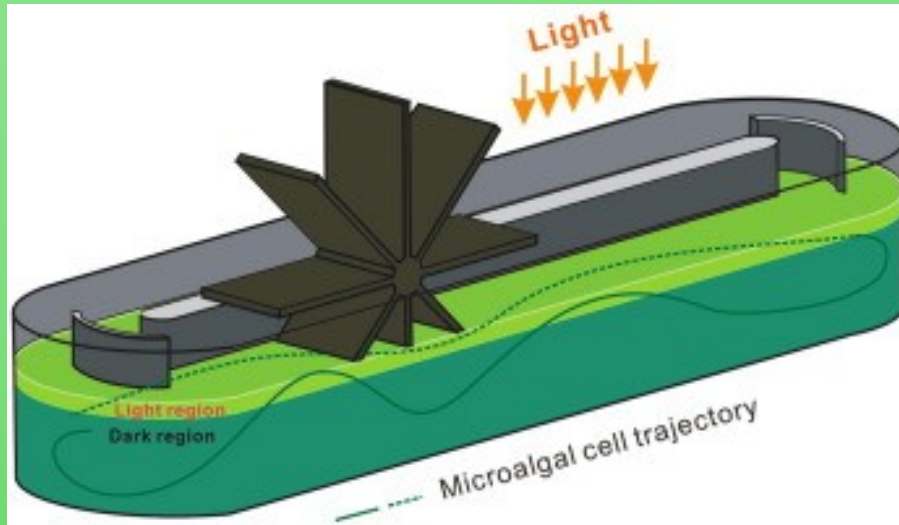
Cyanotech Hawaii

Nature Beta Technologies Ltd (Eilat, Israel)

Sapphire Energy's Las Cruces, New Mexico

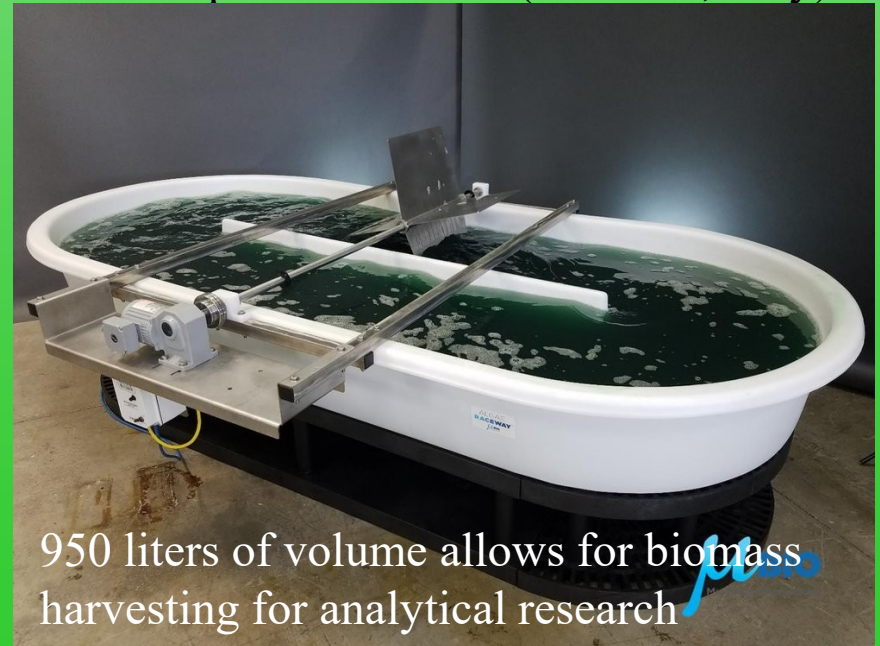


Experimentální nádrže - podlouhlé



Open Pond at Hamburg-Reitbrook

F&M experimental area (Florence, Italy)



950 liters of volume allows for biomass harvesting for analytical research

Velké produkční jednotky

Podlouhlé nádrže na pěstování *Arthrospira* o celkové ploše 100 000 m²
Earthrise Company, Kalifornie



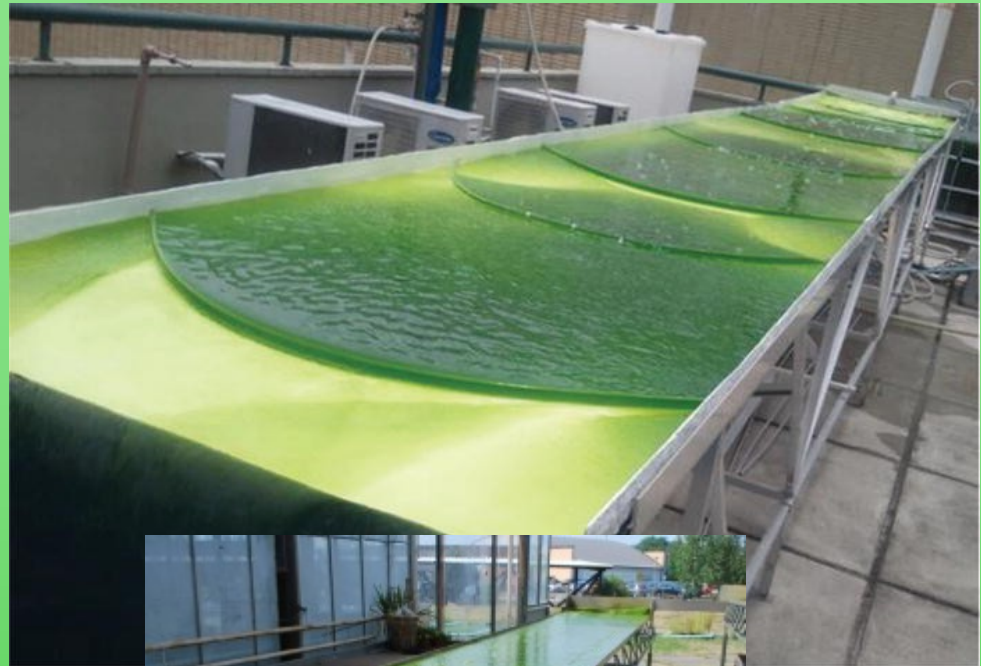
Cyanotech Corporation on the Big Island of Hawaii, USA



Kaskádovité kultivační nádrže



Velkoplošné kultivace
MBÚ AVČR Třeboň
Opatovický Mlýn



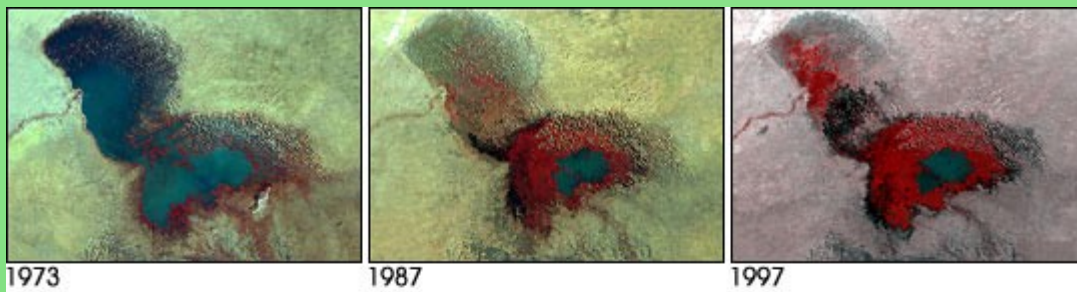
BÚ
AVČR,
Třeboň

open culture system consists of a 35m²
inclined surface (inclination 2.5°) exposed to
sunlight (Belgium)

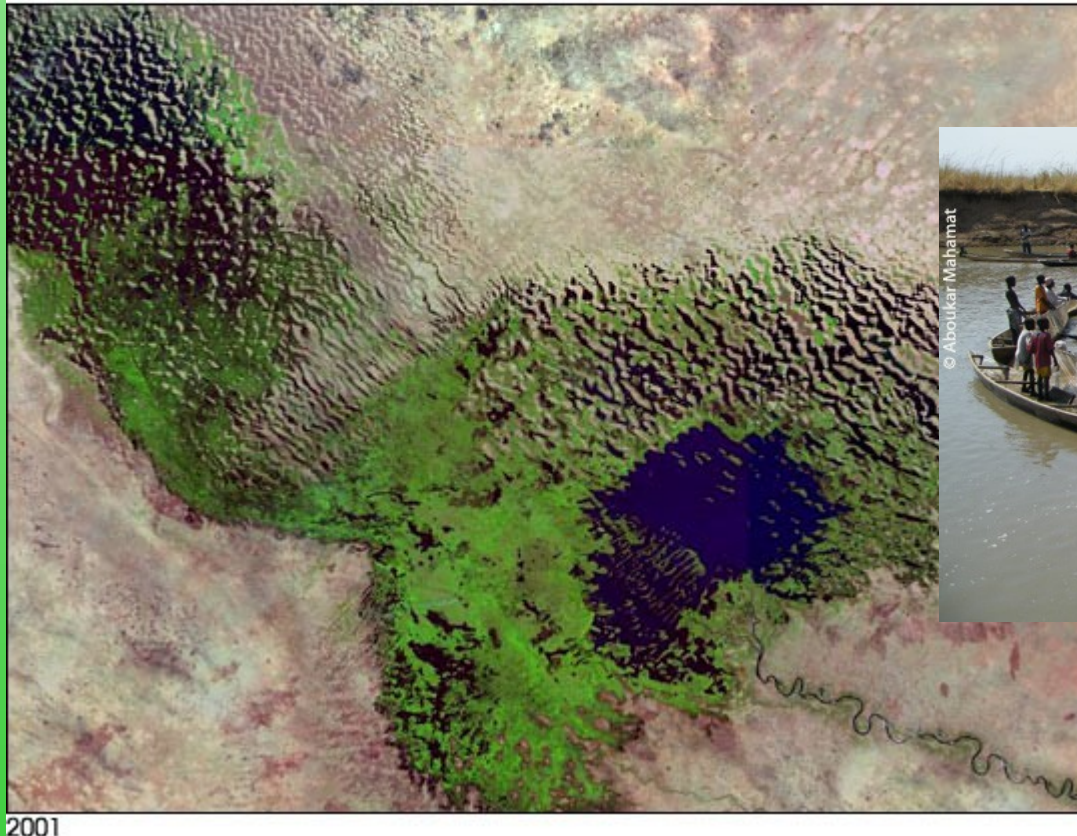
Přírodní nádrže

Jezero Twin Taung, Barma



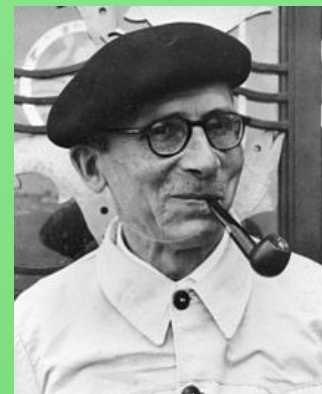


Lake Chad is a large, shallow lake in Africa (Nigérie, Niger, Čad, Kamerun)



Spirulina may have an even longer history in Chad, as far back as the 9th century Kanem Empire. It is still in daily use today, dried into cakes called Dihé which are used to make broths for meals, and also sold in markets. The Spirulina is harvested from small lakes and ponds around Lake Chad

Koláče „dihe“ okolí jezera Čad



francouzský algolog Pierre Dangeard byl první (1940), kdo poznal spirulinu z koláčů „dihe,“ které vyráběli lidé z afrického kmene Kanembu ...



Jezero Texcoco - Mexiko



70. léta – vodní květ v odpařovacím zařízení pro získávání uhličitanu sodného Sosa-Textcoco Ltd.

první systematická studie kultivačních nároků této sinice

produkce „poločisté“ kultury do r. 1997; 300 t sušeného produktu ročně

Biologické principy velkoplošné kultivace

Světlo

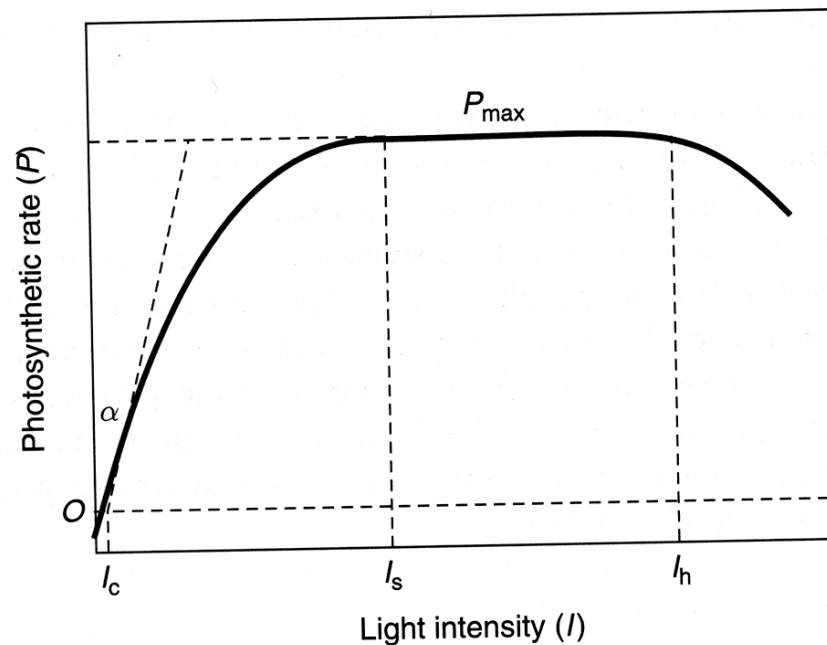


Fig. 8.1. Light-response curve of photosynthesis (P-curve). The intercept on the vertical axis is the measure of O_2 uptake due to dark respiration. I_c , light compensation point; I_s , light saturation intensity; I_h , light intensity value at which photoinhibition occurs.

výtěžek

specifická růstová
rychlost

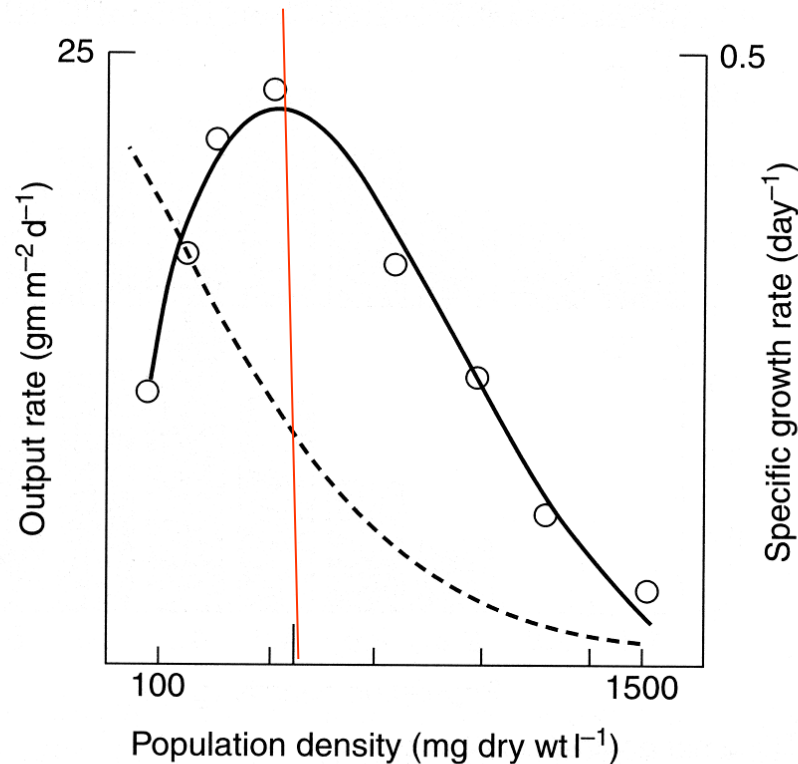
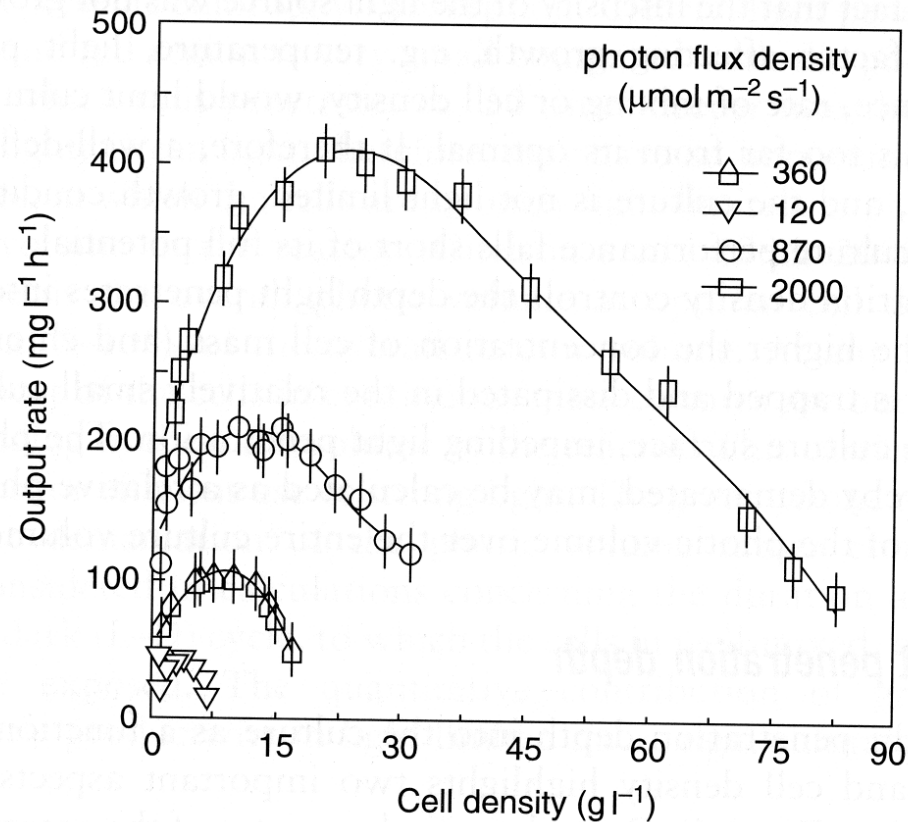


Fig. 8.2. The effect of population density on the specific growth rate (dashed line) and the output rate (continuous line) in outdoor *Spirulina* cultures. Nutrients and temperature are not growth-limiting. Peak solar irradiance – above 2000 $\mu\text{E m}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ (after Richmond, 1988a).

koncentrace buněk ovlivňuje světelný režim

OCD (optimal cell density) – optimální koncentrace buněk



ozáření

Fig. 8.4. Optimal cell density and maximal productivity of biomass as affected by photon flux density. The cells were grown in 1 cm plate reactor and different rates of incident photon flux density were applied to each side of the reactor. Cell density was adjusted by daily harvesting. Arrows indicate optimal cell densities (from Hu et al., 1998b). Reprinted with permission from Springer-Verlag (*Appl. J. Microbiol. & Biotechnol.*).

Evaporace

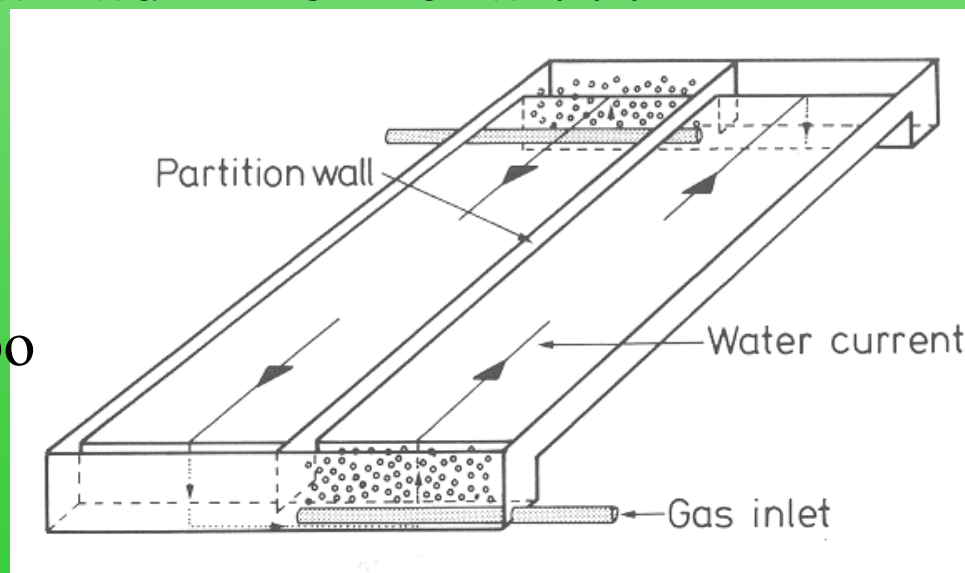
Míchání (agitation)

Míchání zajišťuje: stejnoměrné ozáření buněk, homogenní distribuci živin, lepší využití CO_2 ; zamezuje: tvorbě gradientů kolem jednotlivých buněk (živiny, plyny) sedimentaci a teplotní stratifikaci; jak dlouho buňky v osvětlené horní vrstvě

Co se stane, když se mělká nádrž nemíchá ???

Různé metody míchání:

1. lopatkové kolo (koleso) poháněné elektrickou energií
2. probublávání vzduchem nebo vzduchem syceným CO_2
3. ostatní (ruční míchání, využití energie větru, solární energie)



Nádrž míchaná probubláváním vzduchu

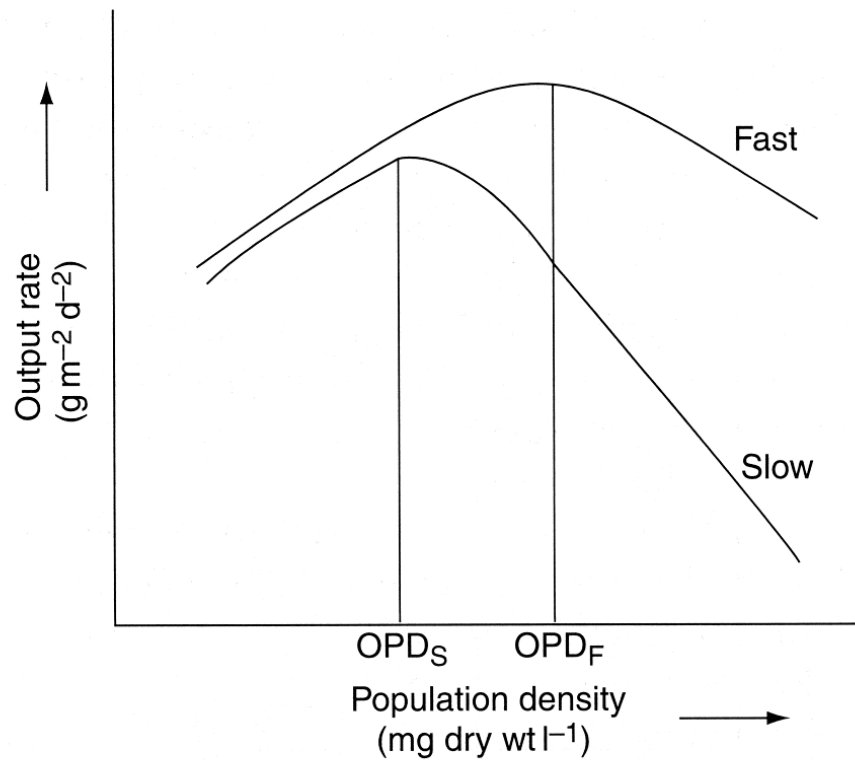


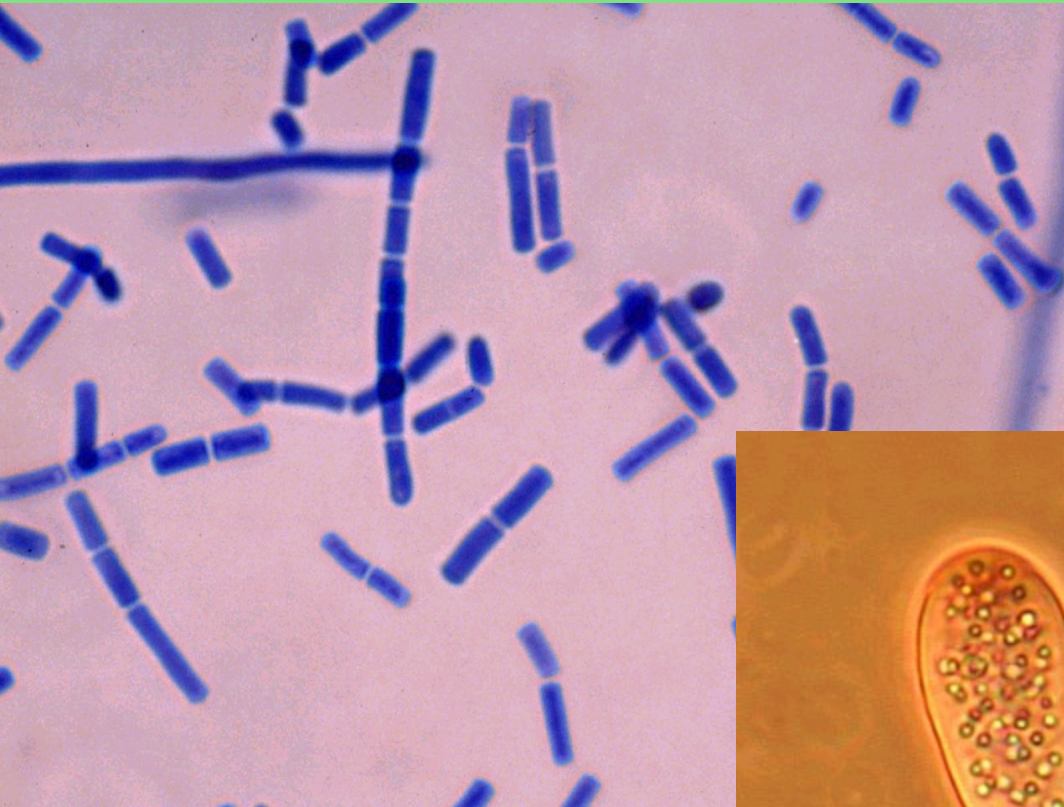
Fig. 8.8. A schematic view of the effect of the stirring rate on culture productivity in relation to the population density (after Richmond & Grobbelaar, 1986).

CO₂ v mělkých nádržích jsou velké ztráty do atmosféry
uzavřený fotobioreaktor- CO₂ přidáváno do řasové suspenze
v nejnižším bodě

pH závisí na složení a pufrovací kapacitě média, teplotě a
metabolické aktivitě buněk

Kontaminanty velkoplošných kultivací - houby

jiné řasy



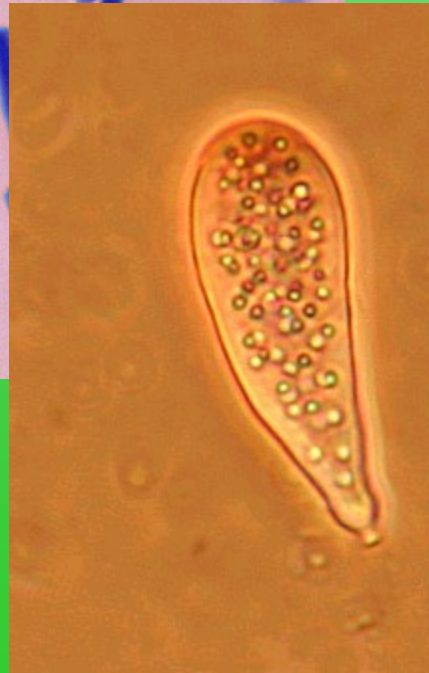
Geotrichum candidum

Ascomycota,
Saccharomycetales



Chytridium sp.

Chytridiomycety



bakterie: *Bacillus*,
Micrococcus, *E.coli*,
Staphylococcus

Kontaminanty velkoplošných kultivací - zooplankton

Snížení pH na 3 přidáním kyseliny na pH 1-2 hod

Brachionus



Vorticella

Moina

Colpidium



50 µm

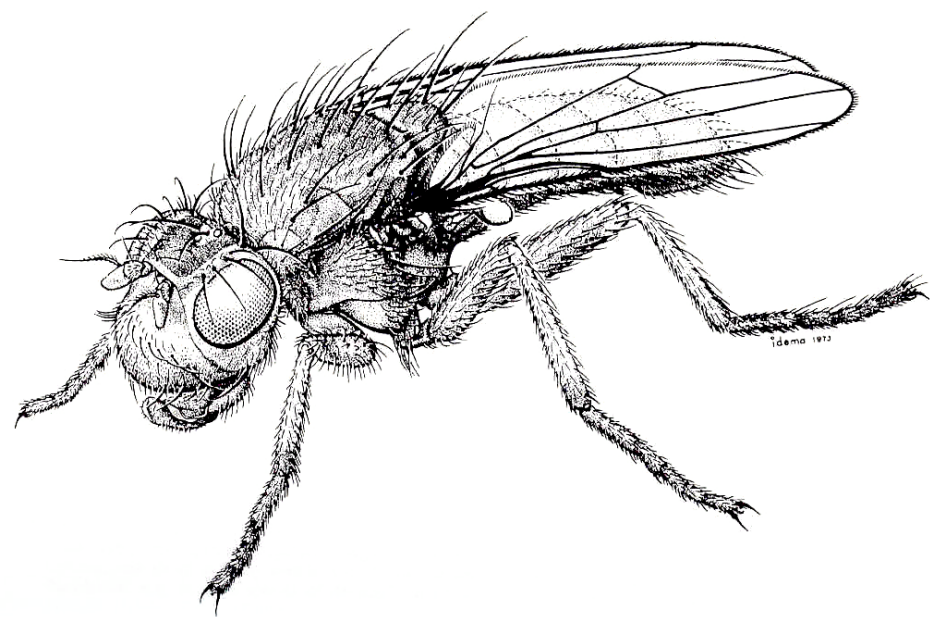
Kontaminanty velkoplošných kultivací - hmyz



Chironomus - larvy



© A Dale



Ephydra hians



kontaminuje kultury *Arthospira* -
larva schopná žít v prostředí s
vysokým pH a konduktivitou

Harvesting = sklízení

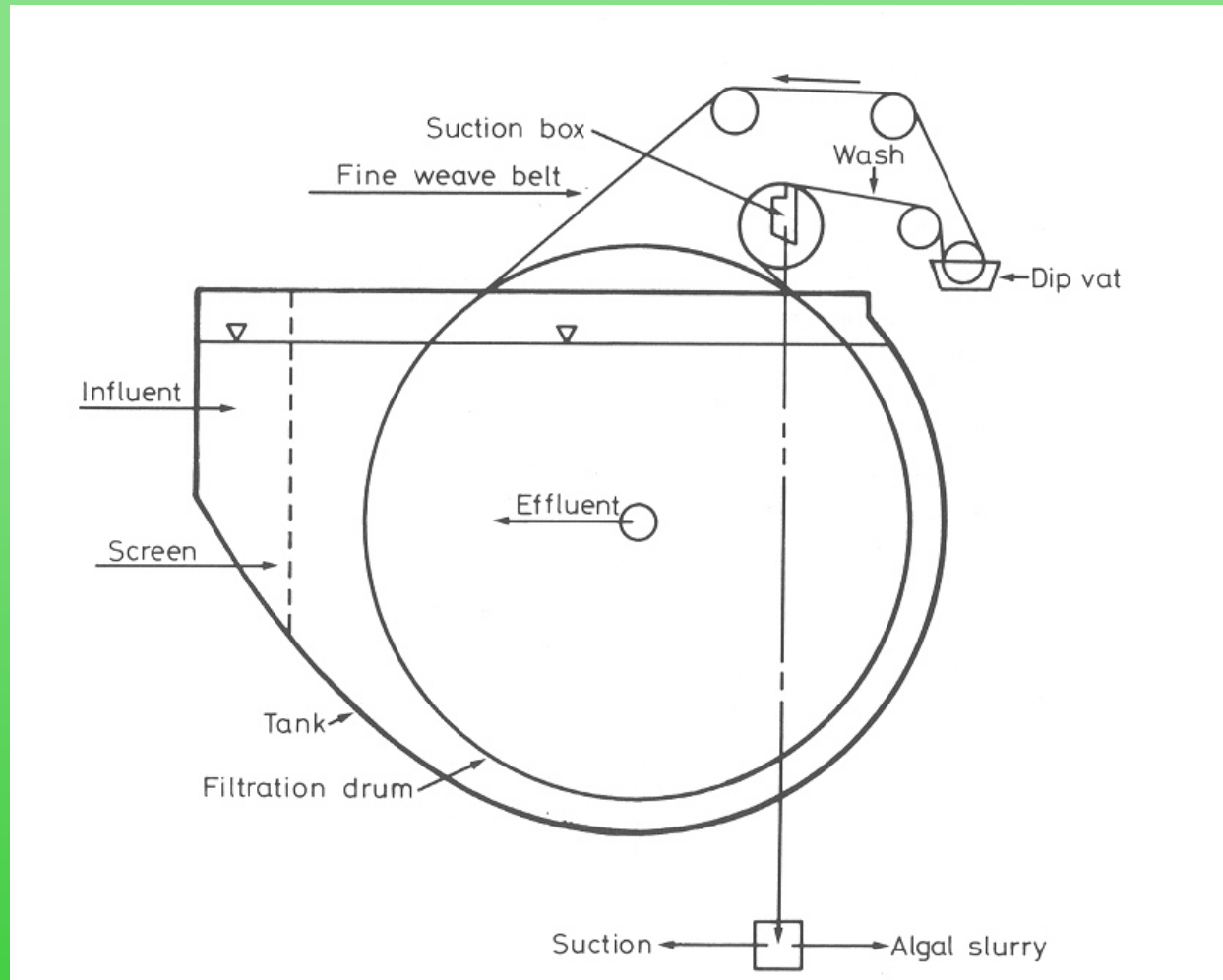
Filtrace gravitací - nejjednodušší zařízení pro filtraci používaná především v rozvojových zemích (vláknitá *Limnospira*)



jednoduché látkové filtry pro separaci *Limnospira*

<https://www.youtube.com/watch?v=xqN0Rq5czY>

Harvesting (sklizeň)



Schematický náčrt pásového filtru: filtrační buben pokrytý polyesterovým filtračním pásem (velikost pórů 5-12 μm). Suspenze je přiváděna vně bubnu. Hladina vně je vyšší než uvnitř – vzniká diferenciální tlak, který žene suspenzi skrz filtrační pás. Pás se posunuje, v horní části jsou z něj řasy odsávány a je čištěn tlakovou vodou.



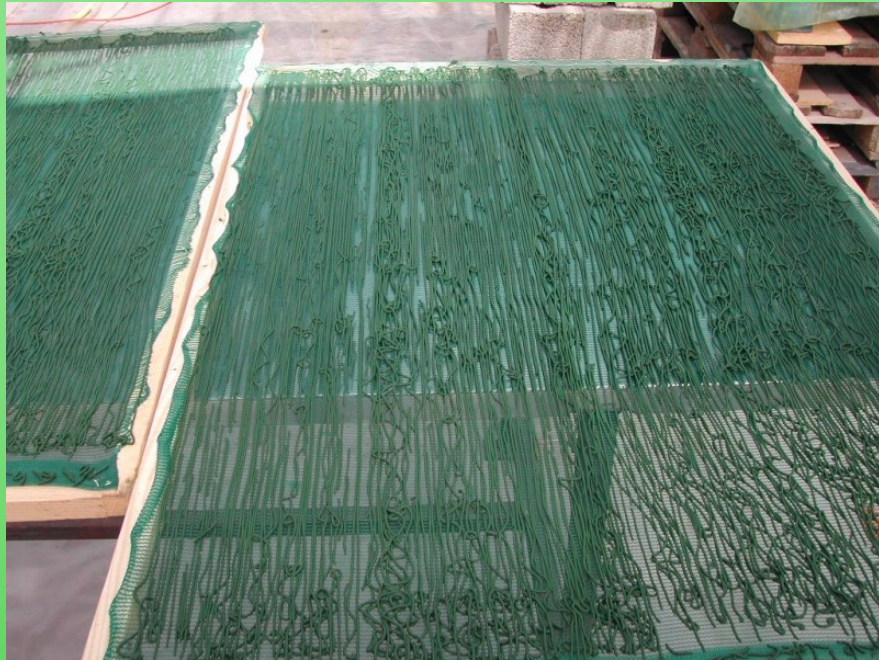
Centrifugace



Flokulace netoxické
flokulanty: deriváty bramborového
škrobu, chitosan, vápenec

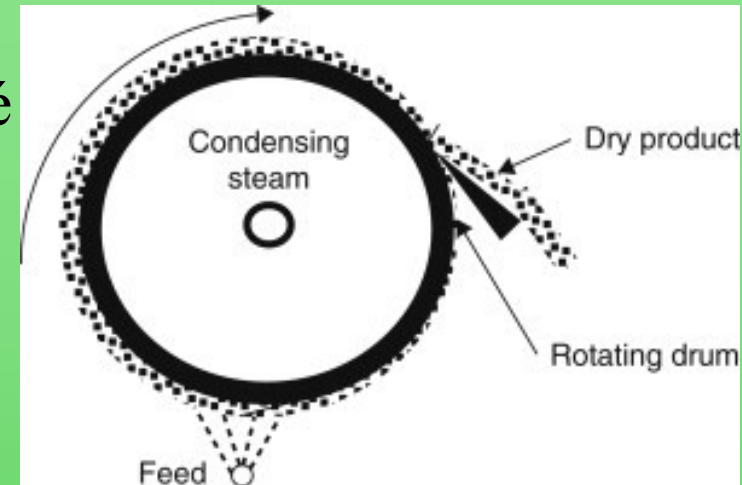
Sušení

levný způsob sušení na
slunci - *Limnospira*



Technologicky vyspělejší způsoby sušení

- **bubnové sušení:** aplikace koncentrované biomasy nebo pasty do rotujícího předehřátého bubnu. Materiál je vysušen během několika sekund, tato rychlá dehydratace způsobuje prasknutí BS.



- **sušení vstřikováním:** koncentrovaná biomasa musí být tak řídká, aby se dala nasávat. Stravitelnost produktu je nižší v porovnání s bubnovým sušením. Nejpoužívanější proces sušení pro všechny druhy mikrořas.



zařízení pro sušení vstřikováním

Sušení

Table 10.12. *General evaluation of available algae drying methods*

Method	Advantage	Limitations	Algae	Remarks
Drum-drying	Fast and efficient	Cost intensive	All algae except <i>Spirulina</i>	Ruptures cellulosic cell walls, sterilizes the product, not suitable for <i>Spirulina</i>
Spray-drying	Fast and efficient	Cost intensive	All algae	Sterilizes the product, breakage of cellulosic cell walls not always guaranteed
Sun-drying	Very low fixed capital and no running costs	Slow process, weather dependent	All algae	Biomass may ferment, sterilization not possible, does not break cellulosic cell walls
Solar-drying	Low capital costs	Weather dependent	All algae	Does not break cellulosic cell walls, sterilization not possible
Cross-flow-drying	Faster than sun- and solar-drying, cheaper than drum-drying	Requires electricity	All algae	Does not break cellulosic cell walls, sterilization not possible
Vacuum-shelf-drying	Gentle process	Cost intensive	All algae	Does not break cellulosic cell walls, product becomes hygroscopic, sterilization not possible, preserves cell constituents
Freeze-drying	Gentle process	Slow process, cost intensive	All algae	Does not break cellulosic cell walls, sterilization not possible, preserves cell constituents

Výtěžek

Table 11.1. *Selected data on yields of different algae grown under outdoor conditions*

Algae	Yield (g m ⁻² d ⁻¹)	Growth period	Location	Reference
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	18	Summer	Trebon, CSFR	Zahradnik (1968)
<i>Chlorella ellipsoidea</i>	18	May	Trebon, CSFR	Zahradnik (1968)
<i>Chlorella</i> sp.	20	1 year (mixotroph)	Taiwan	Tsukada <i>et al.</i> (1977)
<i>Chlorella</i> sp.	15	1 year (autotroph)	Taiwan	Tsukada <i>et al.</i> (1977)
<i>Chlorella</i> sp.	21	1 year	Japan	Tsukada <i>et al.</i> (1977)
<i>Chlorella</i> sp.	12	1 year	Japan	Tamiya (1957)
<i>Chlorella</i> sp.	17	1 month	Australia	Dodd & Anderson (1977)
<i>Chlamydomonas</i>	7	?	Trebon, CSFR	Nekas & Lhotsky (1967)
<i>Tetraselmis</i> sp.	18	?	Lamezia, Italy	Benemann (1986)
<i>Dunaliella salina</i>	60	'short period'	Israel	Ben-Amotz (1980)
<i>Ankistrodesmus</i>	20	?	Waterfontain, SA	Benemann (1986)
<i>Scenedesmus obliquus</i>	11	240 days	Dortmund, FRG	Stengel & Soeder (1975)
<i>Scenedesmus obliquus</i>	15	1 year	Bangkok, Thailand	Payer <i>et al.</i> (1978b)
<i>Scenedesmus obliquus</i>	20	1 year	Mysore, India	Becker & Venkataraman (1982)
<i>Scenedesmus obliquus</i>	30	325 days	Sausal, Peru	Heussler (1985)
<i>Scenedesmus obliquus</i>	15	330 days	Cairo, Egypt	El-Fouly <i>et al.</i> (1985)
<i>Scenedesmus obliquus</i>	19	200 days	Rupite, Bulgaria	Dilov <i>et al.</i> (1986)
<i>Scenedesmus</i> sp.	19	10 days	Trebon, CSFR	Benemann (1986)
<i>Spirulina</i> sp.	8–12	200 days	Mysore, Thailand	Becker & Venkataraman (1984)
<i>Spirulina</i> sp.	15	?	Bangkok, Thailand	Goldman (1979)
<i>Spirulina</i> sp.	10	1 year	Mexico	Durand-Chastel (1980)

Literatura

- Richmond, A. (2004): Handbook of Microalgal Culture. Biotechnology and Applied Phycology, Blackwell Publishing, 566pp.
- Andersen, R., ed. (2005): Algal culturing techniques, Elsevier, 578pp
- Cohen, Z. (1999): Chemicals from microalgae, London, 419 pp.
- Rodgers, L. J. Gallon, J. R., eds. (1988): Biochemistry of the Algae and Cyanobacteria, Clarendon Press, Oxford, 374 pp.
- Becker, E. W. (1994): Microalgae: biotechnology and microbiology, Cambridge University Press, 293 pp.
- Borowitzka, M. A., Beardall, J., Raven, J. (2016): The Physiology of Microalgae, Springer
- Pandey, A., Lee D.-J., Chisti, Y., Soccol, C. R. (2014): Biofuels From Algae, Elsevier
- Amsler, C. D. (Ed.), (2008): Algal Chemical Ecology, Springer
- Granéli, E.; Turner, Jefferson T. (Eds.) 2006: Ecology of Harmful Algae, Springer
- Borowitzka, M. A and Moheimani N. R. (Eds.) 2013: Algae for Biofuels and Energy, Springer