



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE

ÚCHOP

OPTIMALIZACE PROCESU KULTIVACE ZELENÝCH ŘAS S VYUŽITÍM DIGESČNÍCH ZBYTKŮ ZE ZEMĚDĚLSKÝCH BIOPLYNOVÝCH STANIC

Ing. Pavla Hrychová

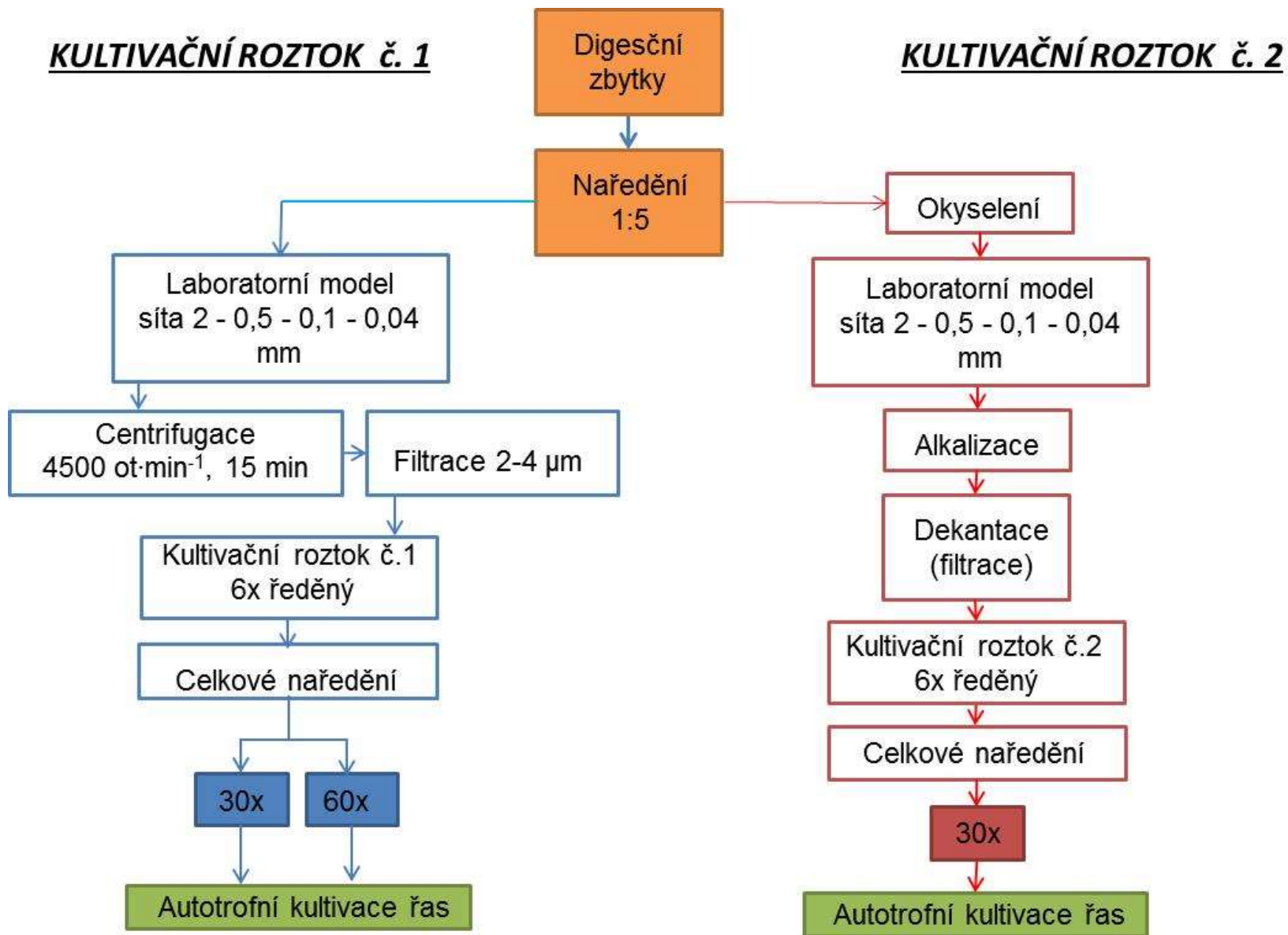
Cíl

- Optimalizace růstu zelené řasy *Scenedesmus cf. acutus* v připravených kultivačních roztocích vlivem předúpravy digesčních zbytků při dvou světelných podmínkách 24:0, 16:8 (světlo:tma, vyjádřeno v hodinách).

Metodika

- digesční zbytky ze zemědělské bioplynové stanice (ozn. digestát A)
- dva kultivační roztoky připravené z jednoho typu digestátu (kultivační roztok č.1 a č.2)
- celkem testováno 11 roztoků z toho dva kultivační roztoky č.1 a devět kultivačních roztoků č.2
- použité srovnávací růstové médium BBM
- použitý druh řasy: *Scenedesmus cf. acutus* (CCALA č. 438, PUNCOCHAROVA 1981/14)

Schéma přípravy kultivačních roztoků



Přehled použitých kultivačních roztoků

- kultivační roztok č.1 připravený z digestátu A

Kult. roztok č.1	Celkové ředění
kult. roztok č.1	30x
kult. roztok č.1	60x

- kultivační roztok č.2 připravený z digestátu A

Kult. roztoky č.2	Celkové ředění
$H_2SO_4/Ca(OH)_2$	30x
$H_2SO_4/NaOH$	30x
H_2SO_4/KOH	30x
$H_3PO_4/Ca(OH)_2$	30x
$H_3PO_4/NaOH$	30x
H_3PO_4/KOH	30x
$HCl/Ca(OH)_2$	30x
$HCl/NaOH$	30x
HCl/KOH	30x

Nerezový laboratorní model



- kónická nádoba 25 l
- nerezový žlab osazený vyměnitelnými síty
- nerezová síta o velikosti ok 5 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,2 mm, 0,1 a 0,04 mm
- míchadlo Heidolph RZR 2041

Separace digestátu 1:5



Zanesení sít



Připravené kultivační roztoky



Charakteristika použitých digesčních zbytků

vzorek	sušina	obsah popela v	N	C	H	S	pH	EC	Obsah organických látek
	[%]	sušině							[%]
digestát A	5,86	28,7	3,30	39,5	4,82	0,73	7,7	4,05	71,3

- zemědělská bioplynová stanice
- vstup do BP: hovězí kejda a biomasa (70 % kukuřičné siláže : 30 % travní senáže)
- produkce 20 tun digestátu denně

Chemická analýza kultivačních roztoků

Tab.1: Obsah kovů v kultivačních roztocích uvedený v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Kult. roz. č.2	Mn	Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	Na	K
$\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{Ca}(\text{OH})_2$	0,540	0,190	< 0,1	< 0,2	637	144	68,5	584
$\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{NaOH}$	2,17	2,10	< 0,1	0,35	213	132	621	503
$\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{KOH}$	1,49	1,13	< 0,1	0,20	216	136	74,3	1340
$\text{H}_3\text{PO}_4 / \text{Ca}(\text{OH})_2$	< 0,25	0,360	< 0,1	< 0,2	1,08	14,7	74,4	493
$\text{H}_3\text{PO}_4 / \text{NaOH}$	< 0,25	0,170	< 0,1	< 0,2	< 0,5	14,0	2800	411
$\text{H}_3\text{PO}_4 / \text{KOH}$	< 0,25	0,120	< 0,1	< 0,2	< 0,5	68,6	89,5	4010
$\text{HCl} / \text{Ca}(\text{OH})_2$	0,690	0,340	< 0,1	< 0,2	626	151	71,6	517
HCl / NaOH	1,86	1,58	< 0,1	0,170	254	157	509	522
HCl / KOH	2,02	1,55	< 0,1	0,180	255	164	72,4	1180
kult. roz. č.1	0,41	6,32	0,79	0,54	52,9	80,9	112	410

Obsah Cr, Pb a Cd < 0,01 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Chemická analýza kultivačních roztoků

Tab. 2: Obsah aniontů v kultivačních roztocích uvedený v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Kult. roz. č.2	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	PO ₄ ³⁻	N _{amon}	pH
H ₂ SO ₄ /Ca(OH) ₂	225	4410	53,1	31,7	5,64	352	7,5
H ₂ SO ₄ /NaOH	224	4470	59,1	37,5	117	343	6,8
H ₂ SO ₄ /KOH	225	4430	62,6	33,0	74,9	377	6,8
H ₃ PO ₄ /Ca(OH) ₂	215	49,2	74,6	< 0,1	129	310	7,1
H ₃ PO ₄ /NaOH	218	81,2	87,5	< 0,1	254	271	7,0
H ₃ PO ₄ /KOH	206	58,4	54,5	< 0,1	177	289	6,9
HCl/Ca(OH) ₂	3290	73,0	13,5	< 0,1	< 0,25	377	7,4
HCl/NaOH	3250	75,1	18,7	< 0,1	1,10	357	6,9
HCl/KOH	3210	73,3	18,2	< 0,1	0,91	346	6,9
kult. roz. č. I	482	689	191	< 0,1	91,2	306	8,6

Obsah NO₂⁻ < 0,5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

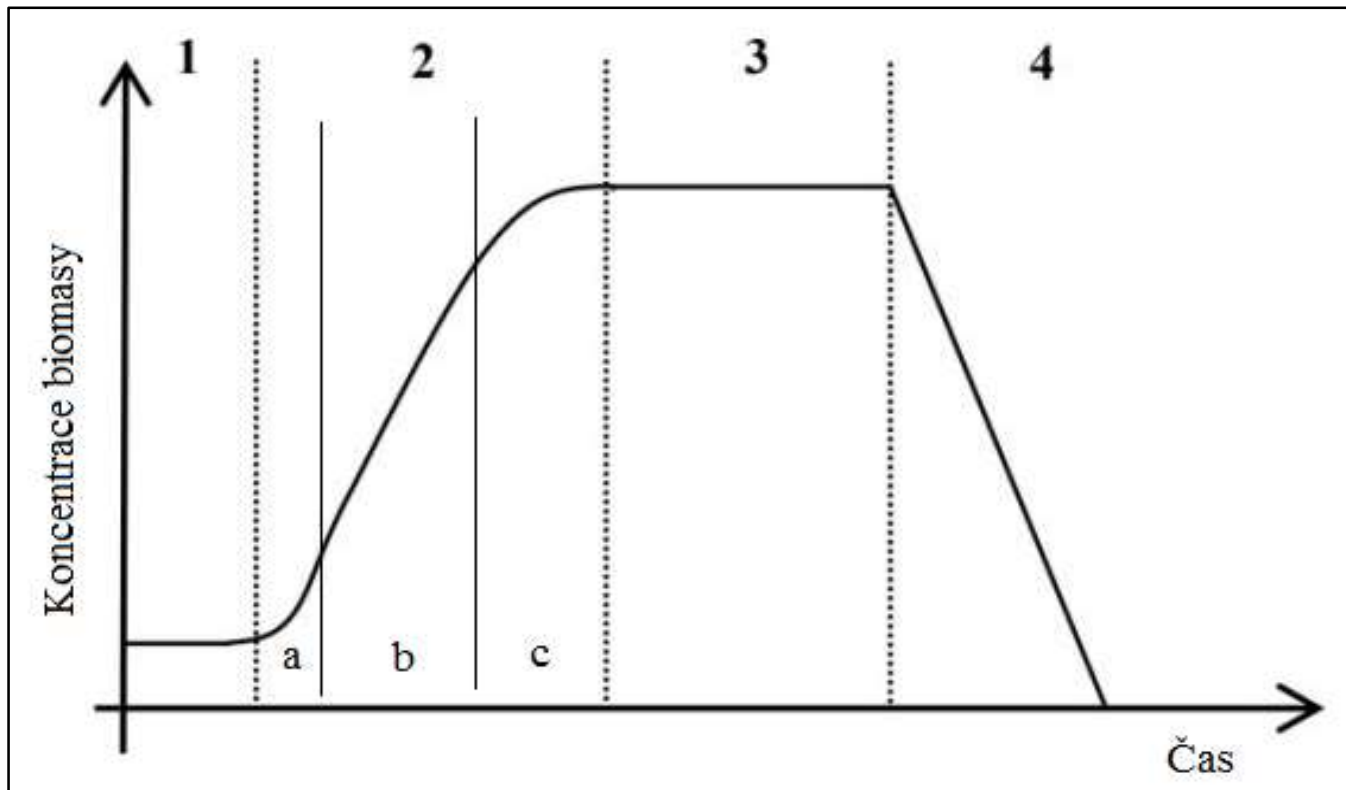
Kultivace autotrofních zelených řas

- *Scenedesmus cf. acutus*
- srovnávací růstové médium BBM
- 30x a 60x ředěný kultivační roztok č.1
- 30x ředěný kultivační roztoky č.2
- vždy 2 paralelky
- 50-ti ml Erlenmeyerova baňka + 20 ml kultivačního roztoku
- počáteční koncentrace buněk
100 000 [buněk·ml⁻¹]

Podmínky kultivace a měření narostlé biomasy

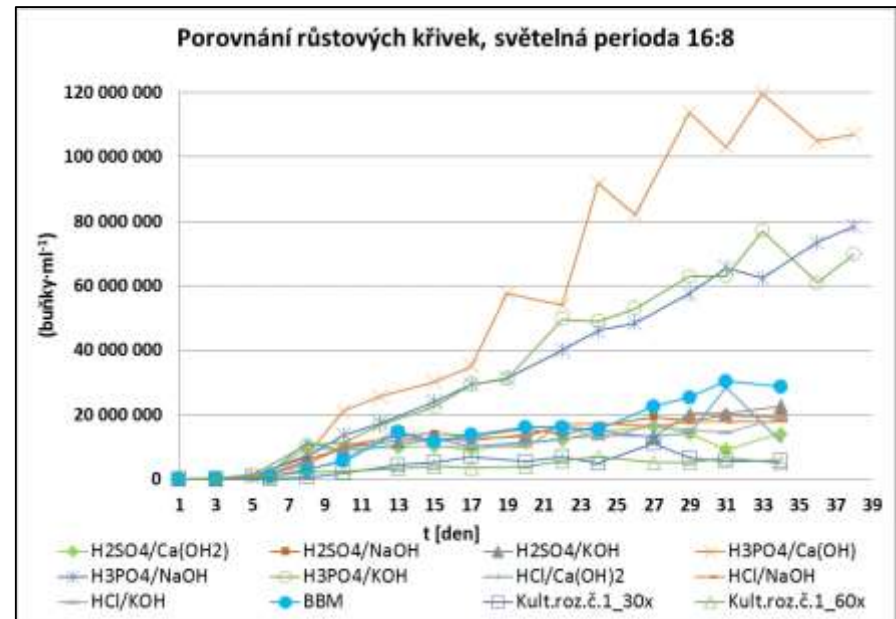
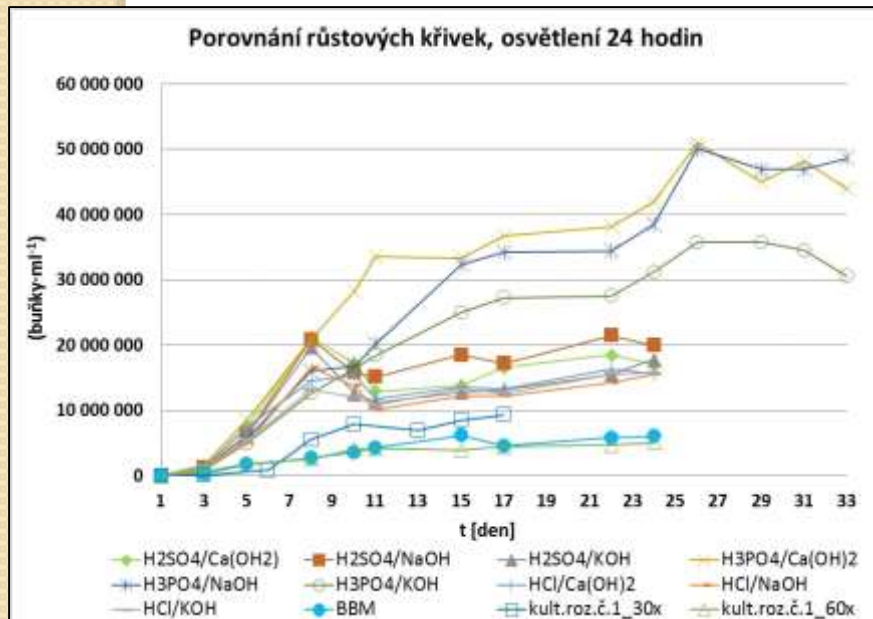
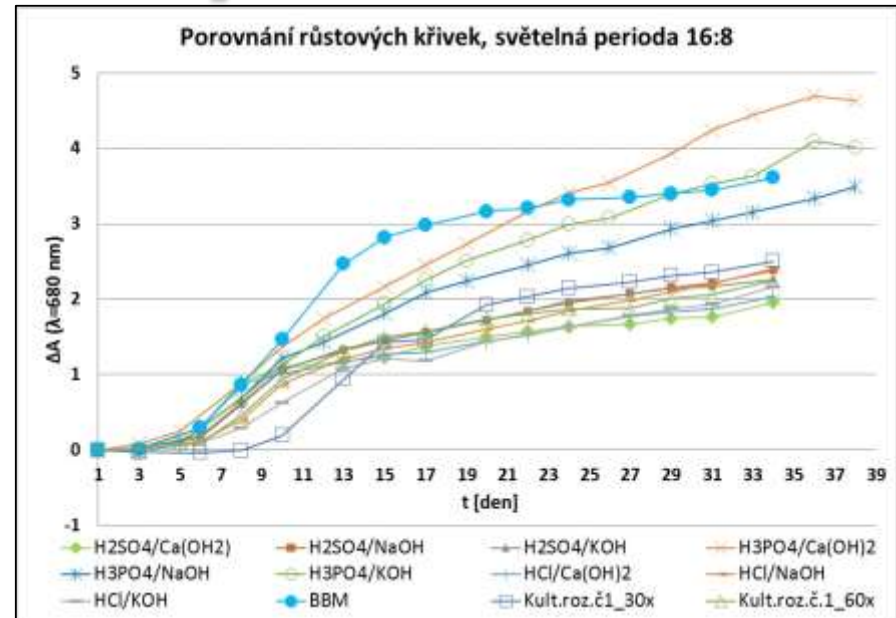
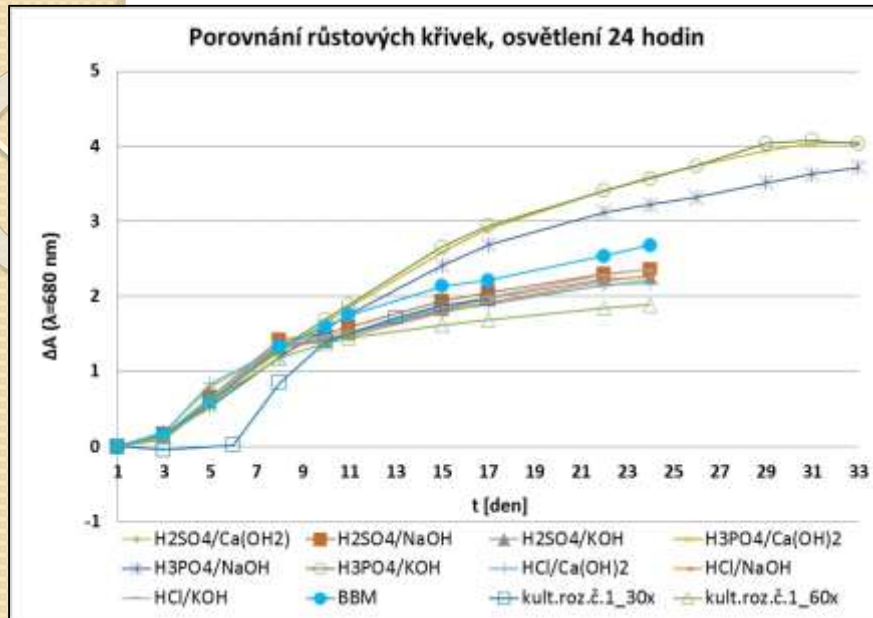
- dvě světelné podmínky kultivace
24:0 a 16:8 (světlo:tma, vyjádřeno v hodinách)
- orbitální třepačka 130 [ot. \cdot min⁻¹]
- osvětlení (zdroj záření 2 x 3800 lm, 9500 K)
- teplota 28 \pm 2°C
- ukončení experimentu ve stacionární fázi růstu řas
- absorbance $\lambda = 680$ nm
- koncentrace buněk [buňky \cdot ml⁻¹] - Bürkerova počítací komůrka
- výtěžek řasové biomasy [g \cdot l⁻¹]
(filtr MN 619 EH)

Ideální tvar růstové křivky řas



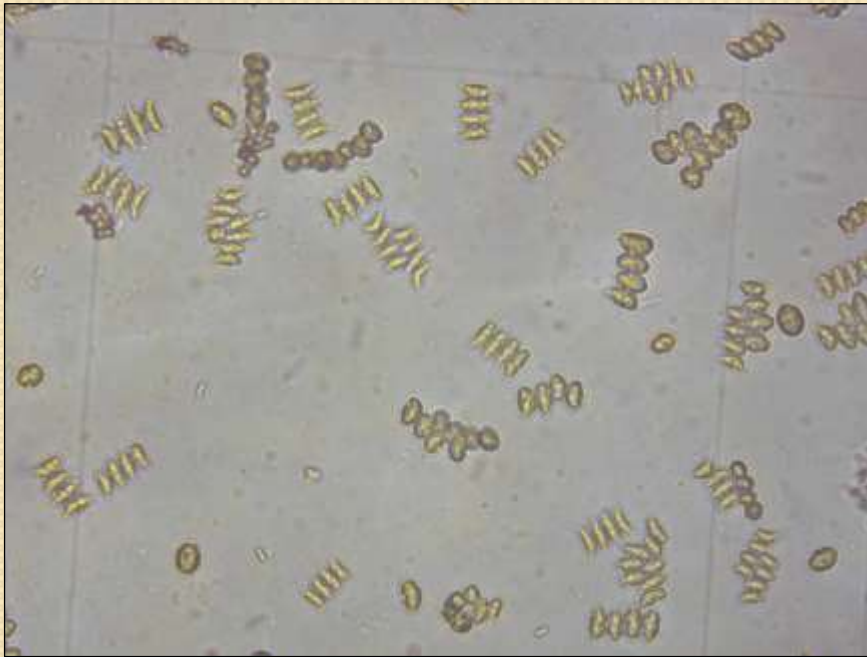
1 – lagová fáze, 2a – fáze zrychleného růstu, 2b - exponenciální fáze,
2c – fáze zpomaleného růstu, 3 – stacionární fáze, 4 – fáze poklesu

Porovnání růstových křivek

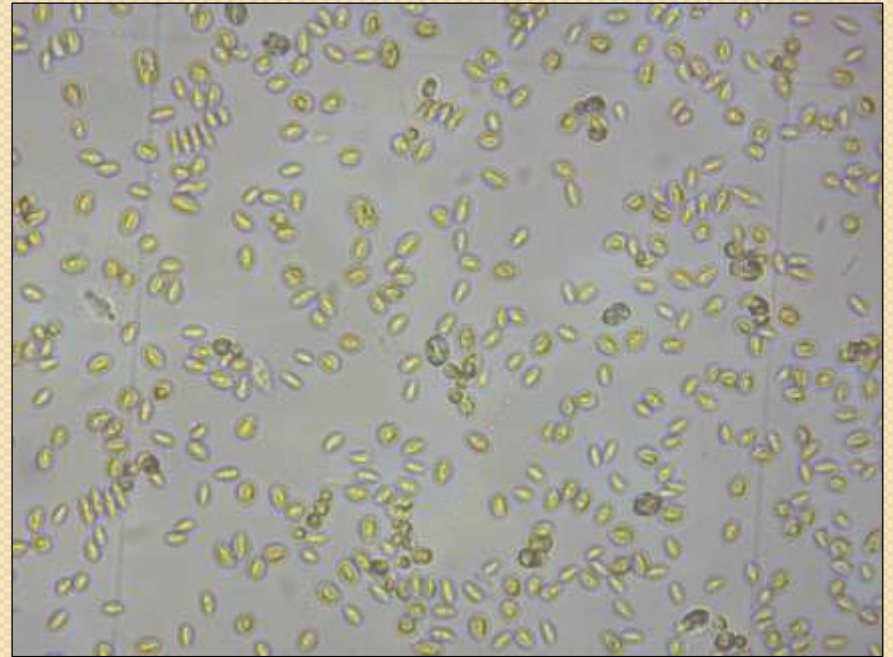


Porovnání morfologie řas v kultivačních roztocích

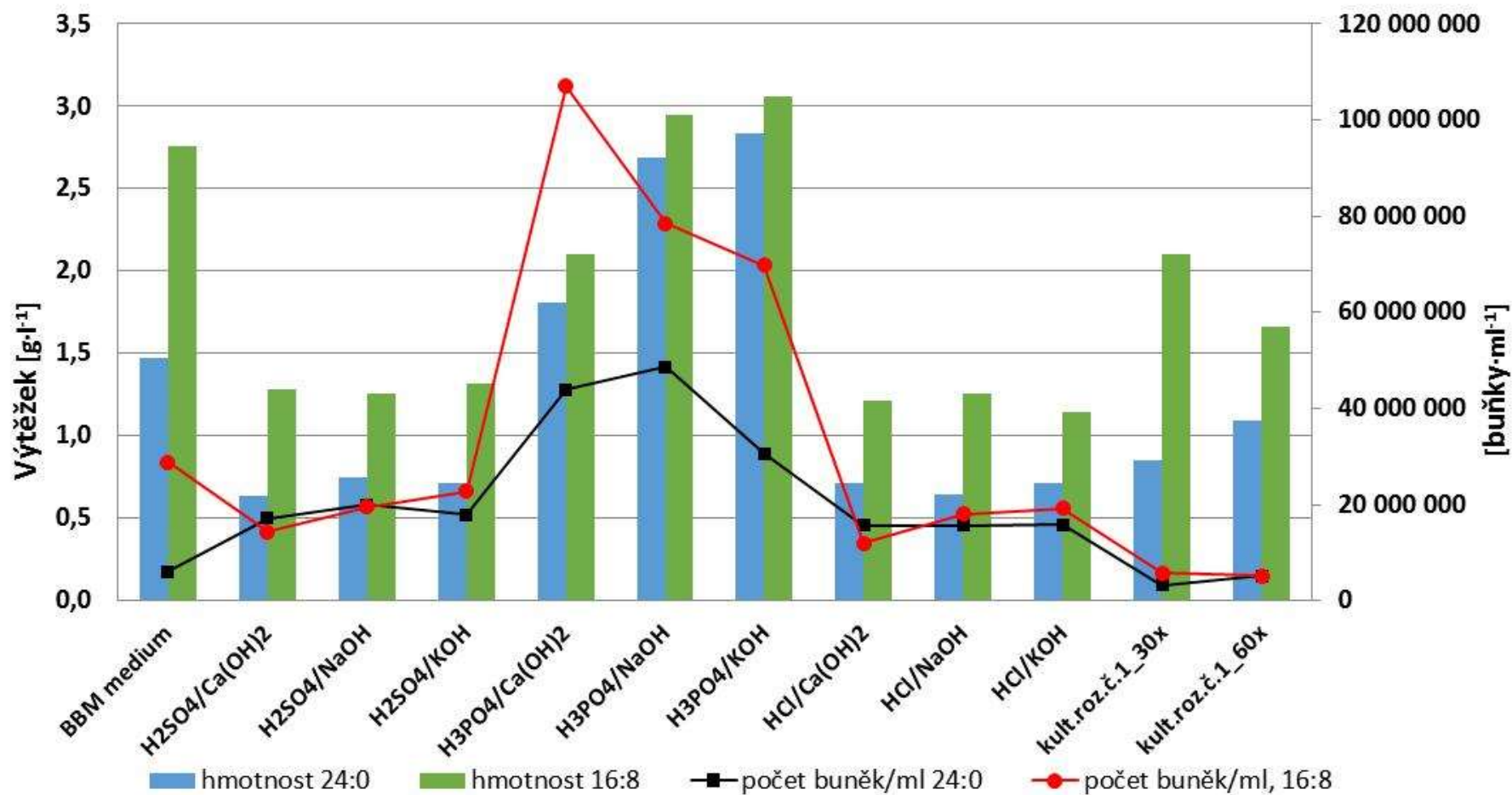
Kultivační roztok č.1, 30x ředěný



Kultivační roztok č.2 $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{KOH}$



Porovnání výtěžků biomasy řas



Závěr

- obecně vyššího výtěžku bylo dosaženo při světelné periodě 16:8
- dle předpokladů nejvyššího výtěžku bylo dosaženo ve 30x ředěném kultivačním roztoku č.2 H₃PO₄/ KOH
- při světelné periodě 16:8 se výrazně zvýšil výtěžek 30x ředěného kultivačního roztoku č.1
- vysoká koncentrace buněk na ml v roztoku neznamena zároveň vysoký výtěžek řasové biomasy.
- výtěžek řasové biomasy je převážně ovlivněn množstvím vícebuněčných cenóbií řasy *Scenedesmus cf. acutus*



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE

ÚCHOP

Děkuji za pozornost !!!

Ing. Pavla Hrychová