



Vysoká škola chemicko-
technologická v Praze



Ústav technologie vody
a prostředí



TEORETICKÉ ZÁKLADY ANAEROBNÍ FERMENTACE

Prof. Ing. Michal Dohányos, CSc

Proč Anaerobní fermentace a BPS?

Anaerobní fermentace je jedním z nejefektivnějších způsobů využití energie z různých druhů biomasy, kdy organické látky jsou mikroorganismy transformovány na energii ve formě **bioplynu – (CH₄ +CO₂)**

Jak zabezpečit dobrou funkci BPS?

Požadavky procesu – zajištění co nejpríznivějších podmínek pro všechny zúčastněné skupiny mikroorganismů.

Požadavky technologie – spolehlivost jednotlivých technologických komponent - zabezpečení požadavků procesu

Časté příčiny nedostatečné funkce bioplynových stanic:

- a) špatné provozování z neznalosti vlastního fermentačního procesu,
- b) chyby při výběru technologie,
- c) chyby v projekci a konstrukci,
- d) neadekvátní snahy o úspory v investičních a provozních nákladech.

Je anaerobní reaktor černou skřínkou?

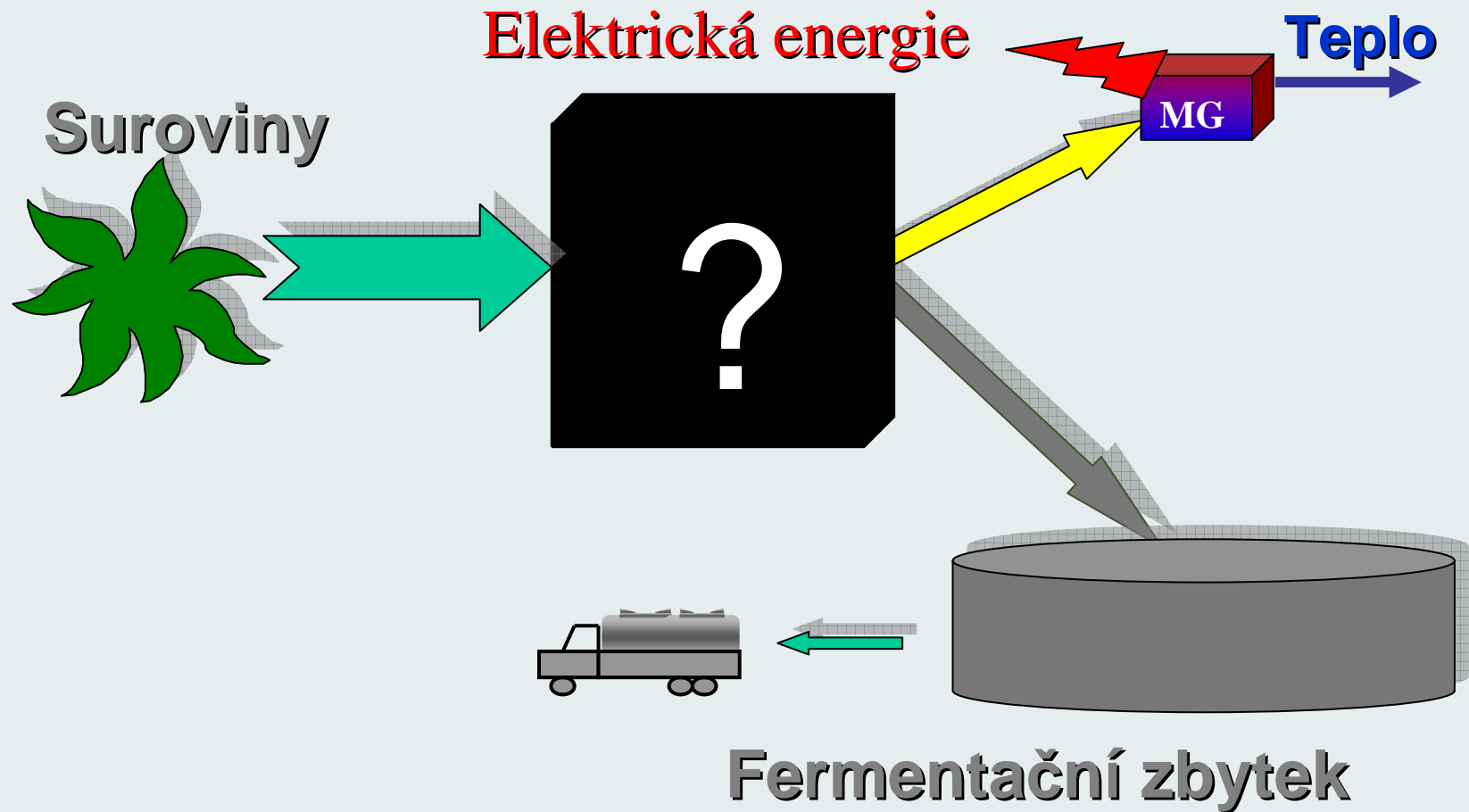
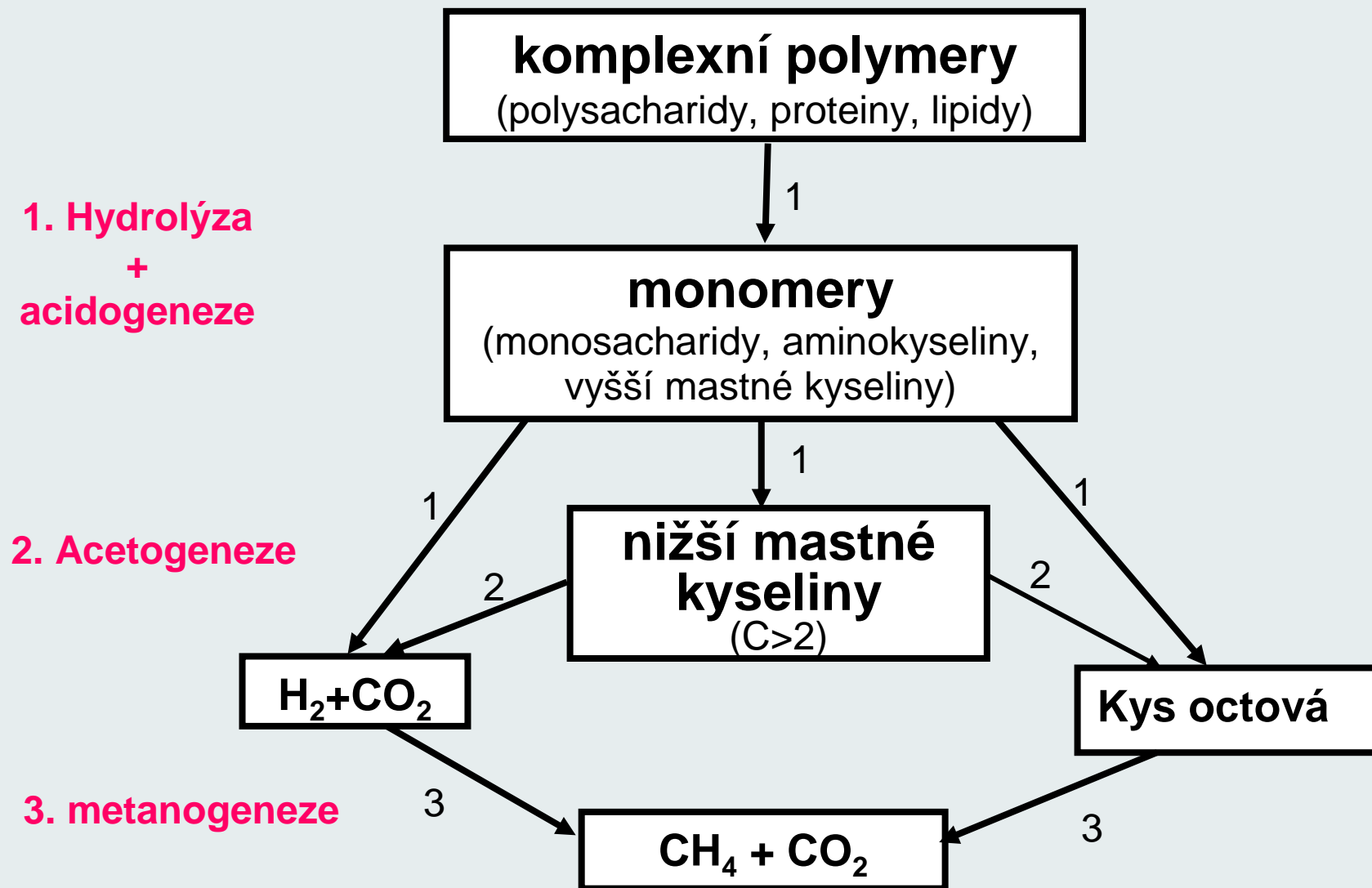
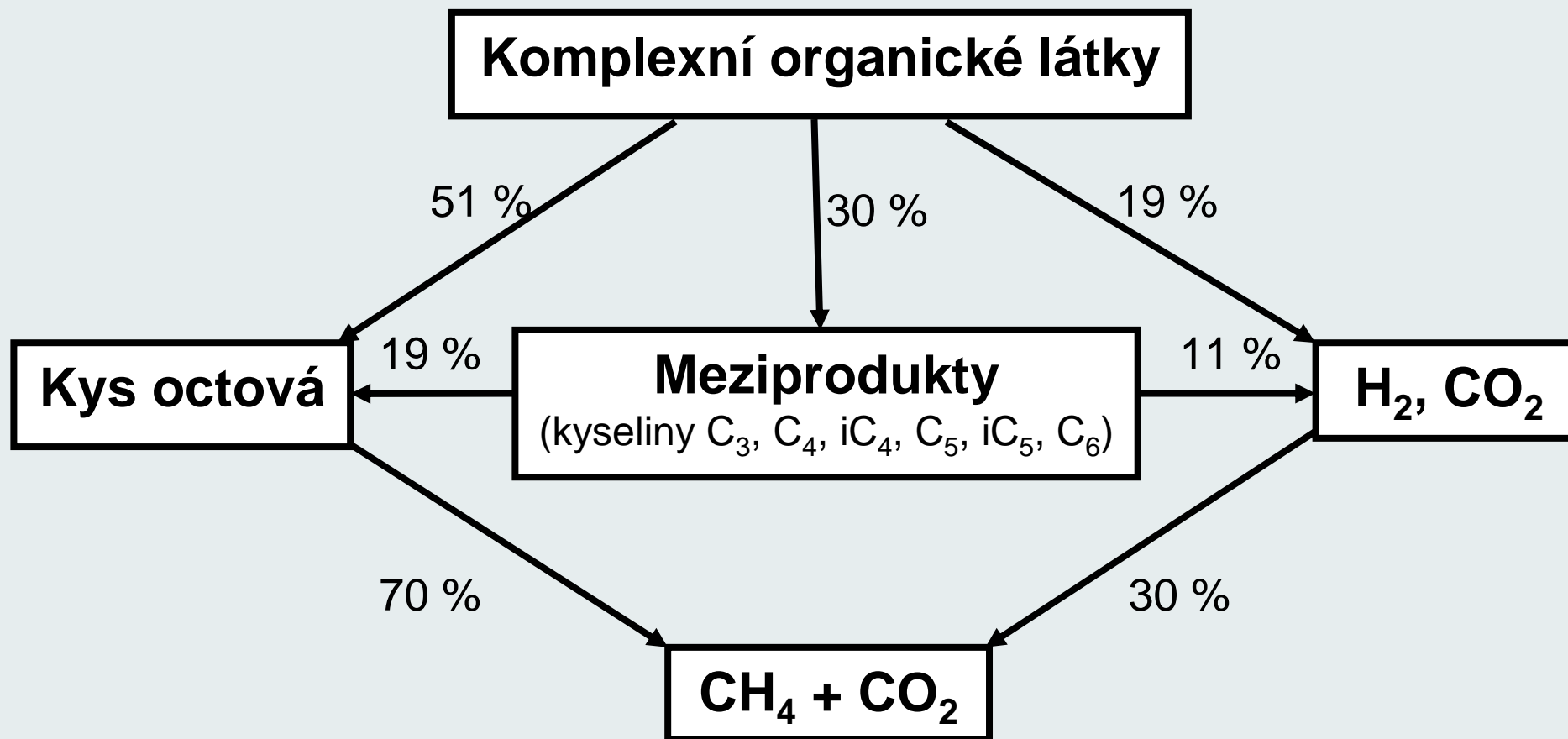


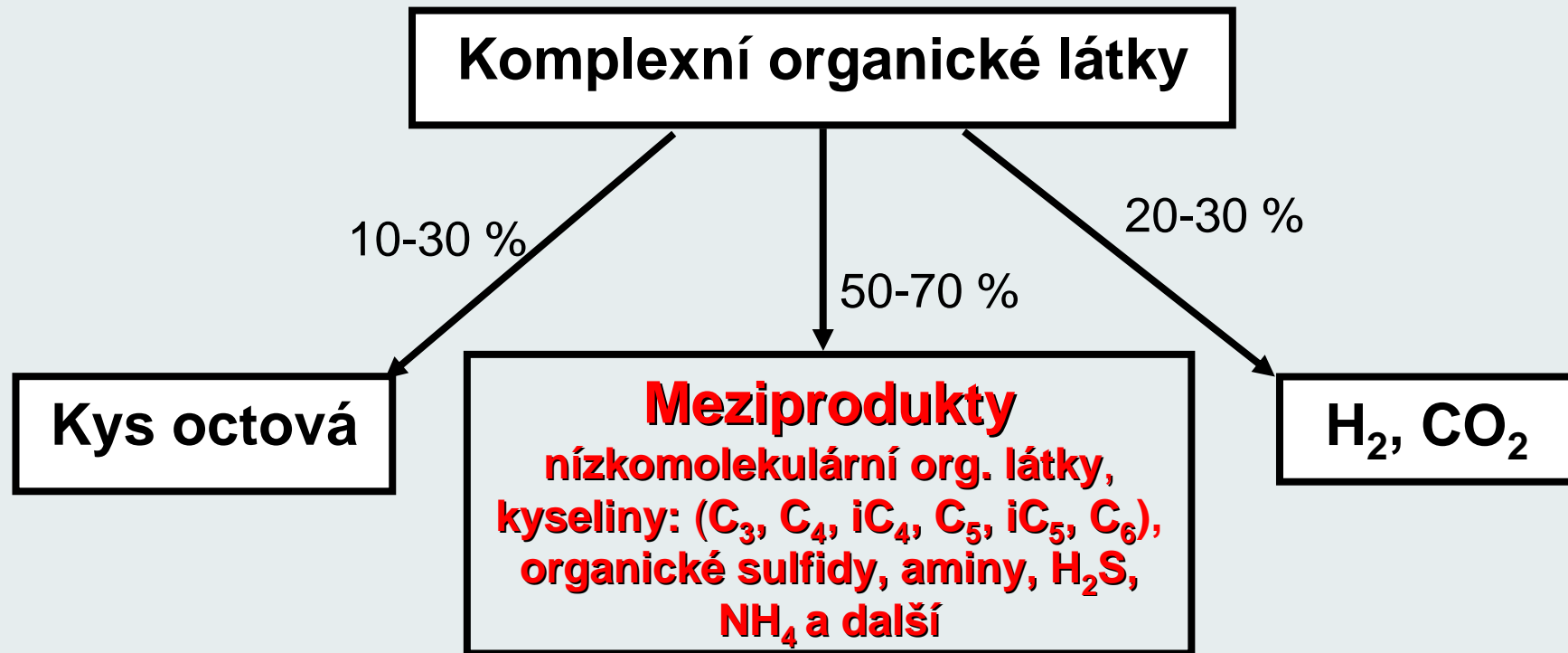
Schéma anaerobního rozkladu za tvorby bioplynu



Tok **uhlíku** za rovnovážného stavu procesu, kdy metanogeny jsou v plné aktivitě.



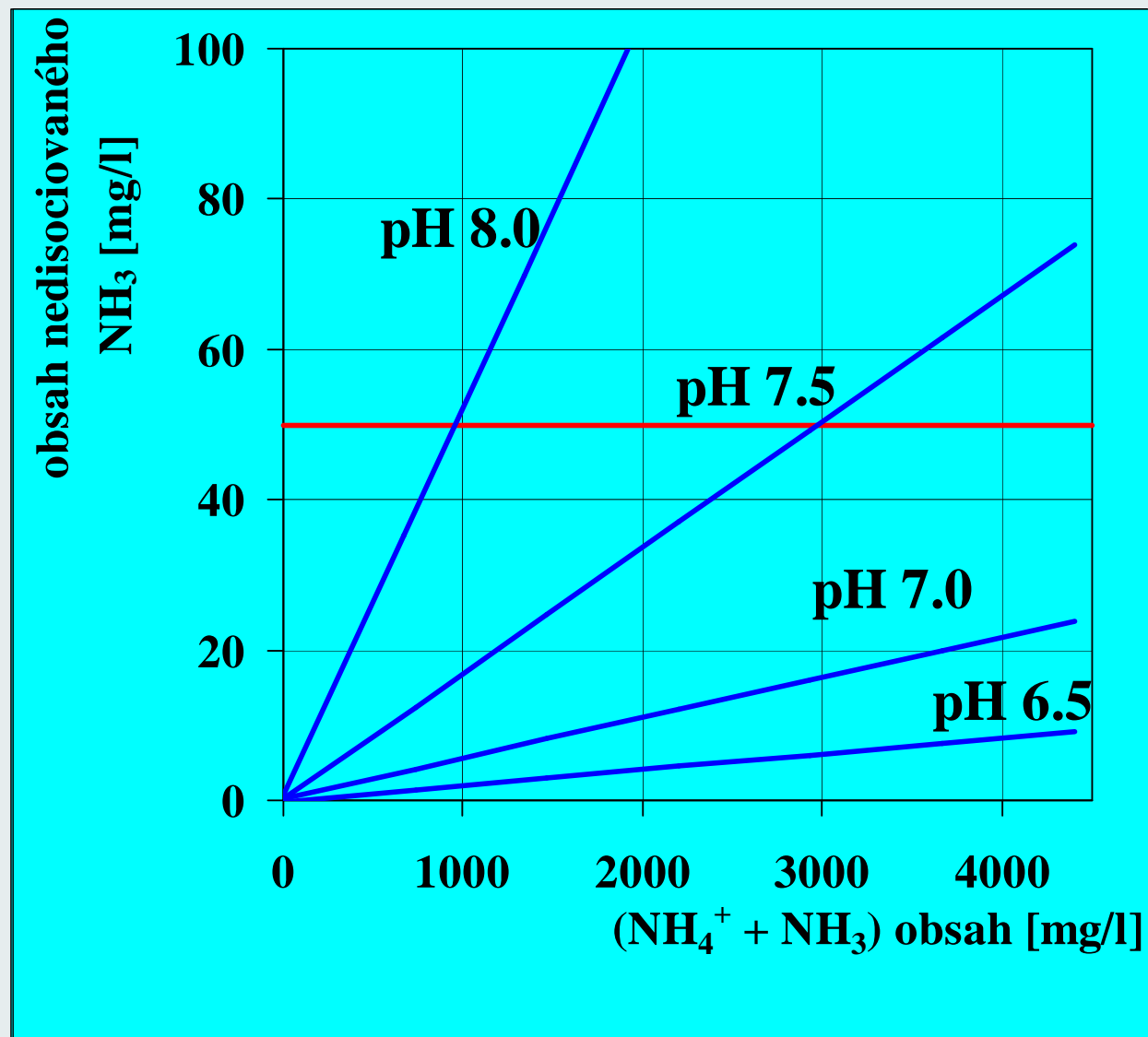
Tok **uhlíku** při inhibici nebo nepřítomnosti metanogénů



Nejdůležitější faktory ovlivňující anaerobní procesy

- ❑ Teplota
- ❑ pH
- ❑ Složení substrátu
- ❑ Toxické a inhibující látky
- ❑ Technologické podmínky (dávkování, míchání, doba zdržení)

Limit toxicity voľného amoniaku



Řízení a stabilita procesu

Na čem závisí stabilita procesu?

Stabilita procesu závisí na skupině faktorů, které musí být v dynamické rovnováze:

1. na chemickém složení, na chemické a fyzikální struktuře daného materiálu a jeho biologické rozložitelnosti,
2. na přítomnosti vhodného druhu mikrobiálních společenstev a enzymových systémů,
3. na technologických podmínkách procesu (teplota, pH, zatížení, doba zdržení, míchání, přítomnost toxických nebo inhibujících látek, uspořádání fermentace a dalších.)

Mikrobiální společenství

Směsná kultura mikroorganismů, její složení závisí na:

- Použitím inokulu a následném zpracování,
- Druhu substrátu (jeho chemické a fyzikální struktury),
- Podmínkách kultivace (teplota, doba zdržení, pH).

Indikátory stavu procesu

V plynné fázi:

- množství produkovaného bioplynu,
- složení bioplynu - CH_4 , CO_2 , H_2 , CO , H_2S .

Indikátory stavu procesu

V kapalně fázi:

- ☐ pH,
- ☐ CHSK,
- ☐ jednotlivé mastné kyseliny,
- ☐ amoniakální dusík,
- ☐ kyselinová a zásadová neutralizační kapacita,

Indikátory stavu procesu

V tuhé fázi:

- koncentrace susp. látek a jejich organická frakce,
- sledování aktivity biomasy,
- hnojivé vlastnosti,
- sedimentační a filtrační vlastnosti susp. látek.

Faktory způsobující nestabilitu procesu:

- změny teploty procesu,
- změny v zatížení organickými látkami,
- změny složení nebo vlastností zpracovávaného materiálu,
- hydraulické přetížení (zkrácení doby zdržení),
- expozice toxickými látkami (NH_3 , H_2S ,) .

Odezvy systému

- Zvýšení produkce mastných kyselin a změna jejich složení.
- Snížení produkce a změna složení bioplynu.
- Snížení pH.
- Kolaps systému.

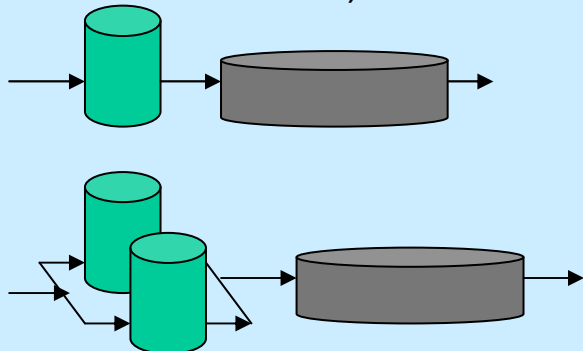
Reaktorová technika

Mokrý fermentace - (fermentace v suspenzi) - sušina méně než 15-20 % - reaktory podobné konvečním směšovacími reaktorům pro stabilizaci kalů,

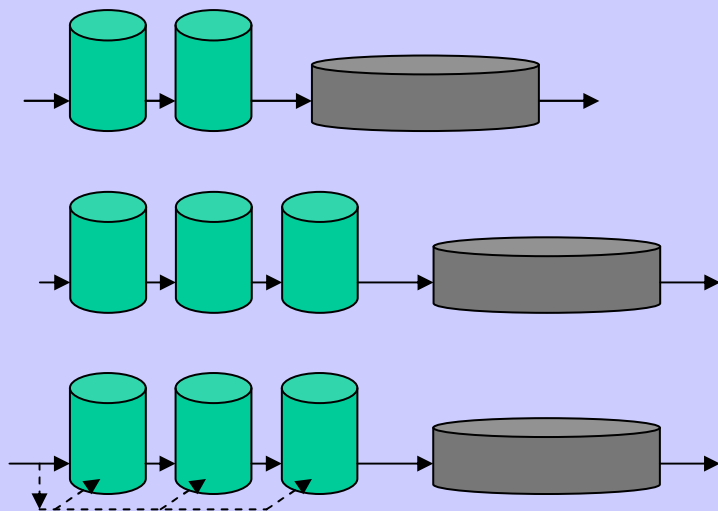
Suchá fermentace – sušina nad 20 % - speciální reaktory, svislé nebo horizontální, pracující na principu “pístového toku”. Část stabilizovaného materiálu se musí recyklovat jako inokulum pro čerstvou dávku.

Jednostupňový nebo více stupňový proces?

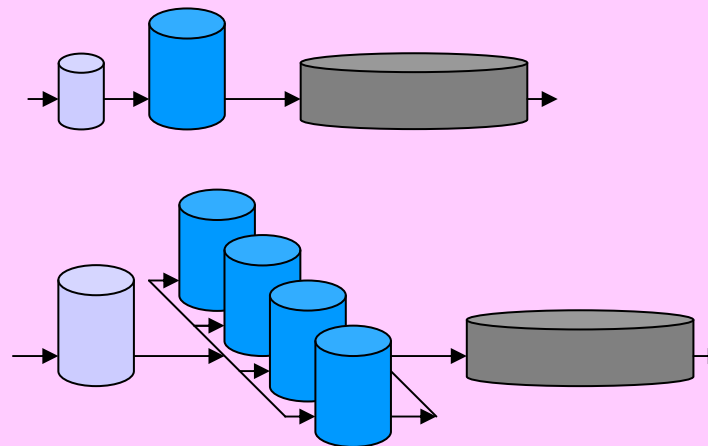
Jednostupňový proces
(směšovací reaktor)



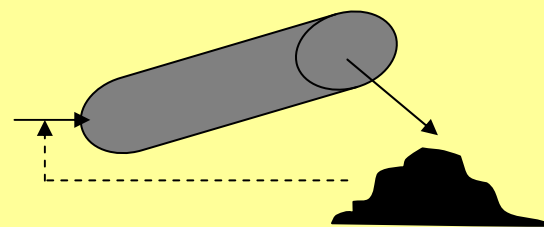
Jednostupňový proces ve více reaktorech
(přiblížení se k postupnému toku)



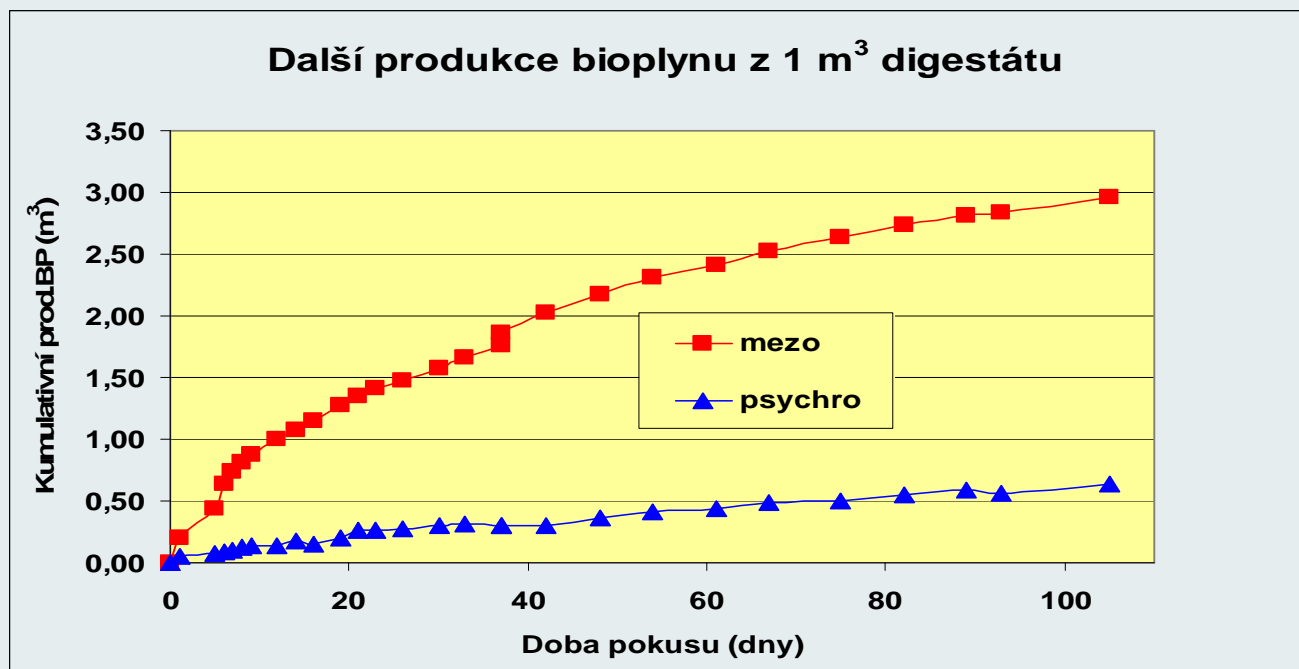
Dvou stupňový proces
(oodělení fází)



**V prvním reaktoru probíhá pouze
hydrolyza a acidogeneze**



„Suchá“ fermentace, nad 20 % suš.



Charakteristika digestátu před pokusem

pH	8,0	
Sušina vzorku	22,4	g/l
Organická sušina	13,2	g/l
Ztráta žiháním	58,8	%
doba zdržení	50 - 60	dní
prod. z 1 m ³ substrátu	70,0	m ³
obj.m.prod. BP	1,5	m ³ /m ³

N-amon	4295,7	mg/l
C2 - octová	330,1	mg/l
C3 - propionová	4,9	mg/l
iC4 - izo máselná	0,0	mg/l
C4 - máselná	0,0	mg/l
iC5 - izo valerová	0,0	mg/l
C5 - valerová	0,0	mg/l
C6 - kapronová	0,0	mg/l

Zpracování bioplynového reaktoru.

Zpracování je prakticky nejdůležitější fází provozu anaerobního reaktoru. Na něm závisí doba, za kterou je dosaženo ustáleného stavu provozu a v neposlední řadě i stabilita a účinnost provozu.

Zpracování zahrnuje tyto fáze:

- adaptaci biomasy na daný substrát a dané podmínky,
- nahromadění (akumulaci) takového množství aktivní biomasy, aby reaktor byl schopný zpracovávat požadované zatížení.

Vztah mezi konc. amoniaku a mastných kyselin

N- amon	C2 - octová	C3 - propion ová	iC4 - izo máselná	C4 - máselná	iC5 - izo valero vá	C5 - valero vá	C6 - kaprono vá
3240	347	18	1	0	0	0	0
4462	782	13	1	0	4	0	0
4996	3537	692	54	10	66	10	1
9922	3810	10280	1060	104	3390	182	26
9329	3280	9740	760	54	3000	104	12
10039	15350	8880	753	420	2750	350	110
9175	9140	5380	350	110	1295	94	17
10122	26100	11720	1170	1890	3770	530	500
8174	6290	6200	160	90	1160	60	10

Kontrola procesu

