

### pH/alkalinitet – två faktorer som hänger ihop

Alkalinitet = buffertförmåga  
Beror på karbonatjoner och även ammoniumjoner

$$\text{NH}_4^+ \quad \text{HCO}_3^- \quad \text{CO}_3^{2-}$$

TA = total alkalinitet  
BA = bikarbonat alkalinitet

Förändras tidigare än pH ändras och följer ofta halt av VFA och ammoniumkväve

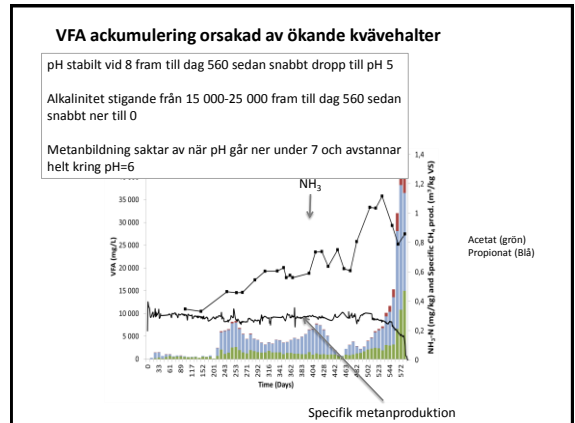
BA för stabila processer ca 3000-15000 mg HCO<sub>3</sub>/L

pH bäst mellan 7-8.

Låg alkalinitet innebär låg tolerans mot syrabildning och risk för pH sänkning

VFA/TA kvoten kan användas för att få en *indikation* på processtabilitet  
<0.3 stabil process  
0.3-0.5 viss instabilitet  
>0.5 tydlig instabilitet

Sveriges Lantbruks Universitet



Slutsats  
pH="trubbigt" verktyg

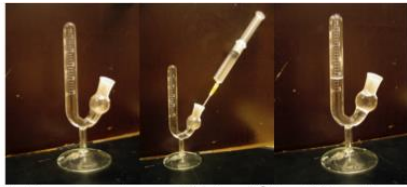
### Viktiga parametrar för drift och övervakning

Hur vet vi att processen är effektiv/stabil?

<b>Drift</b>	<b>Övervakning</b>	<b>Stabilitet</b>
Uppehållstid (HRT)	Fettsyror (VFA)	Stabilitet
Temperatur	Alkalinitet (Buffertförmåga)	
Belastning (OLR)	Hämmande ämnen (ammoniak)	
Substratets karaktär	pH	
	Alkalinitet	
	Gassammansättning	Effektivitet
	Specifik metanproduktion	
	Utröttningsgrad	

Sveriges Lantbruks Universitet

**Analys av koldioxid ett enkelt och känsligare alternativ till pH - analys**

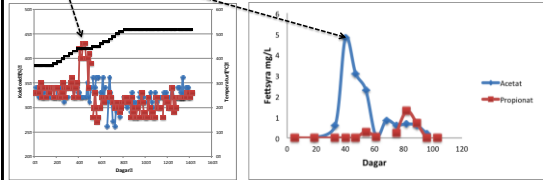


2. Gasprov analyseras för innehåll av CO<sub>2</sub> med Einhorn's saccharometer (jäsningsrör)

OBS – självfallet är ger ett mer komplett analyspaket mer information

**Analys av koldioxid ett enkelt och känsligare alternativ till pH - analys**

Tillfällig koldioxid ökning i samband med en ökning av temperatur – skedde samtidigt som en ökning av VFA



OBS – självfallet är ger ett mer komplett analyspaket mer information

Finns det något samband mellan en ökning av ammoniumkvävehalten i rörestret och en bra gasproduktion? Vilket samband i så fall? Om man har bra produktion men liten ökning av kvävehalten - vad kan det bero på?



**Sambandet mellan kvävehalt och gasproduktion**

1. Kväve finns i proteiner
2. Proteiner är energirika och ger mycket gas med hög metanhalt
3. Organismerna behöver kväve för att växa (optimal C/N ca 10-20)
4. Nedbrytning av proteiner leder till bildning av ammonium/ammoniak
5. Ammoniak hämmar metanbildningen

**SLUTSATS**

Ökande ammoniumhalter kan leda till högre gasproduktion pga att C/N blir bättre med också pga av att material som genererar ammonium typisk är energirika.

Bra produktion utan hög kvävehalt kan ske från t.ex hög andel snabbomsatta icke kväverika material av material, t ex glycerol, stärkelse, sockerbetor

**Gasutbyten från olika råvaror**

Substrat	Metan (L/g VS)	Metan (L/kg)
Gödsel	100-300	14-18
Spannmål	300-400	300
Halm	100-320	100-300
Gräs	200-400	95
Sockerbetor	300-800	30-90
Matavfall	400-600	60-130
Slakteriavfall	~700	50-190

	Metan (L/kg)	CH <sub>4</sub> :CO <sub>2</sub> (%)
Kolhydrat	380	50:50
Fetter	1000	70:30
Protein	530	60:40

OBS  
Sammansättningen på biogasen varierar mellan olika substrat.

Samma total gasmängd kan vara motsvara olika mängd metan

Energiinnehållet på vikt kan variera stort

Sveriges Lantbruks Universitet



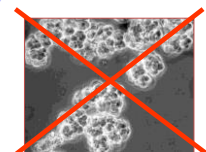
**Rötning av proteinrikt material**

**Energirikt** med låg C/N kvot

Gödsel (svin, höns)  
Slakteriavfall  
Drank/Draw



Bättre växtnäringssinnehåll i rörestret



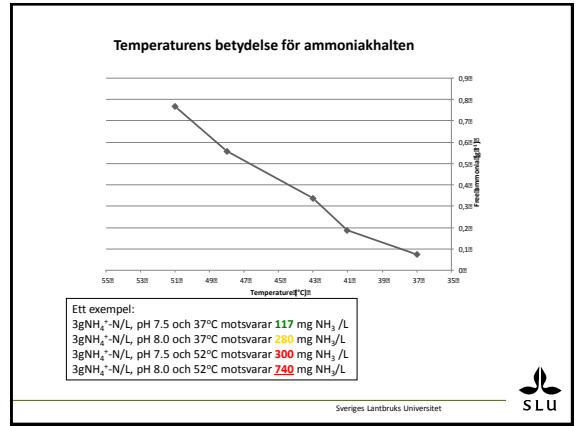
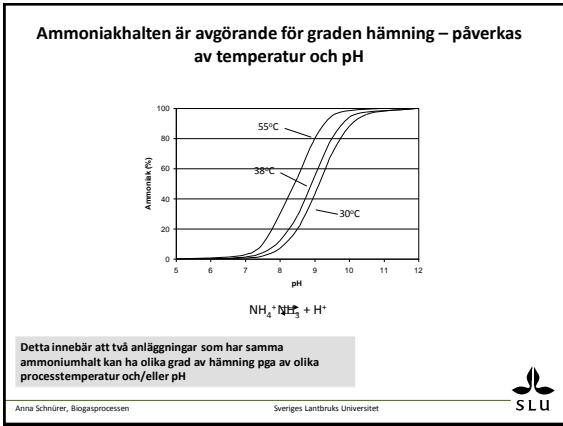
Hämning av metanogener (> 2-3 g NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/L) (eller ca 150-300 mg/L NH<sub>3</sub>)

**OBS Mikroorganismersamhället kan anpassa sig till högre ammoniumhalter**

Anna Schriener, Biogasprocessen

Sveriges Lantbruks Universitet





Är svaveloxiderande bakterier känsliga för ljus?

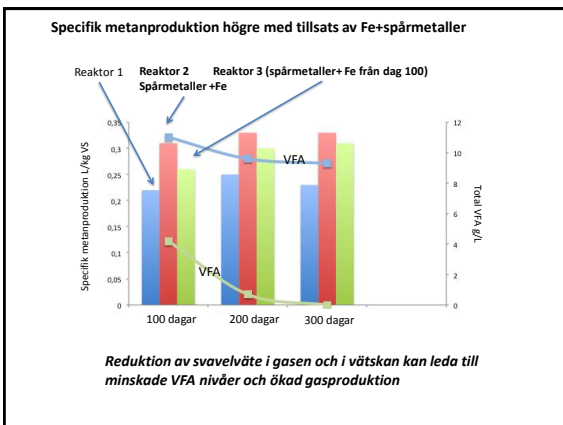
Svar: Nej, de bryr sig inte om ljus. Däremot kan andra mikroorganismer växa med hjälp av ljusenergi (cyanobakterier/algler)

### $\text{H}_2\text{S}$ påverkar inte bara gaskvaliteten, dvs det räcker inte alltid att ta bort $\text{H}_2\text{S}$ med hjälp av svaveloxiderare

- $\text{H}_2\text{S}$ 
  - verkar direkt hämmande på mikroorganismer (40-500 mg/L)
  - reagerar med spårmetaller (Co, Ni, Se etc) så att dessa blir otillgängliga för mikroorganismerna → försämrad aktivitet

MeS = metallsulfid

Swedish University of Agricultural Sciences



Är metanbildarna känsliga för omrörning?

Svar: Ja om den är så kraftig så den bryter mikrobiella aggregat. Omrörning är dock också viktig då den bidrar till ökad kontakt mellan mikroorganismerna och materialet som ska brytas ner. Dålig omrörning kan leda till försämrad effektivitet!

### Biogasprocessen – en komplicerad näringskedja med mikroorganismer!

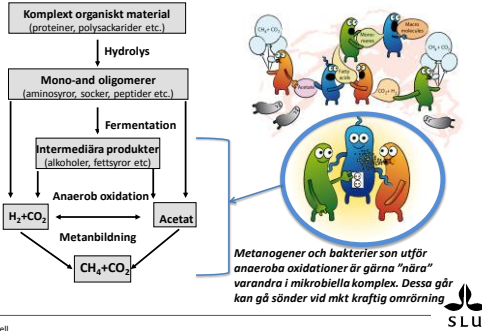


Bild: Cajsa Lithell



Surgörning av rötresten direkt när lämnar röttkammaren /efterröttkammaren skulle medföra en minskad risk för metanläckage vid lagring? Avdödas metanogenerna då eller kan de uppstå igen i gödsellagret?

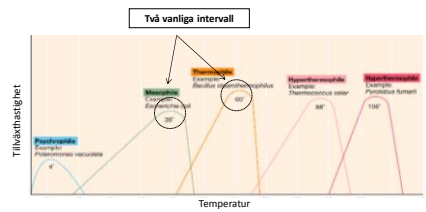


Svar: Så länge pH är under 6 i **hela materialet** finns lite risk för aktivitet av metanogener. Om pH stiger efter en pH-sänkning kan de med stor sannolikhet bilda metan igen

Mesofil eller termofil temperatur vid rötning av gödsel? 52 eller 55°C, var bör man ligga om man rötar främst gödsel? Påverkas utröttningsgraden vid en förändring av temperatur? Något man bör tänka på annars?



### Hur väljer vi rötningstemperatur?



#### Termofil temperatur

- Hög metanproduktionshastighet
- Kortare uppehållstid
- Högre belastning möjlig
- "Bra" avdöning av patogener
- Mindre stabil process
- Lägre viskositet

#### Mesofil temperatur

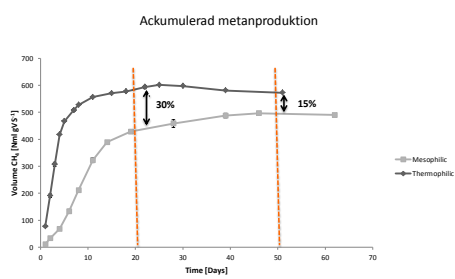
- Bra stabilitet
- Lägre energikonsumtion
- Fler olika typer av organismer
- Bättre nedbrytningsgrad av vissa ämnen

Anna Schnürer, Biogasprocessen

Sveriges Lantbruks Universitet



### Skillnaden i gasproduktion vid olika temperatur kan vara beroende av uppehållstid



Anna Schnürer, Biogasprocessen

Sveriges Lantbruks Universitet



### Mesofil/termofil rötning av kogödsel

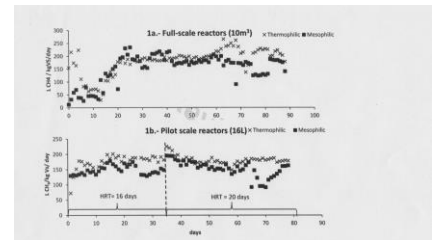


Figure 1. Methane yield (L CH<sub>4</sub> / kg VS/day) obtained in the full-scale experiment (1a) and in the pilot scale experiment (1b). In the pilot scale experiment, two hydraulic retention times (HRT) were used and the corresponding periods are marked in the figure 1b.

Anna Schnürer, Biogasprocessen

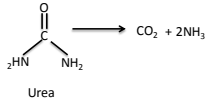
Sveriges Lantbruks Universitet



## Beräkningsexempel

En restprodukt från fiskoljeindustrin som finns att köpa är UFF eller Urea-rest. Det innehåller 33% N i form av Urea, men också 22 % fiskfett.

Är det möjligt att använda det som substrat i en gårdsanläggning som mest rötar flytgödsel? Vad det skulle det kunna ge i ökad gasproduktion? Hur mycket kan man tillsätta, innan kvävenivåer blir för höga? Finns det risk att man får en kväveavgång från biogödseln?



*Många organismer kan bryta ner urea och resultatet blir två ammoniak och en koldioxid. Detta innebär ökad ammoniakhalt men beroende på tillsats kan denna också påverka både pH (ökande) och alkalinitet (ökande)*

Antag  
1000 m<sup>3</sup> reaktor  
Belastning 2 g VS/Ldag  
HRT 30 dagar

1. Hur stor volym tillförs reaktorn varje dag, dvs 33m<sup>3</sup>/dag (ca 33 000kg)
2. Antag 5% Urea rest, dvs 1650kg
3. 33% N, dvs 544 kg
4. 544/33000= 0,016kg/L
5. Fett 22%, dvs 1650\*0,22= 363 kg, dvs 363m<sup>3</sup> metan
6. Hur stor andel av VS blir fett? Total 2000 kg VS/dag.  
5% urea rest motsvarar 363 kg dvs en ökning till 2,3kgVS/L dag