

Metan från kornas fodersmältning

Rebecca Danielsson

Disposition

- Kornas metanproduktion – hur stor påverkan har den?
- Hur bildas metan i kon
- Vad sker inom forskningen
- Vad kan göras på gårdsnivå

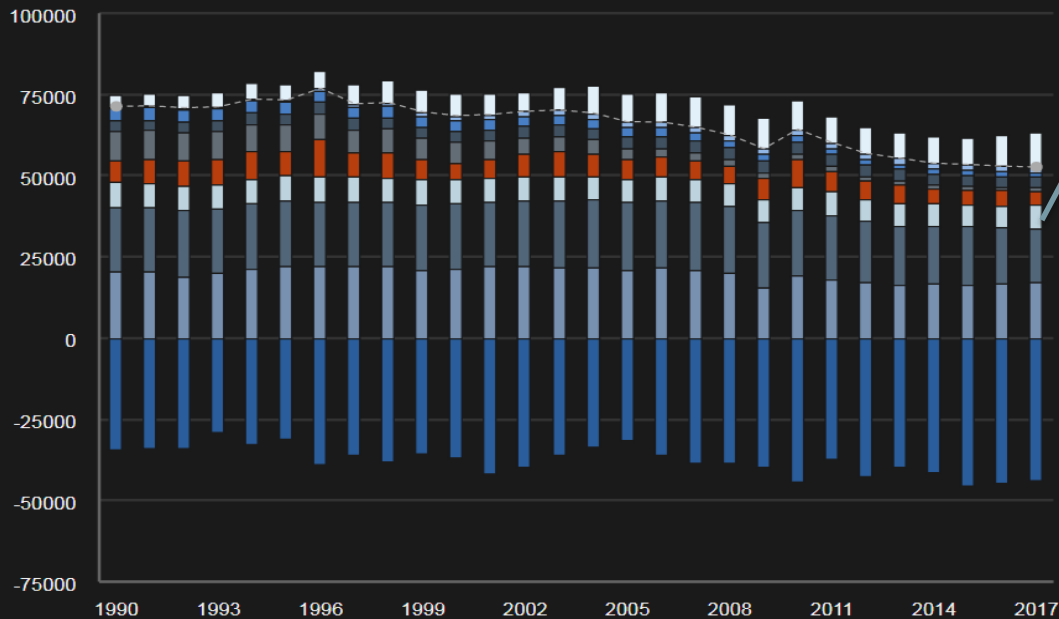
Växthusgasutsläpp i Sverige

7187 CO₂
ekv.

Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser

DIAGRAM TABELL LADDA NER

Tusen ton koldioxidekvivalenter



Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser 1990–2017

Minskningen är mindre än 1 procent för tredje året i rad

Tillhör Sveriges officiella statistik.

Dölj alla

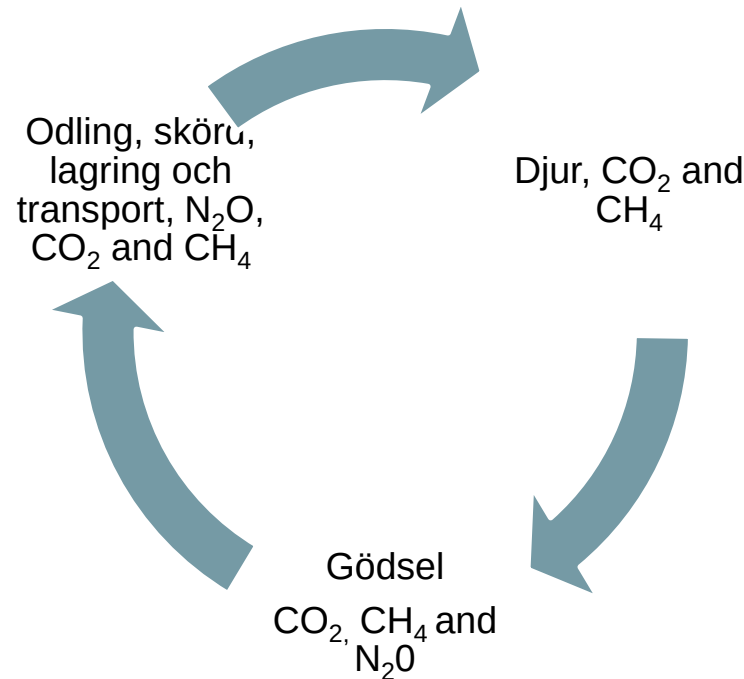
- Utrikes transporter
- Produktanvändning (inkl. lösningsmedel)
- Avfall
- Arbetsmaskiner
- Egen uppvärmning av bostäder och lokaler
- El och fjärrvärme
- Jordbruk
- Inrikes transporter
- Industri
- Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk
- Totalt (exklusive LULUCF och bunker)

Metan (CH_4)

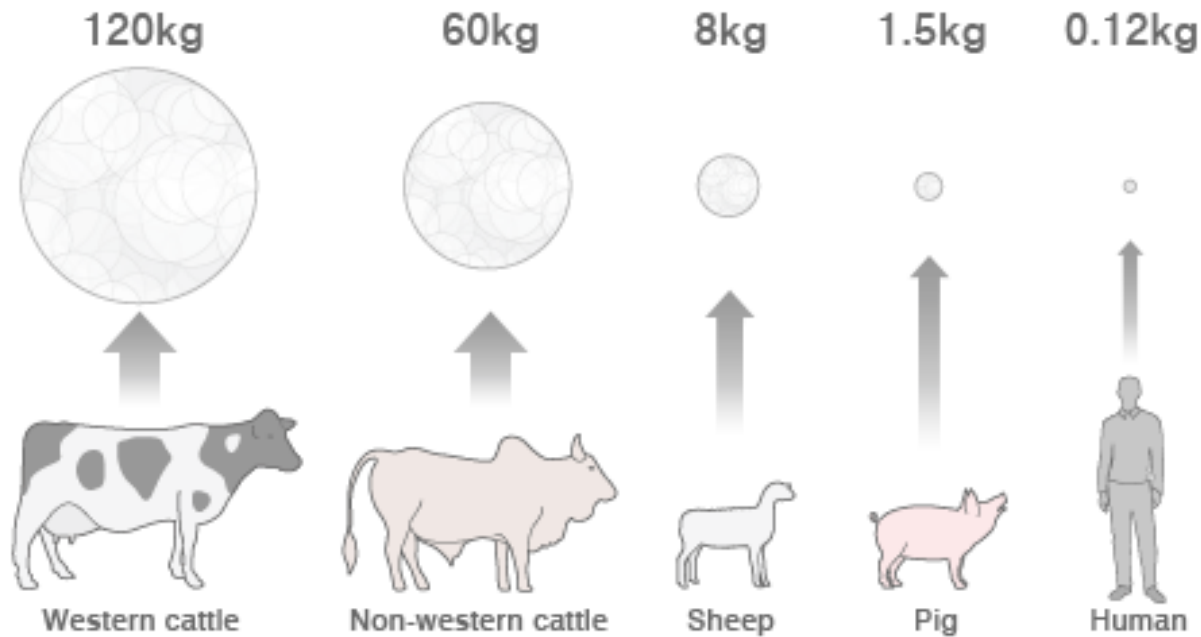
- Bildas i syrefria miljöer, så som våtmarker (kärr), havsbottnar, risfält, lagring av avfall, djurs fodersmältningssystem.
- Växthusgas, 28 ggr större uppvärmningspotential jämfört med koldioxid (CO_2) vid beräkning av koldioxidekvivalenter för 100 år.

Dock har global warming potential (GWP) blivit mer ifrågasatt senare år.

Växthusgaser bildas i olika delar av produktionskedjan



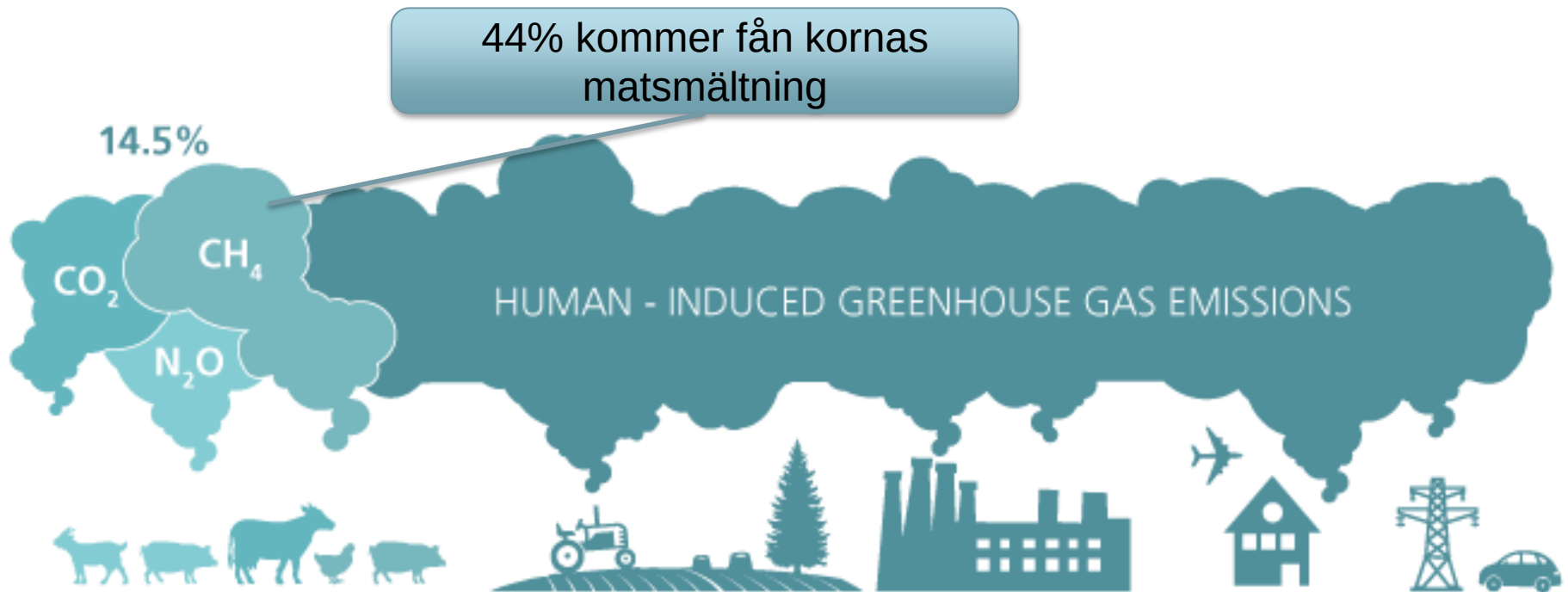
Metanproduktion sker i de flesta djur



SOURCE: Nasa's Goddard Institute for Space Science

Metanproduktion per art och år

Är kornas metanproduktionen ett problem?



(FAO 2016)

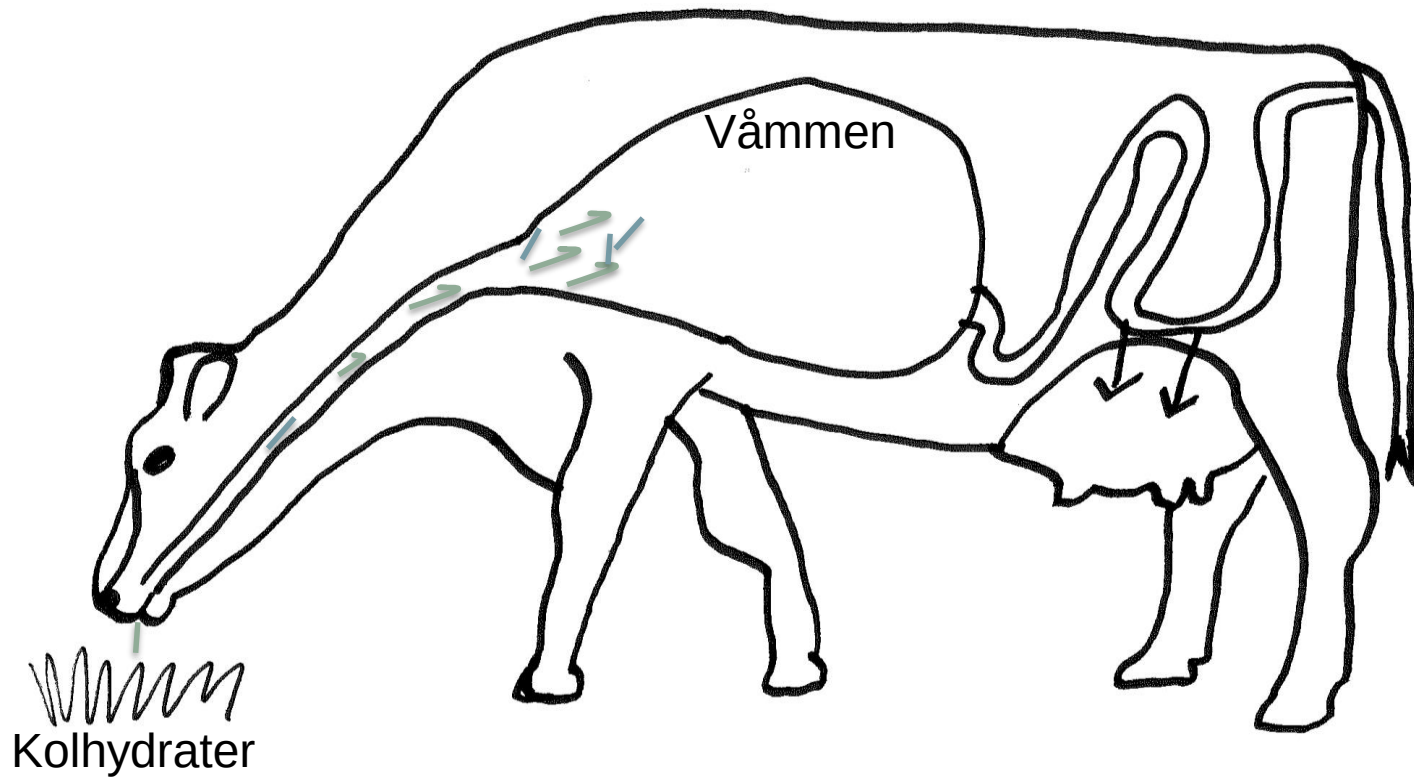
Metanproduktion hos Svenska kor

Beräknat enligt NorFors modell

$\text{CH}_4(\text{MJ/ko/dag}) = 1.39 \cdot \text{torrsubstansintag} - 0.091 \cdot \text{fettsyror}$
(g/kg TS i hela fodret)

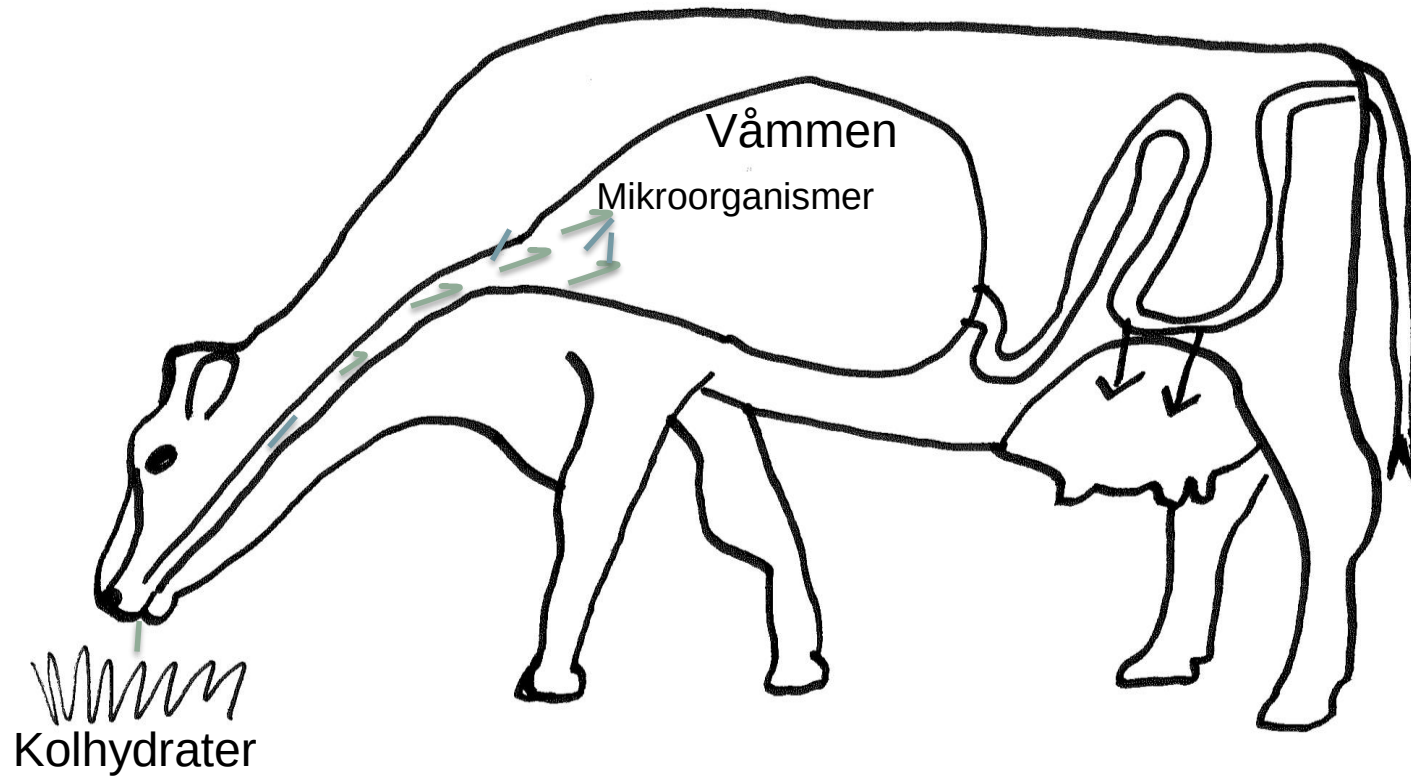
- Mjölkkor - 141 kg per ko och år
TS-intag = 17.4 kg, Fettsyror 29.1 g/kg TS
- Dikor - 92 kg per ko och år
TS-intag = 10.9 kg, fettsyror 12 g/kg TS

Kons metanproduktion



Växtmaterial

Kons metanproduktion

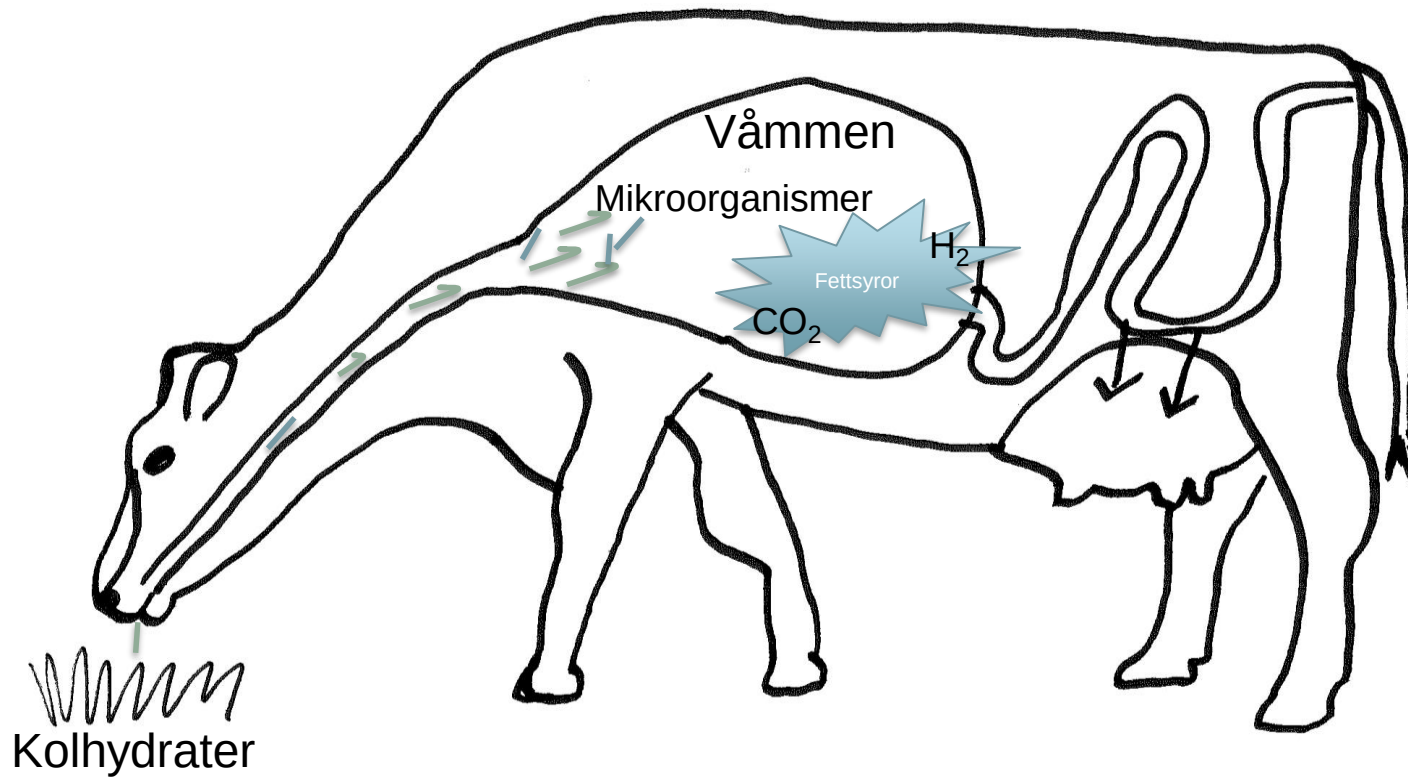


Växtmaterial

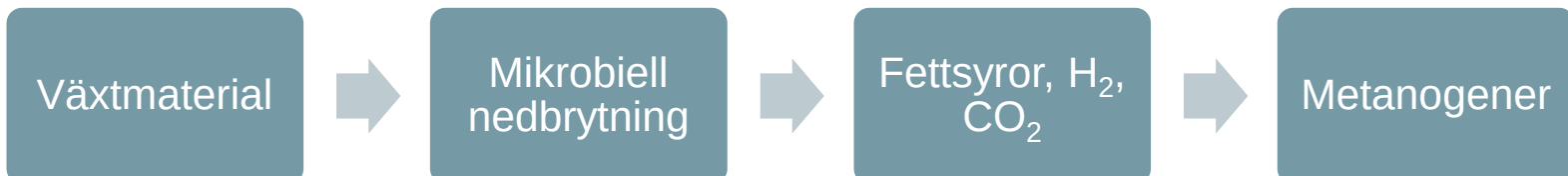
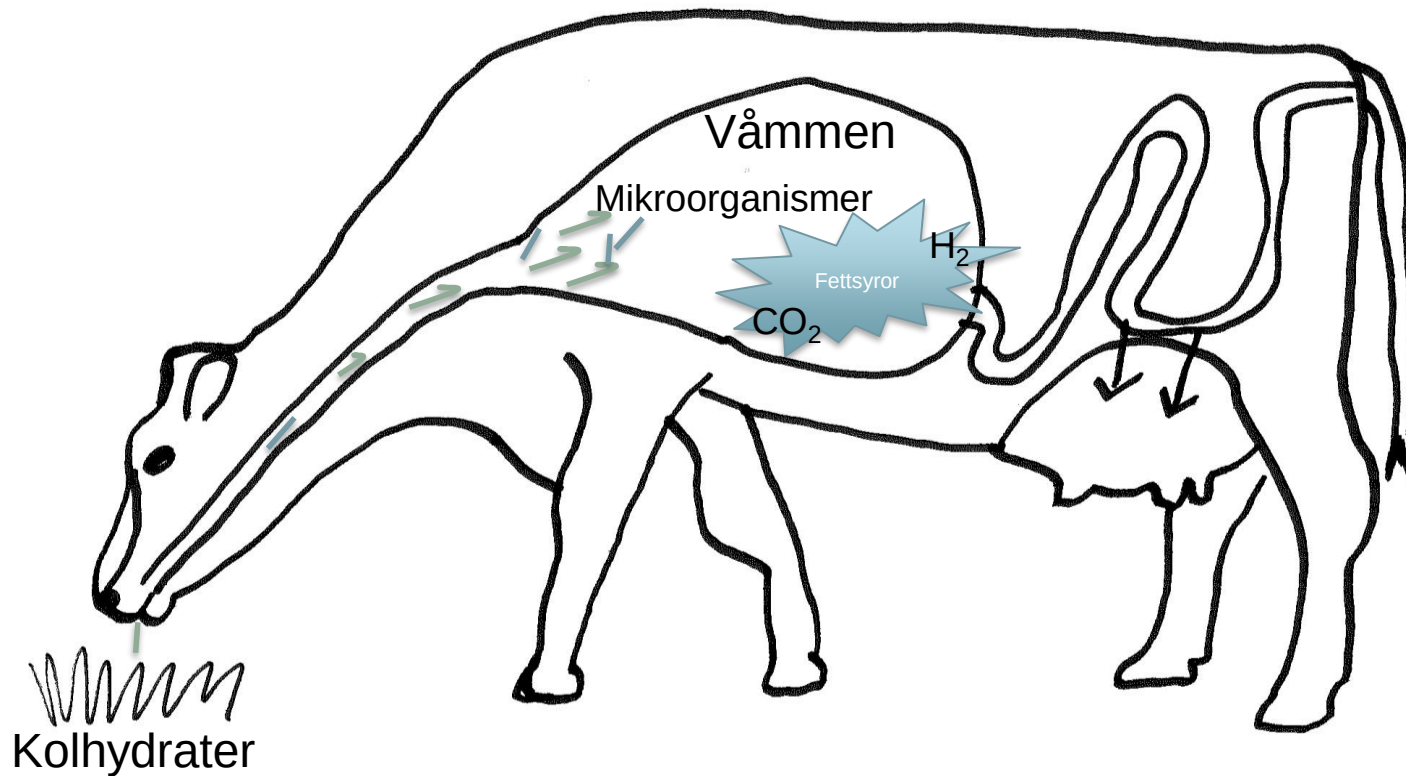


Mikrobiell
nedbrytning

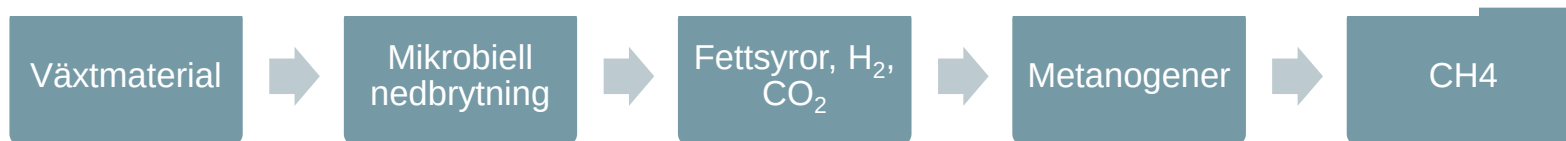
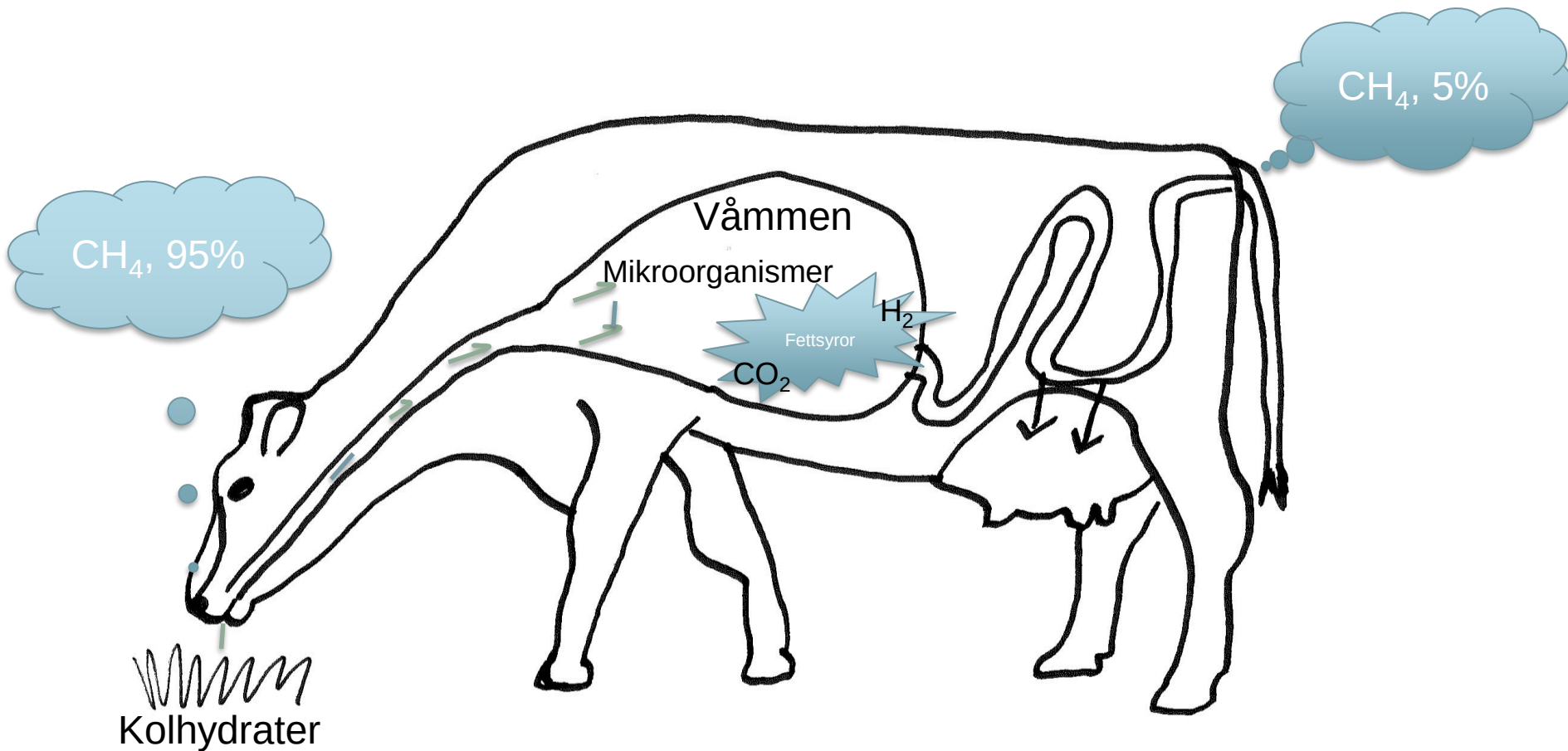
Kons metanproduktion



Kons metanproduktion



Kons metanproduktion

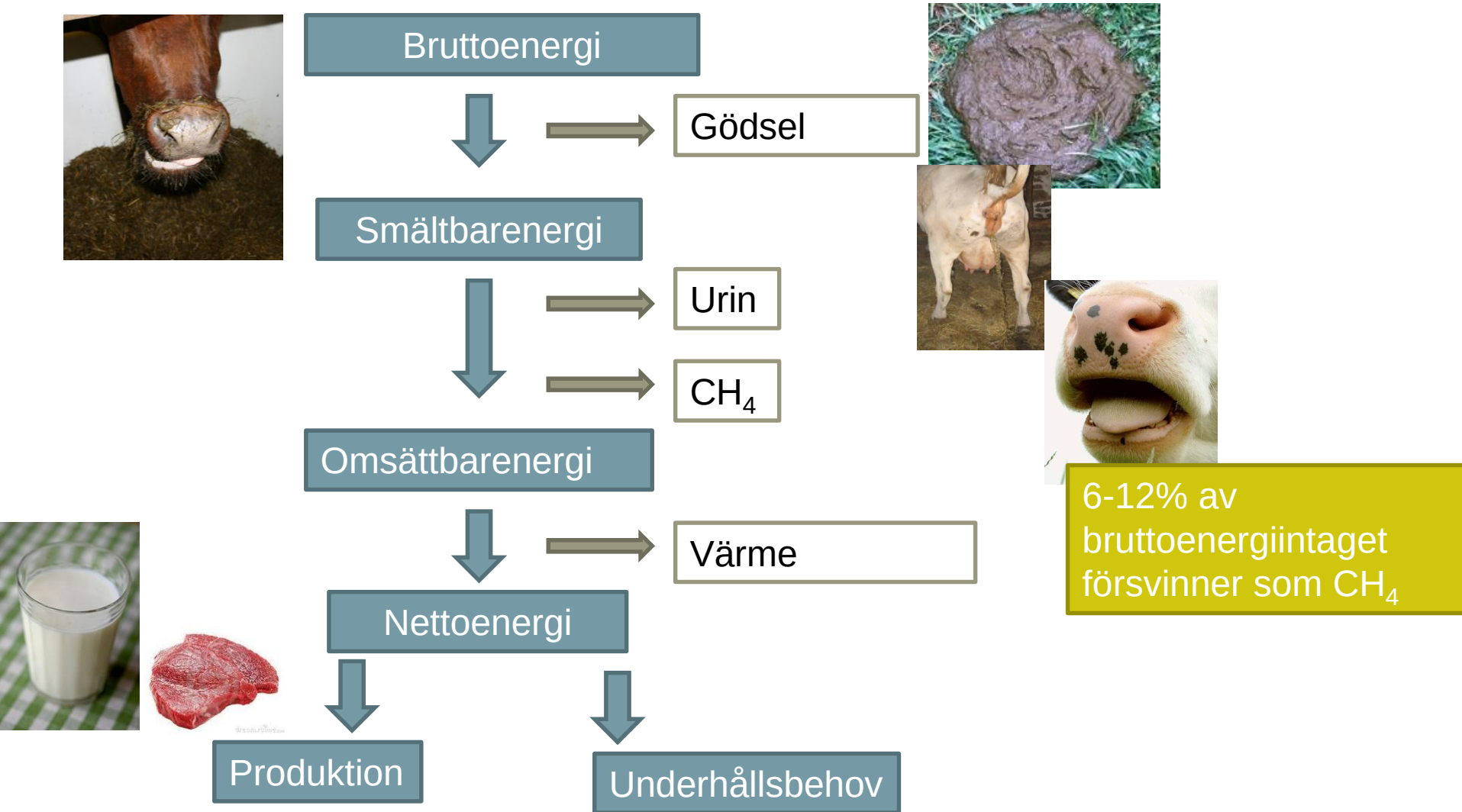


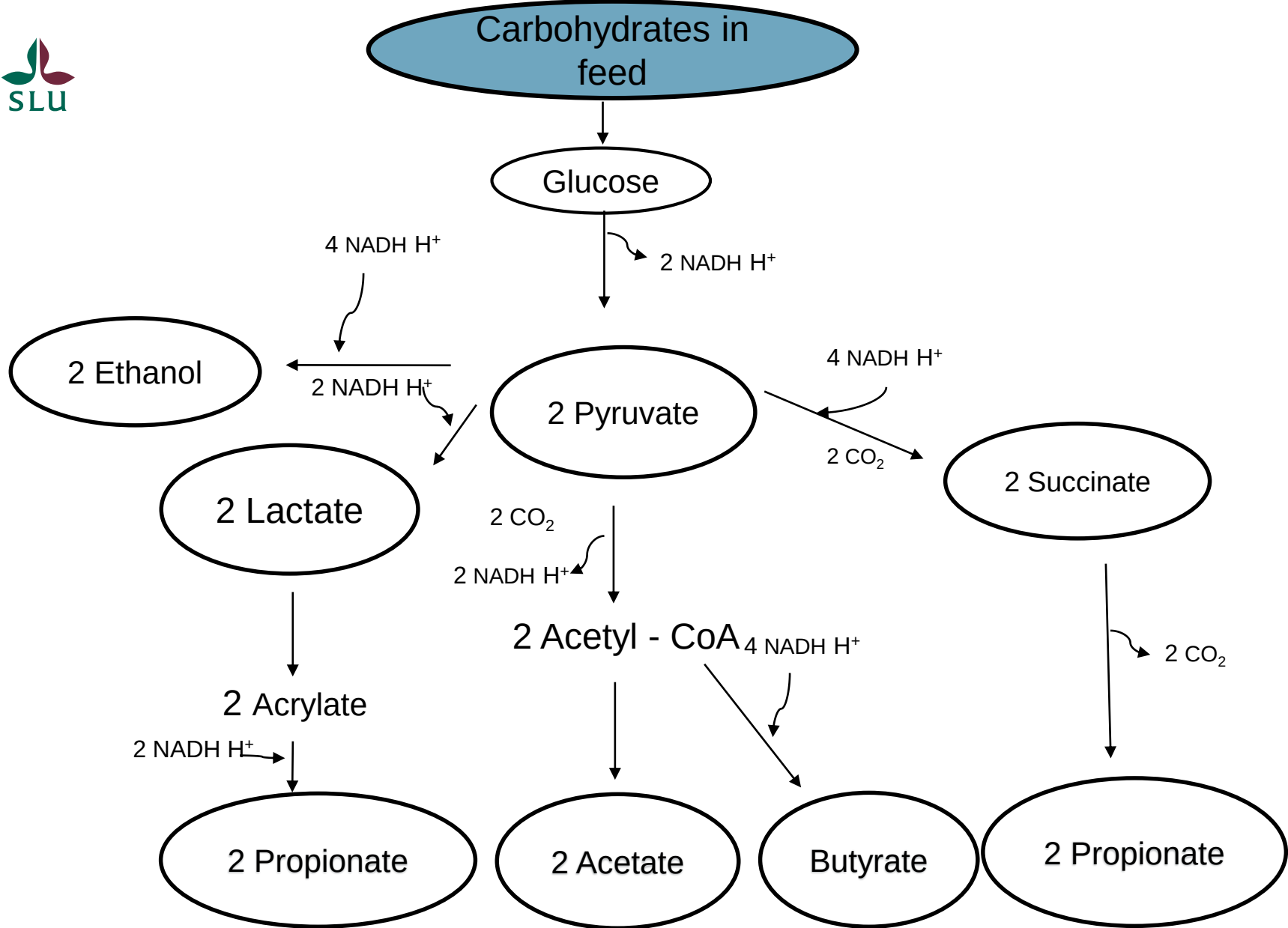
Metan är en energiförlust för kon

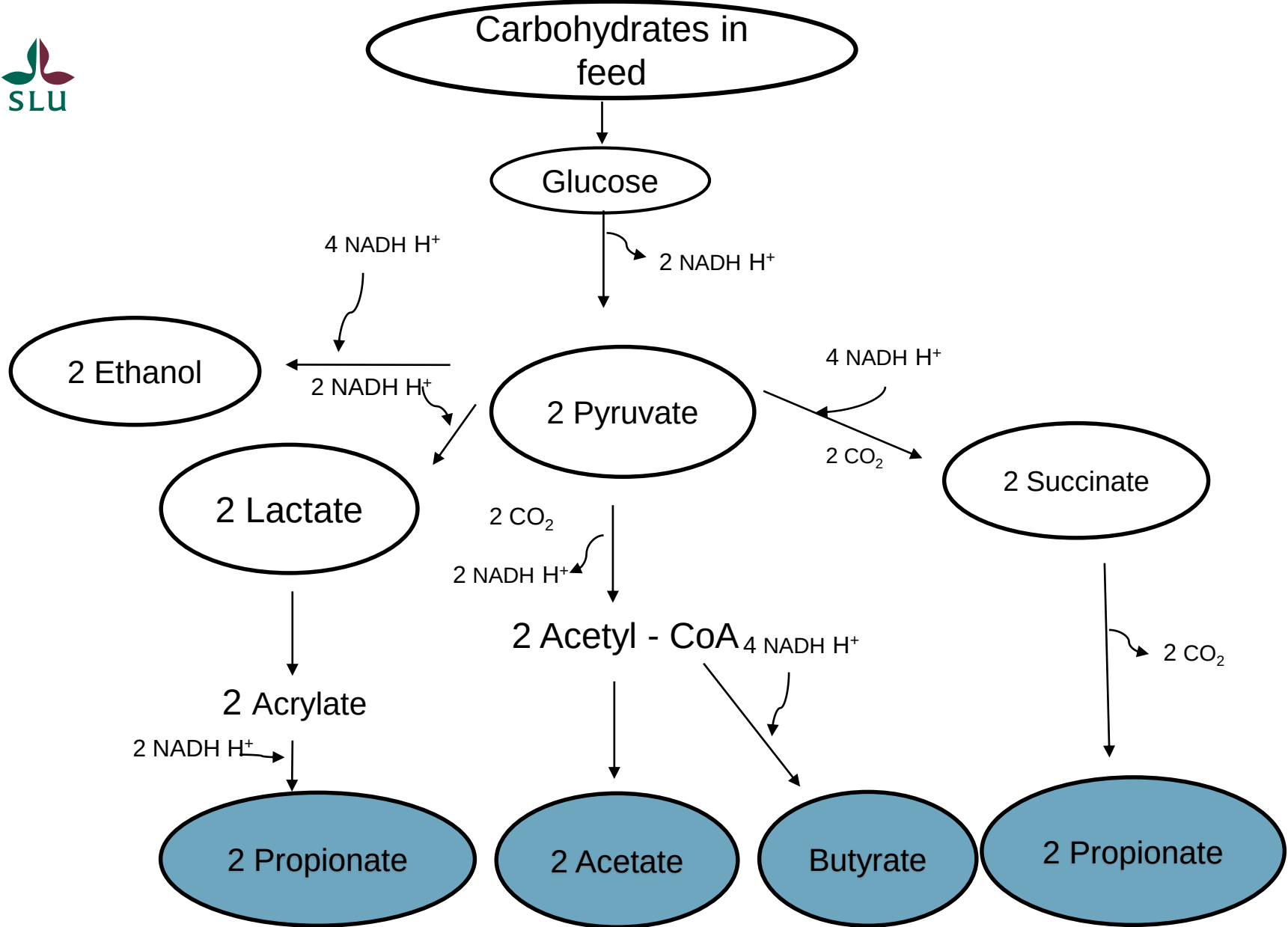
- Energiförlust av bruttoenergi (2-12%)
 - Forskning har pågått i över 100 år (Kellner (1900))
- Metanproduktion hos svenska mjölkkor 2015 (9441 Kg ECM/år), 141 Kg per ko och år, → energiförlust 6.5 % av bruttoenergi

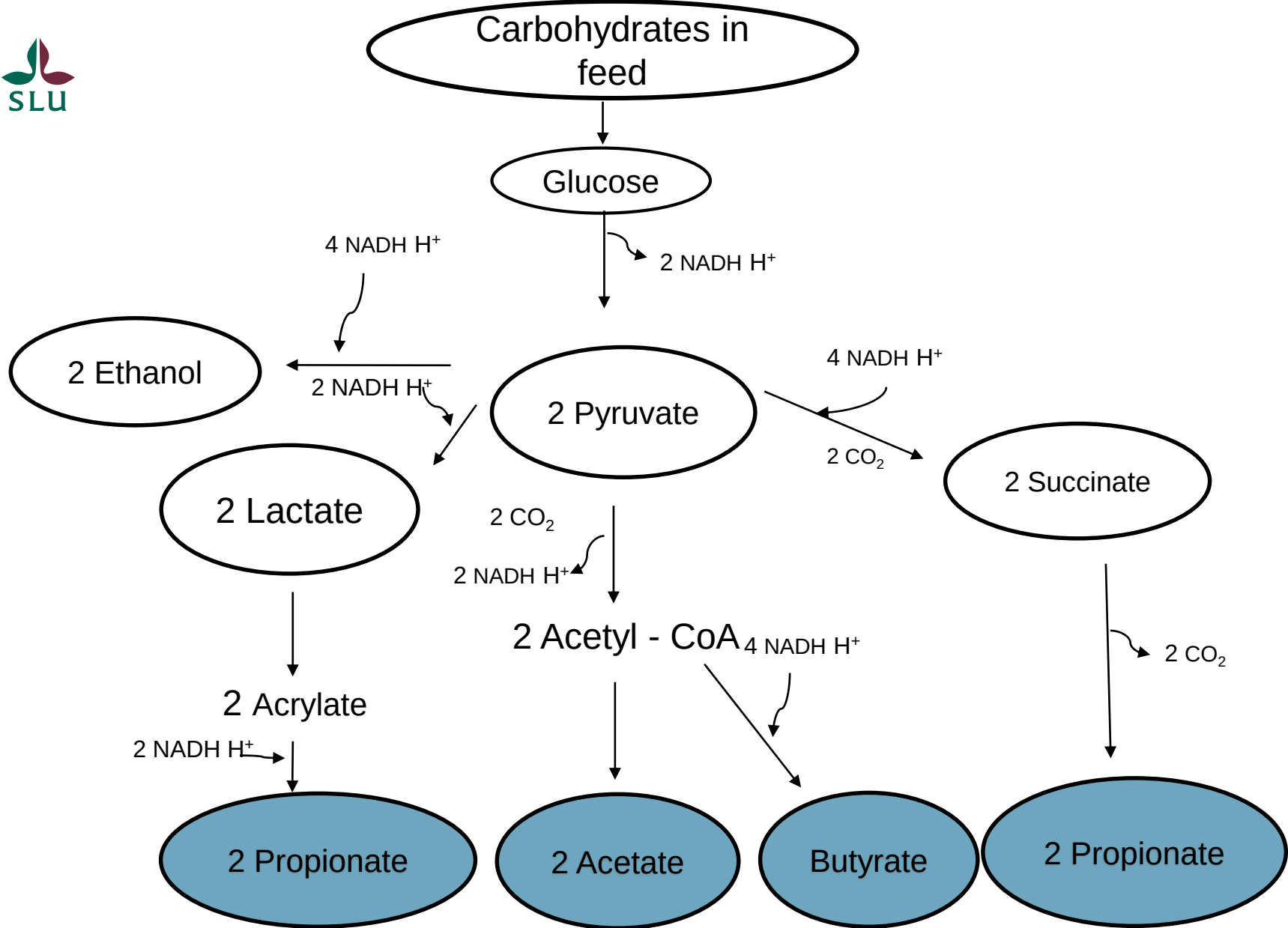


Energiförluster

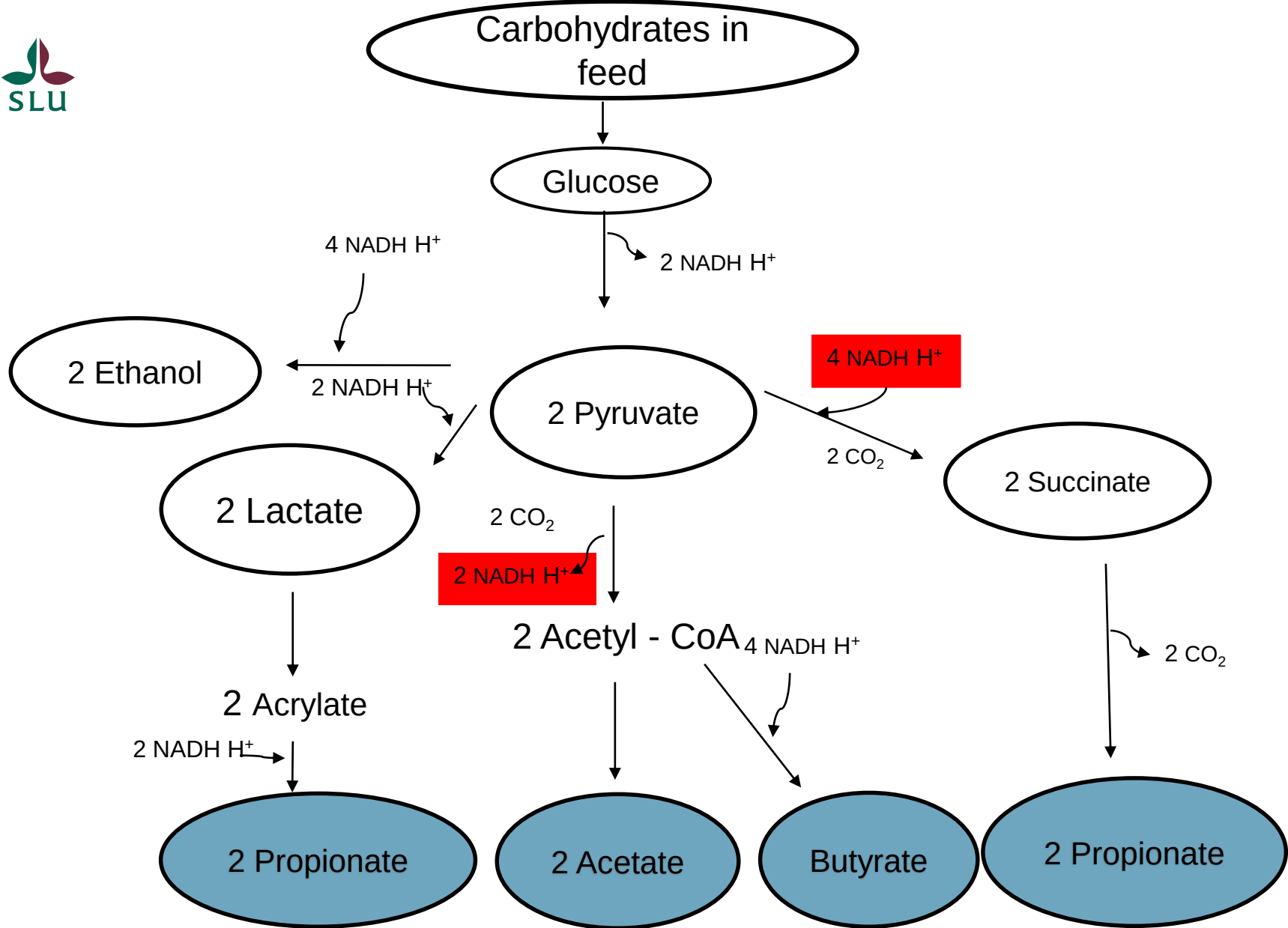








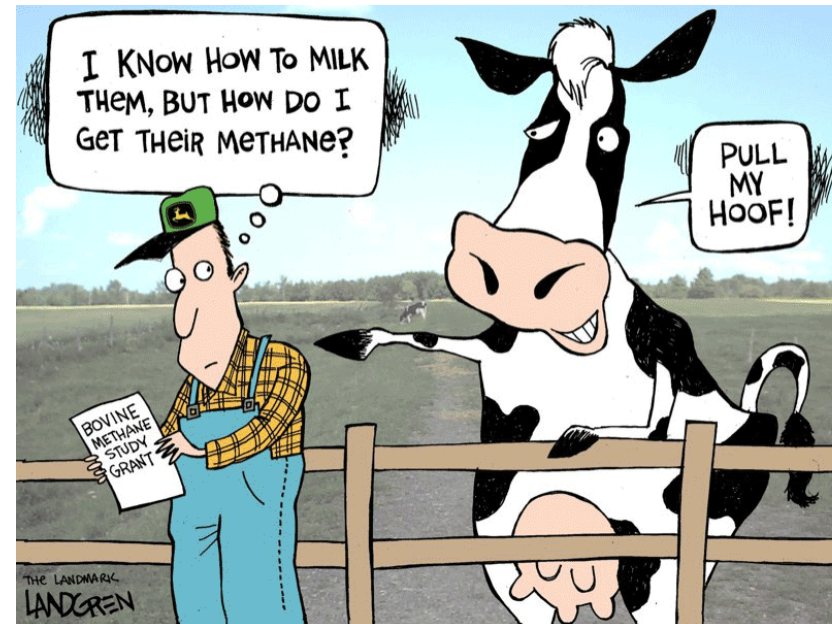
Methanogenesis: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$



Methanogenesis: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$

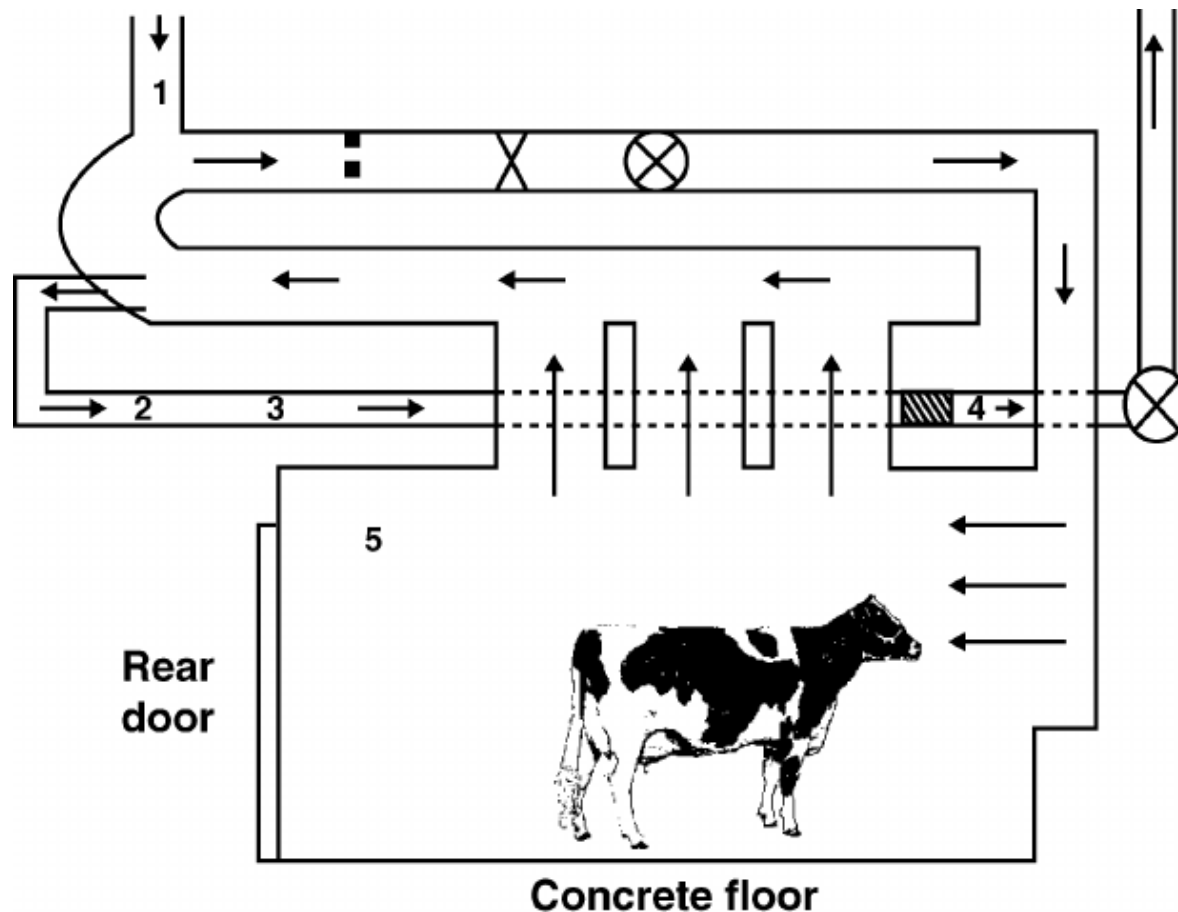
Hur kan man mäta metan?

- >100 år, olika metoder har tagits fram med syfte att mäta metan
- Alla modeller har sina för- och nackdelar
- Använder data för att förbättra faktorer som är med i teoretiska beräkningar

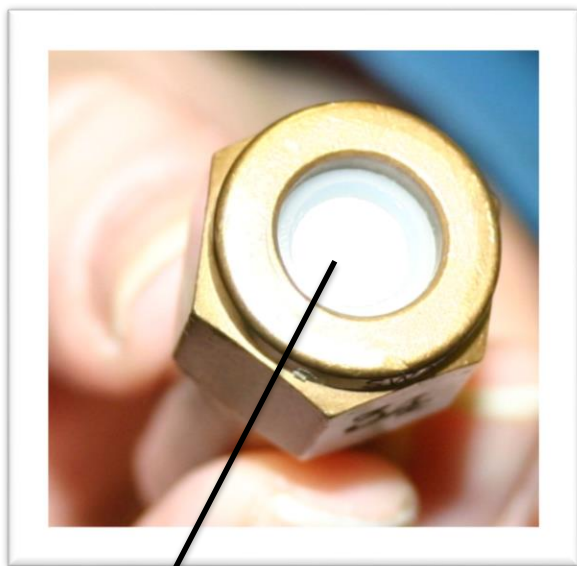


I kammare

Direkt från djur(*in vivo*) - Kammare, referensmetod



.. med spårgasteknik, svavel hexafluorid (SF_6)



Filter som släpper ut
en känd mängd av
spårgas/ dag



Behållare med vakuum som
kopplas med en liten slang på
grimman där utandningsluft
sugs in

.. med spårgasteknik, svavel hexafluorid (SF_6)

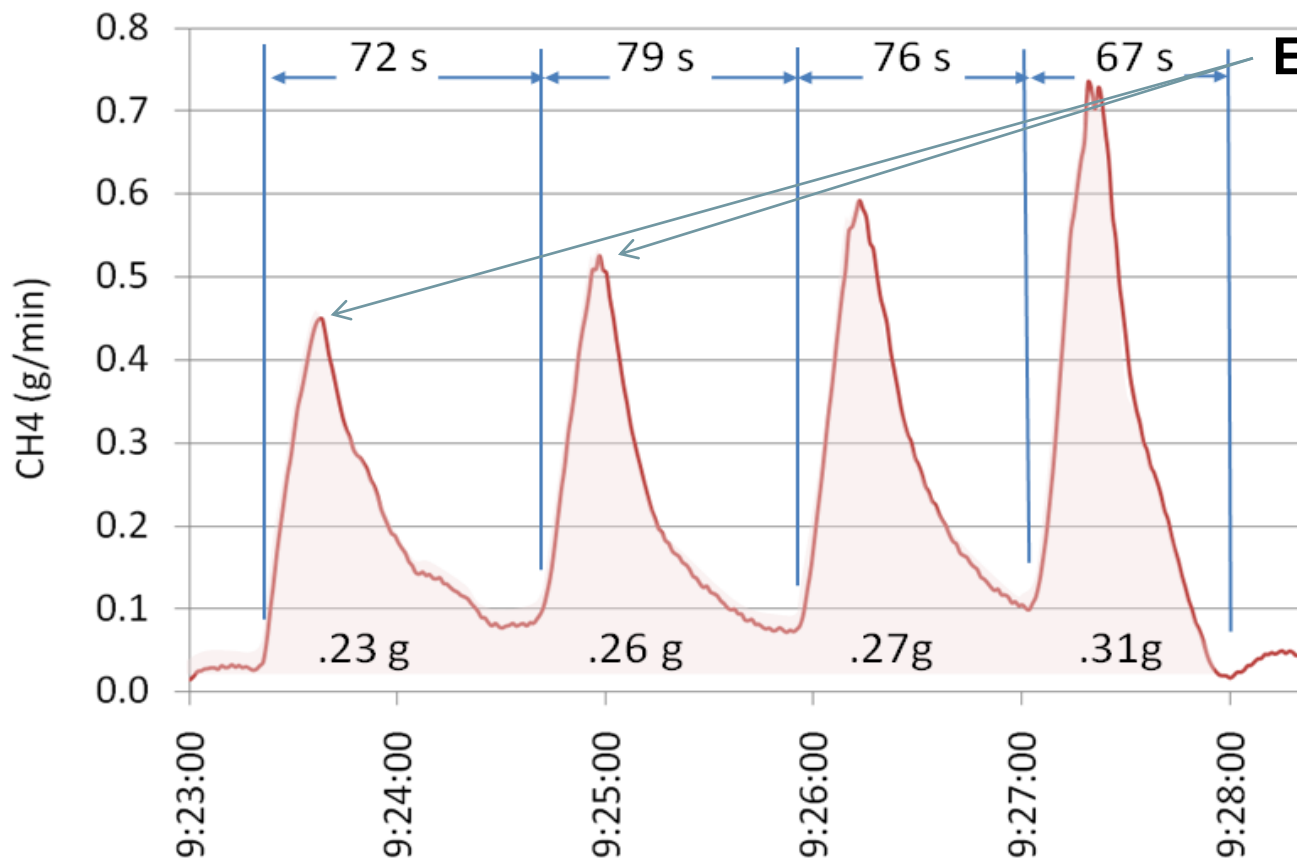


$$Q_{CH4} = Q_{SF6} \times \frac{([CH4] - [CH4b])}{([SF6] - [SF6b])}$$

.. med korta, upprepade mätningar med infraröd teknik

IR-teknik ökar variationen i mätningarna, men ökar möjligheten att mäta på många djur





Each peak= a burp

Average Mass Per Eructation = 0.27 grams

Average Time Per Eructation = 73.5 Seconds

Time in Hour = 3,600 Seconds

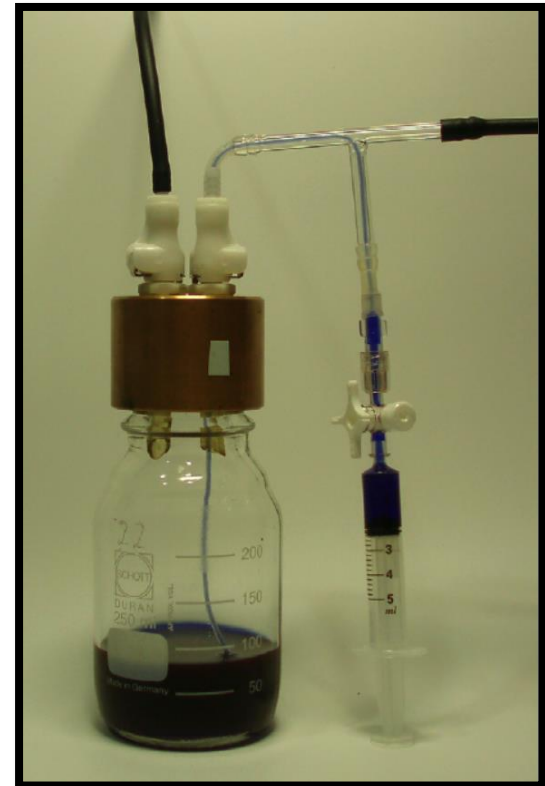
Eructations per Hour = 49

Methane Emissions Per Hour = 13.2 gram

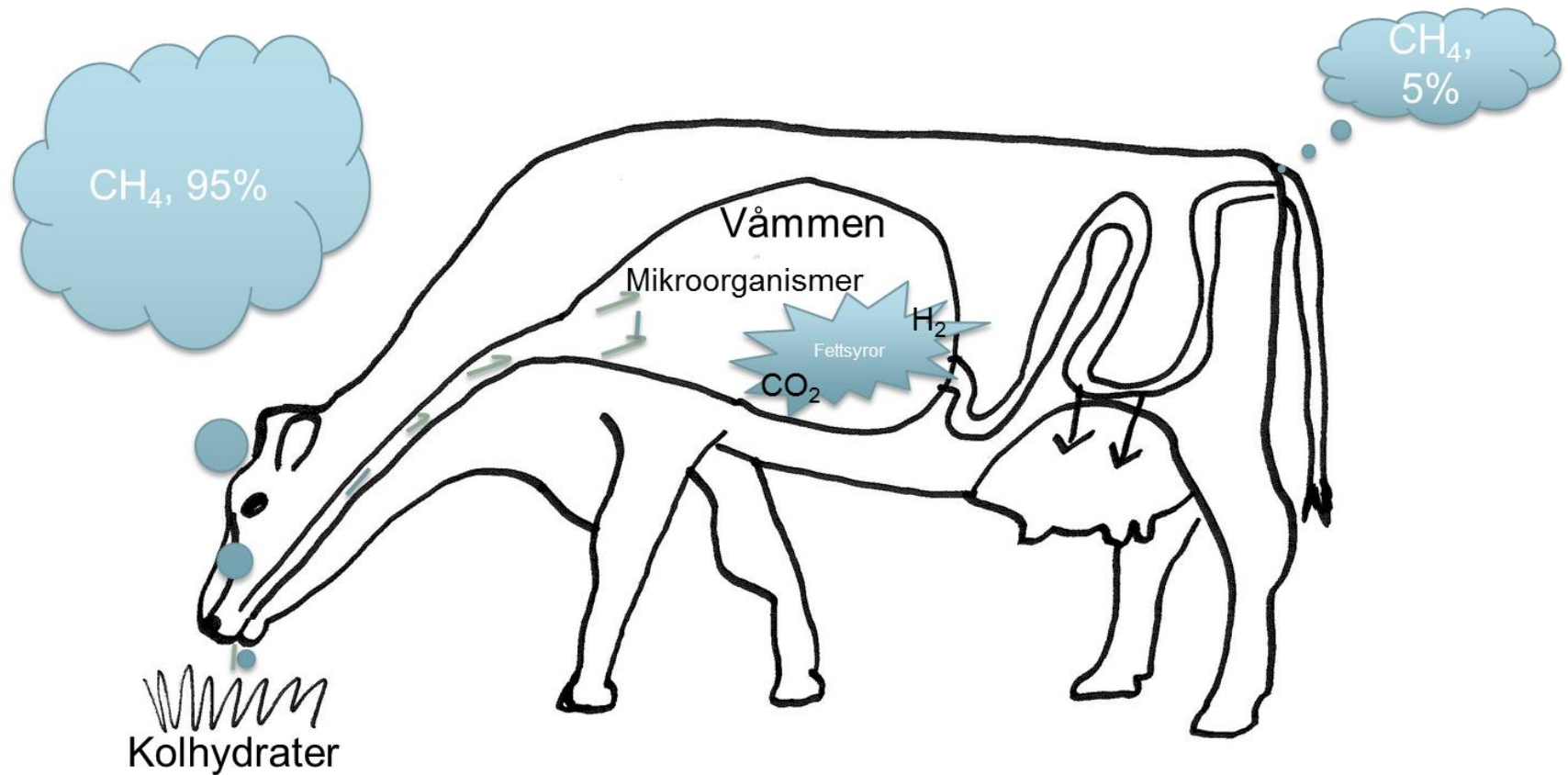


Mäta metan – på lab

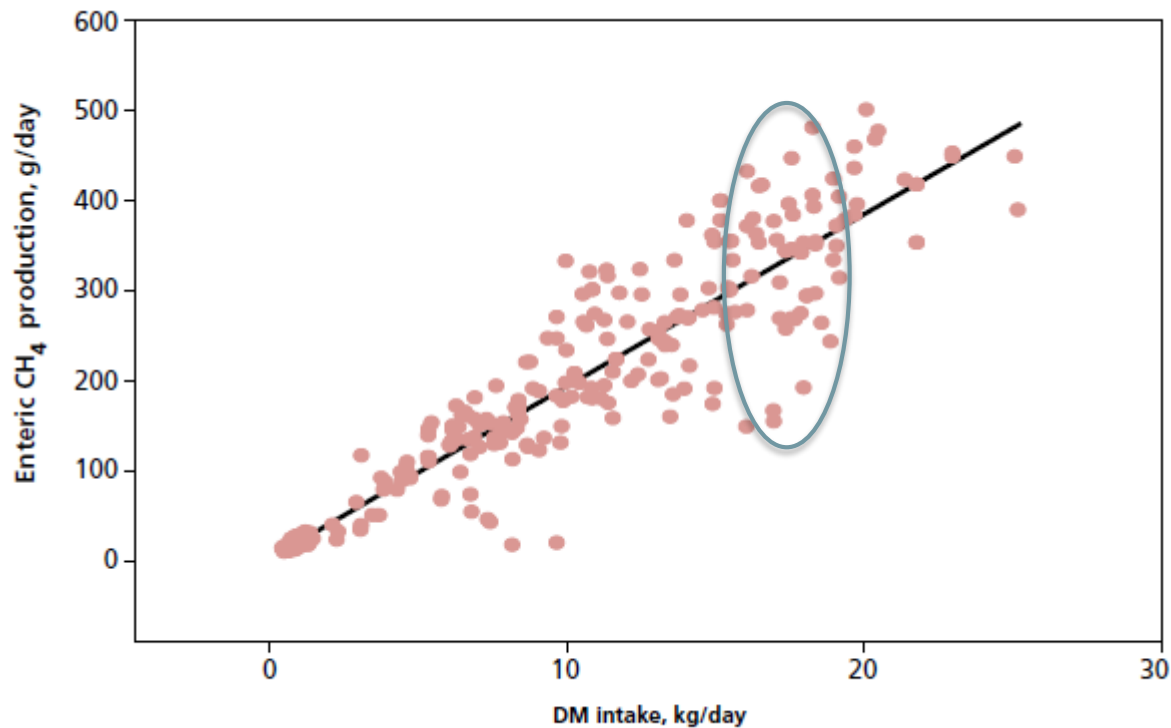
Labsystem (*in vitro*), minskar påverkan på djur och minskar kostnader



Vad är det som påverkar mängden metan som bildas?



Effekt av foderintag



FAO, 2013

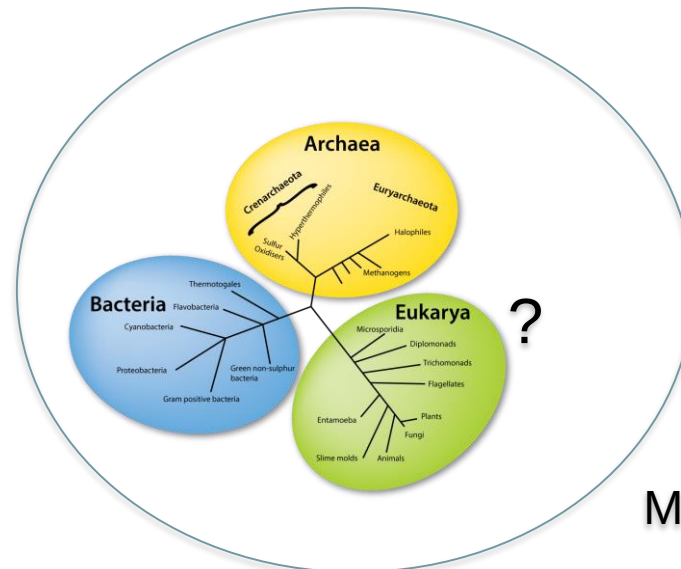
Vad beror variationen på?



Sammansättning
av foder

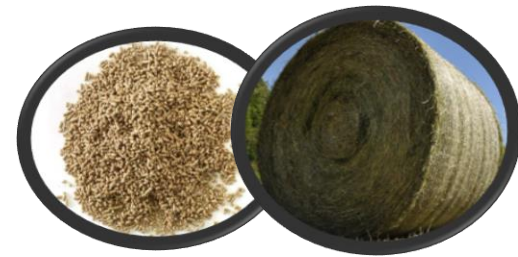


Genetik



Mikrober

?



Fodrets sammansättning

- Proportion grovfoder:kraftfoder
 - Ökad andel stärkelse minskar CH_4 / kg TS → inte visat i nordiska studier
 - Hög andel kraftfoder >90 %, metanförlust av bruttoenergi ~3 %
 - Våmmiljön?
- Grovfoder
 - Sockerinnehåll
 - Smältbarhet

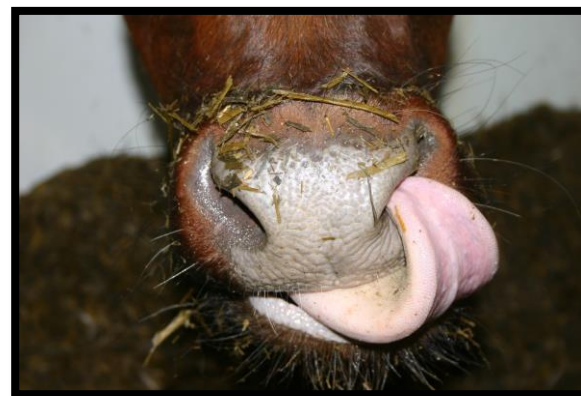
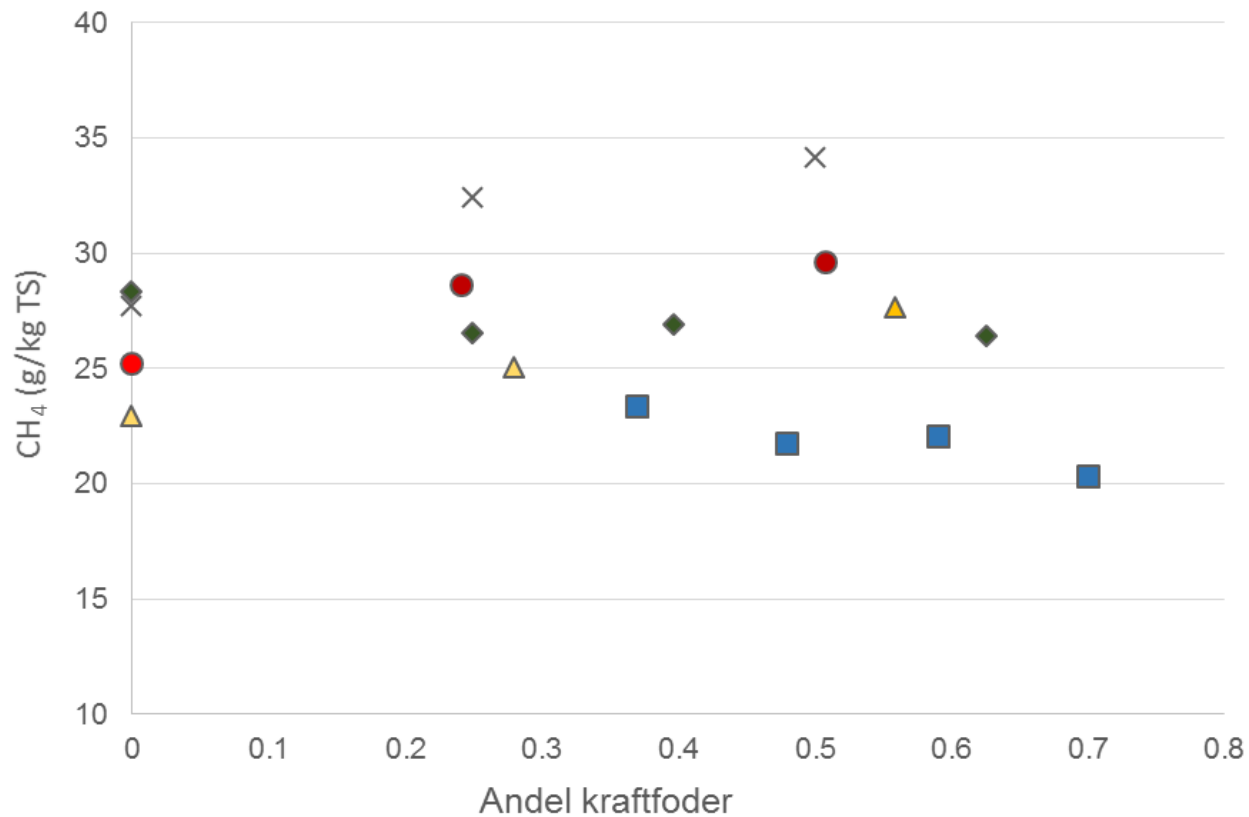
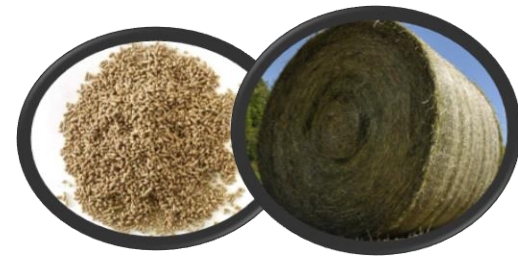


Foto: Mikaela Patel

Effekt av andel kraftfoder





Fodrets sammansättning

- Proportion grovfoder:kraftfoder
 - Ökad andel stärkelse minskar CH_4 / kg TS → inte visat i nordiska studier
 - Hög andel kraftfoder >90 %, metan förlust av bruttoenergi ~3 %
 - Våmmiljön?

- Grovfoder
 - Sockerinnehåll
 - Smältbarhet

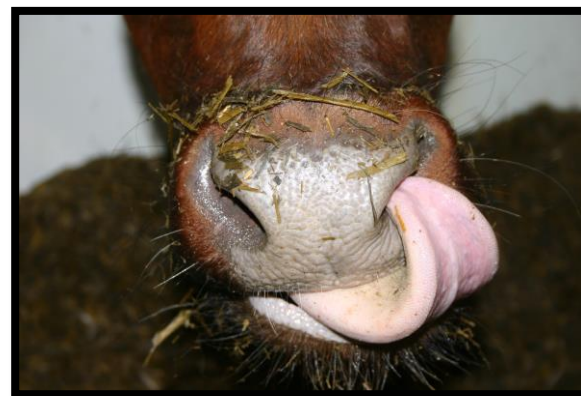


Foto: Mikaela Patel

Modeller att beräkna metanproduktion

Utvecklats för kvantifiering av metan, globalt, nationellt eller på gårdsnivå.

Idag finns väldigt många olika modeller som tar med olika parametrar:

Reference	Model	R ²	N
Jentsch et al. 2007	Methane (kJ/d) = $1.62 \times d_CP - 0.38 \times d_Cfat + 3.78 \times d_CF + 1.49 \times d_NFE + 1142$ (g/d) 0.90 337	0.90	337
Ellis et al. 2007	Methane (MJ/d) = $0.14 \times \text{forage (\%)} + 8.6$	0.56	89
Mills et al. 2003	Methane (MJ/d) = $0.07 \times \text{ME (MJ/d)} + 8.25$	0.55	159
Mills et al. 2003	Methane (MJ/d) = $0.92 \times \text{DMI (kg/d)} + 5.93$	0.60	159

Modeller som används i Sverige för att beräkna metanproduktion

- Meta-analys 298 olika foderstater (Ramin and Huhtanen 2013, J. Dairy Sci.)

Resultat:

Ts-intag främsta parametern, men modellen blev bättre när fler parametrar togs med:
OMD, EE, NDF och NFC

Modeller som används i Sverige för att beräkna metanproduktion

- Meta-analys 298 olika foderstater (Ramin and Huhtanen 2013, J. Dairy Sci.)

Resultat:

Ts-intag främsta parametern, men modellen blev bättre när fler parametrar togs med:
OMD, EE, NDF och NFC

- I Norfor används
Ts-intag och andel fettsyror i foderstaten.

Metanproduktion vid hög grovfoderandel - studie

- Studera metanproduktionen hos mjölkcor utfodrade med olika andelar grovfoder
- Undersöka sammansättningen av den metanogena populationen och eventuella kopplingar till metanproduktion



Metanproduktion vid hög grovfoderandel - studie



Photo: M. Patel

Metanmätning med - SF₆
spårgasteknik

5 kor i en cross-over design

Grovfoder:kraftfoder

- 50:50 – Låg grovfoder
- 90:10 – Hög grovfoder

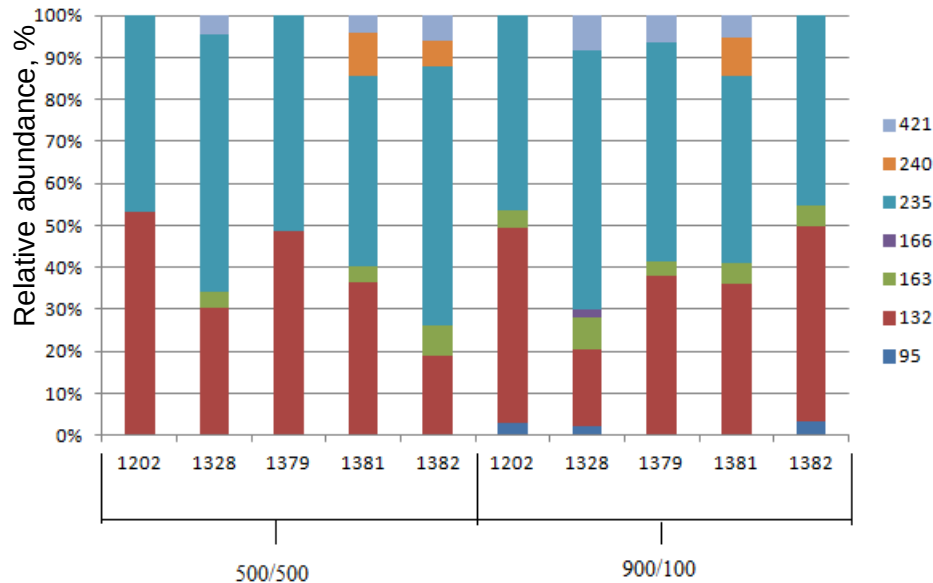
Analys av våmvätska

- Flyktiga fettsyror
- Arkepopulation
 - kvantifierar antalet metanbildande arkeer (qPCR)
 - Populationsstrukturen av metanogener

Resultat

	Låg grovfoder	Hög grovfoder	SED	P-value
CH ₄				
CH ₄ (g/dag/ko)	267	339	35	(0.0871)
CH ₄ (g/kg TS)	16.9	20.2	2.0	NS
Mol/ 100 mol Fettsyror				
Ättiksyra	58.2	59.5	1.31	NS
Propionsyra	23.0	23.2	0.52	NS
Smörsyra	11.7	9.81	0.42	0.033
pH	6.07	6.25	0.022	0.014
Antal				
Metanogener	3.47 x 10 ⁸	1.26 x 10 ⁷	0.13	0.0004
<i>Methanobacteriales</i>	1.59 x 10 ⁸	1.62 x 10 ⁷	0.054	0.002

Sammansättning av metanogena population inom foderstat



Större skillnad mellan individer än mellan foderstater!

Individuell variation

CH₄ produktion skiljer mellan individer

- Möjligt att selektera för låg metanproduktion hos kor?

Orsak?

- Fysiologi – våmstorlek (passagehastighet)
- Olika mikobsamhällen i våmmen?



Möjlighet för avel på lågmetan?

- Risk för selektion på sämre fodersmältning
- Fodereffektivitet är viktigaste parametern
 - Ökad fodereffektivitet och lägre metanproduktion har visat sig ha ett samband.
 - Avel för ökade FE, lyckad på gris och kyckling
 - svårt att mäta foderintag, forskningsnivå ännu.

Finns det preparat som kan minska metanproduktionen?

- Fett
- Jonoformer
- Tanniner
- Vaccinering
- 3NOP (Nitrooxypropanol)



Feeding cows oregano can reduce methane and 'help fight climate change'

Researchers in Denmark believe they have found a simple solution

Andrew Buncombe New York | @AndrewBuncombe | Friday 20 May 2016 | 3 comments

f t e 196 shares



Official figures suggest there are 98 million cattle in the US Reuters



PHOTO: A Melbourne University researcher thinks methane-free dairy cows are a possibility. (ABC Rural: K



Feeding cows seaweed could slash global greenhouse gas emissions, researchers say

ABC North Qld By Sophie Kesteven

Updated 20 Oct 2016, 7:50am



PHOTO: Rob Kinley said in previous projects they have used open path lasers to measure methane in the field. (Supplied: Rob Kinley)

Seaweed could hold the key to cutting greenhouse gas emissions, one cow burp at a time.

MAP: Townsville 4810

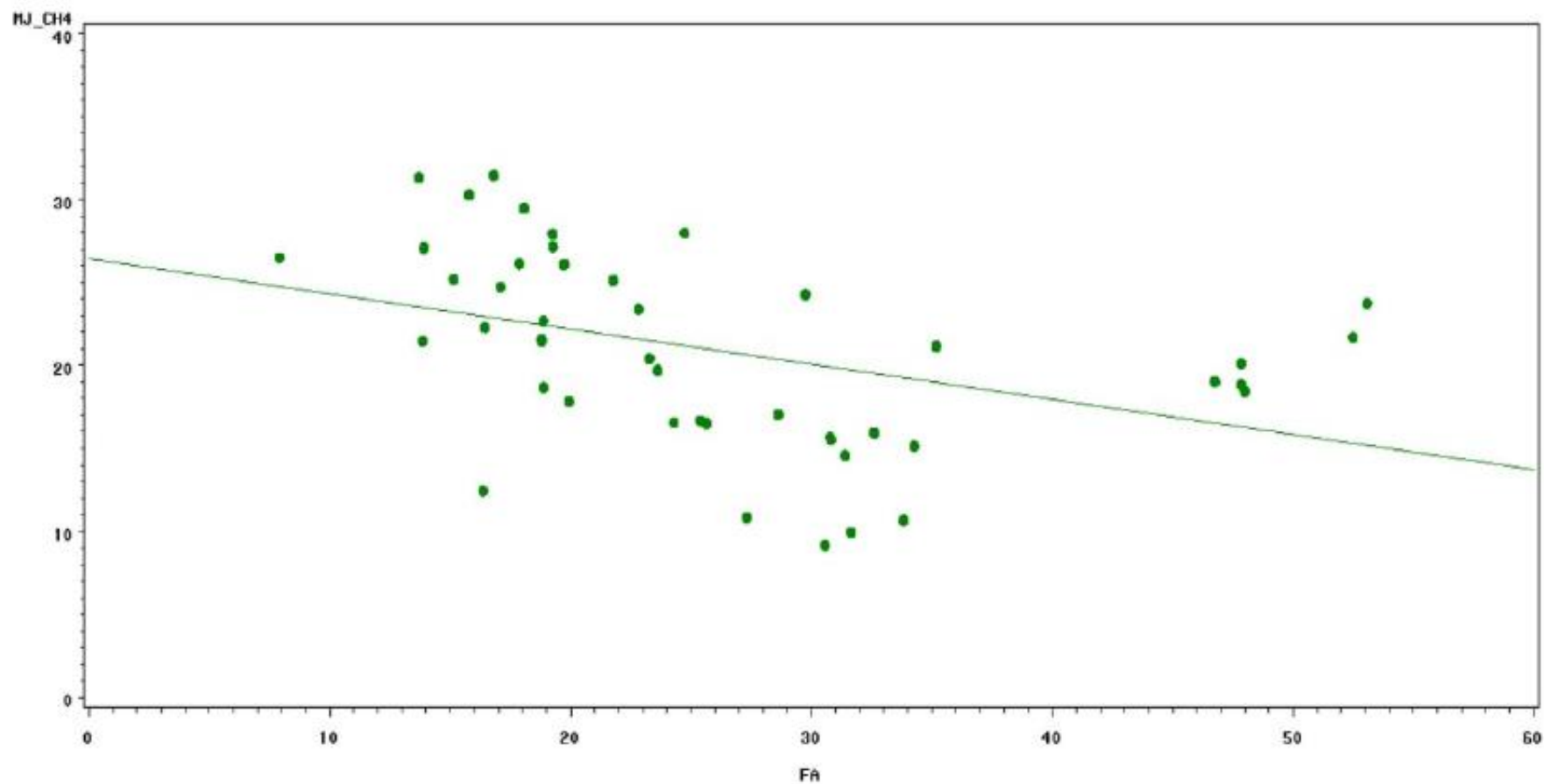
Fettillsats

- Biohydrogenering av omättat fett – konkurrerar om H_2
- Ökad propionsyraandel
- Antimikrobiell påverkan

Begränsad tillsats, < 5 % TS.



Fatty acids and methane...



Jonoforer och Tanniner

- Jonoforer (antibiotikaliknande preparat)– hämmar vissa fibernedbrytande bakterier och metanogener – Förbjudet i Europa
- Tanniner och saponiner – undgår nedbrytning i vommen hämmar vissa mikrober. Kan påverka smältbarheten negativt

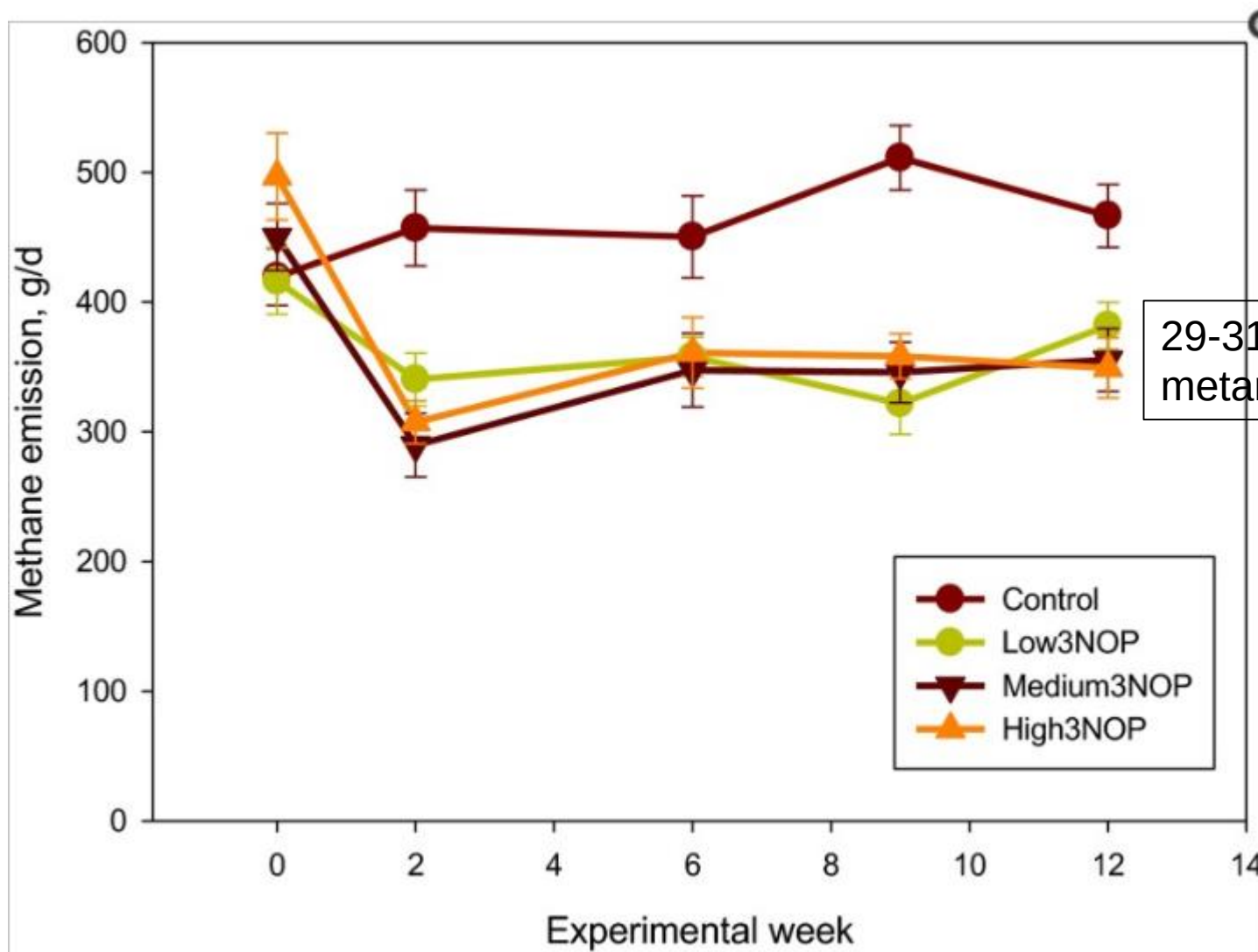


Photo:Salbio.de

Vaccinering och metanhämmande substrat

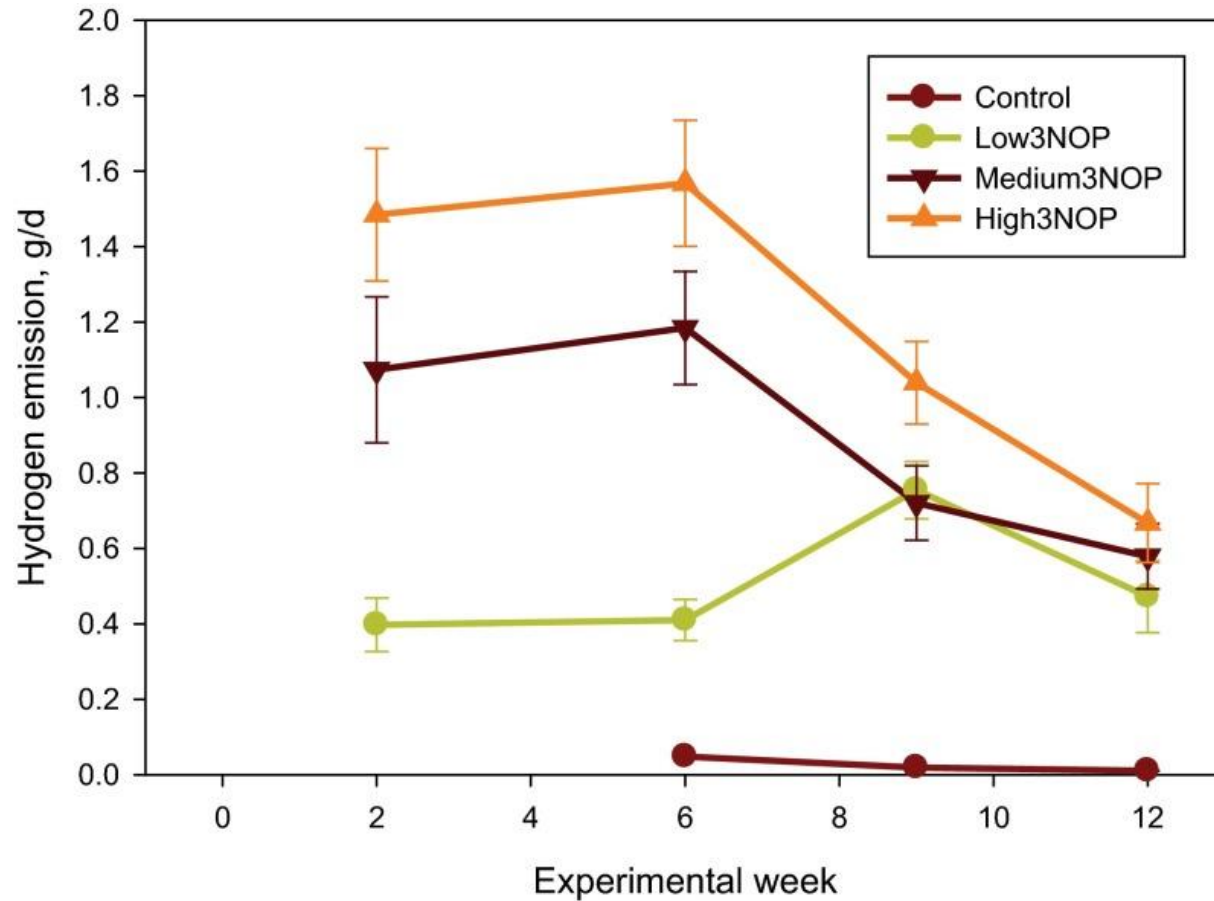
- Vaccinering– vaccinera mot metanogener för att inhibera CH_4 produktion. Vart tar vätgasen vägen?
- 3NOP (Nitrooxypropanol) – Små molekyelhämmare som blockerar sista steget i metanogenesen methanogenesis.
- Rödalger, hämmar metanogener.
- Långtidseffekt?
- Kostnad

3NOP effekt på metanproduktionen



29-31 % lägre metanproduktion

3NOP effekt på vätgasproduktionen



Kortfattad sammanställning

Metod att minska metan	Potential att minska CH ₄	Kommentar
Andel kraftfoder	Låg-medium	Viss effekt med hög inblandning. Negativt för våmmiljö, konkurrens om odling
Fettillsats	Medium	<5 % annars risk att hämma fermentationen i våmmen
Nitrat	Medium	Risk för förgiftning, måste tillsättas succesivt
Kondenserade tanniner	Låg	För hög tillsats sänker smältbarheten i foder
3-nitrooxypropanol	Medium-hög	Kostnad? Riskbedömning mjölkproduktion
Rödalger	Medium-hög?	Måste testas på kor och under lång tid

Vad vet forskarna idag

Hur metan bildas – vilka organismer som står för metanbildningen, men inte kopplingen mellan olika grupper och hur olika substrat påverkar hela mikroorganismssamhället.

Fokus är att försöka minska metanproduktion genom;

- Olika preparat som hämmar metanproducerande mikroorganismer (hämmar H_2 bildning eller blockerar metanbildningen)
- Utveckla ett vaccin som kan hämma metan
- Val av foder - effekt i hela kedjan
- Avel för effektivare foderutnyttjande och mindre metan
- Ökad produktivitet

Vad kan man göra på gårdsnivå?

Åtgärd	Effekt
Kortare uppfödningstid	Färre dagar med metanproduktion för underhållsbehov
Tidig inkalvningsålder	Färre dagar med metanproduktion för underhållsbehov, tidigare start av produktion
Effektivt foderutnyttjande	Mer mjölk-/köttprodukt per kilo foder
Friska djur	Fler dagar för produktion
Öka smältbarhet på fodret	Ökar metan per kilo foder, men ökar även produkt av mjölk/kött, mindre metan per kilo produkt

fodereffektivitet

Fertilitet

Sänkt
inkalvnings
ålder

Gödselhantering

Kvigorna

Foderspill

Minskad
dödlighet

Friskare
djur

Brunstpass
ning

Feta djur

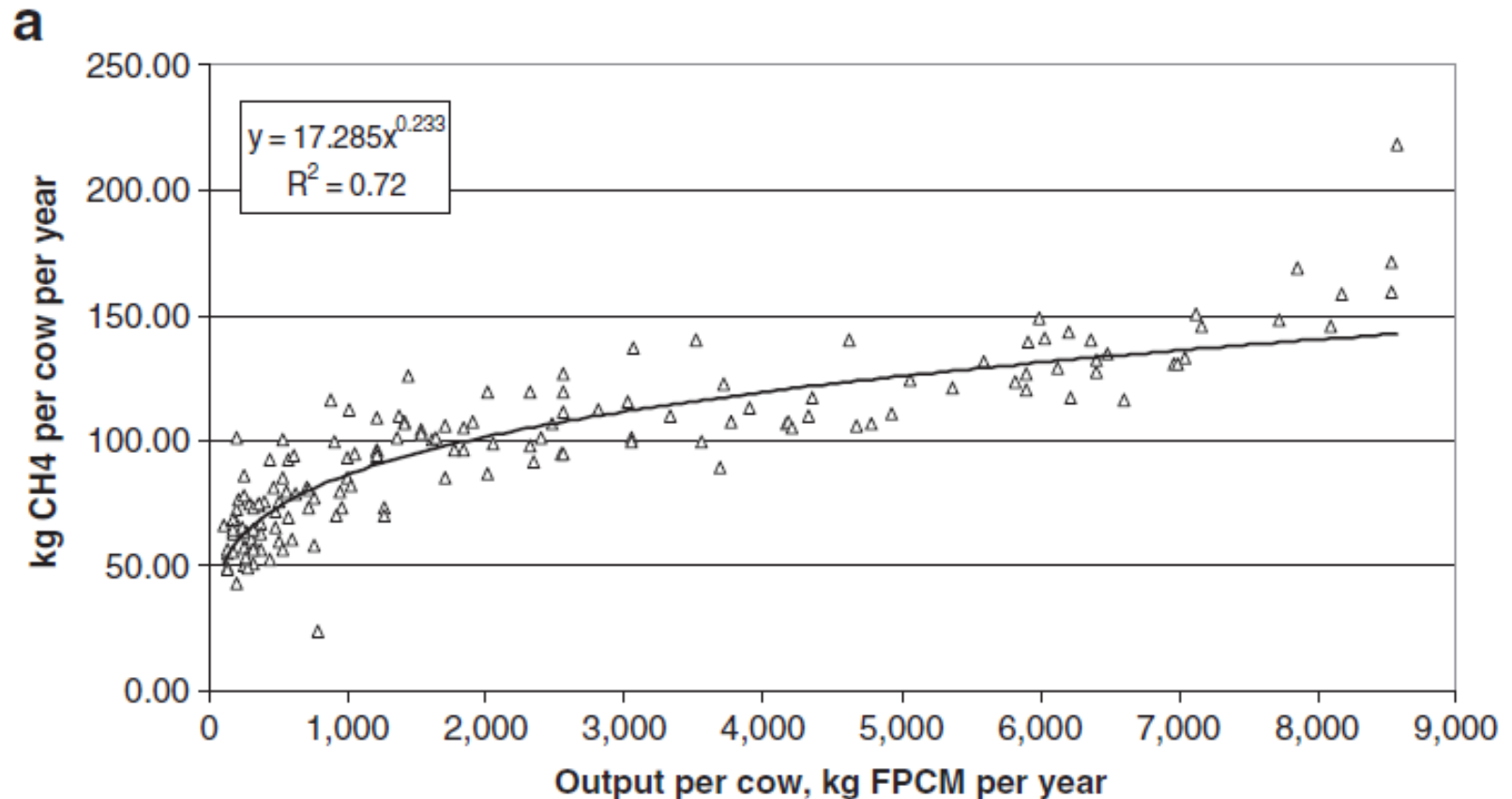
Foderkvalitet -
smältbarhet



På gårdsnivå!

Det som minskar utsläppen ger oftast en ekonomisk fördel!

Högre mjölkproduktion ger mindre metan/ kg mjölk



Intensiva produktionssystem

- Foder och fodertillsatser beräknas minska metanproduktionen/kg ECM med 2-15 %.
- Genom att kombinera med fler strategier
 - avel och förbättrad managementsom ger batter fodereffektivitet och högre livstidsproduktion kan minska metanproduktionen med 15-30%.

(Review: Knapp et al., 2014)

Ökad mjölkproduktion i ett större sammanhang

- Ökad effektivitet per mjölkko → färre djur totalt.
- Idag kommer ~2/3 av svenskt nötkött från mjölkproduktionen
- Färre mjölkkor → fler rena köttdjur behövs → köttdjur betydligt högre utsläpp i relation till produkt

Kanadensisk studie – Ko-kalv system

Studie som räknade växthusgasemissioner på 295 gårdar

- Holos modell (anpassad från Tier II, IPCC)



(Alemu et al., 2017. Agric.Sys).

Kanadensisk studie – Ko-kalv system

Utav totala utsläpp 65% från enteriska metanemissioner, 23 % från lagring av gödsel.

Förlust av bruttoenergi, mellan 8-6 % of bruttoenergiintag

- Låg-metangårdar 19.9 (16.3 - 21.4) kg CO₂e/kg såld levandevikt.
- Hög-metangårdar 28.7 (26.3 - 37.8) kg CO₂e/kg såld levandevikt.

Kanadensisk studie – Ko-kalv system

Låg-metangårdar hade;

- tidigare kalvningar på året,
- högre tillväxt per dag,
- högre smältbarhet på fodret och högre andel råprotein,
- högre slaktfrekvens,
- färre ettåriga grödor i relation till perenna vallar,
- ingen kompostering av gödsel

.

- Genom att förbättra management ko-kalv system på högmetangårdar kan växthusgasutläppen minska med 31%.



Tack för att ni lyssnade!

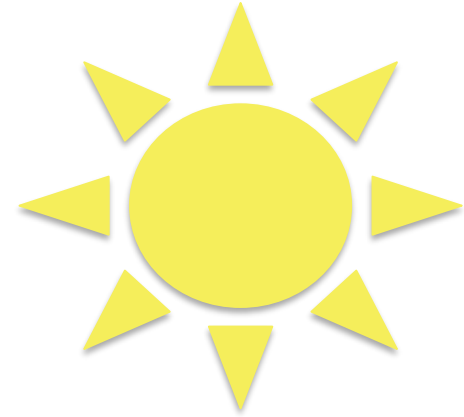
Frågor?



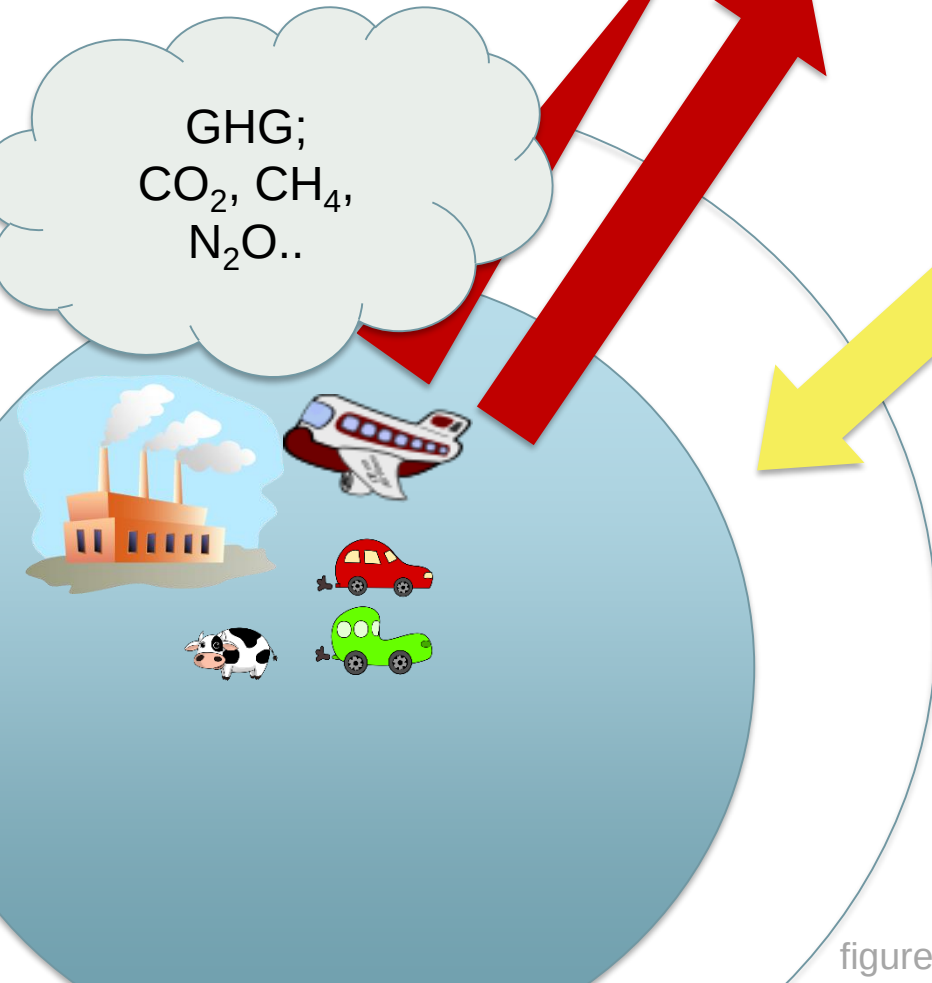
GWP

Atmospheric
lifetime

GHGs has different
radiative forcing



GHG;
 CO_2 , CH_4 ,
 N_2O ..

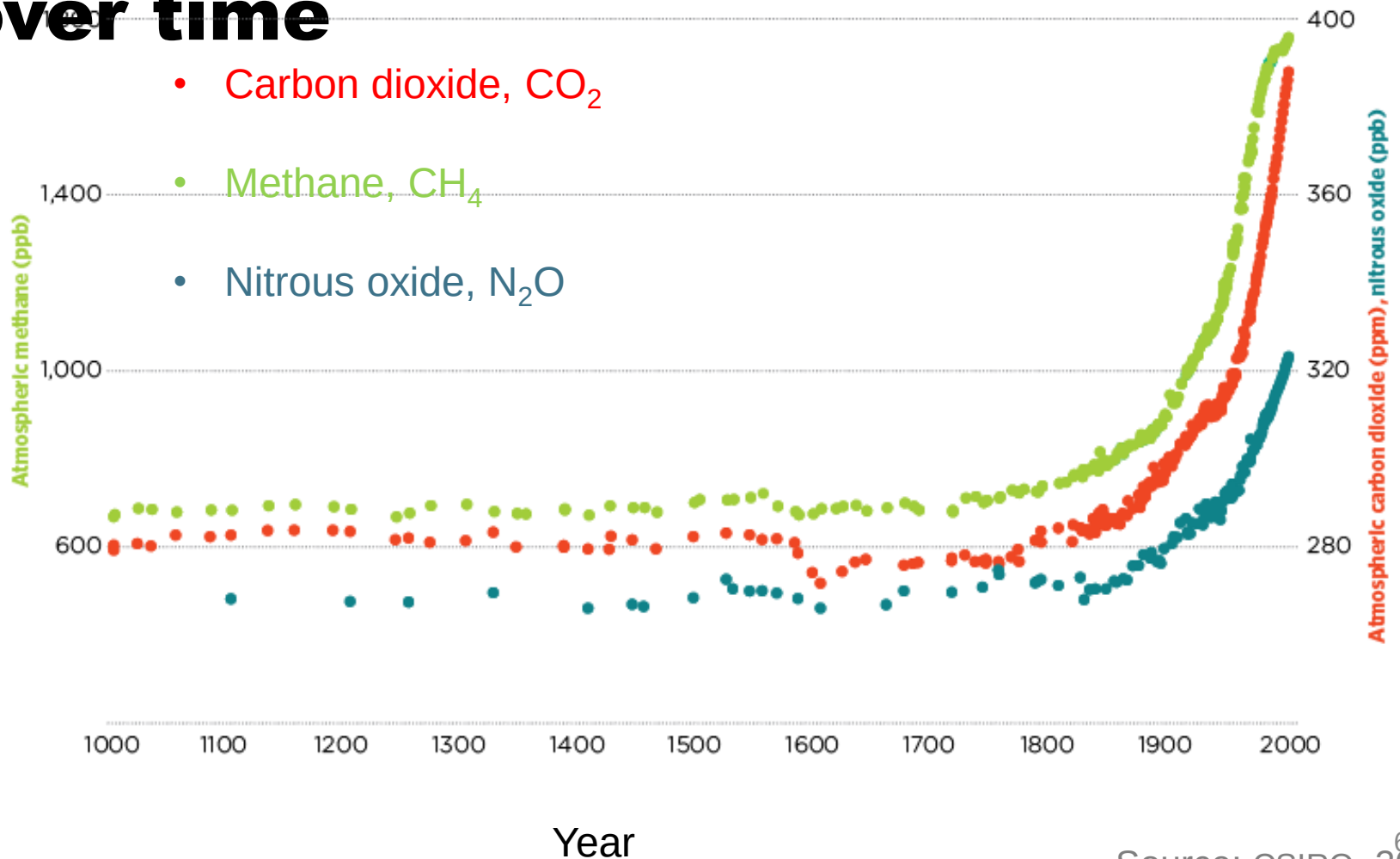


**Global warming potential
(GWP) during 100 years**

- CH_4 – 28 times more than CO_2
- N_2O – 276 times more than CO_2

Compares as **CO_2 equivalents**

GHG - concentration in atmosphere over time



Asparagopsis armata

Individuell variation - studie

73 kor (SRB & Holstein) 90 – 180 dagar i mjölk

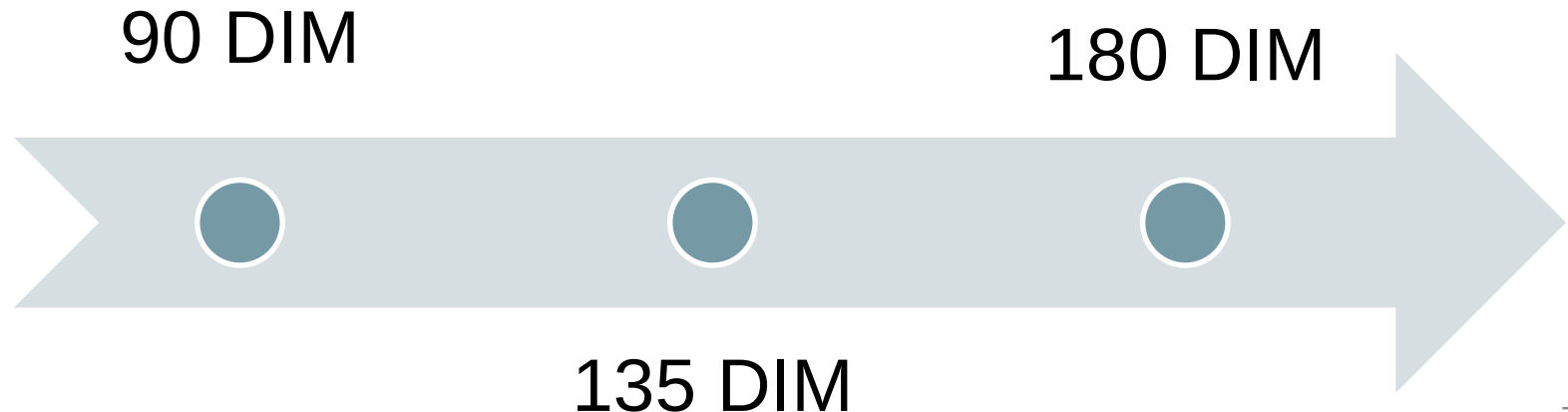
- Intag
- Mjölkproduktion
- CH₄- produktion



Individuell variation - studie

3 provperioder

- Vombätska– Bakterier och metanogeners sammansättning, fettsyror
- Träck - smältbarhet



Individuell variation - resultat

Total 73 kor	Låg n = 7	Mellan n = 8	Hög n = 6	SED	P-value
CH ₄ (g/dag)	291	311	345	10.8	<0.001
TS-intag (kg/day)	23.8	26.4	24.2	1.34	ns
CH ₄ (g/kg TS)	12.4	11.9	14.5	10.8	ns
ECM	36.2	39.1	35.3	3.20	ns

Skillnad mellan grupper i bakteriesammansättningen

