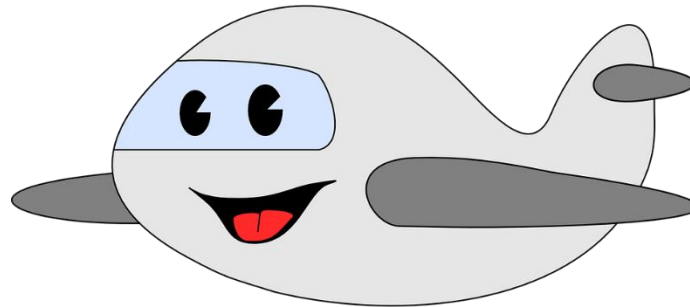




Hvorfor syre virker godt til smågrise

Et indblik i hvordan syre påvirker mave-tarmsystemet og om der er forskel på syre

Af Dorthe Carlson,
Forsøgsleder ved TestGris



HVAD ER SYRE?

Et stof, som kan afgive brintioner (H^+) i vandig opløsning.

Dissocierer, Ligevægt, korresponderende base

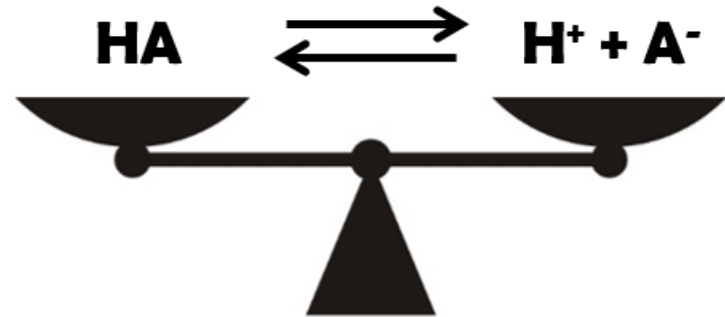
Des mere forskudt mod højre, des stærkere syre:

$K_a = [H^+] + [A^-] / [HA]$ (høj værdi -> stærk syre)

eller

$pK_a = -\text{Log } K_a$ (Lav værdi -> stærk syre)

Nå halvdelen af syren er på ionform er $pK_a = \text{pH}$



Forskellige syrer og deres pKa værdi



Uorganiske:

Saltsyre, -7

Svovlsyre, -2

Fosforsyre, 2

Organiske:

Kortkædede fedtsyrer :

Myresyre, 3,77

Mælkesyre 3,86

Benzoesyre 4.2

Eddikesyre, 4,74

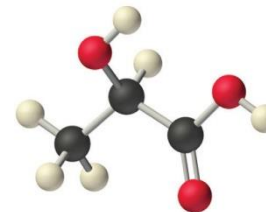
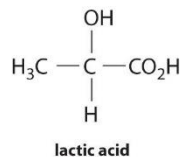
Sorbinsyre 4.76

Citronsyre 4.76

Smørtsyre, 4,82

Propionsyre, 4,88

Mellemkædede fedtsyrer 4,9-5,9



	Stærk	Middelstærk	Svag	Meget svag	Yderst svag
pKa	<0	0-4	4-10	10-14	>14

Hvad skal man være opmærksom på?

- Lugt, smag, opløselighed, sikkerhed, krav om HACCP

Table 1. List of the most common acids and their properties.

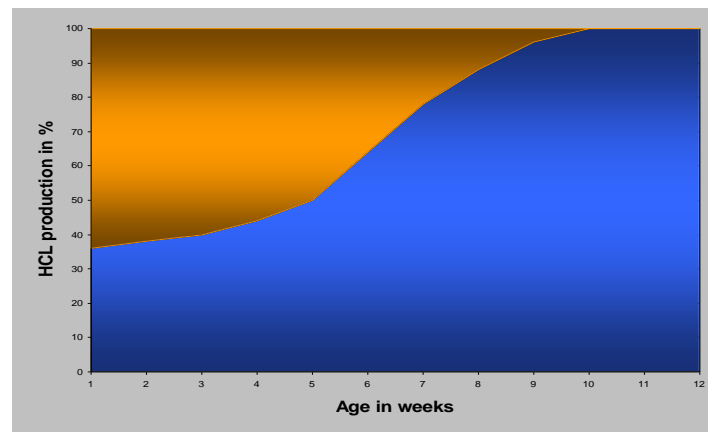
Category	Acid	Molecular Formula	pKa	Physical Form	Odor and Taste	Solubility	Chemical Safety
Short Chain	Formic	CH ₂ O ₂	3.75	Colorless liquid	Pungent odor	Miscible in water, ether, acetone, ethyl acetate, methanol, ethanol	Severe skin burns and eye damage
	Acetic	C ₂ H ₄ O ₂	4.74	Colorless liquid	Pungent vinegar-like odor Sour and burning taste	Miscible in water, alcohol, glycerol, ether, carbon tetrachloride	Flammable liquid and vapor, severe skin burns and eye damage
	Propionic	C ₃ H ₆ O ₂	4.88	Colorless liquid oily	Very pungent rancid odor	Miscible in water, soluble in alcohol, ether, chloroform	Severe skin burns and eye damage
	Butyric	C ₄ H ₈ O ₂	4.82	Colorless liquid oily	Rancid unpleasant odor, acrid taste, with a sweetish after taste	Miscible in water, alcohol, ether	Severe skin burns and eye damage
Medium Chain	Caproic (or hexanoic)	C ₆ H ₁₂ O ₂	5.09	Colorless to light-yellow liquid oily	Characteristic goat-like odor	Soluble in ethanol and ether	Toxic in contact with skin, severe skin burns and eye damage
	Caprylic (or octanoic)	C ₈ H ₁₆ O ₂	4.89	Colorless to light-yellow liquid oily	Characteristic goat-like odor	Miscible in ethanol, chloroform, acetonitrile Soluble in alcohol, chloroform, ether, carbon disulfide petroleum ether and glacial acetic acid	Severe skin burns and eye damage; harmful to aquatic life with long lasting effects
	Capric (or decanoic)	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	4.90	White crystalline powder	Characteristic goat-like odor	Soluble in ethanol, alcohol, ether, chloroform, benzene and carbon disulfide	Skin and eye irritation; harmful to aquatic life with long lasting effects
	Lauric (or dodecanoic)	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	5.30	White flakes	Bay-like odor	Miscible with benzene Very soluble in methanol and ethanol Soluble in acetone	Skin irritation, serious eye damage and irritation

Hvor kan og skal syren virke

- I vandrørene – rengøre
 - I foderet – konserverende
 - I maven
 - I tarmen
-
- Hvordan virker syre i mave og tarm hos den fravænnede gris?

Den fravænnede gris og syreproduktion

- Mavesyre (HCl)
- Syreproducerende celler i maven ikke fuldt udviklede (pH>5)
- Mave/tarmsystem er indstillet på at fordøje mælkeprotein – chymosin (pH 6, optimum)
- Efter fravænning skal den fordøje planteprotein !

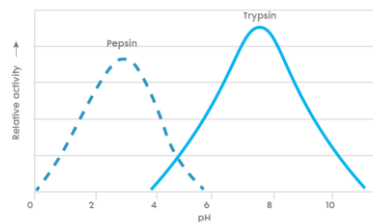


Protein-fordøjelse

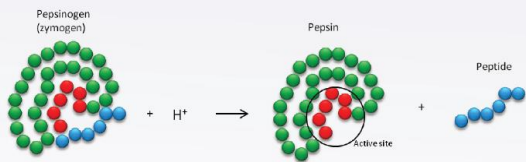
Protein denaturer (lav pH)

Pepsin aktiveres (lav pH) ->

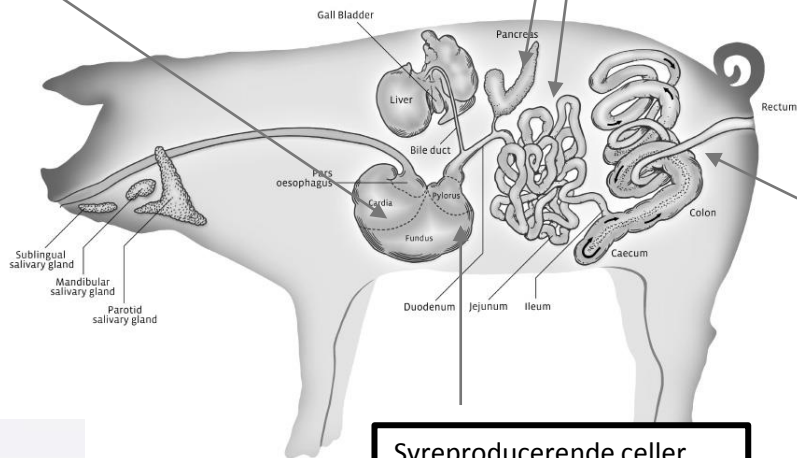
Protein nedbrydes til peptider



Effect of pH on the activity of pepsin (adapted from Jansen *et al.*, 1997)



Fordøjelsesenzymer (proteaser) frigives og nedbryder peptider til aminosyrer som absorberes



Evt ufordøjet protein kan føre til diarré (bakteriel og/eller osmotisk)

Syreproducerende celler (H+)

Effekt af syre i foderet på pH i maven

	Koncentration, g/kg	Grisenes vægt, kg	pH ændring i maven
Citronsyre	15	6,3	-0,12
	15	5,5	-0,25
Myresyre	12,5	6,3	-0,67*
Myresyre	12	6,0	0,53
Ca-formiate (salt af myresyre)	18	6,3	0,18
Na-diformiate (salt af myresyre)	18	5,7	-0,29
Benzoesyre	5	7,5	-0,19
	10	7,5	-0,19
HCl	14	5,7	-0,28
Syreblanding	5	-	-0,33

Forskelle i syrebindingskapacitet i foderet

Kil et al. 2011

Effekt af syre på proteinfordøjelse

Table 3. Effects of dietary acidifiers on apparent total tract digestibility (ATTD) of dry matter (DM) and protein in weanling pigs.¹

Acidifier	Inclusion, g/kg	BW, ² kg	Changes in ATTD, ³ %		References
			DM	Protein	
Citric acid	10	8.7	-0.7	0.3	Falkowski and Aherne 1984
	20		0.1	1.3	
Citric acid	15	7.4	-0.2		Radcliffe <i>et al.</i> 1998
	30		-0.4		
Fumaric acid	10	8.7	-0.2	0.6	Falkowski and Aherne 1984
	20		0.1	1.8	
Fumaric acid	15	8.2	-1.8	-1.0	Radecki <i>et al.</i> 1988
Fumaric acid	20	8.1	-1.8	-1.0	Thacker <i>et al.</i> 1992
Fumaric acid	18	5.7	0.6	0.9	Eidelsburger <i>et al.</i> 1992c
Fumaric acid	15	9.3	-0.1	-0.2	Gabert and Sauer 1995
	30		-0.5	-0.9	
Na-fumarate	15		-0.8	-1.6	
Fumaric acid	10	5.2	-0.8	-1.8	Blank <i>et al.</i> 1999
	20		-0.1	-0.8	
	30		0.4	0.0	
Formic acid	6	6.0	0.9	2.6	Eckel <i>et al.</i> 1992
	12		1.4	3.4*	
	18		1.5	4.4*	
	24		1.5	4.4*	
Formic acid	12.5	6.3	0.2	2.3*	Eidelsburger <i>et al.</i> 1992a
Ca-formate	18	6.3	0.8	1.9*	Eidelsburger <i>et al.</i> 1992a
Na-diformate	18	5.7	1.5*	2.9*	Eidelsburger <i>et al.</i> 1992c
Mean		7.1	0.2	1.0	
SE ⁴		0.41	0.19	0.42	

¹ An asterisk mark (*) represents significant difference at $p < 0.05$.

² BW = Initial body weight at the start of experiment or the body weight at slaughter.

³ Changes in ATTD (%): the percentage increase or decrease in the ATTD of DM and protein measured in acidifier-supplemented groups relative to the control group.

⁴ Standard error.

Kil et al., 2011

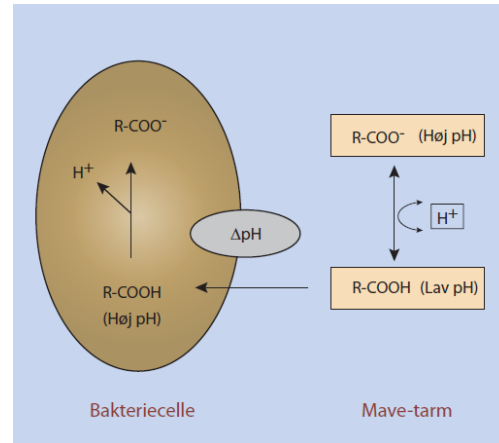
Antimikrobiel effekt af organiske syrer

- R-COOH kan trænge igennem bakteriens cellemembran (overvejende form ved lav pH)
- Inde i bakterien er pH højere og R-COOH bliver til R-COO⁻
- Syreanionen (R-COO⁻) og H⁺ er giftig for bakteriecellen

Gram positive bakterier mest følsom overfor **mellemkædede** fedtsyrer or gram negative bakterier mest følsomme overfor **kortkædede** fedtsyrer (f.eks. E-coli)



R-COOH = Organisk syre



Højberg et al. 2012

Antimikrobiel effect af organiske syrer



Effekt på coliforme bakterier i maveindhold:

Benzoesyre > fumarsyre > mælkesyre > smørsyre > myresyre > propionsyre

Og i tyndtarmsindhold:

Kun effekt af Benzosyre, myresyre og smørsyre

(Knareborg et al. 2002)

Effekt på fravænningsdiarré:

Positiv effekt i 8 ud af 22 forsøg (Lauridsen et al. 2022, ikke publiceret)



Effekt af syre på diarré

1% mælkesyre
1% myresyre
0,5% benzoesyre

	Kontrol	Syre (2,5%)	Syre + zink
Antal beh for diarré, dage pr gris:			
hele perioden	8,7 ^a	6,9 ^b	0,9 ^c
0-21 d efter frav	6,3 ^a	5,7 ^a	0,6 ^b
22-41 d efter frav	2,4 ^a	1,2 ^b	0,3 ^c
Dødelighed	2,6 ^a	1,9 ^{ab}	1,2 ^b

Seges 2007, medd. 778

Andre mulige effekter af syre

- Reduceret mavetømmningshastighed
- Øget sekretion af enzymer fra bugspytkirtlen
- Næring til tarm villi
- Øge optagelsen af mineraler (flere mineraler på ionform ved lav pH)
- Gøre fytat mere modtagelig for fytase (øget mineral optagelse)
- Øget mukuslag i maven (beskytte mod bakterier)

Konklusion

- Organiske syrer kan have god effekt på diarré hos fravænnede grise – MEN det er ikke et vidundermiddel (kan ikke stå alene)

Ikke entydigt svar på:

- Hvilke organiske syrer (og kombinationer), der er mest optimale
- Hvilke koncentrationer (i foder og vand), der er mest optimale

