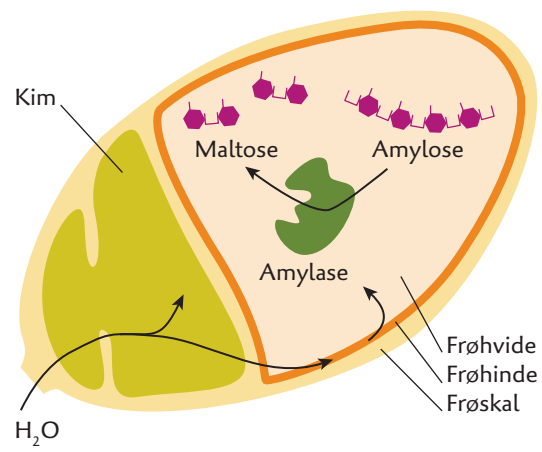
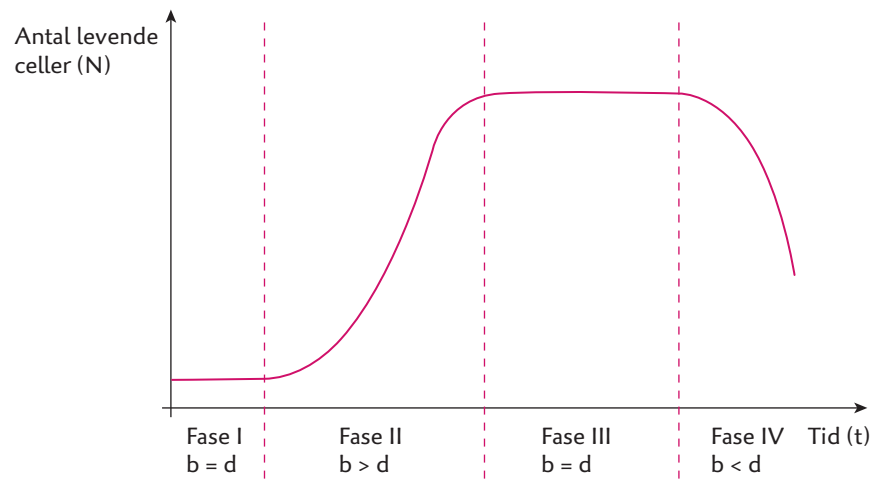


Mikroorganisme	Produkttyper
Bakterier: Lever enkeltvis, i kolonier eller i en bakteriefilm. Cellerne er kugleformede (kokker), stavformede (baciller) eller skrueformede (spirochaeter)	
<i>Streptococcus lactis</i> , <i>Streptococcus cremoris</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Tykmælk, smør, ost
<i>Streptococcus diacetylactis</i>	Smør
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>	Yoghurt
<i>Escherichia coli</i> (gensplejset)	Enzymer, insulin
Skimmelsvampe: Langstrakte celler danner hyfer som tilsammen danner et mycelium. Danner sporestande ('mug') hvorfra sporerne spredes	
<i>Penicillium roqueforti</i>	Blåskimmeloste
<i>Penicillium camemberti</i>	Hvidskimmeloste
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Antibiotika
<i>Aspergillus oryzae</i>	Risvin, sojasauce, carboxylsyrer, proteiner
<i>Aspergillus niger</i> (evt. gensplejset)	Enzymer
<i>Rhizomucor pusillus</i> (gensplejset)	Enzymer
Gærsvampe: Lever enkeltvis eller i løse korte kæder (pseudomycelium)	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Alkoholprodukter
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (gensplejset)	Insulin
Arter af <i>Candida</i>	Proteintilskud til foder
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	Kefir og andre mælkeprodukter

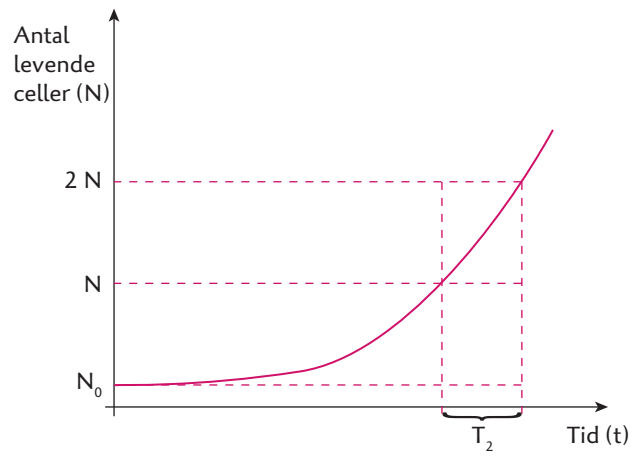
Figur 2. Eksempler på mikroorganismer og fermenteringsprodukter.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 5. Prosesser i bygfrøet under støbning.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf ·
ISBN 978-87-90363-46-8.



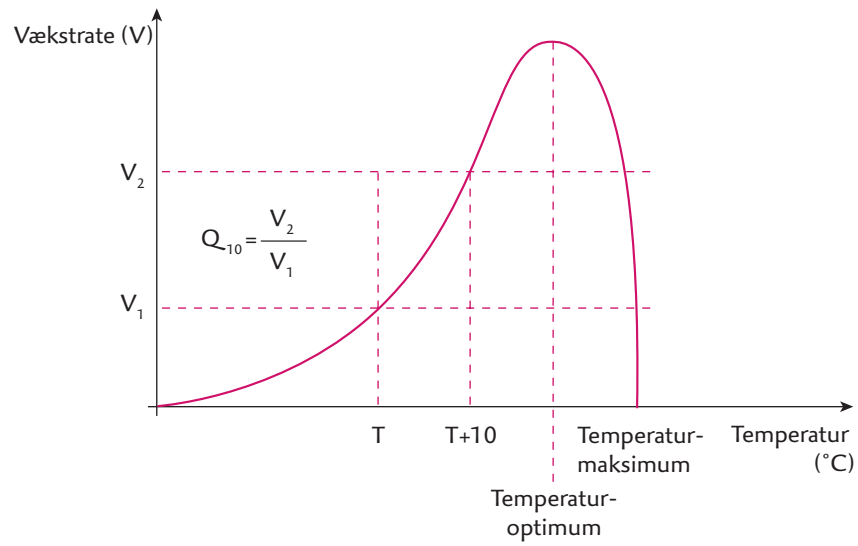
Figur 6. Bakterievækstkurve.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



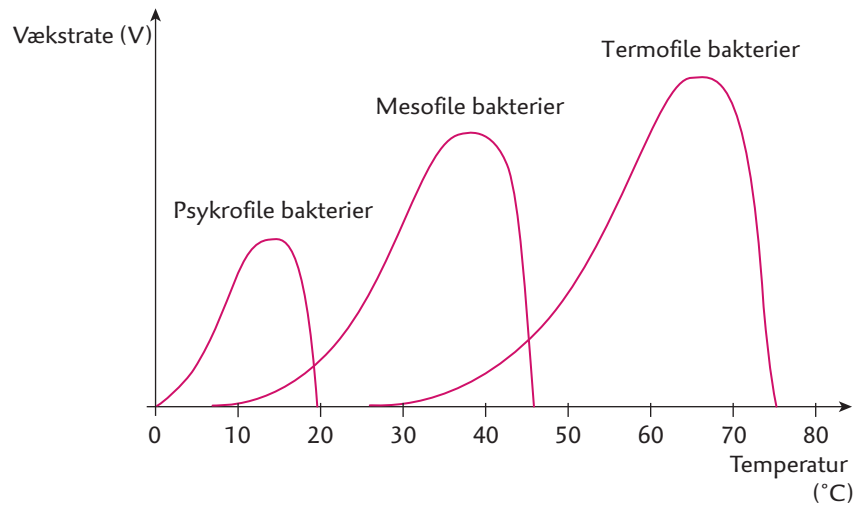
Figur 7. Eksponentiel vækst.

Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·

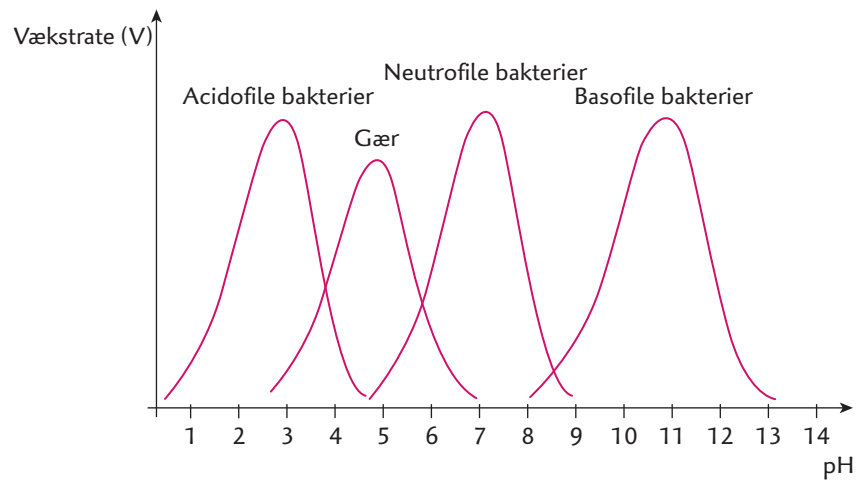
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



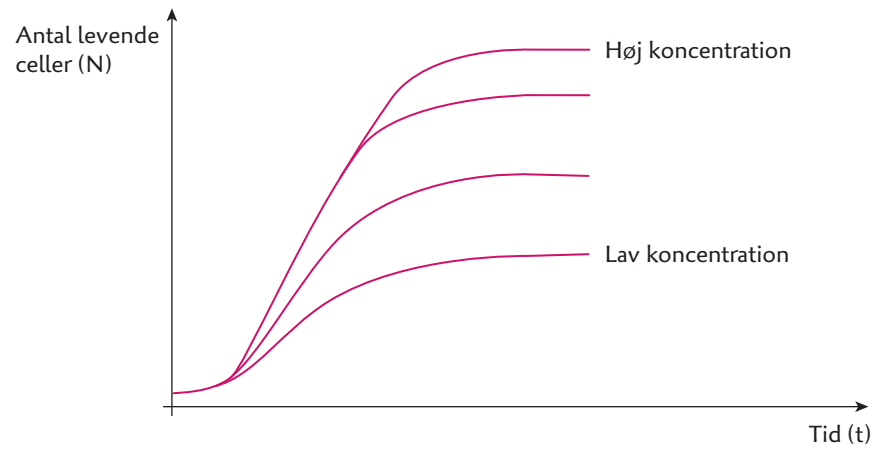
Figur 9. Vækstens afhængighed af temperatur.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



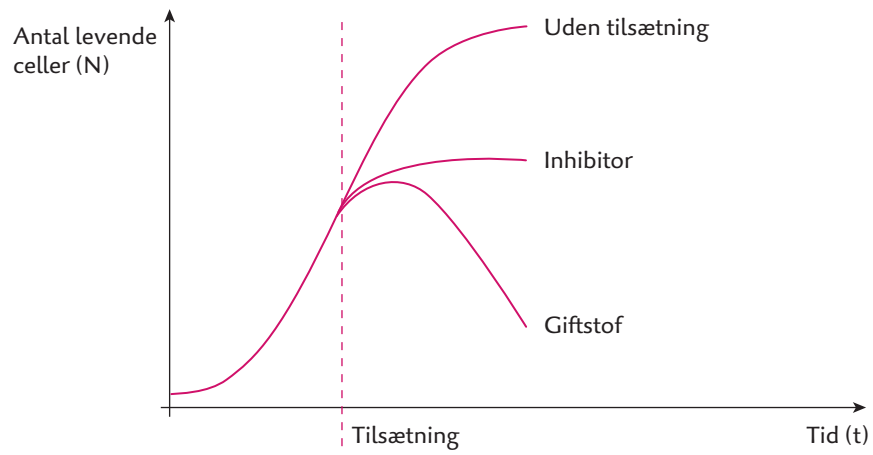
Figur 10. Mikroorganismernes inddeling efter temperaturoptimum.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



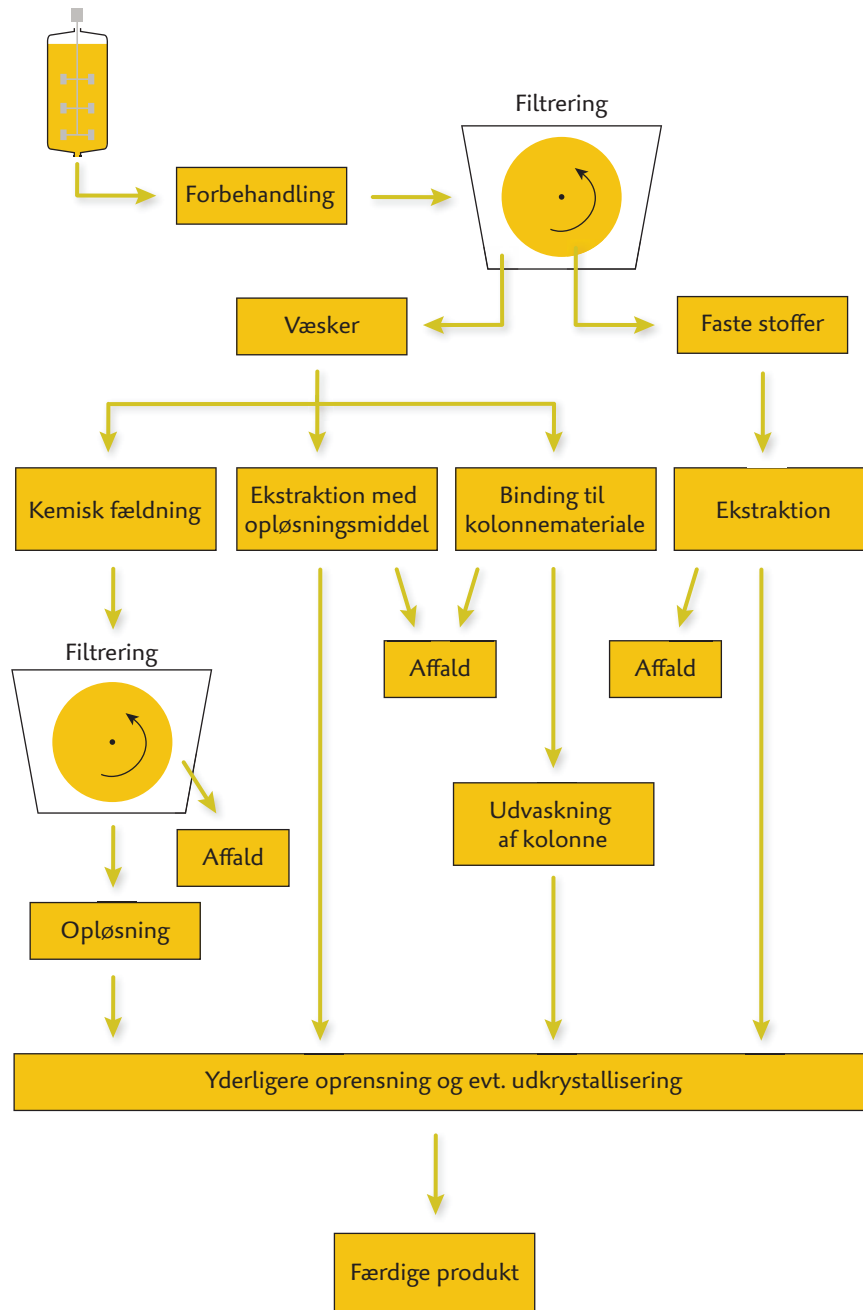
Figur 11. Vækstens afhængighed af pH hos forskellige mikroorganismer.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



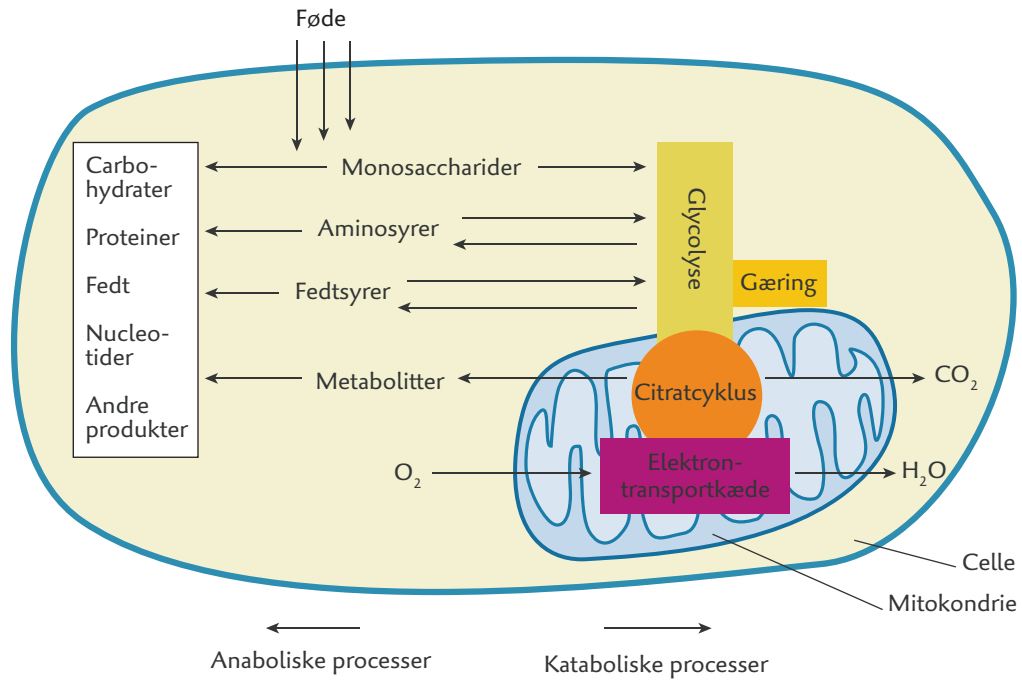
Figur 12. Vækstens afhængighed af næringsstofkoncentrationen.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



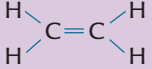
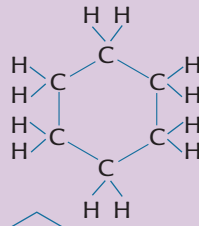


Figur 13. Vækstens afhængighed af inhibitorer eller giftstoffer.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 16. Eksempler på downstreamprocesser.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



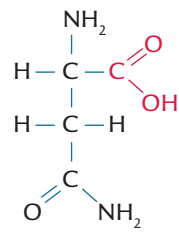
Figur 17. Oversigt over stofskiftet.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

	Alkan	Alken	Alkyn	Cykloalkan	Benzen
Molekyle				 	 
	Ethan	Ethen	Ethyn	Cyclohexan	Benzen

Figur 18. Hydrocarbonernes inddeling.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

Stofgruppe	Funktionel gruppe	Opbygning	Præfiks	Suffiks	
Carboxylsyrer	Carboxylsyregruppe	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$	Carboxy-	-syre	
Estere	Estergruppe	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{R}_2 \end{array}$	R(oxocarbonyl)	-syre(R ₂)ester	
Amider	Amidogruppe	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Carbamoyl-	-amid	
Aldehyder (gruppen er endestillet)	Oxo- eller carbonylgruppe	=O	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HC} \\ \\ \text{R} \end{array}$	Formyl-	-al
Ketoner (gruppen er sidestillet)			$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \\ \text{R} \end{array}$	Oxo-	-on
Alkoholer	Hydroxygruppe	R-OH	Hydroxy-	-ol	
Thioler	Thiogruppe	R-SH	Sulfanyl-	-thiol	
Aminer	Aminogruppe	R-NH ₂	Amino-	-amin	

Figur 19. De vigtigste funktionelle grupper.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

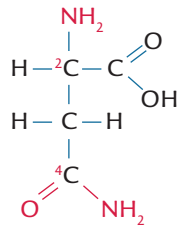


-syre

Figur 20. Den højest prioriterede funktionelle gruppe.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

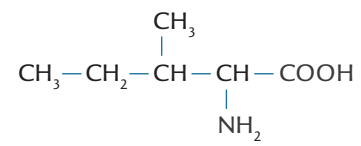
C ₁	Methan
C ₂	Ethan
C ₃	Propan
C ₄	Butan
C ₅	Pentan
C ₆	Hexan
C ₇	Heptan
C ₈	Octan
C ₉	Nonan
C ₁₀	Decan
C ₁₁	Undecan
C ₁₂	Dodecan

Figur 22. Alkanernes navne på baggrund af hovedkædens længde.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



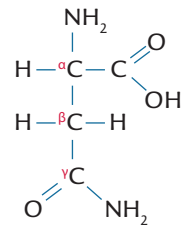
2,4-diamino-4-oxobutansyre
(aminosyren asparagin)

Figur 23. Nummerering af grupper.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



3-methyl-2-aminopentansyre
(aminosyren isoleucin)

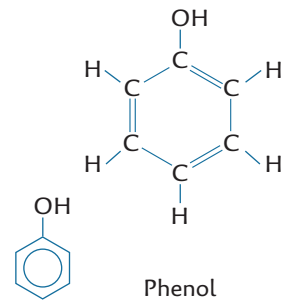
Figur 24. Sidekædernes placering.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 25. α -aminosyren asparagin.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

Atomgruppe	Primær	Sekundær	Tertiær
Alkohol	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{R} \\ \\ \text{R} \end{array}$
Amin	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{R}-\text{N} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{R}-\text{N} \\ \diagdown \\ \text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ \text{R}-\text{N} \\ \diagdown \\ \text{R} \end{array}$

Figur 26. Primære, sekundære og tertiære alkoholer og aminer.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



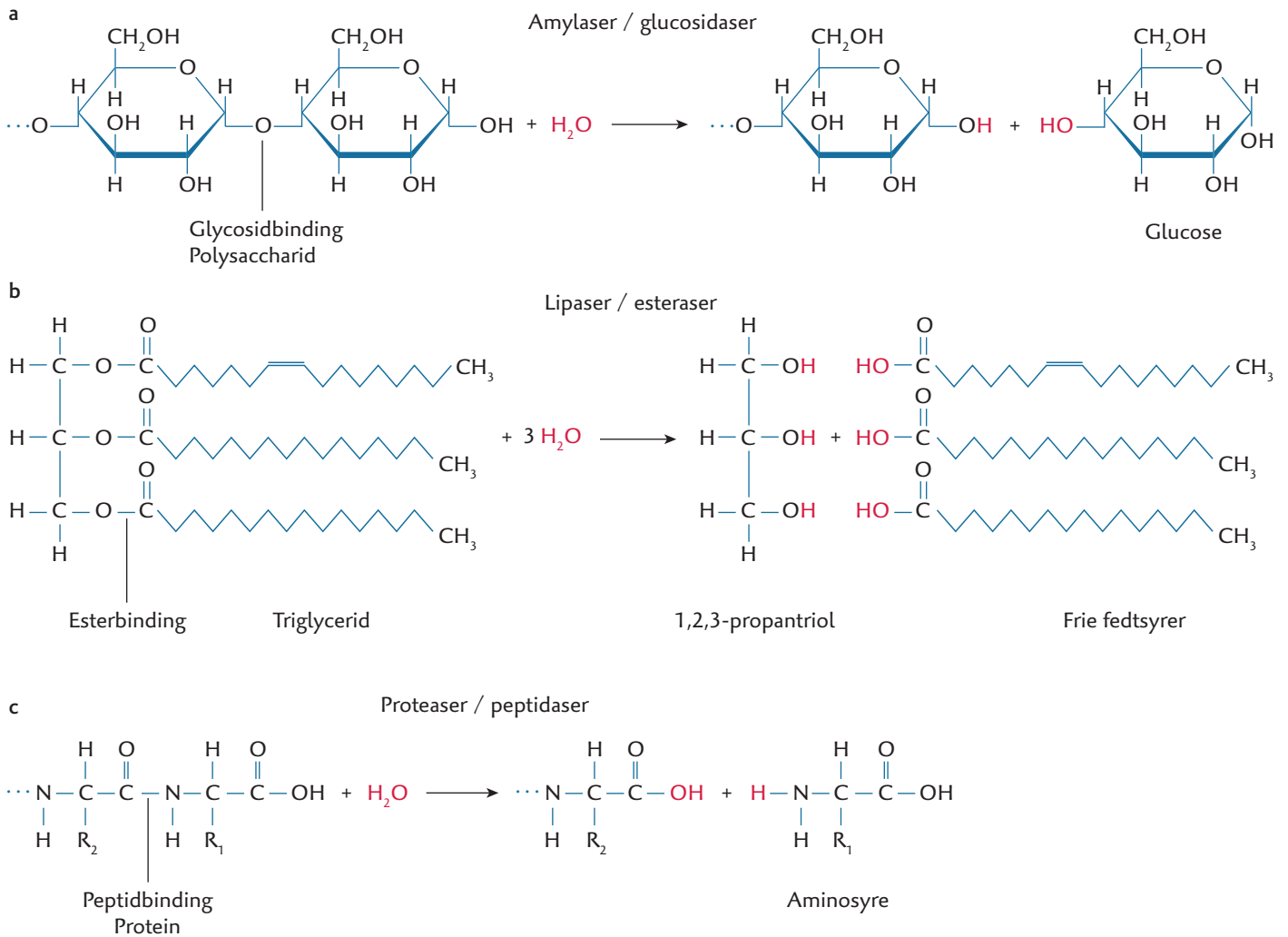
Figur 27. Phenol.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

Reaktionstype	Beskrivelse		Eksempler
Substitution	$R-A + B \longrightarrow R-B + A$		Overførsel af funktionelle grupper vha. coenzymer
Addition	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array} + A-B \longrightarrow \begin{array}{c} \text{A} \quad \text{B} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \end{array}$	Et lille molekyle adderes til en dobbeltbinding hvorved den ene af bindingerne i dobbeltbindingen sprænges	Omdannelse mellem mættede og umættede fedtsyrer
Elimination	$\begin{array}{c} \text{A} \quad \text{B} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array} + A-B$	Et lille molekyle fjernes så der dannes en dobbeltbinding	Omdannelse mellem mættede og umættede fedtsyrer
Decarboxylering	$R-\text{COOH} \longrightarrow R-\text{H} + \text{CO}_2$	Fraspaltning af CO_2	Fraspaltning af carboxylsyrer i respirationsprocesserne
Oxidation / reduktion	$\begin{array}{c} e^- \\ \curvearrowright \\ \text{A}_{\text{ox}} + \text{B}_{\text{red}} \end{array} \rightleftharpoons \text{A}_{\text{red}} + \text{B}_{\text{ox}}$	Atomer oxideres eller reduceres ved at der overføres elektroner imellem dem	Mange delprocesser i respirationen hvor der sammen med elektronerne overføres H eller O
Syre-base-reaktion	$\begin{array}{c} \text{H}^+ \\ \curvearrowright \\ \text{S}_1 + \text{B}_2 \end{array} \rightleftharpoons \text{B}_1 + \text{S}_2$ $\text{S}_1 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{B}_1 + \text{H}_3\text{O}^+$ $\text{B}_1 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S}_1 + \text{OH}^-$	Overførsel af hydron fra en syre (S) til en base (B). Vand kan optræde som syre eller base	Aminosyrers og carboxylsyrers reaktion med vand
Hydrolyse	$-\text{C}-\text{C}- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow -\text{C}-\text{OH} + \text{H}-\text{C}-$	Spaltning af molekyle under optagelse af vand	Nedbrydning af karbohydrater, protein og triglycerider
Kondensation	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} + \text{HO}-\text{R} \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$	Sammenbinding ved fraspaltning af et mindre molekyle, fx vand eller fosfat	Opbygning af triglycerider
Polykondensation	$n \text{H}_2\text{N}-\underset{\text{R}}{\text{CH}}-\text{COOH} \rightarrow \left[\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ -\text{N}-\text{CH}-\text{C}- \\ \quad \quad \\ \text{R} \quad \quad \text{R} \end{array} \right]_n + (n-1)\text{H}_2\text{O}$	Sammenbinding af enheder i polymerer	Syntese af polypeptider

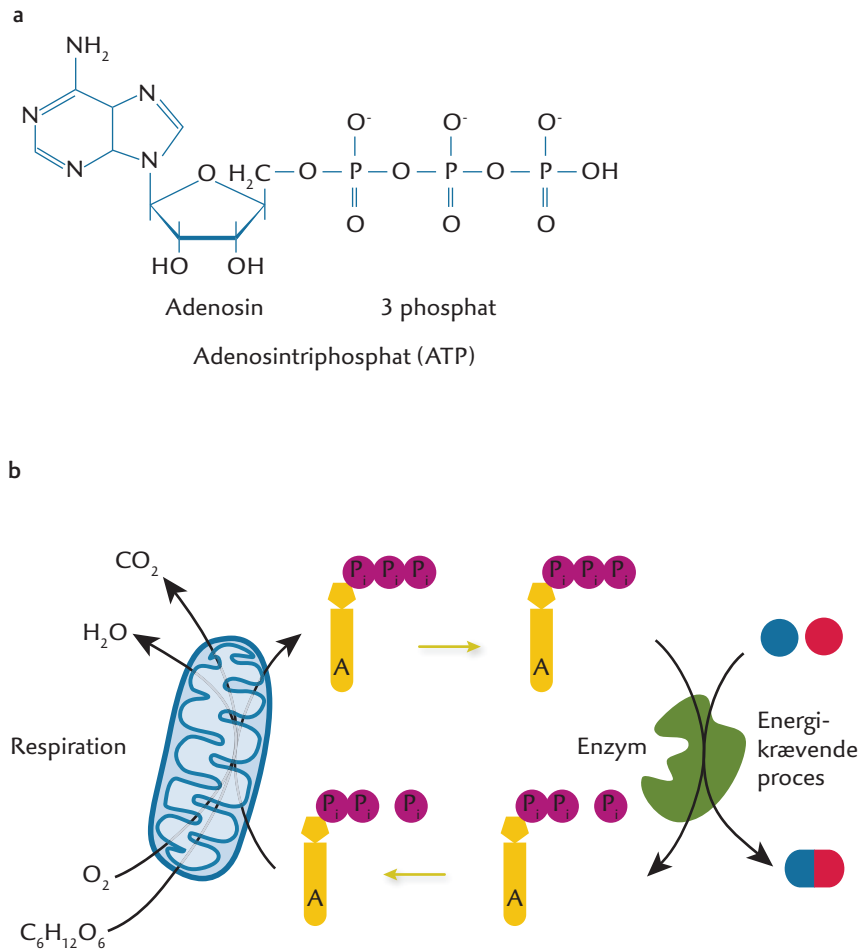
Figur 28. Vigtige organiske reaktionstyper.

Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·

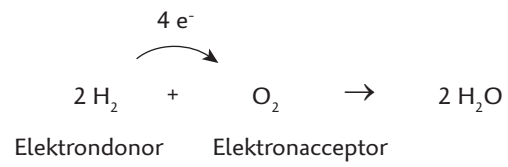
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 29. Hydrolyse af a. Kulhydrat, b. Triglycerid og c. Protein.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 30. ATP. a. Kemisk struktur. b. Phosphorylering og dephosphorylering.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



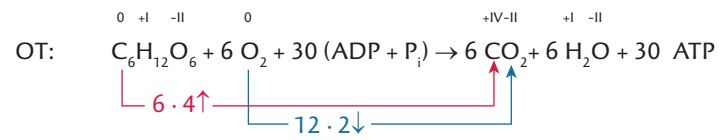
Figur 31. Redoxreaktion.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

Begreb	Forklaring
Reduktion	Optagelse af elektroner
Oxidation	Afgivelse af elektroner
Elektron donor	Atom som afgiver elektroner
Reduktionsmiddel	
Elektron acceptor	Atom som optager elektroner
Oxidationsmiddel	
Oxidationstal (OT)	Tal for hvor mange elektroner et atom har optaget (-) eller afgivet (+) i forhold til et frit atom af det pågældende grundstof (OT = 0)

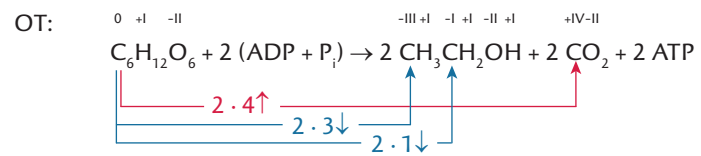
Figur 32. Vigtige redoxbegreber.

Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·

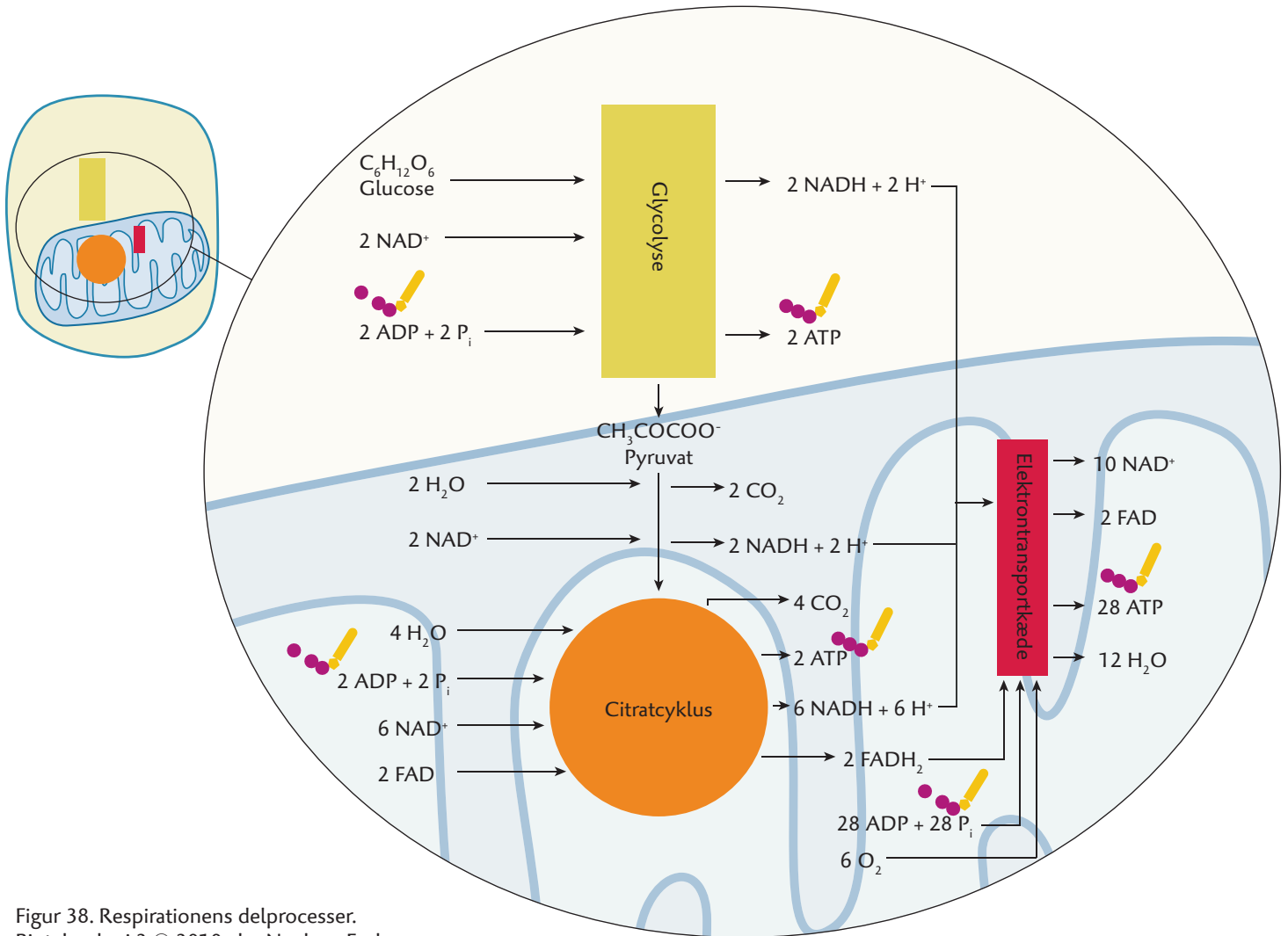
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



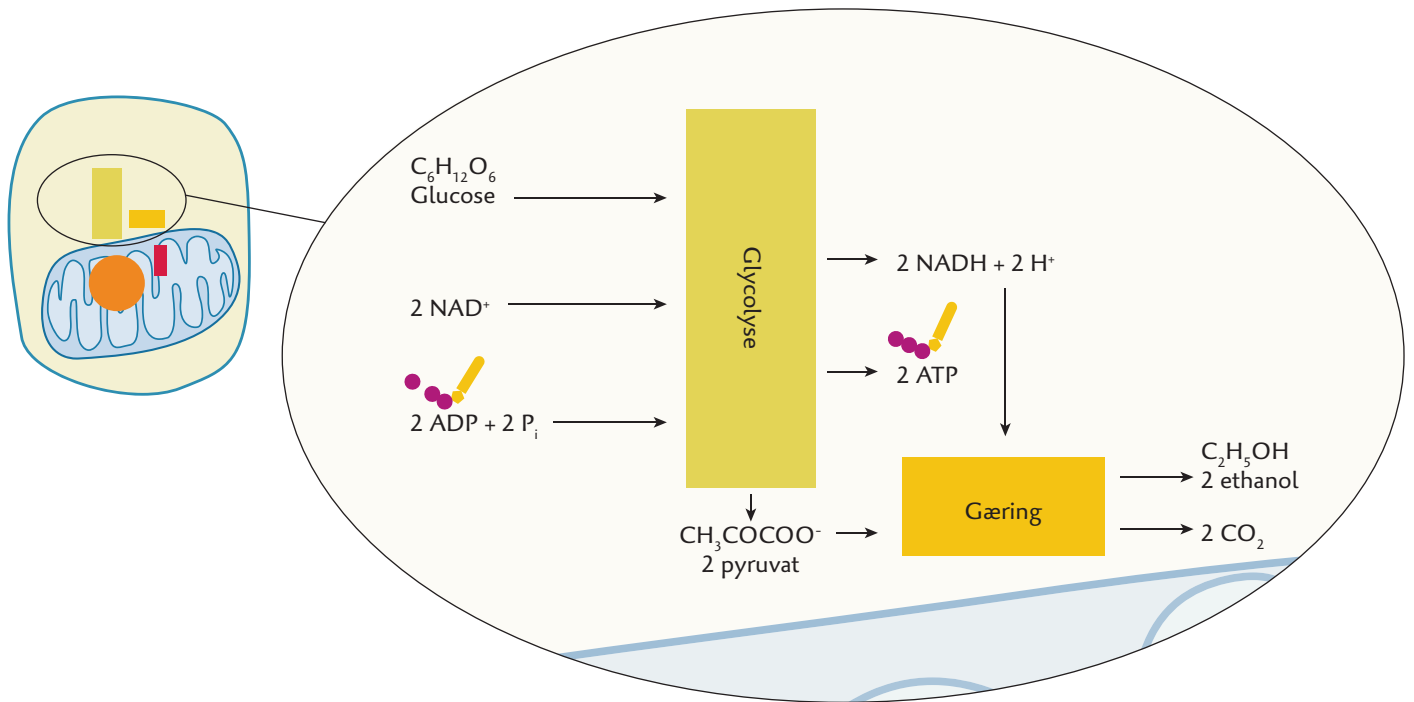
Figur 34. Elektronoverførsler ved respirationsprocessen.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 36. Elektronoverførsler ved alkoholgæring.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 38. Respirationens delprocesser.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



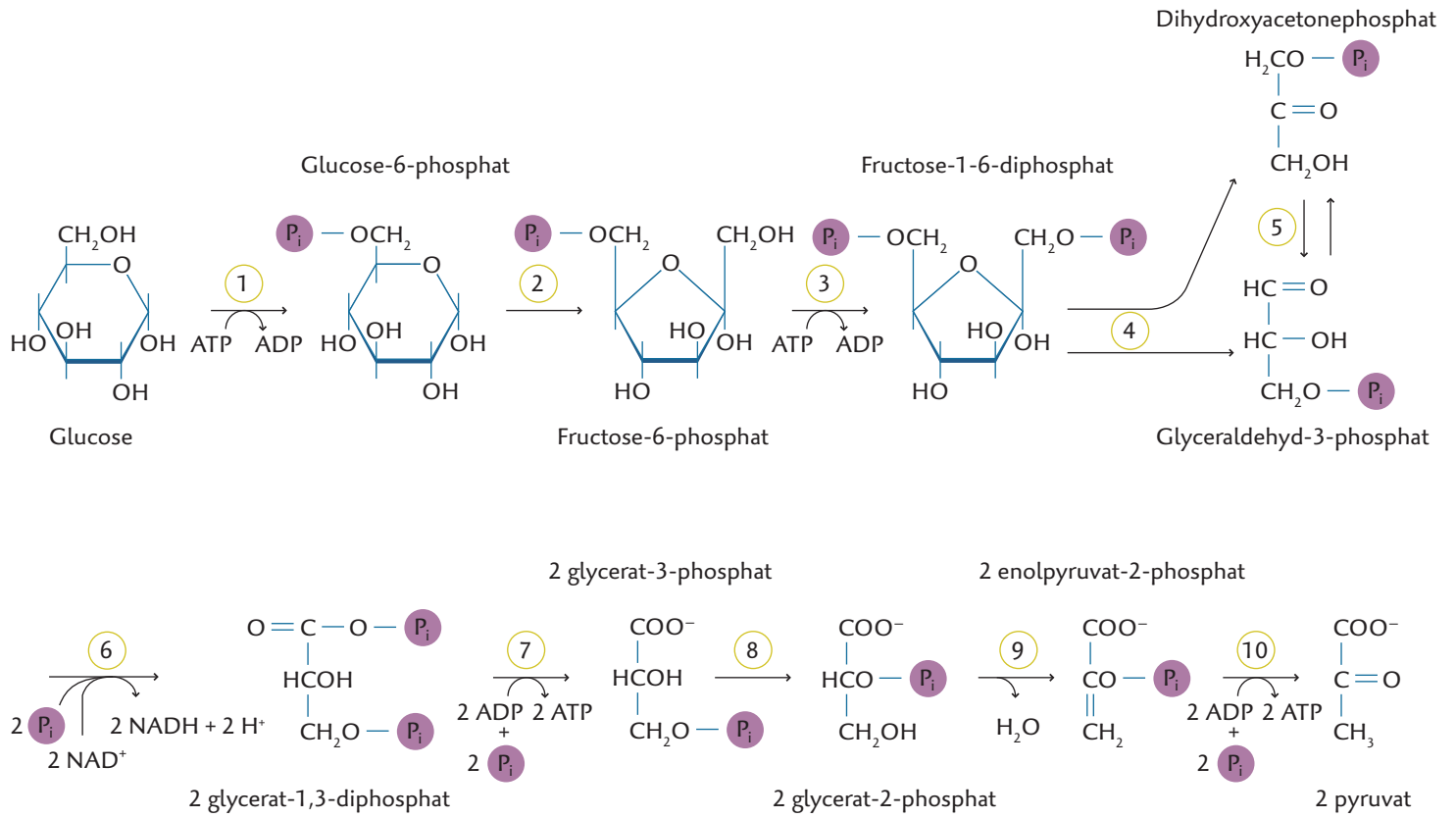
Figur 39. Ethanolgæringens delprocesser.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

Glykolyse	
Dihydroxyacetonephosphat	3-hydroxy-2-oxopropyl-phosphat
Glyceraldehyd-3-phosphat	Phosphorsyre(2-hydroxy-3-oxopropyl)ester
Glycerat-1,3-diphosphat	Phosphorsyre(2-hydroxy-3-phosphat-1-oxo-propyl)ester
Glycerat-3-phosphat	2-hydroxy-3-phosphat-propanoat
Glycerat-2-phosphat	3-hydroxy-2-phosphat-propanoat
Enolpyruvat-2-phosphat	2-phosphat-prop-2-enoat
Pyruvat	2-oxopropanoat

Gæring	
Lactat	2-hydroxypropanoat

Citratcyklus	
Acetyl	Ethanoyl
Acetyl-CoA	Ethanoyl-CoA
Citrat	2-hydroxypropan-1,2,3-tricarboxylat
Isocitrat	1-hydroxypropan-1,2,3-tricarboxylat
α -ketoglutarat	2-oxopentandioat
Succinyl-CoA	Butandioyl-CoA
Succinat	Butandioat
Fumarat	(E)-but-2-endioat
Malat	2-hydroxybutandioat
Oxaloacetat	2-oxobutandioat

Figur 40. Trivialnavne og systematiske navne på stofskiftets molekyler.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



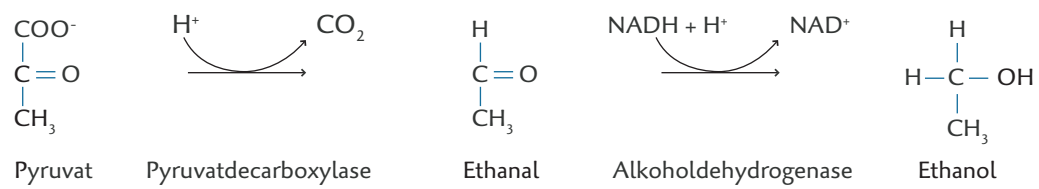
Figur 41. Glycolyse.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

Proces	Enzym	Forklaring
1	Hexokinase	Glucose phosphoryleres
2	Phosphoglucoseisomerase	Glucose-6-phosphat omdannes til fructose-6-phosphat. Fructose og glucose er isomere molekyler som har samme bruttoformel. Processen kaldes en isomerisering
3	Phosphofruktokinase	Fructose-6-phosphat phosphoryleres endnu engang
4	Aldolase	Fructose-1,6-diphosphat spaltes til glyceraldehyd-3-phosphat(phosphorsyre (2-hydroxy-3-oxopropyl)ester) og dihydroxyacetonephosphat (3-hydroxy-2-oxopropyl-phosphat), to isomere C ₃ -forbindelser. Kun den ene, glyceraldehyd-3-phosphat kan bruges i de efterfølgende processer
5	Triosephosphatisomerase	Enzymet katalyserer omdannelsen mellem glyceraldehyd-3-phosphat og dihydroxyacetonephosphat. Da der forbruges glyceraldehyd-3-phosphat i de efterfølgende processer, vil mere dihydroxyacetonephosphat blive omdannet
6	Glyceraldehyd-3-phosphatdehydrogenase	Glyceraldehyd-3-phosphat oxideres ved at der overføres e ⁻ og H ⁺ til NAD ⁺ . Herved dannes der 2 NADH, da der er to substratmolekyler for hver glucose der omdannes. Energifrigørelsen ved oxidationen bruger enzymet til at phosphorylere substratet vha. en phosphorylation
7	Phosphoglyceratkinase	Glycerat-1,3-diphosphat (phosphorsyre-(2-hydroxy-3-phosphat-1-oxopropyl) ester) dephosphoryleres og phosphat overføres til ADP. Herved dannes 2 ATP
8	Phosphoglyceratmutase	Phosphat skifter placering på molekylet ved en isomerisering
9	Enolase	Der dannes en dobbeltbinding ved fjernelse af vand. Det kaldes også en elimination eller en dehydrering. Resultatet er at bindingen til phosphat bliver mere ustabil
10	Pyruvatkinase	Phosphat overføres til ADP ved en dephosphorylering så der dannes endnu 2 ATP. Reaktionens produkt er pyruvat (2-oxopropanoat)

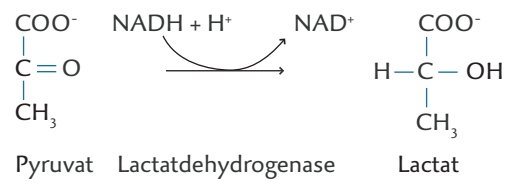
Figur 42. Glycolysens reaktioner.

Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·

Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



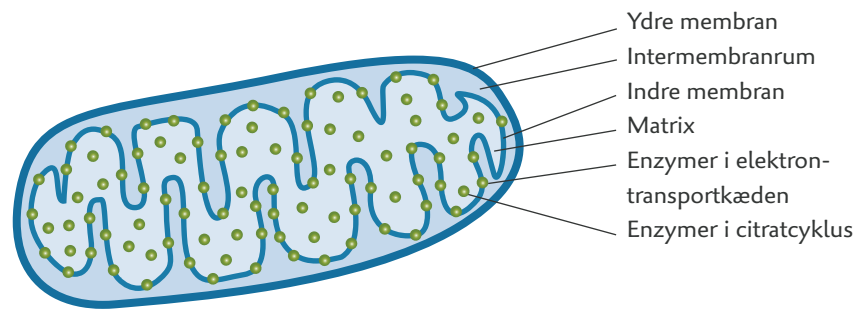
Figur 43. Ethanolgæring.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



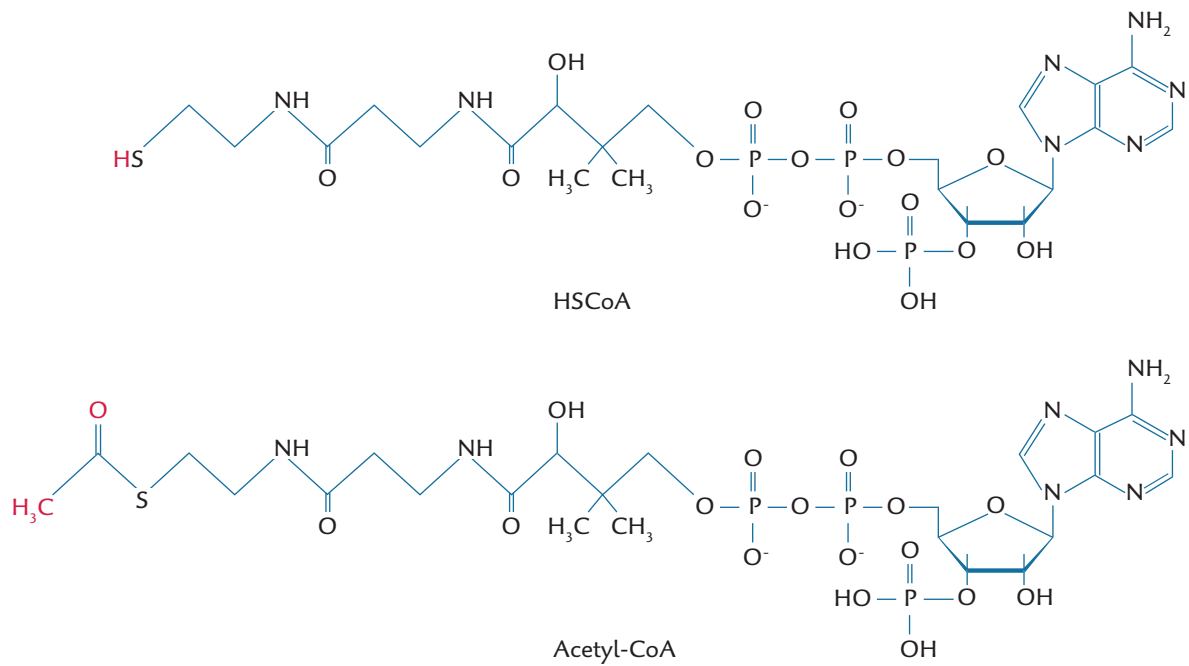
Figur 44. Lactatgæring.

Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·

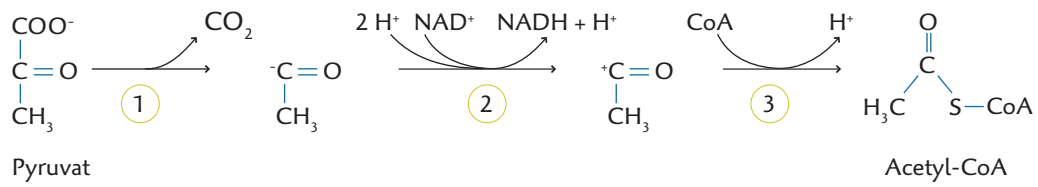
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



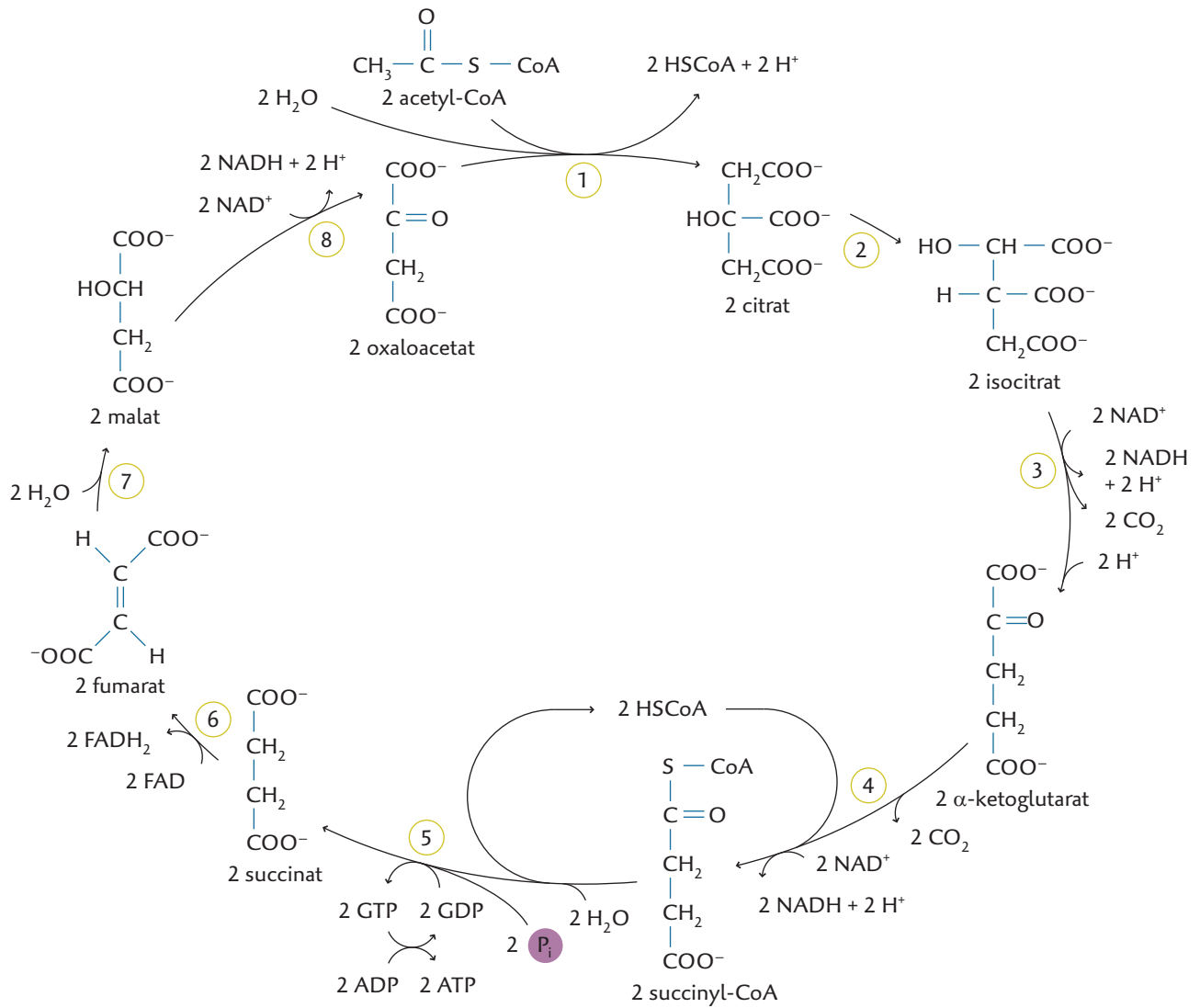
Figur 45. Mitokondriets opbygning.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 46. HSCoA og acetyl-CoA.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 47. Omdannelse af pyruvat til acetyl (ethanoyl).
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 48. Citratcyklus.

Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·

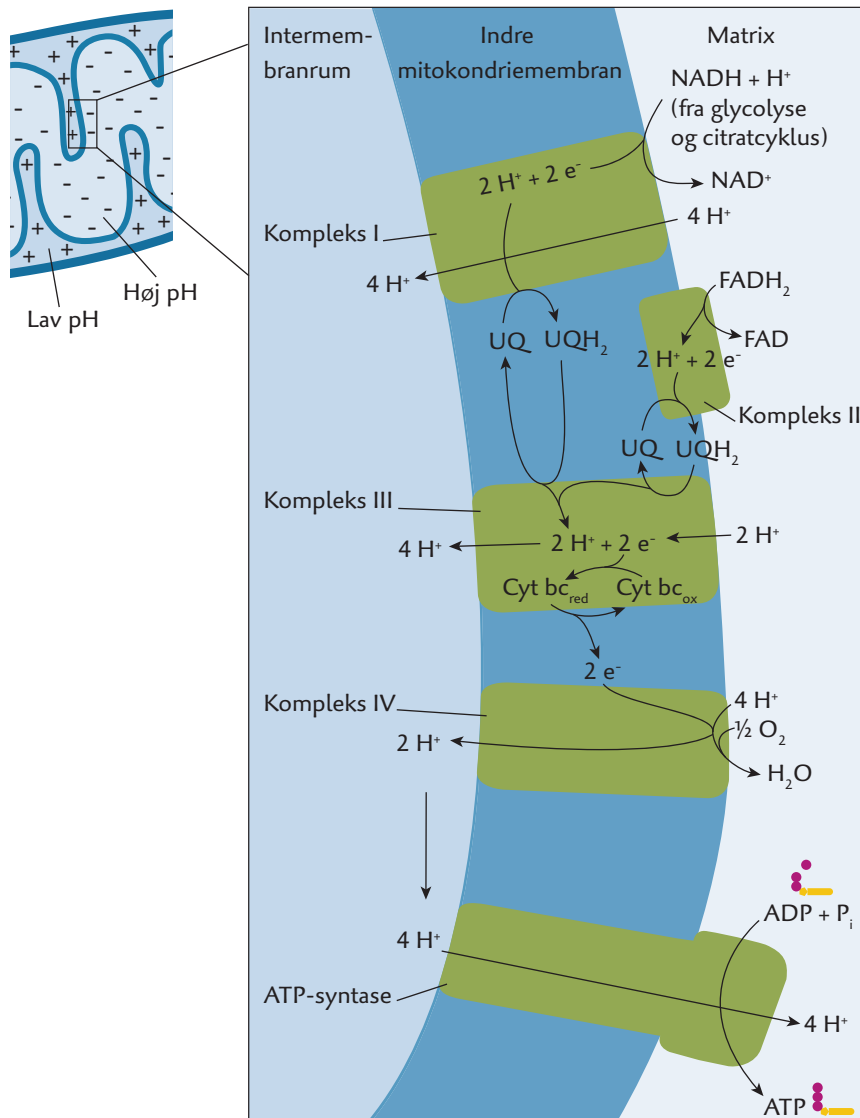
Grafik: Elin Steffensen, Cigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

Proces	Enzym	Forklaring
1	Citratsyntase	Oxaloacetat (2-oxobutandioat) carboxyleres til citrat
2	Aconitase	Citrat (2-hydroxypropan-1,2,3-tricarboxylat) omløjres til sin isomere form isocitrat
3	Isocitratdehydrogenase	Isocitrat (1-hydroxypropan-1,2,3-tricarboxylat) oxideres, og de fraspaltede elektroner optages sammen med hydroner af NAD^+ så der dannes $\text{NADH} + \text{H}^+$. Desuden sker der en decarboxylering hvorved CO_2 fraspaltes. Produktet er α -ketoglutarat (2-oxopentandioat) som er en C_5 -forbindelse
4	α -ketoglutarat-dehydrogenase	α -ketoglutarat oxideres og decarboxyleres endnu engang. Reaktionen svarer helt til decarboxyleringen af pyruvat. Også her bindes produktet, en succinyl-gruppe i en energirig binding til CoA, så der dannes succinyl-CoA (butandioyl-CoA)
5	Succinyl CoA-syntetase	Succinat (butandioat) spaltes fra succinyl-CoA. Ved processen sættes fosfat på guanosindiphosphat, GDP, hvorved der dannes GTP. GTP overfører fosfat til ADP så der dannes ATP
6	Succinatdehydrogenase	Succinat omdannes til fumarat ((E)-but-2-endioat). Det er en elimination da der fraspaltes H-atomer og dannes en dobbeltbinding. Reaktionen frigør ikke tilstrækkelig energi til at danne NADH , men 2 H overføres i stedet til FAD, som derved omdannes til FADH_2
7	Fumarase	H_2O adderes til fumarat så der dannes malat (2-hydroxybutandioat)
8	Malatdehydrogenase	Malat oxideres til oxaloacetat ved endnu en dehydrogenering. Elektroner og hydroner overføres til NAD^+ , og NADH og H^+ overføres til elektrontransportkæden

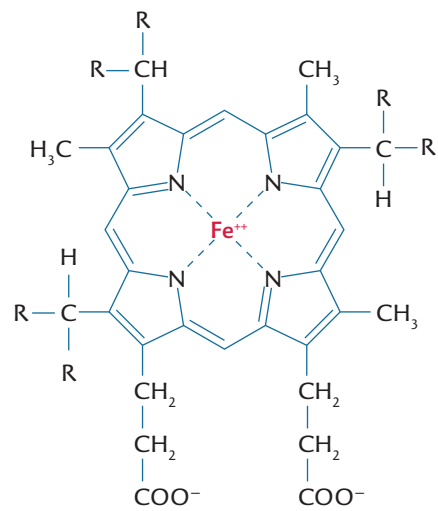
Figur 49. Reaktionerne i citratcyklus.

Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·

Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

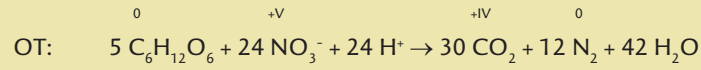


Figur 50. Elektrontransportkæden.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

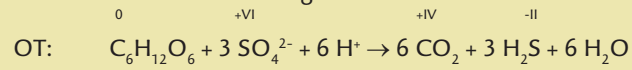


Figur 51. Hæmgruppens kemiske struktur.
Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.

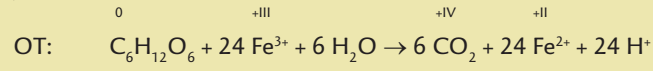
Nitratreduktion (denitrifikation):



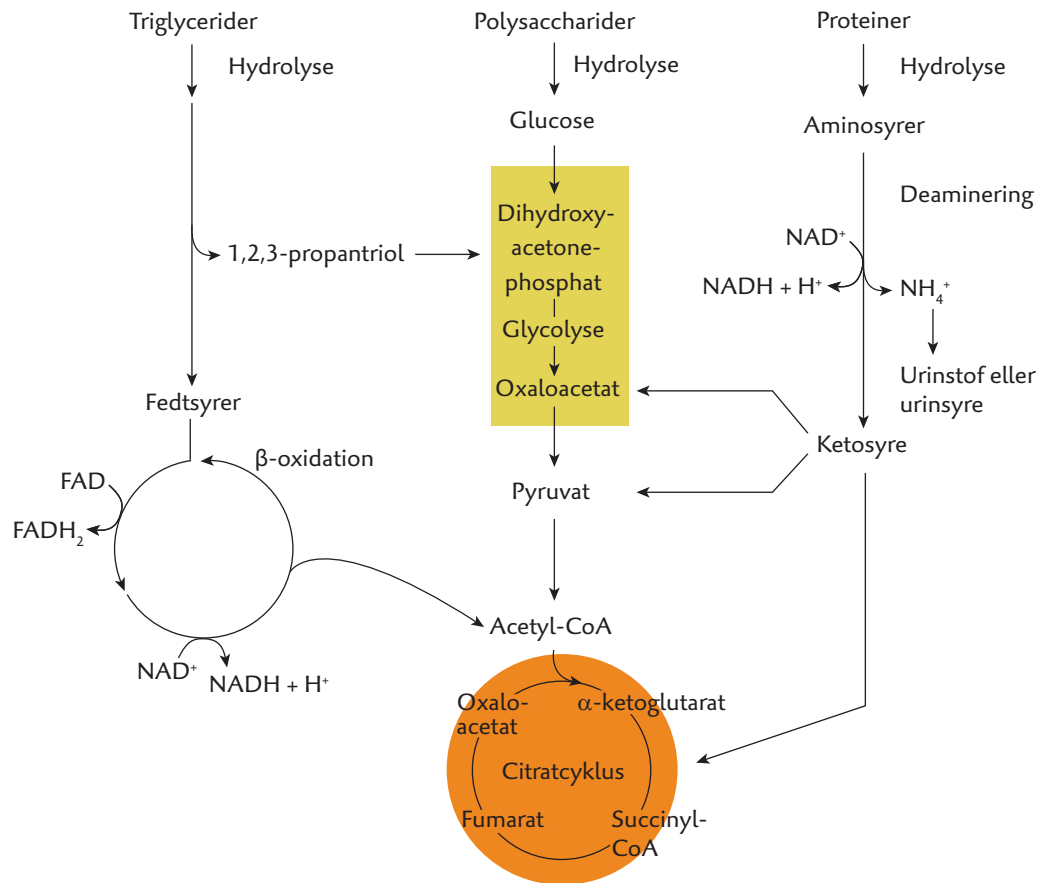
Sulfatreduktion (sulfatånding):



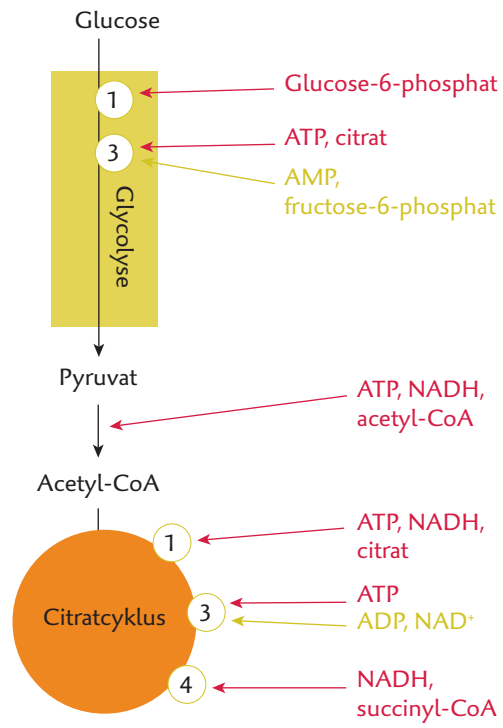
Jernreduktion:



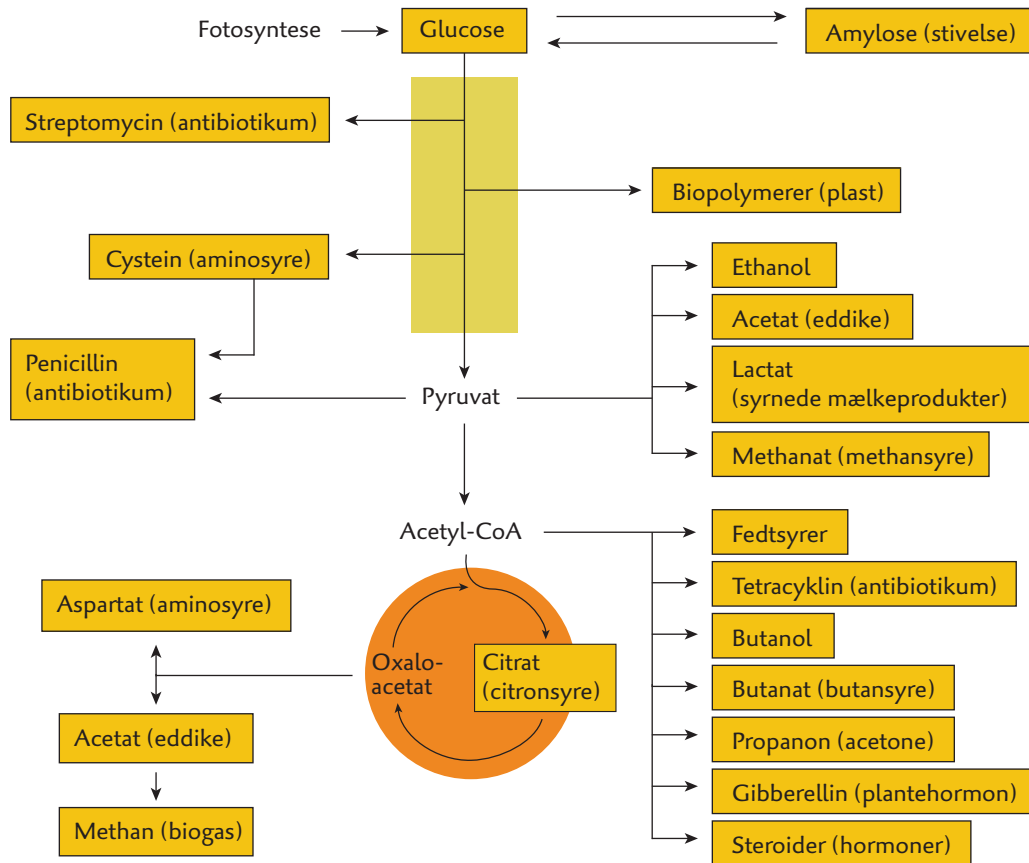
Figur 52. Eksempler på anaerobe respirationsprocesser.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 53. Respiration af protein og fedt.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 54. Respirationens regulering.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.



Figur 55. Metabolitter.
 Bioteknologi 2 © 2010 · by Nucleus Forlag ·
 Grafik: Elin Steffensen, Gigraf · ISBN 978-87-90363-46-8.