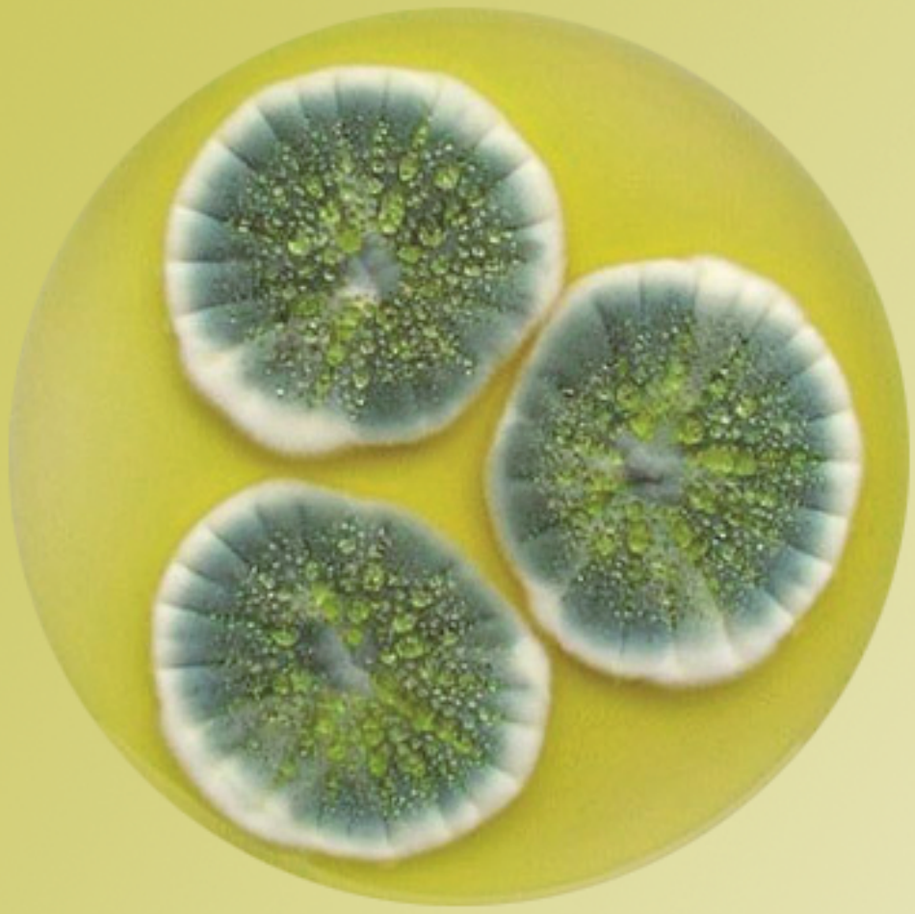
# yubio

Interaktiv ebog til biologi A

2022

# Indholdsfortegnelse


Kapitel 1: Mikrobiologi
Kapitel 2: Lunger og blodkredsløb
Kapitel 3: Kost, fordøjelse og sundhed
Kapitel 4: Lever og nyrer
Kapitel 5: Immunforsvaret
Kapitel 6: Hormonsystemet
Kapitel 7: Sexologi
Kapitel 8: Nervesystemet
Kapitel 9: Muskler
Kapitel 10: Arbejdsfysiologi & sundhed
Kapitel 11: Doping
Kapitel 12: Dyrefysiologi
Kapitel 13: Kulhydrater
Kapitel 14: Fedtstoffer
Kapitel 15: Aminosyrer og proteiner
Kapitel 16: Enzymer
Kapitel 17: Katabolismen
Kapitel 18: Anabolismen
Kapitel 19: Kromosomer og gener
Kapitel 20: Proteinsyntesen
Kapitel 21: Nedarvninger
Kapitel 22: Mutationer og kræft
Kapitel 23: Genteknologi
Kapitel 24: Evolution og bioinformatik
Kapitel 25: Bioteknologi
Kapitel 26: Grundlæggende økologi
Kapitel 27: Stofkredsløb
Kapitel 28: Jordbund og plantefysiologi
Kapitel 29: Forskellige økosystemer
Kapitel 30: Forurening



Kapitel

# 1

# Mikrobiologi

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 1


- 1.1 Indledning **10**
- 1.2 Prokaryoter **11**
  - 1.2.1 Generelt **11**
  - 1.2.2 Eubakterier **13**
  - 1.2.3 Arkæer **17**
  - 1.2.4 Gavnlige bakterier **20**
  - 1.2.5 Sygdomsfremkaldende bakterier **23**
  - 1.2.6 Antibiotika og resistens **31**
  - 1.2.7 Bakterievækst **37**
  - 1.2.8 Bakterieoptælling **40**
  - 1.2.9 Taxonomi **42**
- 1.3 Eukaryoter **45**
  - 1.3.1 Generelt **45**
  - 1.3.2 Cellevæggen **46**
  - 1.3.3 Cellemembranen **50**
  - 1.3.4 Transport over cellemembranen **52**
  - 1.3.5 Forskellige membranprocesser **56**
  - 1.3.6 Cellekernen **56**
  - 1.3.7 Mitokondrier **56**
  - 1.3.8 Grønkorn **58**
  - 1.3.9 Ribosomer **59**
  - 1.3.10 Det endoplasmatiske retikulum (E.R.) **60**
  - 1.3.11 Det sarkoplasmatiske retikulum (S.R.) **60**
  - 1.3.12 Golgikomplekset **61**
  - 1.3.13 Lysosomer & vakuoler **61**
  - 1.3.14 Celleskelet **62**
  - 1.3.15 Celledød **63**
  - 1.3.16 Protister **63**
  - 1.3.17 Svampe/mikrosvampe **66**
  - 1.3.18 Taxonomi **67**
- 1.4 Vira **68**
  - 1.4.1 Generelt **68**
  - 1.4.2 DNA-vira **71**
  - 1.4.3 RNA-vira **71**
  - 1.4.4 Antiviral medicin **74**
  - 1.4.5 Endogene vira **75**
- 1.5 Prioner **78**
- 1.6 Pandemier **79**
  - 1.6.1 COVID-19 **80**
  - 1.6.2 Bekæmpelse af SARS-CoV-2 **82**
  - 1.6.3 Behandling mod SARS-CoV-2 **86**
- Resume **88**

Kapitel

# 2

# Lunger og blodkredsløb

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 2


- 2.1 Generelt **92**
- 2.2 Åndedrættet **92**
  - 2.2.1 Indånding og udånding **92**
  - 2.2.2 Lungerumfang og lungeventilation **94**
- 2.3 Iltoptagelse **95**
  - 2.3.1 Lungernes opbygning **95**
  - 2.3.2 Gasudveksling af ilt **97**
  - 2.3.3 Iltens vej til cellerne **98**
  - 2.3.4 Transport og afgivelse af ilt **99**
- 2.4 Kuldioxidafgivelse **104**
  - 2.4.1 Kuldioxidens vej ud af kroppen **104**
  - 2.4.2 Transport af kuldioxid i blodet **104**
- 2.5 Blodets bestanddele **106**
  - 2.5.1 Røde blodlegemer og hæmatokrit **106**
  - 2.5.2 Hvide blodlegemer og blodplader **108**
  - 2.5.3 Plasma **108**
- 2.6 Sammenfatning på blodkredsløbet **109**
- 2.7 Hjertet **112**
  - 2.7.1 Hjertets eget kredsløb **113**
  - 2.7.2 Hjertets sammentrækning **113**
  - 2.7.3 Blodtryk **114**
  - 2.7.4 Puls, slagvolumen og minutvolumen **117**
  - 2.7.5 EKG **120**
  - 2.7.6 Hjerteklapper og hjertelyd **121**
- 2.8 Reguleringsmekanismer **122**
  - 2.8.1 Regulering af åndedrættet **122**
  - 2.8.2 Regulering af blodkredsløbet **124**
- 2.9 Bjergbestigning **126**
  - 2.9.1 Fysiske udfordringer i højden **126**
  - 2.9.2 Fysiologiske ændringer **131**
  - 2.9.3 Højdesyge **136**
- 2.10 Dykning **137**
  - 2.10.1 Dybde og tryk **137**
  - 2.10.2 Fridykning **139**
  - 2.10.3 Dykning med komprimeret luft **141**
- 2.11 Sygdomme i åndedrætssystemet **144**
  - 2.11.1 Nikotin, CO og tjære **144**
  - 2.11.2 KOL **145**
  - 2.11.3 Lungekræft **146**
  - 2.11.4 Rygestop **147**
  - 2.11.5 Specielle tilstande **147**
- 2.12 Sygdomme i blodkredsløbet **148**
  - 2.12.1 Hjertefejl **148**
  - 2.12.2 Åreforkalkning og blodpropper **151**
  - 2.12.3 Aneurismer **153**
  - 2.12.4 Åreknuder **153**
- 2.13 Førstehjælp **154**
- Resume **156**


*Kapitelforside: FOTO: Andy P. Monk.*

Kapitel

# 3

# Kost, fordøjelse og sundhed

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 3


3.1 Generelt **159**

3.2 Kostens sammensætning **159**

- 3.2.1 Kulhydrat, fedt og protein **159**
- 3.2.2 Energibetragtninger og kostråd **164**
- 3.2.3 Mineraler **169**
- 3.2.4 Vitaminer **171**
- 3.2.5 Kostfibre **173**
- 3.2.6 Kosttilskud **174**
- 3.2.7 Væske **174**
- 3.2.8 Alkohol **176**
- 3.2.9 Kost og styrketræning **181**
- 3.2.10 Kost og konditionstræning **183**
- 3.2.11 Appetitregulering **185**

3.3 Fordøjelsen **186**

- 3.3.1 Transport af føden **187**
- 3.3.2 Mundhulen **188**
- 3.3.3 Mavesækken **190**
- 3.3.4 Tolvfingertarmen **191**
- 3.3.5 Tyndtarmen **192**
- 3.3.6 Tyktarmen **195**
- 3.3.7 Endetarmen **197**

3.4 Sundhedsparametre **197**

- 3.4.1 BMI **197**
- 3.4.2 Fedtprocent **198**
- 3.4.3 Talje-hofte-ratio **199**
- 3.4.4 Taljeomkreds **201**
- 3.4.5 Idealvægt **201**
- 3.4.6 Kondital **201**
- 3.4.7 Kolesterol og blodfedt **202**
- 3.4.8 Blodtryk **203**
- 3.4.9 Body age **204**

3.5 Sundhed og ernæring **204**

- 3.5.1 Overvægt og fedme **204**
- 3.5.2 Slankekure **211**
- 3.5.3 Fedmeoperation **214**
- 3.5.4 Spiseforstyrrelser **215**
- 3.5.5 Vegetarer og veganere **216**
- 3.5.6 Raw-food og stenalderkost **217**
- 3.5.7 Kulturelle vaner **218**
- 3.5.8 Kvalme og opkast **219**
- 3.5.9 Laktoseintolerans og mælk **220**
- 3.5.10 Diarre **221**
- 3.5.11 Light-produkter **222**
- 3.5.12 KRAM-faktorer **223**
- 3.5.13 Gluten **225**
- 3.5.14 Entomofagi **226**
- 3.5.15 Low carb eller low fat? **228**
- 3.5.16 Detox **230**

3.6 Sygdomme i fordøjelseskanalen **231**

- 3.6.1 Mavesår og mavekræft **231**
- 3.6.2 Problemer i tyktarmen **232**
- 3.6.3 Kræft i tyktarmen og endetarmen **233**
- 3.6.4 Blindtarmsbetændelse **233**
- 3.6.5 Galdesten **234**
- 3.6.6 Betændelse og kræft i bugspytkirtlen **236**

Resume **237**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Lærereksemplar - Må ikke anvendes i undervisningen

# Kapitel 4

# Lever og nyrer

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 4

4.1 Generelt **240**

4.2 Leveren og dens funktioner **240**

4.2.1 Leverens galdeproduktion **241**

4.2.2 Leveren og blodsukkeret **243**

4.2.3 Leveren og fordøjelsen **245**

4.2.4 Leveren og blodet **246**

4.2.5 Leveren og skadelige stoffer **247**

4.2.6 Leveren og urinstofdannelse **247**

4.2.7 Leversygdomme **248**

4.3 Nyrerne og deres funktioner **249**

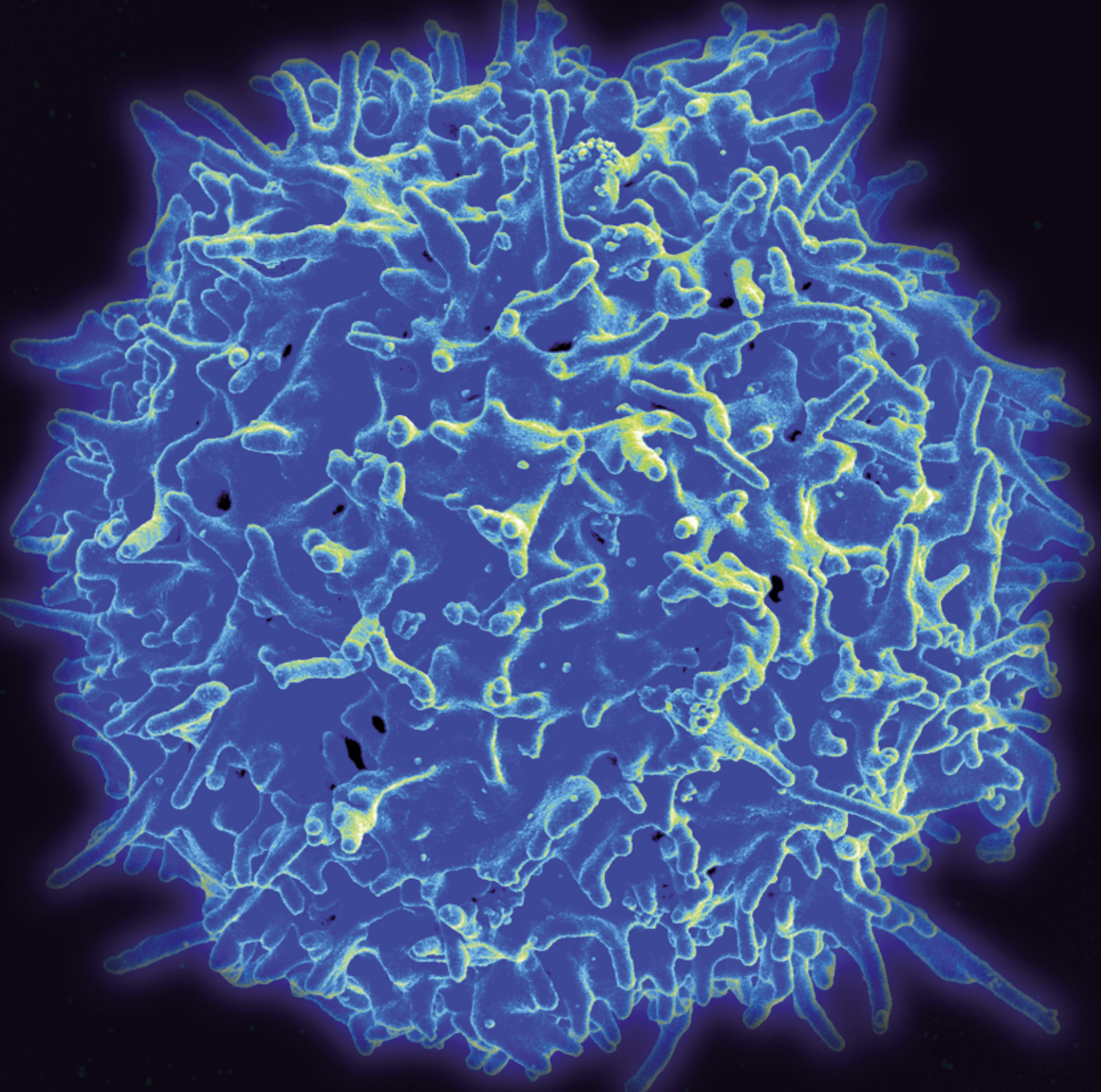
4.3.1 Nyrernes opbygning og blodforsyning **249**

4.3.2 Nyrernes funktion **251**

4.3.3 Nyresygdomme og dialyse **253**

Resume **255**

*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*



Kapitel

# 5

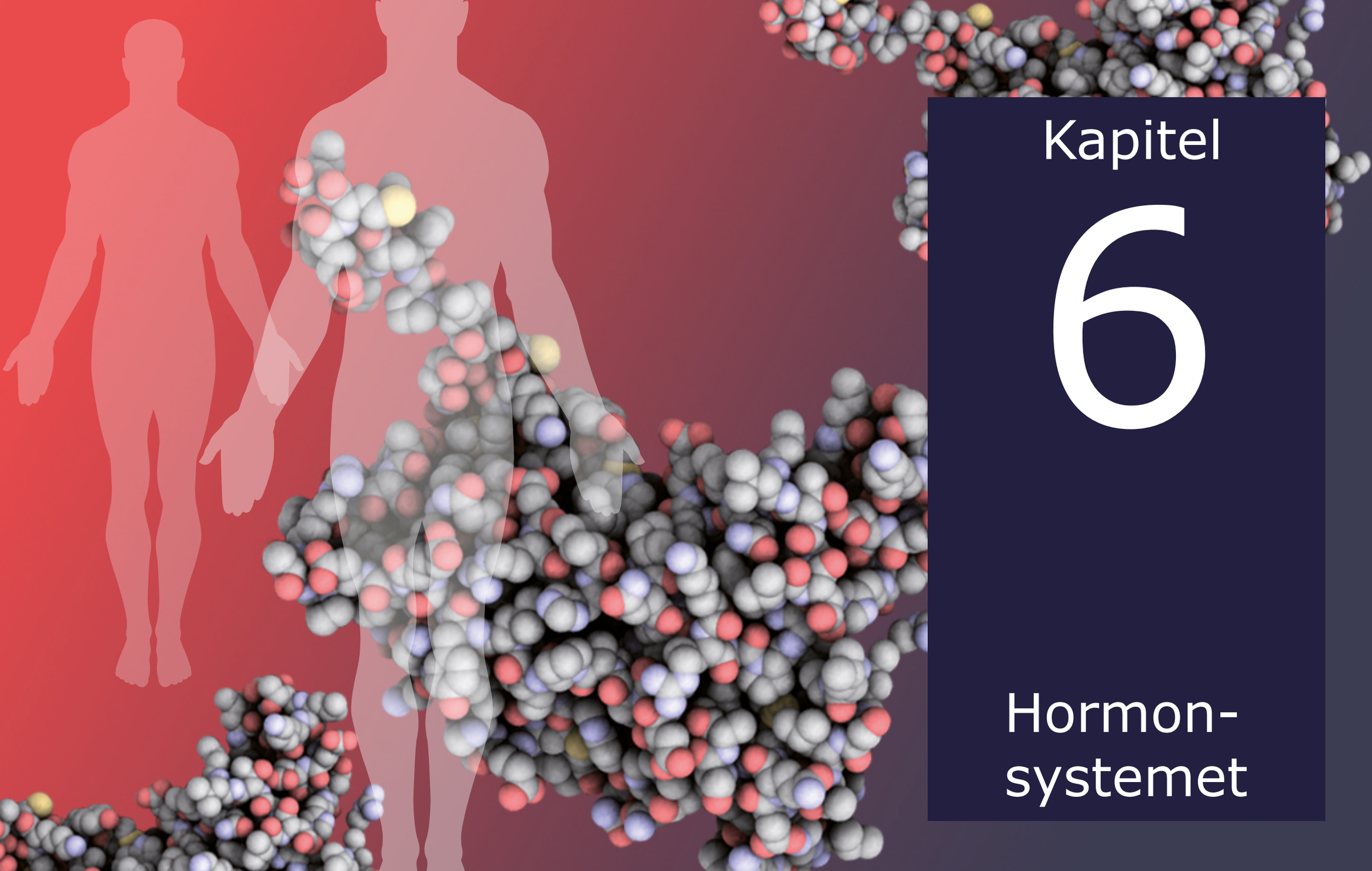
# Immun-forsvaret

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 5


- 5.1 Generelt **258**
- 5.2 Det medfødte forsvar **260**
  - 5.2.1 Det passive forsvar **260**
  - 5.2.2 Det aktive forsvar **261**
- 5.3 Det adaptive forsvar **262**
  - 5.3.1 Makrofager **263**
  - 5.3.2 T-lymfocytter **264**
  - 5.3.3 B-lymfocytter **266**
  - 5.3.4 Antigener og antistoffer **269**
  - 5.3.5 Feber **274**
  - 5.3.6 Regulering af immunforsvaret **276**
- 5.4 Immunforsvaret og sundhed **277**
  - 5.4.1 Særligt om virusinfektioner **277**
  - 5.4.2 Særligt om bakterieinfektioner **278**
  - 5.4.3 Andre infektioner **279**
  - 5.4.4 Vaccinationer **280**
  - 5.4.5 Serumbehandling **288**
  - 5.4.6 Transplantationer **288**
  - 5.4.7 Allergi **290**
  - 5.4.8 Medfødte immundefekter **294**
  - 5.4.9 Erhvervet immundefekt (HIV) **294**
  - 5.4.10 Autoimmune sygdomme **295**
  - 5.4.11 Kostens betydning **296**
  - 5.4.12 Kropstemperaturens betydning **298**
  - 5.4.13 Alderens betydning **298**
  - 5.4.14 Stress **299**
  - 5.4.15 Omgivelsernes betydning **300**
  - 5.4.16 Psykologiens betydning **301**
  - 5.4.17 Partnervalg **302**
  - 5.4.18 Søvnens betydning **303**

Resume **304**


*Kapitelforside: Billedet er venligst udlånt af National Institute of Allergy and Infectious Disease (NIAID). Billedet forestiller en T-lymfocyt.*



Kapitel

# 6

# Hormon-systemet

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 6


- 6.1 Generelt **307**
- 6.2 Endokrine kirtler **308**
  - 6.2.1 Parakrine hormoner (lokalhormoner) **309**
- 6.3 Typer af hormoner **310**
  - 6.3.1 Hormoner hos mennesket **310**
  - 6.3.2 Hormoner hos andre organismer **314**
- 6.4 Hormonregulering **314**
  - 6.4.1 Den simple regulering **314**
  - 6.4.2 Den komplicerede regulering **316**
- 6.5 Hormonernes receptorer **318**
- 6.6 Hormoner og sundhed **320**
  - 6.6.1 Diabetes type I **320**
  - 6.6.2 Diabetes type II **324**
  - 6.6.3 Fejl i skjoldbruskkirtlens regulering **328**
  - 6.6.4 Fejl i binyrernes regulering **328**
  - 6.6.5 Medicinsk hormonbehandling **329**
  - 6.6.6 Hormoner og døgnrytme **329**
- 6.7 Hormonlignende stoffer **331**
  - 6.7.1 Hormonforstyrrende stoffer og dyr **333**
  - 6.7.2 Hormonforstyrrende stoffer og mennesker **333**
  - 6.7.3 Strategier **337**

Resume **339**


*Kapitelforside: Østrogen-molekyler, der venligst er udlånt af Temujin Ayamikhan. Se flere molekyler på: www.neurochemic-chaos.tumblr.com.*

# Kapitel 7

# Sexologi

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 7


- 7.1 Generelt **342**
- 7.2 De hanlige kønsorganer **344**
  - 7.2.1 Udviklingen i fosterlivet **344**
  - 7.2.2 Opbygning og funktion **345**
  - 7.2.3 De hanlige hormoner **347**
- 7.3 De hunlige kønsorganer **349**
  - 7.3.1 Udviklingen i fosterlivet **349**
  - 7.3.2 Opbygning og funktion **349**
  - 7.3.3 De hunlige hormoner **352**
  - 7.3.4 Menstruationscyklus **353**
  - 7.3.5 Hormoner og menstruationscyklus **355**
  - 7.3.6 Smerter og uregelmæssig menstruation **357**
- 7.4 Graviditet og fosterudvikling **357**
  - 7.4.1 Befrugtning **357**
  - 7.4.2 Fosterudvikling **357**
  - 7.4.3 Graviditet uden for livmoderen **360**
  - 7.4.4 Mola **361**
  - 7.4.5 Fosterdiagnostik **361**

7.5 Fødslen og det nyfødte barn **363**
- 7.5.1 Fødslen **363**
- 7.5.2 Det nyfødte barn **364**
- 7.5.3 For tidligt fødte børn **365**
- 7.5.4 Abort **366**

7.6 Fertilitetsproblemer **367**

7.7 Prævention **370**
- 7.7.1 P-piller **370**
- 7.7.2 Minipiller **371**
- 7.7.3 Fortrydelsespiller **371**
- 7.7.4 Spiral **371**
- 7.7.5 Sæddræbende creme **372**
- 7.7.6 Pessar **372**
- 7.7.7 Femidom **373**
- 7.7.8 Kondom **374**
- 7.7.9 Sterilisation **374**
- 7.7.10 Afbrudt samleje **374**

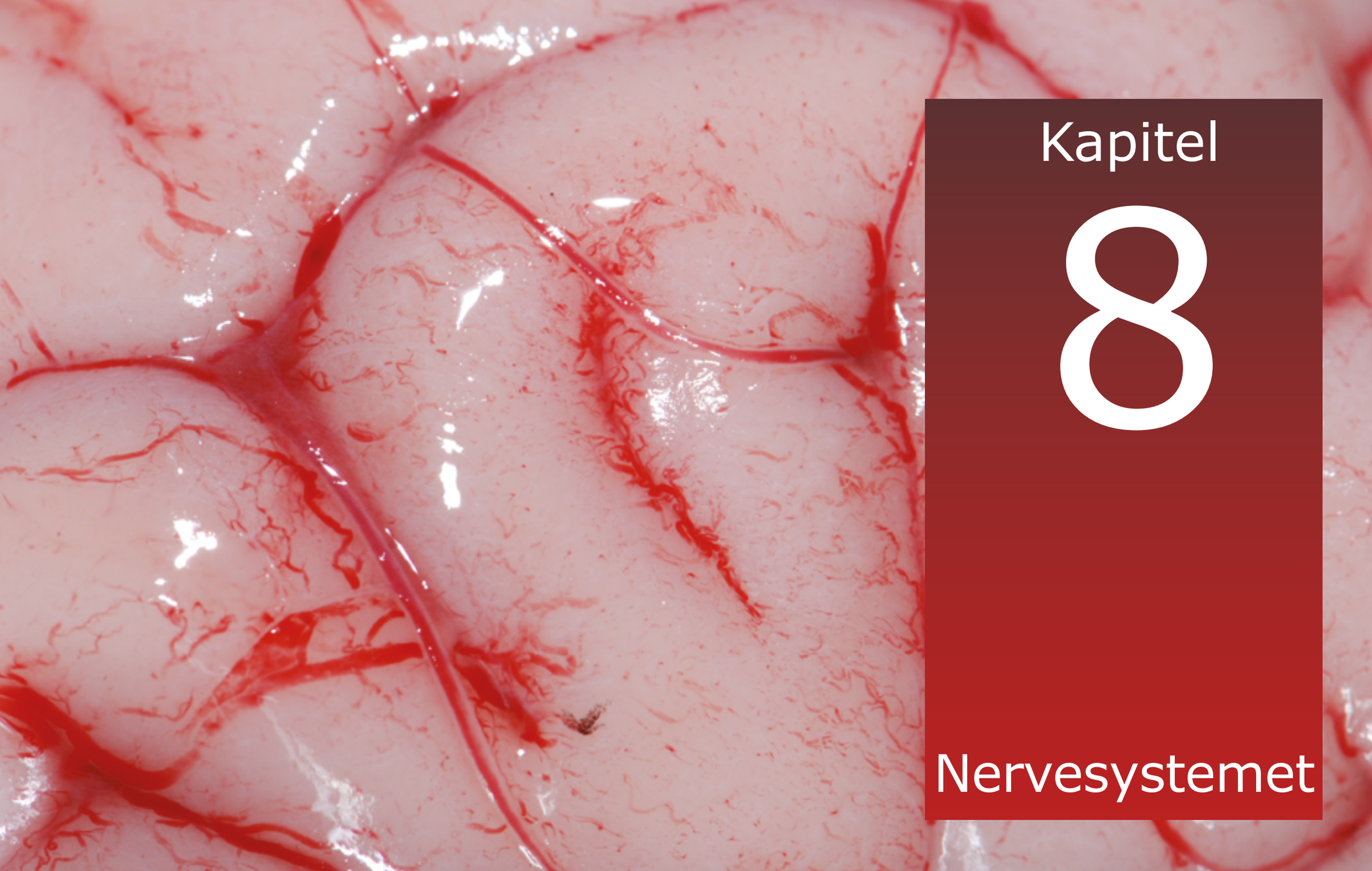
7.8 Seksuelt overførte sygdomme **375**
- 7.8.1 Klamydia og Mycoplasma genitialum **375**
- 7.8.2 Gonorre **375**
- 7.8.3 Kønsvorter og HPV **376**
- 7.8.4 Syfilis **377**
- 7.8.5 Herpes **377**
- 7.8.6 AIDS **379**

7.9 Seksualitet og identitet **380**
- 7.9.1 Homoseksualitet **380**
- 7.9.2 Køn og identitet **381**
- 7.9.3 Transvestisme, hermafroditter og AIS **382**

7.10 Myter og fakta **384**
- 7.10.1 Størrelsen og formen **384**
- 7.10.2 Forhudsforsnævring **386**
- 7.10.3 Impotens og kønskrans **387**
- 7.10.4 Onani, debut og antal sexpartnere **388**
- 7.10.5 Orgasme og orgasmejagt **388**

Resume **390**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*



# Kapitel 8

# Nervesystemet

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 8


- 8.1 Generelt **393**
- 8.2 Nervevæv **395**
  - 8.2.1 Neuroner **395**
  - 8.2.2 Gliaceller **397**
- 8.3 Nervesignaler **398**
  - 8.3.1 Det hvilende neuron **399**
  - 8.3.2 Det aktive neuron: Aktionspotentialet **401**
  - 8.3.3 Summation **407**
  - 8.3.4 Aktionspotentialets vandring **409**
  - 8.3.5 Synapsen **412**
- 8.4 Sanseceller **414**
  - 8.4.1 Følesansen **416**
  - 8.4.2 Lugtesansen **418**
  - 8.4.3 Smagssansen **420**
  - 8.4.4 Høre- og ligevægtssansen **422**
  - 8.4.5 Synssansen **428**
- 8.5 Hjernen og rygmarven **432**
  - 8.5.1 Hjernestammen **433**
  - 8.5.2 Storhjernen **434**
  - 8.5.3 Lillehjernen **438**
  - 8.5.4 Rygmarven **439**
  - 8.5.5 Læring **441**
  - 8.5.6 Hukommelse **443**
  - 8.5.7 Intelligens **445**
  - 8.5.8 Bevidsthed **448**
  - 8.5.9 Søvn **449**
- 8.6 Kemiske påvirkninger **451**
  - 8.6.1 Alkohol **451**
  - 8.6.2 Hash **453**
  - 8.6.3 Ecstasy **453**
  - 8.6.4 Kokain **454**
  - 8.6.5 Amfetamin og khat **455**
  - 8.6.6 Opioider **455**
  - 8.6.7 Hallucinogener **456**
  - 8.6.8 Fantasy **457**
  - 8.6.9 Benzodiazepiner **457**
  - 8.6.10 Motion **458**
  - 8.6.11 Nervegifte **459**
  - 8.6.12 Nikotin **461**
  - 8.6.13 Rohypnol **463**
- 8.7 Sygdomme i nervesystemet **464**
  - 8.7.1 Blodpropper og hjerneblødninger **464**
  - 8.7.2 Meningitis **464**
  - 8.7.3 Parkinsons syge, Alzheimer og demens **465**
  - 8.7.4 Sklerose og Guillan-Barres syndrom **466**
  - 8.7.5 Epilepsi, migræne og andre hovedpiner **466**
  - 8.7.6 Psykiske lidelser **467**
  - 8.7.7 Andre lidelser **469**
- Resume **471**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 9

# Muskler

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 9


- 9.1 Generelt **474**
- 9.2 Tværstribet muskulatur **474**
  - 9.2.1 Opbygning **474**
  - 9.2.2 Muskelkontraktion **479**
  - 9.2.3 Muskelfibertyper **484**
  - 9.2.4 Mekaniske forhold **489**
  - 9.2.5 Muskler hos mænd og kvinder **495**
  - 9.2.6 Bevægelse af kroppen **496**
  - 9.2.7 Muskeltræthed **508**
  - 9.2.8 Muskelømhed **513**
  - 9.2.9 Muskelkramper og sidesting **515**
  - 9.2.10 Musklernes hukommelse **516**
  - 9.2.11 Gamle muskler **517**
- 9.3 Anden muskulatur **519**
  - 9.3.1 Glat muskulatur **519**
  - 9.3.2 Hjertemuskulatur **521**
- Resume **522**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 10

# Arbejds-fysiologi & sundhed

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 10


10.1 Generelt **525**

10.2 Den genetiske arv **525**

10.2.1 Kønsforskelle **525**

10.2.2 Alder **527**

10.2.3 Muskelfibertype **528**

10.2.4 Andet **529**

10.3 Energiproduktion under arbejde **529**

10.3.1 Iltdeficit-periode **529**

10.3.2 Steady state **532**

10.3.3 Iltgæld-periode **533**

10.3.4 RQ og fedtforbrænding **533**

10.3.5 Afterburn **537**

10.4 Fra hvile til arbejde **538**

10.5 Arbejde i kulde og varme **540**

10.5.1 Varme omgivelser **541**

10.5.2 Kolde omgivelser **545**

10.6 Træningslære **548**

10.6.1 Superkompensationsprincippet **545**

10.6.2 Opvarmning og nedvarmning **551**

10.6.3 Kondition og præstationsevne **553**

10.6.4 Konditionstræning **558**

10.6.5 Effekter af konditionstræning **565**

10.6.6 Sprinttræning **569**

10.6.7 Styrke og præstationsevne **569**

10.6.8 Styrketræning **571**

10.6.9 Effekter af styrketræning **577**

10.6.10 Alternative styrketræningsmetoder **579**

10.6.11 Smidighedstræning **581**

10.6.12 Fysiske tests **583**

10.7 Idrætsskader **586**

10.7.1 Den akutte behandling **586**

10.7.2 Efterbehandling og genoptræning **587**

10.7.3 Skader i knæet **587**

10.7.4 Skader i ankelleddet **591**

10.7.5 Fibersprængning og trælår **592**

10.7.6 Lyskenskade **594**

10.7.7 Skinnebensbetændelse **594**

10.7.8 Skader i akillessenen **595**

10.7.9 Hypermobilitet **596**

10.8 Fysisk aktivitet og sundhed **596**

10.8.1 Fysisk aktivitet hos børn og unge **597**

10.8.2 Fysisk aktivitet hos voksne **600**

10.8.3 Fysisk aktivitet hos ældre **602**

10.8.4 Effekter af fysisk aktivitet **604**

Resume **606**


*Kapitelforsidebilledet er udlånt af www.bjergsport.dk*

Kapitel

# 11

# Doping

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 11


11.1 Generelt **609**

11.2 Dopinglisten **612**

11.3 Dopingpræparater og metoder **614**

- 11.3.1 ATP og kreatin **614**
- 11.3.2 EPO **616**
- 11.3.3 Bloddoping **620**
- 11.3.4 Anabolske steroider **621**
- 11.3.5 Væksthormon **625**
- 11.3.6 Betablokkere **625**
- 11.3.7 Amfetamin og efedrin **626**
- 11.3.8 Vanddrivende stoffer **627**
- 11.3.9 Sløringsstoffer **629**
- 11.3.10 Ren ilt **629**
- 11.3.11 Bikarbonat og fosfat **629**
- 11.3.12 Andre præparater **630**
- 11.3.13 Mand eller kvinde? **631**
- 11.3.14 Fysisk manipulation **633**
- 11.3.15 Placebo **634**
- 11.3.16 Gendoping **634**

11.4 Dopingtests og straf **636**

11.5 Skal doping frigives? **640**

Resume **642**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 12

# Dyrefysiologi

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 12


12.1 Generelt **645**

12.2 Dyrerigets inddeling **645**

12.2.1 Hvirveldyr **646**

12.2.2 Hvirvelløse dyr **647**

12.3 Vekselvarme og ensvarme dyr **647**

12.3.1 Vekselvarme dyr og temperatur **647**

12.3.2 Ensvarme dyr og temperatur **648**

12.3.3 Dvale og vintersøvn **651**

12.4 Hvaler **651**

12.4.1 Åndedrætssystemet **654**

12.4.2 Blodkredsløbet **656**

12.4.3 Biosonar og hvalsang **656**

12.4.4 Selve dykket **659**

12.5 Fugle **661**

12.5.1 Blodkredsløbet **662**

12.5.2 Åndedrætssystemet **662**

12.5.3 Fordøjelsen m.m. **663**

12.6 Skildpadder **665**

12.6.1 Energibesparelse **666**

12.6.2 Skjoldets rolle **667**

12.7 Fisk **668**

12.7.1 Blodkredsløbet **668**

12.7.2 Gæller **669**

12.7.3 Svømmeblæren m.m. **669**

12.8 Insekter **671**

12.8.1 Blodkredsløbet **672**

12.8.2 Trakeer **672**

12.9 De vildeste dyr **674**

12.9.1 Rovfugle **674**

12.9.2 De store katte **677**

12.9.3 Pingviner **680**

12.9.4 Bjørne **683**

12.9.5 Myrer **685**

12.9.6 Ræve **687**

12.9.7 Elefanter **690**

12.9.8 Store aber **693**

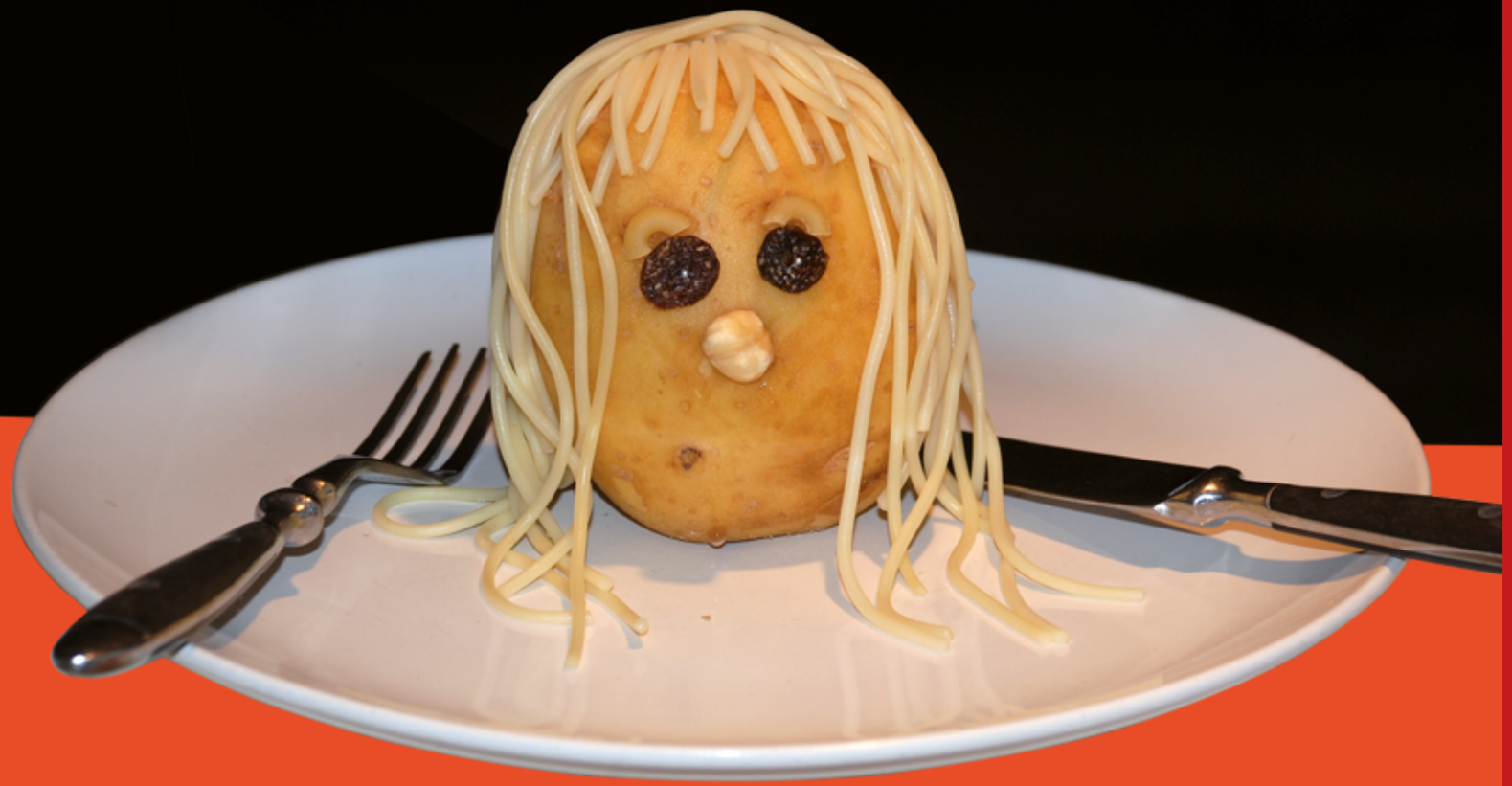
12.9.9 Krokodiller **695**

12.9.10 Flagermus **700**

12.9.11 Slanger **703**

Resume **710**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*



Kapitel

# 13

# Kulhydrater

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 13


- 13.1 Generelt **713**
- 13.2 Monosakkarider **714**
  - 13.2.1 Kemisk opbygning **714**
  - 13.2.2 Isomeri **716**
  - 13.2.3 Monosakkaridernes ringslutning **717**
  - 13.2.4 Biologisk betydning **720**
- 13.3 Disakkarider **722**
  - 13.3.1 Kemisk opbygning **722**
  - 13.3.2 Biologisk betydning **724**
- 13.4 Polysakkarider **726**
  - 13.4.1 Kemisk opbygning **726**
  - 13.4.2 Biologisk betydning **728**

Resume **731**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 14

# Fedtstoffer

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 14


- 14.1 Generelt **734**
- 14.2 Fedt som energikilde **735**
  - 14.2.1 Fedtsyrer **735**
  - 14.2.2 Triglycerider **740**
  - 14.2.3 Fedtforbrænding **742**
- 14.3 Fedt i cellemembranen **743**
  - 14.3.1 Fosfolipider **743**
  - 14.3.2 Kolesterol **745**
- Resume **747**


*Kapitelforside*: *FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 15

# Aminosyrer og proteiner

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 15


- 15.1 Generelt **750**
- 15.2 Aminosyrer **751**
  - 15.2.1 Struktur **751**
  - 15.2.2 Kemiske egenskaber **753**
- 15.3 Proteiner **756**
  - 15.3.1 Proteinstruktur **756**
  - 15.3.2 Kemiske egenskaber **761**
  - 15.3.3 Proteinsyntesen **764**

Resume **766**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 16

## ENZYMER

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 16


- 16.1 Generelt **769**
- 16.2 Enzymers virkemåde **769**
- 16.3 Enzymernes aktivitet **771**
  - 16.3.1 Afhængighed af temperaturen **771**
  - 16.3.2 Afhængighed af pH-værdi **772**
  - 16.3.3 Afhængighed af koncentrationer **773**
  - 16.3.4 Afhængighed af aktivatorer **774**
  - 16.3.5 Afhængighed af inhibitorer **775**
- 16.4 Inddeling i enzymgrupper **778**
  - 16.4.1 Gruppe 1: Oxido-reduktaser **779**
  - 16.4.2 Gruppe 2: Transferaser **779**
  - 16.4.3 Gruppe 3: Hydrolaser **780**
  - 16.4.4 Gruppe 4: Lyaser **781**
  - 16.4.5 Gruppe 5: Isomeraser **781**
  - 16.4.6 Gruppe 6: Ligaser **782**
  - 16.4.7 Gruppe 7: Translokaser **782**

16.5 Coenzymer **782**

- 16.5.1 Hydrogenoverførende coenzymer **783**
- 16.5.2 Gruppeoverførende coenzymer **783**
- 16.5.3 Elektronoverførende coenzymer **784**

16.6 RNA-baserede enzymer **785**

16.7 Enzymer og sundhed **785**

16.8 Enzymer og industrien **786**

Resume **787**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 17

# Katabolismen

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 17


- 17.1 Generelt **790**
- 17.2 ATP **792**
- 17.3 Nedbrydning af kulhydrat **795**
  - 17.3.1 Glykolysen **795**
  - 17.3.2 Regulering af glykolysen **803**
  - 17.3.3 Gæring **803**
  - 17.3.4 Krebs' cyklus **806**
  - 17.3.5 Regulering af Krebs' cyklus **812**
  - 17.3.6 Elektrontransportkæden **813**
  - 17.3.7 ATP-dannelse **815**
  - 17.3.8 ATP-regnskab **818**

17.4 Nedbrydning af fedt **822**

17.4.1 Glycerol **823**

17.4.2 Fedtsyrer **823**

17.4.3 ATP-regnskab **825**

17.4.4 Særligt om fedtforbrænding **826**

17.5 Nedbrydning af protein **826**

17.5.1 Transaminering og deaminering **828**

17.5.2 Urinstofcyklus **829**

17.5.3 ATP-regnskab **831**

17.6 Andre katabolske processer **831**

17.7 Sammenfatning på katabolismen **831**

Resume **833**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

# Kapitel 18

# Anabolismen

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 18


18.1 Generelt **836**

18.2 Dannelse af kulhydrater (dyr) **836**

18.2.1 Glukoneogenesen **837**

18.2.2 Regulering **839**

18.3 Dannelse af kulhydrater (planter) **841**

18.3.1 Fotosyntesens lysprocesser **830**

18.3.2 Fotosyntesens mørkeprocesser **848**

18.3.3 Speciel fotosyntese **852**

18.4 Dannelse af andre stoffer **853**

18.4.1 Fedtstoffer **853**

18.4.2 Aminosyrer **856**

18.5 Anabolismen og katabolismen **857**

Resume **859**

*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

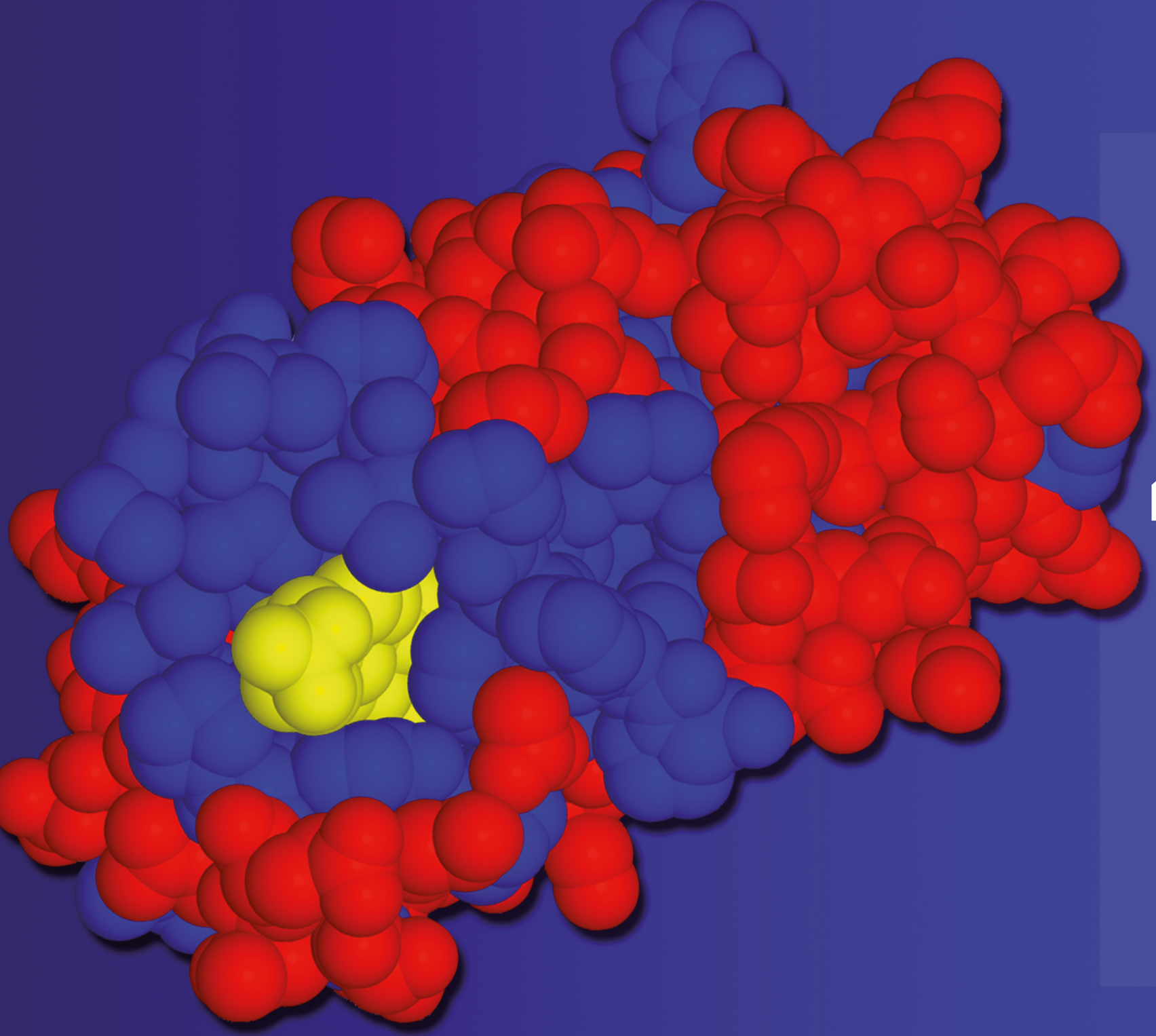
# 19

# Kromosomer og gener

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 19


- 19.1 Generelt **862**
- 19.2 Kromosomernes opbygning **865**
- 19.3 DNA **866**
- 19.4 DNA-replikation **871**
- 19.5 Cellecyklus og mitose **874**
- 19.6 Meiosen **876**
  - 19.6.1 Første meiotiske deling **877**
  - 19.6.2 Anden meiotiske deling **878**
- 19.7 Genom og gener **880**
  - 19.7.1 Proteinkodende gener **881**
  - 19.7.2 RNA-gener **883**
  - 19.7.3 Mellem generne **884**
  - 19.7.4 Genomets størrelse **889**

Resume **890**



Kapitel

# 20

# Protein-syntesen

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 20


- 20.1 Generelt **893**
- 20.2 RNA **893**
- 20.3 Transkription **894**
  - 20.3.1 mRNA **894**
  - 20.3.2 Spliceosomer, exons og promoterer **898**
  - 20.3.3 tRNA **902**
  - 20.3.4 rRNA og snRNAs **903**
- 20.4 Translation **903**
- 20.5 Den genetiske kode **905**
- 20.6 Genregulering **910**
  - 20.6.1 Nedregulering af gener **910**
  - 20.6.2 Opregulering af gener **912**
  - 20.6.3 Kost og gener **914**

Resume **915**


*Kapitelforside: Proteinet er Niemann-Pick Type C2 proteinet, der medvirker i kolesteroltransport fra lysosomerne. Ved mutation i dette protein får man en frygtelig degenerativ og dødelig sygdom, som heldigvis er sjælden. Proteinet findes også i komælk. De røde områder er hydrofobe, mens de blå er hydrofile. Den gule struktur er sterol (kunne fx være kolesterol), der bindes i en hydrofob lomme i proteinet. Billedet er venligst udlånt af Peter Wejse, Ph.D., Senior Food Scientist, Arla Foods.*

Kapitel

# 21

# Nedarvninger

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 21


- 21.1 Generelt **918**
- 21.2 Autosomal et-gens nedarvning **921**
  - 21.2.1 Dominant/recessiv **921**
  - 21.2.2 Ufuldstændig dominans og codominans **929**
  - 21.2.3 Multiple alleler **931**
  - 21.2.4 Letale gener **935**
  - 21.2.5 Analysekrydsning **935**
- 21.3 Autosomal to-gens nedarvning **937**
  - 21.3.1 Dominant/recessiv **937**
  - 21.3.2 Epistasi **942**
  - 21.3.3 Koblede gener **946**
- 21.4 Statistiske tests og biologi **949**
  - 21.4.1 Møntkast **949**
  - 21.4.2 Spiringsforsøg **952**
  - 21.4.3 Binomialforsøg **953**
- 21.5 Autosomal polygen nedarvning **961**
- 21.6 Kønsbundet nedarvning **962**
  - 21.6.1 X-bundet nedarvning **962**
  - 21.6.2 Y-bundet nedarvning, **964**
  - 21.6.3 Lyon-hypotesen **965**
- 21.7 Specielle nedarvningsformer **966**
  - 21.7.1 Maternel nedarvning **967**
  - 21.7.2 Pleiotropi **968**
  - 21.7.3 Ufuldstændig penetrans **968**
  - 21.7.4 Imprinting (prægning) **969**
  - 21.7.5 Gener og kønsforskelle **970**
  - 21.7.6 Polyploidier **970**
  - 21.7.7 Mosaikker og kimærer **972**
- 21.8 Stamtræ-analyser **973**
- 21.9 Populationsgenetik **974**
- 21.10 Gener er ikke alt **977**
  - 21.10.1 Arv og miljø **977**
  - 21.10.2 Epigenetik **979**
- Resume **984**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 22

# Mutationer og kræft

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 22


- 22.1 Generelt **987**
- 22.2 Mindre DNA-mutationer **988**
  - 22.2.1 Substitutions-mutation **988**
  - 22.2.2 Deletion og insertion **993**
  - 22.2.3 Tavs eller sygdomsfremkaldende? **995**
  - 22.2.4 Dynamiske mutationer **996**
- 22.3 Kromosommutationer **997**
  - 22.3.1 Deletion **998**
  - 22.3.2 Duplikation **998**
  - 22.3.3 Inversion **1000**
  - 22.3.4 Translokation **1001**
  - 22.3.5 Ringkromosom **1003**
  - 22.3.6 Isokromosom **1004**
- 22.4 Kromosomtalsmutationer **1004**
  - 22.4.1 Kønskromosomalt monosomi **1006**
  - 22.4.2 Kønskromosomalt trisomi **1007**
  - 22.4.3 Autosomalt monosomi **1008**
  - 22.4.4 Autosomalt trisomi **1008**

22.5 Mutagener **1009**
- 22.5.1 Kemiske mutagener **1010**
- 22.5.2 Fysiske mutagener **1011**
- 22.5.3 Test for mutagen virkning **1013**

22.6 Kræft **1014**
- 22.6.1 Hvem får kræft? **1015**
- 22.6.2 Hvorfor får man kræft? **1016**
- 22.6.3 Svulstdannelse og diagnose **1018**
- 22.6.4 Brystkræft **1020**
- 22.6.5 Prostatakræft **1021**
- 22.6.6 Testikelkræft **1023**
- 22.6.7 Livmoderhalskræft **1023**
- 22.6.8 Modermærkekræft og hudkræft **1024**
- 22.6.9 Tarmkræft **1025**
- 22.6.10 Lymfekræft og leukæmi **1026**
- 22.6.11 Lungekræft **1027**
- 22.6.12 Kræftbehandling **1028**
- 22.6.13 Forebyggelse **1031**
- 22.6.14 Ny forskning **1032**

Resume **1037**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 23

# Genteknologi

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 23


- 23.1 Generelt **1040**
- 23.2 Grundlæggende genteknologi **1040**
  - 23.2.1 Isolering af DNA **1040**
  - 23.2.2 PCR **1042**
  - 23.2.3 Elektroforese **1045**
  - 23.2.4 Generel DNA-påvisning **1148**
  - 23.2.5 Sekvens-specifik DNA-påvisning **1149**
  - 23.2.6 FISH-teknikken **1150**
- 23.3 DNA-sekvensanalyser **1051**
  - 23.3.1 Maxam-Gilbert-sekvensanalyse **1051**
  - 23.3.2 Sanger-sekvensanalyse **1053**
  - 23.3.3 Shotgun-metoden **1058**
  - 23.3.4 Next Generation Sequencing (NGS) **1060**
- 23.4 DNA-profiler **1063**
  - 23.4.1 RFLP **1063**
  - 23.4.2 Repetitivt DNA **1068**
  - 23.4.3 PCR-baseret metode **1069**
- 23.5 Fremstilling af DNA **1071**
  - 23.5.1 cDNA **1072**
  - 23.5.2 Syntetisk DNA **1074**
- 23.6 Andre genteknologiske metoder **1074**
  - 23.6.1 Cellehybridisering **1074**
  - 23.6.2 DNA-biblioteker **1075**
  - 23.6.3 DNA-chips **1077**
  - 23.6.4 Antisense-teknik **1080**
  - 23.6.5 Genterapi og RNAi **1080**
  - 23.6.6 Kloning **1085**
  - 23.6.7 Tre forældre **1087**
- 23.7 Traditionel gensplejsning **1088**
  - 23.7.1 Fra donor til vært (transformation) **1088**
  - 23.7.2 Identifikation **1091**
  - 23.7.3 Gensplejsning af planter **1094**
  - 23.7.4 Mere om transgene planter **1095**
  - 23.7.5 Mere om transgene dyr **1098**
  - 23.7.6 Mere om transgene mennesker **1100**
- 23.8 CRISPR/Cas9 **1101**
  - 23.8.1 Bakteriers immunforsvar **1101**
  - 23.8.2 Knock out **1105**
  - 23.8.3 Knock in **1107**
  - 23.8.4 CRISPR og gene drive **1108**
- 23.9 Genetisk udredning - et eksempel **1111**
  - 23.9.1 MCADD **1112**
  - 23.9.2 Genetisk diagnostik af sygdommen **1113**
  - 23.9.3 Mutationer og RNA **1116**
  - 23.9.4 Mutationer og proteinfunktion **1121**
- 23.10 Bioetik **1125**

Resume **1129**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 24

# Evolution og bioinformatik

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 24


24.1 Generelt **1132**

24.2 Det første liv **1132**

24.2.1 Den tidlige Jord **1132**

24.2.2 Det første liv - prokaryoter **1133**

24.2.3 Eukaryoter opstår **1137**

24.2.4 De store katastrofers tid **1138**

24.3 Evolution **1142**

24.3.1 Den naturlige selektion **1146**

24.3.2 Den seksuelle selektion **1148**

24.3.3 Hjælp til selvhjælp **1152**

24.3.4 Dannelse af nye arter **1154**

24.3.5 Kreationisme **1157**

24.4 Menneskets evolution **1161**

24.4.1 Australopithecus- og Homo-slægten **1164**

24.4.2 Homo-slægten **1164**

24.4.3 Udvandringerne fra Afrika **1171**

24.4.4 Homo sapiens i verden **1175**

24.4.5 Hvorfor ser vi så forskellige ud? **1177**

24.4.6 Udvikler mennesket sig stadigvæk? **1179**

24.4.7 Tilfældigheder **1179**

24.5 Bioinformatik **1182**

24.5.1 Parvis alignment (DNA) **1183**

24.5.2 Parvis alignment (aminosyrer) **1187**

24.5.3 Scoresystem **1189**

24.5.4 Multiple alignments **1192**

24.5.5 Stamtræer og slægtskab **1192**

24.5.6 Gen- og protein-jagt i databaser **1199**

24.6 Bioinformatik og NGS **1203**

24.6.1 Ancient DNA **1203**

24.6.2 Metagenomics **1204**

24.6.3 Transkriptom-analyser **1204**

24.6.4 Single cell mRNA-sekventering **1206**

24.6.5 Assembly og mapping **1206**

24.7 Anden anvendt bioinformatik **1207**

24.7.1 GWAS **1207**

24.7.2 Fylogenetiske clockmodeller **1208**

24.7.3 AI og proteinstruktur **1210**

Resume **1213**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 25

# Bioteknologi

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 25


25.1 Generelt **1216**

25.2 Enzymproduktion **1216**

- 25.2.1 Generelt **1216**
- 25.2.2 Vaskemidler **1219**
- 25.2.3 Personlig hygiejne **1220**
- 25.2.4 Tekstilproduktion **1221**

25.3 Øl- og vinproduktion **1221**

- 25.3.1 Generelt **1221**
- 25.3.2 Ølproduktion **1223**
- 25.3.3 Vinproduktion **1226**

25.4 Fødevareproduktion **1228**

- 25.4.1 Surmælksprodukter **1228**
- 25.4.2 Osteproduktion **1229**
- 25.4.3 Functional foods **1230**

25.5 Biogas og biobrændsel **1232**

25.6 Lægemidler og teknologi **1237**

- 25.6.1 Generelt **1237**
- 25.6.2 Lægemidler ind i cellerne **1238**
- 25.6.3 Fremtidens lægemidler: nanomedicin **1240**
- 25.6.4 Nye former for antibiotika **1242**
- 25.6.5 Behandling med stamceller **1245**
- 25.6.6 Stamceller til kønsceller **1250**

Resume **1251**


*Kapitelforside: Ivar Mjell, Arla Foods.*

Kapitel

# 26

# Grund-læggende økologi

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 26


- 26.1 Generelt **1254**
- 26.2 Energi i biosfæren **1257**
- 26.3 Produktion **1259**
  - 26.3.1 Primærproduktion **1260**
  - 26.3.2 Måling af primærproduktion **1262**
  - 26.3.3 Påvirkning af primærproduktion **1266**
  - 26.3.4 Sekundærproduktion **1268**
  - 26.3.5 Måling af sekundærproduktion **1270**
- 26.4 Energistrømme **1272**
  - 26.4.1 Fødekæder generelt **1272**
  - 26.4.2 Fødekæder og energistrøm **1273**
  - 26.4.3 Pyramider **1277**
  - 26.4.4 Fødenet **1279**
- 26.5 Populationsbiologi **1280**
  - 26.5.1 Habitat og niche **1281**
  - 26.5.2 Begrænsende faktor **1281**
  - 26.5.3 Populationsvækst **1283**
  - 26.5.4 Populationsbestemmelser **1285**
  - 26.5.5 Konkurrence **1288**
  - 26.5.6 Prædation **1291**
  - 26.5.7 Herbivori **1295**
  - 26.5.8 Parasitisme og sygdomme **1298**
  - 26.5.9 Skadedyrsbekæmpelse **1300**
  - 26.5.10 Truede arter **1304**
  - 26.5.11 Succession **1308**
  - 26.5.12 Biodiversitet **1311**
  - 26.5.13 Invasive arter **1317**
- 26.6 Adfærdsbiologi **1320**
  - 26.6.1 Alene eller i flok? **1320**
  - 26.6.2 Territorier **1322**
  - 26.6.3 Fouragering **1323**
  - 26.6.4 Kuldstørrelser **1324**
  - 26.6.5 Alfa-dyr **1325**
  - 26.6.6 Har dyr personlighed? **1327**
- Resume **1329**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 27

# Stofkredsløb

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 27


27.1 Generelt **1332**

27.2 De vigtige nedbrydere **1334**

- 27.2.1 Mere om bakterierne **1336**
- 27.2.2 Mere om svampene **1339**
- 27.2.3 Mere om større nedbrydere **1340**

27.3 Stofkredsløb **1341**

- 27.3.1 Kulstofkredsløbet **1343**
- 27.3.2 Kvælstofkredsløbet **1348**
- 27.3.3 Svovlkredsløbet **1353**
- 27.3.4 Fosforkredsløbet **1360**
- 27.3.5 Vandmolekylernes kredsløb **1362**

Resume **1366**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 28

# Jordbund og plantefysiologi

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 28


28.1 Generelt **1369**

28.2 Jordbunden **1369**

28.2.1 Hvad er jord? **1370**

28.2.2 Jordkolloider **1371**

28.2.3 Jordbundstyper **1373**

28.3 Planter **1377**

28.3.1 Taxonomi **1377**

28.3.2 Mosser **1378**

28.3.3 Bregner og padderokker **1380**

28.3.4 Frøplanter **1381**

28.3.5 Blomsterplantens anatomi **1385**

28.3.6 Bestøvning, befrugtning og frugtdannelse **1393**

28.4 Optag og transport i planter **1398**

28.4.1 Optag og transport (næringssalte & vand) **1399**

28.4.2 Fotosyntese og transport af glukose **1403**

28.4.3 Planterne og jordens mikroorganismer **1404**

28.5 Problemer for jordbunden **1409**

28.5.1 Udvaskning **1409**

28.5.2 Gifte **1410**

Resume **1412**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 29

# Forskellige Økosystemer

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 29


29.1 Generelt **1415**

29.2 Søen **1415**

29.2.1 Generelt **1415**

29.2.2 Lysforhold og pH-værdier **1417**

29.2.3 Ilt- og temperaturforhold **1419**

29.2.4 Søens planter **1424**

29.2.5 Søens dyr **1427**

29.3 Vandløbet **1431**

29.3.1 Generelt **1431**

29.3.2 Det naturlige vandløb **1432**

29.3.3 Vandløbets planter **1434**

29.3.4 Vandløbets dyr **1434**

29.4 Havet **1435**

29.4.1 Generelt **1436**

29.4.2 Havstrømme og bølger **1438**

29.4.3 Iltforhold, salinitet og pH-værdi **1441**

29.4.4 Havets planter **1447**

29.4.5 Havets dyr **1449**

29.5 Skoven **1456**

29.5.1 Generelt **1456**

29.5.2 Nåleskove **1459**

29.5.3 Løvskove **1461**

29.5.4 De tropiske regnskove **1466**

29.6 Ørkenen **1474**

29.6.1 Generelt **1474**

29.6.2 Klima og jordbund **1475**

29.6.3 Ørkenens planter **1476**

29.6.4 Ørkenens dyr **1478**

29.7 Polarområderne **1479**

29.7.1 Generelt **1479**

29.7.2 Arktis **1479**

29.7.3 Planteliv i Arktis **1480**

29.7.4 Dyreliv i Arktis **1482**

29.7.5 Antarktis **1483**

29.7.6 Planteliv i Antarktis **1483**

29.7.7 Dyreliv i Antarktis **1485**

29.8 Liv udenfor Jorden **1485**

29.8.1 Liv på andre planeter? **1485**

29.8.2 Livet uden tyngdekraft **1487**

Resume **1489**


*Kapitelforside: FOTO: C. B. Lytzen - yubio.*

Kapitel

# 30

# Forurening

# Indholdsfortegnelse KAPITEL 30


- 30.1 Generelt **1491**
- 30.2 Vandforurening og -rensning **1493**
  - 30.2.1 Primær og sekundær forurening **1493**
  - 30.2.2 Forurening af søer **1499**
  - 30.2.3 Forurening af vandløb **1503**
  - 30.2.4 Forurening af havet **1506**
  - 30.2.5 Forurening af grundvand **1511**
  - 30.2.6 Renseanlæg **1514**
  - 30.2.7 Rodzoneanlæg **1519**
  - 30.2.8 Rensning af drikkevand **1521**
  - 30.2.9 Vandmiljøplaner **1522**
  - 30.2.10 Plastikforurening **1523**
- 30.3 Økotoksikologi **1527**
  - 30.3.1 Tungmetaller **1530**
  - 30.3.2 Pesticider og andre gifte **1532**
  - 30.3.3 Hormonforstyrrende stoffer **1535**
- 30.4 Luftforurening **1536**
  - 30.4.1 Forurening med skadelige partikler **1536**
  - 30.4.2 Forurening med radioaktive stoffer **1537**
  - 30.4.3 Forsuring **1538**
  - 30.4.4 Ozonlaget **1542**
- 30.5 Klimaforandringer **1544**
  - 30.5.1 Drivhuseffekten **1544**
  - 30.5.2 Kuldioxid og opvarmning **1546**
  - 30.5.3 Solens rolle? **1552**
  - 30.5.4 Opvarmningens effekter **1554**
  - 30.5.5 Hvor stammer udledningen fra? **1564**
  - 30.5.6 Hvad skal vi gøre? **1569**
- 30.6 Naturgenopretning **1573**
- 30.7 Bæredygtighed **1575**
  - 30.7.1 Menneskets klimaaftryk **1578**
  - 30.7.2 Er Danmark klimaduks? **1580**
  - 30.7.3 Klimaflygtninge **1582**
  - 30.7.4 Fremtiden? **1584**
- Resume **1587**


*Kapitelforside: Fra wikipedia.*