



Biologie voor analisten



Heron-reeks

Biologie voor analisten

E.M. van Hove

H.C. de Rijk

Achtste druk

Syntax Media – Amersfoort

©2025, Uitgeverij Syntax Media, Amersfoort

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van Artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (www.stichting-pro.nl).

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

ISBN: 978 94 91764 65 3

Omslagontwerp: AlphaZet prepress, Bodegraven

Ontwerp en opmaak binnenwerk: AlphaZet prepress, Bodegraven

Redactie: Redactie & zo, ir. Caroline van der Meulen

Illustratieverantwoording:

Omslagfoto: S. van de Weijer

Afb. 1.0, 1.9, 5.8, 8.17, 8.23, 8.28, 8.32, 8.33a, 8.33b, 11.14, 11.17, 11.23, 13.1, 13.9, 13.11, 13.14, 13.15, 14.2, 14.5: E.M. van Hove

Afb. 1.1 t/m 1.6, 1.8, 2.1, 2.9, 2.13, 2.14, 2.26, 3.0, 3.4, 3.11, 3.24, 3.32, 4.0, 4.17 t/m 4.20, 4.21a, 5.0, 5.1, 5.5, 5.9, 5.13 t/m 5.15, 5.17, 6.0 t/m 6.4, 6.7, 7.6 t/m 7.9, 7.11 t/m 7.16, 8.0 t/m 8.2, 8.7, 8.9, 8.11 t/m 8.15, 8.24, 8.25, 8.34, 9.0, 9.4, 9.12, 9.17, 10.0, 10.16, 10.17, 10.19, 11.0, 11.1, 11.3, 11.4, 11.7, 11.9, 11.10, 11.16, 11.18, 11.21, 11.22, 12.0, 12.3, 12.4, 12.7 t/m 12.9, tabel 12.3, 12.10, 12.13, 12.20, 12.22, 12.23, 12.30, 12.31, 13.0, 13.4, 13.6, 13.16, 13.24, 13.25, 14.0, 14.1, 14.3, 14.4, 14.6, 14.8 t/m 14.13, 14.15, 14.16, 14.21 t/m 14.23: Dreamstime

Afb. 2.0, 2.2, 2.6, 2.8, 2.11, 2.16, 2.19, 2.23 t/m 2.25, 2.27, 2.28, 2.30, 2.31, 3.1, 3.20 t/m 3.23, 3.28, 4.1, 5.7, 8.4, 8.5, 8.18, 8.20, 8.22, 9.1, 9.2, 9.5, 13.13: Corbis/Hill Creek

Afb. 5.20: www.voedingscentrum.nl / Afb. 12.1: Wellcome Library, London / Afb. 12.9:

Shutterstock / Afb. 12.11: www.quora.com / Afb. 12.16, 12.19: Peter Fitzverploegh /

Afb. 12.26: www.allergievoorlichting.nl / Afb. 13.18: Harvard University / Afb. 13.19:

Courtesy of Illumina / Afb. 13.21: NFI / Afb. 14.17: www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/vn/duurzame-ontwikkelingsdoelen / Afb. 14.24: ministerie van LNV

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Zij die desondanks rechten menen te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Met behulp van onderstaande unieke activeringscode krijg je als student toegang tot de online leeromgeving <https://syntaxmedia.eduhint.nl/login/>. Deze code is persoonlijk en gekoppeld aan de achtste druk van dit boek. Na activering van de code is de online leeromgeving vijf jaar toegankelijk. De code kan tot zes maanden na het verschijnen van een volgende druk van dit boek geactiveerd worden. De code is eenmalig te gebruiken.

Eventuele opmerkingen over deze uitgave kunt u richten aan:

Uitgeverij Syntax Media BV

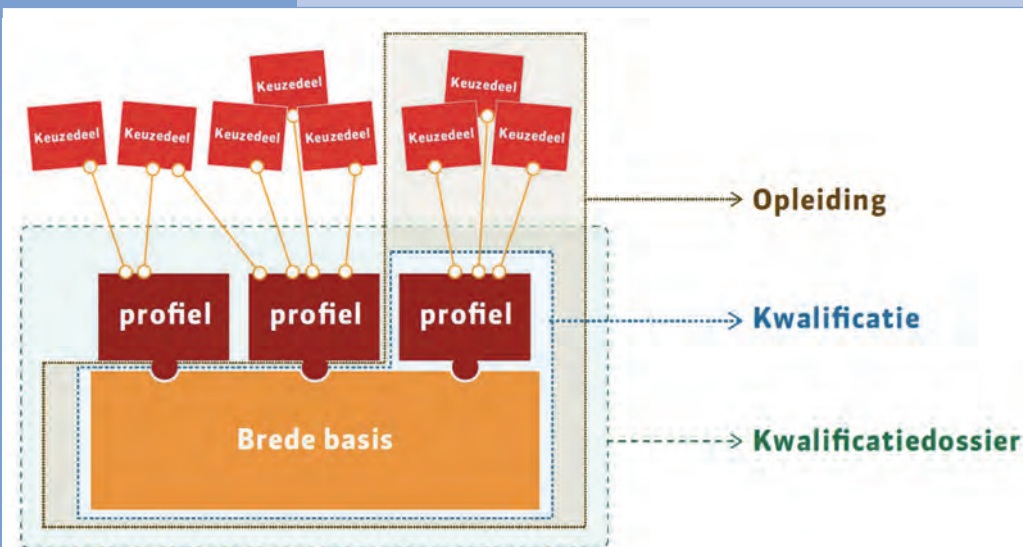
info@syntaxmedia.nl

www.syntaxmedia.nl

Aan de slag

In het laboratoriumonderwijs ligt de nadruk op het toepassen van kennis en praktische vaardigheden. Een laborant of analist is op het werk vooral praktisch bezig in het laboratorium. Voordat je echter zover bent, moet je vakinhoudelijke kennis hebben.

Biologie voor analisten bevat basiskennis biologie voor de beroepen allround laborant (mbo niveau 3), biologisch medisch analist en chemisch fysisch analist (mbo niveau 4). Het sluit aan op de gemeenschappelijke kerntaken en werkprocessen uit het brede basisdeel van het Kwalificatiedossier Analisten 2024.



Kwalificatiestructuur in het mbo.

Leerboek

Elk hoofdstuk in dit leerboek begint met de *Benodigde voorkennis* die aangeeft over welke basiskennis je moet beschikken om verder te kunnen. De *Leerdoelen* maken duidelijk wat je per hoofdstuk gaat leren. Luister naar de uitleg van de docent en stel vragen ter verduidelijking. Neem vervolgens genoeg tijd om de *Leerstof* per paragraaf aandachtig door te lezen. Combineer de leestekst met de informatie in de *Afbeeldingen*. Let speciaal op de blauwe woorden in de

Leerboek

- Benodigde voorkennis
- Leerdoelen
- Leerstof
- Afbeeldingen
- Kernbegrippen
- Opdrachten: kennis en inzicht

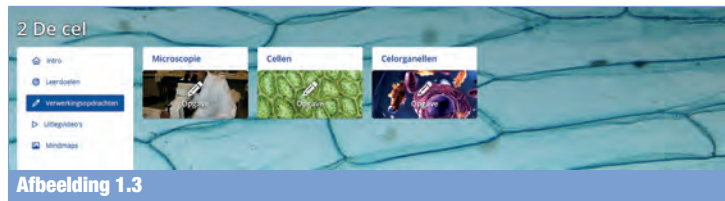
Online leeromgeving

- Verwerkingsopdrachten
- Uitlegvideo's
- Begrippentrainer
- Mindmaps
- Zelftests

tekst. Deze *Kernbegrippen* zijn essentieel om de leerstof te begrijpen. Tussen de paragrafen staan *Opdrachten* met kennis- en inzichtvragen die je helpen de leerstof te begrijpen en toe te passen.

Online leeromgeving

Het leerboek wordt ondersteund met een online leeromgeving om effectiever en zelfstandiger te leren. Daar zijn *Verwerkingsopdrachten* opgenomen die zijn gericht op het toepassen en verwerken van kennis en inzicht. Je kunt *Uitlegvideo*'s bekijken die je kunt pauzeren en terugkijken om de informatie op je eigen tempo te verwerken. De *Begrippentrainer* helpt bij het leren en onthouden van de kernbegrippen. Digitale *Mindmaps* laten de relaties zien tussen de verschillende (kern)begrippen en onderwerpen. Daardoor krijg je inzicht hoe de leerstof samenhangt. Oefen de leerstof regelmatig met interactieve *Zelftests* in de online leeromgeving. Daarmee kun je meten of je de basis-kennis van elk hoofdstuk beheerst.



Afbeelding 1.3
Online leeromgeving *Biologie voor analisten*.

Wij wensen je veel plezier toe bij het werken met de leer-methode *Biologie voor analisten*.

Voorjaar 2025,
Eus van Hove en Harrie de Rijk

Inhoud

1	Inleiding in de biologie	15
	Leerdoelen	15
1.1	Inleiding	16
1.2	Richtingen binnen de biologie	16
1.3	Kenmerken van leven	21
1.4	De natuurwetenschappelijke methode	23
1.5	Indeling van de levende organismen	25
	1.5.1 Domeinen	25
	1.5.2 Verdere classificatie	26
2	De cel	29
	Benodigde voorkennis	29
	Leerdoelen	29
2.1	Inleiding	30
2.2	De ontdekking van de cel	30
2.3	Microscopie	32
	2.3.1 De lichtmicroscop (LM)	32
	2.3.2 De elektronenmicroscop (EM)	35
2.4	Celtypen en celgroottes	38
2.5	Celbouw en functie	41
	2.5.1 Celmembraan	41
	2.5.2 Celkern (nucleus)	42
	2.5.3 Ribosomen	43
	2.5.4 Endoplasmatisch reticulum (ER)	44
	2.5.5 Golgi-apparaat	46
	2.5.6 Lysosomen	48
	2.5.7 Mitochondriën	49
	2.5.8 Plastiden	51
	2.5.9 Vacuolen	52
	2.5.10 Cytoplasma	54
	2.5.11 Cytoskelet	54
	2.5.12 Celwand	57
3	Celcyclus	61
	Benodigde voorkennis	61
	Leerdoelen	61
3.1	Inleiding	62
3.2	De betekenis van celgroei en celdeling	62

3.3	De celcyclus	64
3.3.1	Indeling van de celcyclus	64
3.3.2	Tijdsduur van de celcyclus	66
3.4	Chromosomen	68
3.5	Deling bij prokaryoten	71
3.6	Deling bij eukaryoten	72
3.6.1	Profase	72
3.6.2	Metafase	74
3.6.3	Anafase	74
3.6.4	Telofase	74
3.6.5	Cytokinese bij een dierlijke cel	74
3.6.6	Cytokinese bij een plantencel	75
3.6.7	Samenvatting van de mitosefasen	75
3.7	Controle van de celdeling	78
3.8	Groei en differentiatie	79
3.9	Celdood	83
3.10	Kanker: verlies van controle	84

4 Transport in cellen 87

	Benodigde voorkennis	87
	Leerdoelen	87
4.1	Inleiding	88
4.2	Biologische membranen	88
4.2.1	Opbouw celmembraan	88
4.2.2	Diversiteit	89
4.2.3	Functies	90
4.3	Transport van kleine moleculen	90
4.3.1	Diffusie	91
4.3.2	Osmose	94
4.3.3	Actief transport	99
4.4	Transport van grote moleculen	101
4.4.1	Exocytose	101
4.4.2	Endocytose	102
4.5	Samenvatting transport in cellen	103

5 Biomoleculen 105

	Benodigde voorkennis	105
	Leerdoelen	105
5.1	Inleiding	106
5.2	Koolwaterstoffen	106
5.3	Koolhydraten	108
5.3.1	Monosachariden	108
5.3.2	Disachariden	109
5.3.3	Polysachariden	109

5.4	Eiwitten	111
5.4.1	Amino-zuren	111
5.4.2	Polypeptiden	111
5.4.3	Denaturatie	113
5.5	Lipiden	114
5.5.1	Triglyceriden	114
5.5.2	Fosfolipiden	115
5.5.3	Steroïden	116
5.6	Nucleïne-zuren	117
5.6.1	Nucleotiden	117
5.6.2	DNA	118
5.6.3	RNA	118
5.7	Water	119
5.8	Voedingsstoffen	120

6 Celstofwisseling 123

	Benodigde voorkennis	123
	Leerdoelen	123
6.1	Inleiding	124
6.2	ATP	125
6.3	Enzymen	127
6.4	Fotosynthese	130
6.5	Dissimilatie	134
6.6	Anaerobe dissimilatie	136

7 Bloedsomloop 139

	Benodigde voorkennis	139
	Leerdoelen	139
7.1	Inleiding	140
7.2	Bloed	140
7.2.1	Erythrocyten	141
7.2.2	Leukocyten	142
7.2.3	Trombocyten	144
7.3	Bloedplasma	145
7.4	Bouw van het hart	146
7.5	Werking van het hart	148
7.6	De bloedsomloop	151
7.7	Bloedvaten	153
7.7.1	Slagaders	154
7.7.2	Aders	154
7.7.3	Haarvaten	155
7.7.4	Bloeddruk	156
7.8	Weefselvocht	157
7.9	Lymfe	158

8	Weefsels	161
	Benodigde voorkennis	161
	Leerdoelen	161
8.1	Inleiding	162
8.2	Weefsels van planten	162
	8.2.1 Meristeamweefsel	163
	8.2.2 Opperhuidweefsel	164
	8.2.3 Grondweefsel	165
	8.2.4 Vaatweefsel	167
8.3	Weefsels van dieren	170
	8.3.1 Epitheelweefsel	170
	8.3.2 Bindweefsel	172
	8.3.3 Spierweefsel	177
	8.3.4 Zenuwweefsel	180
8.4	Histologische technieken	182
8.5	Beeldvormende technieken	182
9	Klassieke genetica	185
	Benodigde voorkennis	185
	Leerdoelen	185
9.1	Inleiding	186
9.2	Meiose	187
	9.2.1 Chromosomen	187
	9.2.2 Meiose I en II	188
	9.2.3 Spermatogenese en oögenese bij de mens	190
	9.2.4 Ongeslachtelijke voortplanting	192
9.3	Genetica	194
	9.3.1 Eigenschappen individu	194
	9.3.2 Genen	195
	9.3.3 Monohybride kruising	196
	9.3.4 X-chromosomale overerving	201
	9.3.5 Multipele allelen	204
9.4	Erfelijkheid van de mens	206
	9.4.1 Stamboomonderzoek	206
	9.4.2 Het karyogram	207
	9.4.3 DNA-technieken	207
9.5	Erfelijke ziekten	209
	9.5.1 Chromosoomafwijkingen	210
	9.5.2 Genafwijkingen	210
10	Moleculaire genetica	213
	Benodigde voorkennis	213
	Leerdoelen	213
10.1	Inleiding	214
10.2	Van DNA tot gen tot chromosoom	214

10.3	Eiwitsynthese	217
10.3.1	Transcriptie	217
10.3.2	De erfelijke code	219
10.3.3	Ribosomen en t-RNA	220
10.3.4	Translatie	222
10.3.5	Samenvatting eiwitsynthese	225
10.4	DNA-replicatie	226
10.5	Genetische variaties	228
10.5.1	Recombinatie	228
10.5.2	Modificatie	231
10.5.3	Mutatie	231

11 Micro-organismen 237

	Benodigde voorkennis	237
	Leerdoelen	237
11.1	Inleiding	238
11.2	Drie domeinen	238
11.3	Domein archaea	239
11.4	Domein bacteriën	240
11.4.1	Bouw van bacteriën	240
11.4.2	Indeling van bacteriën	243
11.4.3	Groei van bacteriën	245
11.4.4	De grote betekenis van bacteriën	250
11.5	Domein eukaryoten	252
11.5.1	Protozoën	252
11.5.2	Algen	254
11.5.3	Schimmels	254
11.6	Virussen	257
11.6.1	Bouw van virussen	257
11.6.2	Vermeerdering van virussen	258

12 Immunologie 261

	Benodigde voorkennis	261
	Leerdoelen	261
12.1	Inleiding	262
12.2	Geschiedenis van de immunologie	263
12.3	Ziekteverwekkers	264
12.4	Het binnendringen van pathogenen	265
12.5	Verspreiding	268
12.6	Hoe maken bacteriën ziek?	271
12.7	Eerste afweerlinie: barrières van huid en slijmvliezen	273
12.7.1	Mechanische barrière	274
12.7.2	Biologische barrière	275
12.7.3	Chemische barrière	276
12.8	Afweercellen en afweerorganen	278

12.9	Tweede afweerlinie: het aangeboren afweersysteem	281
12.10	Derde afweerlinie: het verworven afweersysteem	282
12.10.1	Antilichamen	282
12.10.2	Specifieke cellulaire en humorale afweerreacties	285
12.11	Vaccinatie	288
12.11.1	Ontwikkelen van een vaccin	288
12.11.2	Methoden om een vaccin te maken	289
12.12	Transplantatie en bloedtransfusie	290
12.13	Problemen van het afweersysteem	293
12.13.1	Tumorimmunologie	293
12.13.2	Overgevoelighedsreacties	294
12.13.3	Auto-immuniteit	296
12.14	Technieken	297
12.14.1	Agglutinatie	297
12.14.2	Polyklonale en monoklonale antilichamen en labels	299
12.14.3	Andere technieken	301

13 Biotechnologie 305

	Benodigde voorkennis	305
	Leerdoelen	305
13.1	Inleiding	306
13.2	Wat is biotechnologie?	306
13.3	Fermentatietechnologie	307
13.4	Productie van voedingsmiddelen	311
13.4.1	Productie van bier	311
13.4.2	Productie van kaas	312
13.5	Productie van antibioticum	314
13.6	DNA-technieken	316
13.6.1	Polymerase-kettingreactie (PCR)	317
13.6.2	Real-time PCR	320
13.6.3	DNA-sequenzen	321
13.6.4	Kloneren van genen	326
13.6.5	DNA-fingerprinting	328
13.6.6	CRISPR-Cas	330

14 Ecologie en milieu 335

	Benodigde voorkennis	335
	Leerdoelen	335
14.1	Inleiding	336
14.2	Ecosystemen	336
14.2.1	Temperatuur	337
14.2.2	Licht	338
14.2.3	Lucht	338
14.2.4	Water	339

14.2.5	Bodem	340
14.3	Energiestroom	341
14.3.1	Chemische energie	341
14.3.2	Voedselrelaties	342
14.3.3	Voedselpiramide	344
14.4	Kringlopen	345
14.4.1	Kringloop van water	346
14.4.2	Koolstofkringloop	346
14.4.3	Stikstofkringloop	347
14.4.4	Fosforkringloop	349
14.5	Biologisch evenwicht	350
14.6	Milieu problemen	352
14.6.1	Klimaatverandering	354
14.6.2	Stikstofproblematiek	358
14.6.3	Bioaccumulatie	360
14.7	Duurzaam en milieuvriendelijk werken	361

Klinisch chemisch analist

De **klinisch chemisch analist** doet onderzoek aan bloedcellen en lichaamsvloeistoffen, zoals bloed en urine (afb. 1.1). Deze analist neemt bloed af, typeert eiwitten, bijvoorbeeld bloedgroepen, differentieert bloedcellen en stelt vast welke biochemische processen in het lichaam verstoord zijn.



Afbeelding 1.1

Onderzoek van bloedmonsters met een geavanceerde klinisch chemische analyzer.

Analist pathologie

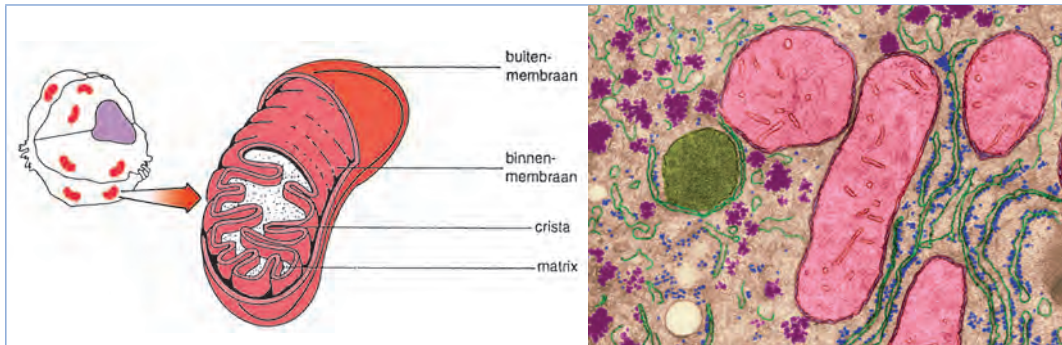
De **analist pathologie** onderzoekt cellen, bijvoorbeeld uitstrijkjes of bewerkte stukjes weefsel (biopten) van een patiënt (afb. 1.2). Hij kleurt en bekijkt het uiterlijk van de cellen of het weefsel. Hiermee kan de analist pathologie veel duidelijk maken over de ziekte van de patiënt. Pathologie betekent ziekteleer.



Afbeelding 1.2

Snijden van microscopische coupes op het laboratorium pathologie.

ryote cel. Veel producten moeten worden opgenomen vanuit het cytoplasma van de cel, zodat mitochondriën afhankelijk zijn van de gehele cel.

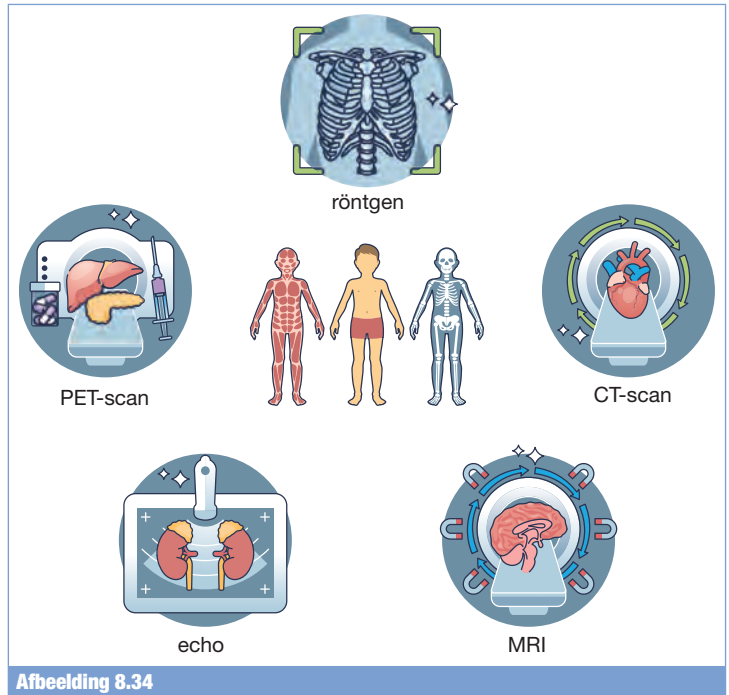


Afbeelding 2.22

Tekening en foto van mitochondriën (TEM 11.160×).

Opdrachten

22. Hoe ontstaat een Golgi-apparaat?
23. Beantwoord de volgende vragen.
 - a. Beschrijf de structuur van het Golgi-apparaat.
 - b. Leg uit hoe deze structuur samenhangt met de functie ervan.
24. Hoe wordt een celmembraan groter?
25. Wat is de rol van het Golgi-apparaat in een spiercel? En in een zenuwcel?
26. Hoe ontstaan lysosomen?
27. Wat betekent: de lysosomen vormen een soort intracellulair spijsverteringsstelsel?
28. Waarom noem je de lysosomen ook wel zelfmoordzakjes?
29. Waarom is de binnenmembran van mitochondriën geplooid?
30. Kun je mitochondriën beschouwen als zelfstandige cellen binnen een cel? Omschrijf je antwoord.
31. Welke cel zal meer mitochondriën bevatten, een spiercel of een huidcel? Verklaar je antwoord.
32. Zoek informatie op over een specifieke mitochondriële ziekte (bijvoorbeeld de ziekte van Leigh of mitochondriële myopathie).
 - a. Geef een beschrijving van de ziekte.
 - b. Benoem de symptomen en oorzaak.
 - c. Bespreek op welke manier deze aandoeningen het functioneren van mitochondriën beïnvloeden. En wat de gevolgen zijn voor de cellen en het lichaam als geheel.



Afbeelding 8.34

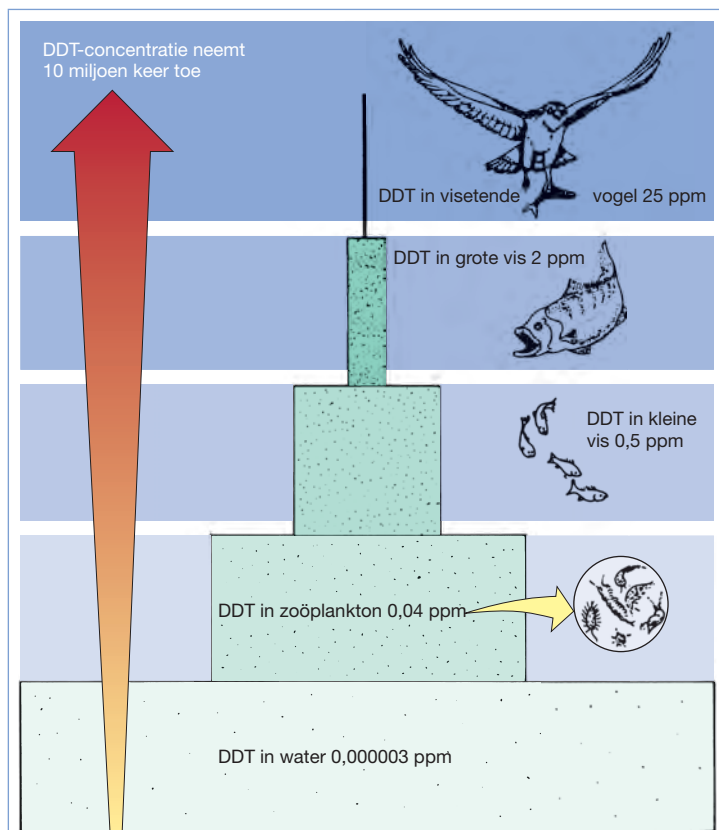
Medische beeldvormingstechnieken.

Opdrachten

20. Wat wordt bedoeld met een histopathologisch analist?
21. Waarom kunnen biopten niet erg groot zijn?
22. Hoe komt het dat plantaardige weefsels makkelijker in dunne coupes (plakjes) te snijden zijn dan dierlijke weefsels?
23. Wat is het verschil tussen een röntgenfoto en een MRI-scan?
24. Welke risico's zijn verbonden aan het gebruik van röntgenstraling bij beeldvorming?
25. Wat is het principe van echografie en in welke situaties wordt het vaak toegepast?



Ga naar de online leeromgeving om je kennis van dit hoofdstuk zelf te testen.



Afbeelding 14.25

De bioaccumulatie van DDT in een voedselketen. Een vroeger veelgebruikt insecticide, nu verboden in veel landen, maar het blijft lang aanwezig in bodem en water.

14.7 Duurzaam en milieuvriendelijk werken

Een analist speelt een belangrijke rol in het aanpakken van milieuproblemen en het bevorderen van duurzaamheid. Door milieubewust te werken, draagt een analist bij aan het verminderen van milieubelastende factoren van laboratoria.

- **Duurzaam gebruik van chemicaliën:** vermijden van overmatig gebruik van gevaarlijke stoffen, vervangen van schadelijke chemicaliën door milieuvriendelijkere alternatieven.
- **Afvalbeheer en recycling:** correct scheiden en afvoeren van chemisch en biologisch afval, minimaliseren van afval door hergebruik en recycling van materialen, bewust omgaan met plastic en andere verbruiksgoederen.
- **Efficiënt energie- en watergebruik:** gebruik van energiezuinige apparatuur en verlichting, optimaliseren van processen om waterverbruik te verminderen, uitschakelen van apparatuur wanneer niet in gebruik.