

Biologie in de 21ste eeuw

Biologie in de 21ste eeuw

Rascha Nuijten & Carien Mol (redactie)

Lotte Bruens

Margot Cramwinckel

Tisja Dagers

Ivo Jacobs

Sophie Kamp

Rianne Kruit

Caroline Liddell

Ruben Schmidt

Sander Verbiest

Marten Verheugt

Dorith Vermunt

de Graaff

Biologie in de 21ste eeuw

Rascha Nuijten & Carien Mol (redactie)

Lotte Bruens, Margot Cramwinckel, Tisja Dagers, Ivo Jacobs, Sophie Kamp, Rianne Kruit,
Caroline Liddell, Ruben Schmidt, Sander Verbiest, Marten Verheugt, Dorith Vermunt

ISBN 978-90-77024-60-7

NUR 922

Illustraties: Margot Cramwinckel & Sophie Kamp

Vormgeving: MOL grafische vormgeving, Utrecht

© De auteurs | Uitgeverij de Graaff, 2011

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen, vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever en vermelding van de auteur(s) van het boek.

Voorzover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j°, het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever (Uitgeverij de Graaff, Hoogbiemstraplein 32, 3514 AX Utrecht, www.uitgeverijdegraaff.nl) te wenden.

Inhoudsopgave

Proloog bij de 1 ^{ste} druk	7
Voorwoord bij de 1 ^{ste} druk	9
Voorwoord bij de 2 ^{de} druk	11
Ten geleide	13
1. Spelen met de taal van het leven	17
<i>Genoomsequencing en DNA-analyse</i>	
Lotte Bruens	
2. Het medische wondermiddel	31
<i>Stamcellen en hun toepassingen</i>	
Lotte Bruens	
3. Regeneratie	43
<i>Mechanismen van regeneratie en implicaties voor de geneeskunde</i>	
Ruben Schmidt	
4. De perfecte baby	53
<i>Gentherapie en -modificatie, in pre- en postnatale context</i>	
Marten Verheugt	
5. Veroudering: oud nieuws?	69
<i>Wat is veroudering en hoe kan dit proces worden tegengegaan?</i>	
Ruben Schmidt & Marten Verheugt	
6. Evoluerende mensen	83
<i>Is de moderne mens, Homo sapiens, nog aan het evolueren?</i>	
Sophie Kamp	
7. Alles over liefde	97
<i>Seksuele selectie, liefde, genetische stoornissen en seksuele oriëntatie</i>	
Rianne Kruit & Caroline Liddell	
8. Sisyphus en de regenworm	115
<i>Cognitie, emotie, ervaring en bewustzijn van dieren</i>	
Ivo Jacobs	

9.	Houden wij de aarde bewoonbaar? <i>Inleiding in de klimaatwetenschap</i> Rascha Nuijten & Sander Verbiest	131
10.	Powerplanten <i>Zijn biobrandstoffen een goede vervanger van olie?</i> Tisja Dagers	147
11.	'Endless forms most beautiful' <i>Welke factoren bepalen biodiversiteit in tijd en ruimte?</i> Margot Cramwinckel	159
12.	Behoud biodiversiteit <i>Conservatie van soorten in de 21^{ste} eeuw en de rol van dierentuinen</i> Rascha Nuijten	175
13.	Voedselprobleem, landgebruik en biodiversiteit <i>Over de uitdaging van het voeden van 9 miljard mensen</i> Rascha Nuijten & Dorith Vermunt	191
14.	Een sprong in het diepe <i>Over organismen en ecosystemen in de diepzee</i> Margot Cramwinckel & Carien Mol	207
15.	Biologie zonder grenzen <i>Over buitenaards leven en de rol van astrobiologie</i> Carien Mol	223
16.	Hoe ver mogen we gaan? <i>Bio-ethiek in de 21^{ste} eeuw</i> Dorith Vermunt	239
17.	Hoe een Boeing uit een vuilnisbelt ontstaat <i>De conflicten en overeenkomsten tussen biologie en religie</i> Tisja Dagers & Ivo Jacobs	251
	Woord van dank	263

Proloog bij de 1ste druk

In september 2009 is het departement Biologie met een Honoursprogramma van start gegaan. Dit programma biedt aan goed presterende en gemotiveerde studenten de mogelijkheid om extra uitdagingen aan te gaan ter verbreding en verdieping van het bestaande bachelorprogramma. Daarbij kunnen ze in hun academische en persoonlijke ontwikkeling doelen bereiken die boven de eindtermen van de reguliere bacheloropleiding uitstijgen.

De maandelijkse bijeenkomsten worden door de studenten zelf georganiseerd, waarbij ook gastsprekers kunnen worden uitgenodigd. In eerste instantie is per periode een populairwetenschappelijk boek gelezen waarover kon worden gediscussieerd. Ook konden er essays over worden geschreven en presentaties over worden gehouden. Daarnaast is ervoor gekozen om met z'n allen een boek te schrijven. Als thema werden een drietal mogelijkheden gesuggereerd: interessante aspecten van de evolutie (het was immers het Darwinjaar), de grote wetenschappelijke doorbraken in de komende tijd en als laatste thema de vraag waarom biologie zo vaak als hét vakgebied van de 21^{ste} eeuw wordt gezien. De groep had al snel de tweede en derde mogelijkheid gecombineerd: 'Bij welke grote thema's in de biologie zijn in de 21^{ste} eeuw belangrijke doorbraken te verwachten?'

Bij het schrijven van een boek komt veel kijken. Er worden veel verschillende vaardigheden aangesproken, zoals opzet en organisatie van een project, leiderschapskwaliteiten, schrijfvaardigheid, time-management, feedback geven maar ook ontvangen, etc. Daarnaast zijn er veel taken te verdelen en uit te voeren, zoals een redactieteam met hoofdredactie en eindredactie die voorstellen doen over aandachtsvelden die binnen het thema van belang zijn. Nadat de onderwerpen waren verdeeld zijn de auteurs gaan schrijven en hebben zij zelf een specialist gezocht met wie ze delen van het hoofdstuk hebben doorgesproken of met wie een gesprek of een interview als inspiratie heeft gediend. Daarnaast is er een schema voor peer-feedback opgesteld waardoor men elkaars hoofdstukken heeft kunnen becommentariëren. De eindredactie heeft extra op de leesbaarheid gelet. Het illustratie- en lay-outteam was verantwoordelijk voor zinvolle en aantrekkelijke illustraties evenals voor een verzorgde lay-out. Iedereen moest een van tevoren vastgestelde tijdslijn in de gaten houden, de drukker en drukkosten moes-

ten worden geregeld, de hoofdredacteur moest iedereen aanmoedigen, het hele proces in de gaten houden en zonodig bijsturen zodat er op een bepaalde datum een boek zou liggen. Ten slotte moest het promotieteam ervoor zorgen dat de doelgroep zou worden bereikt. Wat die doelgroep betreft, was al snel duidelijk dat de keuze viel op de eerstejaarsbiologen. Het zou goed zijn om al vroeg in je opleiding te weten hoe breed de biologie is, maar ook hoeveel uitdagingen er binnen de biologie zijn en dus hoeveel werk er de komende tijd nog te doen is. Om de eerstejaars zo vroeg mogelijk in de opleiding hiervoor te enthousiasmeren was het idee om hen het boek tijdens de cursus 'Introductie in de Biologie' aan te bieden. In een gesprek met de coördinator van de introductiecursus en tijdens een presentatie voor de groep tutores kon gelukkig iedereen worden overtuigd dat het een goed idee is dit boek te gaan gebruiken.

Vanaf het begin is iedereen binnen de Honoursgroep met veel enthousiasme aan de slag gegaan. Regelmatig was er behoorlijk wat druk om de hoofdstukken naast het normale programma te schrijven. Er moest soms extra worden aangespoord om het hoofdstuk op tijd in te leveren, er moesten knopen worden doorgehakt en de eindredactie heeft in de laatste fase een tweetal weken onder hoogspanning gestaan. Maar dankzij de inspanning van iedereen is het allemaal gelukt!

Dit boek is volledig het product van de Honoursgroep, zij hebben in alles het voortouw genomen en hebben als een zelfregulerend organisme allerlei interne problemen opgelost, elkaar feedback gegeven, het tijdpad bewaakt en ervoor gezorgd dat dit boek met fraaie onderwerpen op tijd werd afgerond. Alle lof voor hoe ze dit project hebben opgepakt, uitgewerkt en afgerond!

Fred Wiegant

Coördinator Honoursprogramma

Onderwijsinstituut Departement Biologie

Utrecht, 11 mei 2010

Voorwoord bij de 1ste druk

Het is lente en ik zit uit het raam naar de pasgeboren lammetjes te kijken die buiten vrolijk achter elkaar aan huppelen. Dat is voor mij biologie, de natuur, de reden dat ik biologie ben gaan studeren. Tijdens mijn eerste jaar merkte ik echter dat biologie veel meer is! Biologie houdt zich bezig met de grote processen die een rol spelen bij de huidige klimaatveranderingen maar ook met het ontstaan en ontwikkelen van stamcellen. Van de kleinste moleculen in de taal van het leven (DNA) tot de bescherming van de soorten op deze planeet, en wie weet daarbuiten. Of je nu naar het fluiten van een merel aan het luisteren bent, bij je zieke oma in het ziekenhuis zit, of in de krant leest over de gevolgen van klimaatveranderingen, biologie is overal!

In de 21^{ste} eeuw zullen biologen een belangrijke rol gaan spelen bij een aantal grote uitdagingen van de maatschappij. Het klimaat is daar een goed voorbeeld van. De verschuivingen van temperatuurzones en veranderingen van neerslagregimes hebben een heleboel gevolgen. Moeten we ons hieraan aanpassen? Of moeten we proberen verdere veranderingen tegen te gaan? Duurzame ontwikkelingen zoals de productie van biobrandstoffen zouden een deel van de oplossing kunnen zijn. Een andere uitdaging is de groeiende bevolking. Al deze mensen zullen moeten eten, waardoor er veel land nodig is voor de landbouw. Als we ook nog wat natuur over willen houden moeten er nieuwe technieken ontwikkeld worden om de voedselproductie per hectare te verhogen. Ondanks deze ontwikkelingen wordt de natuur bedreigd: biodiversiteit heeft op het moment geen financiële waarde waardoor natuur gemakkelijk vervangen wordt door andere functies van het gebied die wel winstgevend zijn, zoals huisvesting of mijnbouw. Natuurconservatie is daarom een belangrijk aspect van de biologie in de 21^{ste} eeuw. Binnen de geneeskunde zijn er ook een aantal uitdagingen waar biologie een rol bij kan spelen. Zo is er nog zeer weinig bekend over stamcellen en hun toepassingen en staat ook de regeneratie van organen nog in de kinderschoenen.

De 21^{ste} eeuw is voor de biologie zelf ook een eeuw van mogelijk nieuwe ontdekkingen. Door nieuwe technieken ligt er steeds meer binnen ons bereik. We reizen de planeten in ons zonnestelsel af op zoek naar buitenaards leven, duiken naar de bodem van de diepste oceanen voor onderzoek naar leven zonder direct zonlicht en weten door DNA-sequencing steeds meer over

de verwantschappen tussen soorten en mogelijke afwijkingen in het genoom. Dit opent deuren voor nieuwe vragen zoals ‘evolueert de mens nog?’ en ‘in hoeverre is het menselijk genoom te beïnvloeden?’, maar ook vragen over hoe ver we mogen gaan. Opvattingen binnen de bio-ethiek zullen aangepast moeten worden aan de nieuwe ontwikkelingen.

De bovengenoemde onderwerpen en nog veel meer zullen in dit boek aan bod komen. Ieder hoofdstuk beschrijft een onderwerp dat in de 21^{ste} eeuw van belang gaat zijn binnen de biologie. Er is geprobeerd een zo breed mogelijk overzicht te geven van de onderwerpen. Van sommige zul je misschien al veel weten, andere openen wellicht een nieuwe wereld. Aan het eind van ieder hoofdstuk is een lijst met literatuur opgenomen. Dit is echter niet alles wat er over het onderwerp te vinden is. Vanaf het moment van schrijven kunnen nieuwe resultaten gevonden zijn en meningen zijn veranderd. Schroom dus vooral niet om extra literatuur op te zoeken!

De meeste van deze hoofdstukken zijn geschreven om als leidraad te dienen voor een discussie, essay of presentatie, waarin het vormen van een eigen mening belangrijk is. Omdat alle hoofdstukken door andere auteurs geschreven zijn, zijn niet alleen de onderwerpen zeer divers maar lopen ook de schrijfstijlen erg uiteen. Dit geeft het boek een grote diversiteit met voor ieder wat wils. Wat jouw reden ook was om voor de studie biologie te kiezen, met het lezen van dit boek zul je zien dat biologie meer is dan dat, dat er nog veel onbekend is en dat er dus nog een heleboel te doen is in de komende eeuw!

Veel leesplezier en succes in je eerste jaar!

Rascha Nuijten

Hoofdredacteur ‘Biologie in de 21ste eeuw’

Utrecht, 22 april 2010

Voorwoord bij de 2e druk

Na een half jaar hard werken was het op 30 juni 2010 toch echt zo ver: *Biologie in de 21ste eeuw* kon worden gepresenteerd aan het publiek. In eerste instantie heeft de Universiteit Utrecht het boek gebruikt bij de eerstejaarscursus ‘Introductie in de Biologie’, waar veel positieve reacties op zijn gekomen. Wij wilden het boek echter ook graag voor een groter publiek geschikt maken. De hoofdstukken zijn om die reden stuk voor stuk up-to-date gemaakt en is de inhoud van ieder hoofdstuk qua niveau gestroomlijnd. In dat proces is het hoofdstuk ‘Slapen & Dromen’ helaas gesneuveld. Na onze eigen aanpassingen heeft ook de uitgever de nodige correcties aangebracht, zodat wij nu met trots naar het resultaat mogen kijken. Wij hopen dat het boek ook dit jaar met veel interesse en plezier gelezen zal worden door studenten biologie in heel Nederland!

Blij zijn wij ook dat Leen van den Oever een ten geleide heeft geschreven bij deze tweede druk. Als oud-student biologie, docent en momenteel directeur van het Nederlands Instituut voor Biologie (NIBI) zal hij zich kunnen herkennen in ons enthousiasme voor de biologie en dit – zoals wij – willen overbrengen op de beginnende biologiestudenten in Nederland. Veel leesplezier!

Rascha Nuijten

Hoofdredacteur ‘Biologie in de 21ste eeuw’

Utrecht, 23 mei 2011

Ten geleide

Geen wetenschap is in de laatste dertig jaar zo veranderd als de biologie. Nieuwe onderzoeksmethoden hebben onze kennis van de levende materie dramatisch vergroot op alle niveaus, van biomolecuul tot biosfeer. Je zou kunnen zeggen dat er een ‘nieuwe’ biologie is ontstaan omdat de biologie is doorgedrongen tot de bouwstenen van het leven. Daarmee is biologie uitgegroeid tot een verklarende en voorspellende wetenschap, een wetenschap met slagkracht. De Nieuwe Biologie is het kloppend hart van de life sciences, met een enorme uitstraling naar andere wetenschapsvelden en toepassingsgebieden. Dat is één reden waarom de 21e eeuw gedoopt is tot de eeuw van de biologie. De andere reden is dat wij de Nieuwe Biologie hard nodig hebben om oplossingen te vinden voor een aantal grote maatschappelijke uitdagingen. Het gaat daarbij om gezondheid, voedselzekerheid, het verstandig gebruik van ecosystemen, inspielen op klimaatverandering en de overgang naar een ‘biobased’ economie.

Nederland heeft een unieke uitgangspositie in de *Nieuwe Biologie*. Ons wetenschappelijk onderzoek behoort tot de wereldtop en ons land heeft in de topsectoren Life sciences, Agrofood, Tuinbouw en uitgangsmaterialen, Chemie, Energie en Water, sterke internationaal gerichte en innovatieve bedrijven. In maar liefst zes van de negen topsectoren die de overheid wil versterken, werkt de Nieuwe Biologie als de motor van onze kenniseconomie. De totale economische impact van de Nieuwe Biologie in Nederland komt op minstens 30 miljard euro per jaar, met groeicijfers die ondanks de economische crisis al meerdere jaren achtereen meer dan 10% per jaar bedragen. Hierin is de bijdrage van biologische kennis aan behoud en optimalisatie van zogenoemde ecosysteemdiensten, de publieke en lastig in geld uit te drukken functies van ecosystemen en biodiversiteit, nog niet eens meegenomen.

Bovenstaande alinea's komen uit het kersverse sectorplan Nieuwe Biologie waarin de politiek wordt aangespoord om 420 miljoen extra te investeren. Om werkelijk draagvlak in de maatschappij te creëren voor flinke investeringen in biologie moet er meer gebeuren. Burgers van Nederland moeten doorkrijgen dat biologie een vak is waar ze minstens iets van moeten weten. Ze komen dagelijks biologie tegen in hun hele leven: bij de dokter, in de supermarkt, tijdens een boswandeling en op vakantie. Een behoorlijk deel van de burgers moet ook door-

krijgen dat een carrière in de biologie als wetenschapper, analist, beleidsmedewerker, directeur of commercieel medewerker heel aantrekkelijk is.

Daarvoor moeten we verhalen vertellen over ons vak. Over peniciline, het eerste antibioticum dat in de Tweede Wereldoorlog vele soldatenlevens redde en nog dagelijks inspiratiebron is voor nieuwe antibiotica. Over de *Thermus aquaticus* bacterie die in hete geisers leeft en waar het enzym *Taq polymerase* uit geïsoleerd is: de motor van de PCR-reactie. Over biobrandstoffen en het belang van biodiversiteit. Verhalen die ook in dit boek Biologie van de in de 21ste eeuw staan. Lees het met plezier, maar gebruik het vooral om mooie en moderne verhalen te vertellen over biologie. Laat ze aan je lippen hangen. Daag ze uit om meer te willen weten. En zorg ervoor dat ze het straks heel gewoon vinden om te investeren in biologie. Het vak, ons vak, het mooiste vak dat er bestaat.

Leen van den Oever

Directeur Nederlands Instituut voor Biologie

Utrecht, juni 2011