

Genomics NL

Genomics NL is een speciale uitgave van het Netherlands Genomics Initiative (NGI), april 2007



pagina 3

GEZONDHEID

Aan gezondheid en ziekte ligt een complex netwerk van biologische interacties ten grondslag. Hoe functioneert dit netwerk, wat gaat er precies fout als een ziekte zich ontwikkelt, en hoe kunnen we dat beïnvloeden?



pagina 6

VOEDING

Wat is het effect van voeding op onze gezondheid? Wat bepaalt de eigenschappen van een voedingsgewas? Hoe kunnen we voeding smaakvoller en gezonder maken? Aan de antwoorden wordt hard gewerkt.



pagina 7

DUURZAAMHEID

Meer produceren en tegelijkertijd het milieu minder belasten is niet gemakkelijk, maar wel noodzakelijk. Efficiënte inzet van micro-organismen en duurzame landbouwgewassen kunnen een grote bijdrage leveren.



pagina 8

PUBLIEKSCOMMUNICATIE

Investeren in genomics is alleen zinvol als de samenleving ontvankelijk is voor de resultaten. Dat vraagt om open communicatie die mensen de ruimte biedt hun eigen mening te vormen.

Genomics is onontbeerlijk om de grote uitdagingen van de 21e eeuw om te zetten in kansen voor maatschappelijk welzijn en economische groei. Gezondheid, voeding, veiligheid en milieu zijn gebieden die iedereen raken. Gebieden waar genomics het verschil kan maken.

De Nederlandse overheid onderkent het belang van deze nieuwe technologie en besluit daarom eind 2001 tot een grootschalige investering – € 300 miljoen – in genomics. Drie motivaties geven de doorslag voor dit besluit:

- Genomics is essentieel voor life sciences, één van de meest innovatieve gebieden in de hedendaagse wetenschap en industrie en een belangrijke pijler onder de Nederlandse kenniseconomie.
- Een nationale, grootschalige aanpak genereert een aantrekkelijk klimaat voor (jonge) wetenschappers en innovatieve bedrijvigheid; twee essentiële kenmerken van een kenniseconomie.
- Binnen de EU, in Noord-Amerika en in Azië wordt flink geïnvesteerd in genomics en life sciences. Wil Nederland internationaal aan de top blijven meedraaien dan is een nationale investering vereist.

De manier waarop de beschikbare middelen moeten worden ingezet, vertoont een trendbreuk met het verleden: een nationale strategie vormt de basis en die strategie wordt geformuleerd, uitgevoerd en bewaakt door een speciaal daarvoor in het leven geroepen orgaan, het Netherlands Genomics Initiative (NGI), dat begin 2002 van start gaat.

NGI krijgt tot taak om in vijf jaar, 2002 - 2007, een infrastructuur voor genomics op te zetten die Nederland internationaal op de kaart zet. Deze infrastructuur moet excellent onderzoek in gang zetten dat leidt tot een continue stroom van tastbare toepassingen en nieuwe bedrijvigheid en dat stevig is verankerd in de maatschappij. Kernpunten van de, door NGI opgestelde, Nationale Genomics Strategie zijn:

Genomics maakt het verschil



- focus op gebieden die aansluiten bij de sterktes van de Nederlandse wetenschap en industrie
- bundeling van de beste onderzoeksgroepen in consortia met voldoende kritische massa
- directe deelname van het bedrijfsleven in de consortia
- aandacht voor maatschappelijke implicaties van genomics op alle niveaus – van wetenschappelijk onderzoek tot publieksgerichte activiteiten
- hoge prioriteit voor het ontwikkelen van platformtechnologieën
- stimuleren, opleiden en aantrekken van jong talent
- internationaal perspectief bij alle activiteiten.

Deze eerste termijn van NGI wordt in 2007 afgerond. Verschillende reviews

uitgevoerd door panels van internationale experts laten zien dat NGI erin geslaagd is samenhang aan te brengen in het voorheen versnipperde Nederlandse genomics veld en dat er een vitale genomics community is ontstaan die meerwaarde creëert voor alle part-

ners en voor de samenleving. Er zijn veel jonge talentvolle wetenschappers en technici aan het werk gegaan. Uit de samenwerking tussen de verschillende NGI Genomics Centres zijn nieuwe dwarsverbanden en onderzoeksgebieden ontstaan.

[lees verder op pagina 2](#)

Genomics?

Genomics is een gereedschapskist vol hoogwaardige technologieën die geheel nieuwe biologische experimenten en benaderingen mogelijk maken. Deze definitie onderstreept dat genomics een middel is, geen onderzoeksgebied op zich. Gebruik van genomics leidt tot beter en sneller onderzoek binnen de life sciences en maakt geheel nieuwe en zeer grootschalige experimenten mogelijk. Interessanter is de vraag naar het doel van genomics. Door het toepassen van genomics krijgen we inzicht in de relatie tussen genetische informatie,

biologische processen in levende organismen en omgevingsfactoren. Centraal staat de vertaalslag van genetische informatie naar het uiteindelijke complete organisme. Dat klinkt heel fundamenteel, maar het bijzondere aan genomics is dat de basale inzichten die we krijgen in de genetische en moleculaire grondslagen van het leven een direct verband hebben met de ontwikkeling van producten en toepassingen die voor onze gezondheid, onze veiligheid, ons leefmilieu en onze economie van onschatbare waarde zijn.

Dankzij genomics...

- kunnen we beter het risico op uitzaaiingen bij borstkanker voorspellen en daardoor de therapie aanpassen
- kan gist houtafval omzetten in bio-ethanol, een belangrijke alternatieve brandstof
- worden gewassen ontwikkeld die beter bestand zijn tegen droogte
- is een therapeutisch vaccin tegen baarmoederhalskanker binnen handbereik
- is er een simpele test die aantoonst of voedingsmiddelen toxische gluten bevatten
- weten we beter hoe de smaak van kaas tot stand komt en kunnen we die beïnvloeden
- hebben we meer inzicht in de manier waarop een virus zijn gastheer infecteert
- is een bacterie ontdekt die schadelijke schimmels kan bestrijden en die ingezet kan worden als biologisch bestrijdingsmiddel
- hebben we een goed model om migraine te bestuderen
- zijn er meer mogelijkheden om dierproeven te vervangen
- weten we veel meer over de genetische grondslagen van verschillende ziekten, waaronder diabetes, Alzheimer en kanker en kunnen we gericht zoeken naar nieuwe therapieën
- werken bedrijven nu aan een aardappel die met veel minder bestrijdingsmiddelen kan worden geteeld
- is bioremediatie – biologische zuivering van vervuilde grond – sterk verbeterd
- is een revolutionaire therapie voor Duchenne spierdystrofie in ontwikkeling in de kliniek
- begrijpen we beter wat de smaak van de tomaat bepaalt
- zijn de fermentatieprocessen in levensmiddelen beter controleerbaar
- is een enzym ontwikkeld dat gluten heel efficiënt kan afbreken in de maag van coeliakiepatiënten waardoor schade aan de darm kan worden voorkomen
- kunnen we water- en bodemkwaliteit snel vaststellen
- beschikken we over efficiëntere veredelings technieken voor landbouwgewassen

Pagina 2

'MammaPrint® vertelt borstkankerpatiënten hoe groot hun risico op uitzaaiingen is.'

Genomics maakt het verschil

Bedrijven zijn inmiddels bezig om verschillende onderzoeksresultaten verder te ontwikkelen tot commerciële toepassingen. In diverse ziekenhuizen worden vindingen reeds toegepast in de praktijk. Nederland is duidelijk zichtbaar binnen de EU als een toonaangevende speler in genomics en neemt op verschillende punten een richtingsbepalende positie in. Nieuwe internationale initiatieven zijn vanuit Nederland gestart. De aandacht voor communicatie en educatie heeft geresulteerd in een toegenomen kennis van en waardering voor genomics bij het Nederlandse publiek. Gezamenlijk vormen deze resultaten een stevige basis om in de komende jaren op door te bouwen en optimaal te kunnen profiteren van de mogelijkheden die genomics biedt.

Daarom is het zaak nu in te zetten op optimale benutting van die mogelijkheden. In zijn Strategisch Plan 2008 - 2012 zet NGL in op voortzetting van de gecoördineerde, nationale aanpak, waarbij de nadruk ligt op oogsten en het verder ontwikkelen en benutten van kennis in de context van maatschappelijk belangrijke thema's. Kernelementen zijn creëren van samenhang, flexibiliteit en internationale context. De NGL strategie 2008 - 2012 kent vier actielijnen:

- Valorisatie
- Versterken kennisbasis
- Maatschappelijk onderzoek en publiekscommunicatie
- Internationale positionering

De rol van NGL kenmerkt zich door het tonen van leiderschap: het aansturen van bestaande activiteiten, het identificeren en ontwikkelen van nieuwe, kansrijke gebieden en het promoten van de Nederlandse life sciences op het

internationale toneel. Er is veel bereikt in de afgelopen vijf jaar. Toch is genomics niet 'klaar'. Sterker nog, we staan pas aan het begin wat betreft de effecten van genomics in het dagelijks leven. We kunnen, mogen en moeten zelfs nog veel bijdragen verwachten van genomics aan welzijn en welvaart. Niet alleen in Nederland, maar wereldwijd. Adequate gezondheidszorg, voldoende goed voedsel en een schoon en veilig leefmilieu zijn voor iedereen van belang, waar ook ter wereld.

Eigenlijk is de steen nog maar pas geleden in de vijver gegooid. Impact en nut van genomics kunnen we nog steeds niet volledig overzien, maar aan de omvang ervan hoeven we niet te twifelen. Daarvoor zien we vandaag de dag al voldoende bewijs. In deze speciale editie 'Genomics NL' presenteren we een paar hoogtepunten hiervan. ■

Pleisters plakken op de genen

Een 'moleculaire pleister' kan de genetische oorzaak van Duchenne spierdystrofie zodanig repareren, dat er een veel mildere vorm van de ziekte ontstaat.

De ziekte van Duchenne is een erfelijke vorm van spierdystrofie, met een dodelijke afloop. De ziekte komt voor bij één op de vijfduizend jongens (niet bij meisjes) en is daarmee de meest voorkomende erfelijke spierziekte. Tussen het eerste en derde levensjaar ontstaan de eerste symptomen van spierzwakte. In de loop der jaren verzwakken steeds meer spieren. Uiteindelijk verzwakt ook de hartspier, wat meestal de oorzaak is waardoor de patiënten als jongvolwassene overlijden.

Duchenne spierdystrofie wordt veroorzaakt door fouten in het gen voor het eiwit dystrofine. Dystrofine is essen-

tiel voor de stevigheid van spiercellen. Dit eiwit ontbreekt echter geheel bij patiënten met Duchenne spierdystrofie. Onderzoekers van het Centre for Medical Systems Biology hebben nu een zogenaamde 'moleculaire pleister' ontwikkeld tegen deze ziekte. Het gaat om stoffen die de fouten in het dystrofine-gen kunnen 'afplakken'. Daardoor kan er toch weer dystrofine worden aangemaakt. Dit dystrofine is niet helemaal perfect, maar functioneert wel voldoende. De verwachting is dat de patiënt hiermee een veel mildere vorm van de ziekte krijgt en een meer normale levensverwachting. In gekweekte spiercellen en muizen blijkt de moleculaire pleister goed te werken. Het spin-off bedrijf ProSensa heeft in september 2006 een klinische studie gestart met deze nieuwe therapie. De eerste tussentijdse resultaten zijn zeer bemoedigend. ■

Chemokuur vaak niet nodig door MammaPrint®

De MammaPrint® van Agendia vertelt borstkankerpatiënten hoe groot hun kans is op latere uitzaaiingen. Bij een kleine kans is een aanvullende chemokuur niet meer nodig.

Wie eenmaal is genezen van kanker, blijft altijd leven met de angst dat de ziekte nog terugkomt. Die angst is niet ongegrond. Bij borstkanker is er bijvoorbeeld een reële kans dat er later weer uitzaaiingen ontstaan in de botten. Vandaar dat veel borstkankerpatiënten uit voorzorg, na de operatie en eventuele bestraling, nog een chemokuur moeten ondergaan.

De kans op uitzaaiingen is echter niet voor iedereen even groot. De ene tumor is agressiever dan de andere. Dat hangt samen met de activiteit van bepaalde genen in de tumorcellen. Onderzoekers van het Cancer Genomics Centre hebben de activiteit van een groot aantal genen gemeten in verschillende borsttumoren. De onderzoekers konden een selectie van zeventig genen vaststellen, op basis waarvan men de agressiviteit

en de kans op uitzaaiingen betrouwbaar kan voorspellen. Daarmee is het mogelijk om patiënten in te delen in verschillende risicoklassen. Vijfendertig tot veertig procent van de borstkankerpatiënten blijkt een gunstig profiel te hebben. Dat betekent dat de kans op terugkeer van de tumor minimaal is.

Vijfendertig tot veertig procent blijkt een gunstig profiel te hebben

Om die reden is het voor deze patiënten niet nodig om een belastende chemokuur te ondergaan. Op basis van dit onderzoek heeft het spin-off bedrijf Agendia de zogenaamde MammaPrint



Genomics NL in cijfers

- 11 Genomics Centres
- 33 betrokken onderzoeksinstituten en universiteiten
- 166 bedrijven
- 1.100 nieuwe banen voor onderzoekers en technici
- 1.486 wetenschappelijke publicaties
- 86 proefschriften
- 143 nieuwe publiek-private projecten
- 11 nieuwe (spin-off) bedrijven
- 88 octrooiaanvragen
- 26 nieuwe klinische toepassingen
- 700.000 jongeren bereikt met speciaal GenomiX magazine
- 25.000 leerlingen bereikt met reizende DNA-labs
- 600 jonge onderzoekers aangesloten bij GeNeYouS netwerk
- 12.000 bezoekers per maand op publiekswebsite www.watiscgenomics.nl

op de markt gebracht. Met deze MammaPrint kunnen artsen de prognose van een individuele patiënt vaststellen, en op basis daarvan een beslissing nemen over de juiste vervolgbehandeling. De MammaPrint is recent door de FDA toegelaten op de Amerikaanse markt. Soortgelijke testen worden ook voor andere tumoren ontwikkeld. ■

GeNeYouS Genomics Network for Young Scientists

Omdat genomics in veel wetenschapsgebieden inzetbaar is, is het ook een uitstekende noemer waaronder jonge onderzoekers, werkzaam in al die uiteenlopende gebieden, elkaar kunnen vinden. GeNeYouS, het Genomics Network for Young Scientists, is

een duidelijk bewijs van het multidisciplinaire karakter van life sciences onderzoek. Inmiddels zijn ongeveer 600 onderzoekers, voornamelijk promovendi, aangesloten bij GeNeYouS, dat in 2002 werd opgezet door een kleine groep actieve jonge onderzoekers. De

leden beslaan het gehele life sciences gebied, variërend van plantenonderzoek tot biomedische wetenschappen en van ecologie tot bioinformatica. GeNeYouS informeert de leden over carrière- en cursusmogelijkheden en organiseert diverse activiteiten, waaronder lezingen, symposia en excursies.

Terry Vrijenhoek, voorzitter van GeNeYouS en vanaf de start actief betrokken bij het netwerk, vertelt over de toekomstplannen van GeNeYouS. "Vanaf dit jaar gaan we meer vanuit onze lokale contacten werken aan uit-

breiding van het netwerk. Door op lokaal niveau mensen bij onze activiteiten te betrekken, wordt het netwerk sterker." Betekent dit dat er ook meer naar de verschillende vakgebieden gaat worden gekeken? "Ja, ieder lid valt nu onder een van de vijf onderzoeksgebieden: medical research, fundamental, biotechnology, bioinformatics, of societal aspects. Daar komt in de toekomst ongetwijfeld nanotechnologie bij. Onze leden vinden het heel leuk om in contact te komen met onderzoekers uit andere vakgebieden. De uitwisseling van kennis wordt zeer gewaar-

deerd. Op ons symposium in 2006 bleek bijvoorbeeld dat onderzoekers uit de medische hoek heel veel hadden opgestoken van een presentatie over gist." Volgens Terry versterkt de lokale benadering juist het multidisciplinaire karakter van GeNeYouS. "We denken vakgroepoverschrijdend en brengen binnen een instelling iedereen bij elkaar. Dat werkt omdat veel onderzoekers vanuit hun dagelijkse werk al contact hebben met mensen uit andere gebieden. Omdat er al persoonlijk contact is, gaat dat heel snel. Deze nieuwe opzet loopt heel goed." ■

Gezond oud worden door goede genen

Hoe kunnen mensen langer gezond blijven leven? Het nieuwe Netherlands Consortium for Healthy Ageing gaat op zoek naar genetische factoren die bijdragen aan een goede gezondheid op hoge leeftijd.

Het spreekwoord zegt wel dat ouderdom met gebreken komt, maar dat geldt niet voor iedereen even sterk. Terwijl de ene persoon al op zijn zeventigste zijn huis nauwelijks meer uit komt, kan iemand anders op zijn vijftachtigste nog steeds sporten en vrijwilligerswerk doen. Op dit moment is niet duidelijk waardoor dat komt. Veel medisch onderzoek richt zich vooral op ziektes die mensen treffen in hun 'productieve jaren'. Over veroudering en ouderdomsziekten is nog maar weinig bekend. Het in 2006 opgerichte Netherlands Consortium for Healthy Ageing (NCHA) doet onderzoek naar het proces van veroudering, zodat ouderen langer een gezond en actief leven kunnen leiden.

Het verouderingsproces gaat al op jonge leeftijd van start, lang voordat de eerste grijze haren tevoorschijn komen. Van jongs af aan worden er in ons lichaam foutjes gemaakt, bijvoorbeeld bij het kopiëren van DNA, en raken cellen en organen beschadigd door biologische en biochemische stresssituaties. De meeste beschadigingen worden direct weer hersteld door reparatiemechanismen die cellen beschikbaar hebben. Een klein deel van de beschadigingen blijft echter permanent aanwezig. Door een optelsom van dit soort kleine beschadigingen kunnen organen uiteindelijk niet meer goed functioneren en ontstaan ouderdomsziekten.

gingen worden direct weer hersteld door reparatiemechanismen die cellen beschikbaar hebben. Een klein deel van de beschadigingen blijft echter permanent aanwezig. Door een optelsom van dit soort kleine beschadigingen kunnen organen uiteindelijk niet meer goed functioneren en ontstaan ouderdomsziekten.

over veroudering en ouderdomsziekten is nog maar weinig bekend

Het NCHA wil met behulp van genomics achterhalen wat het genetische mechanisme is van dit verouderingsproces. Ook factoren zoals voeding, levensstijl en omgeving spelen een belangrijke rol. De onderzoekers van het consortium willen deze kennis gebruiken om vervolgens te onderzoeken hoe men kan ingrijpen om de



Gezondheid

Inzicht in de basale grondslagen is vereist om ziekte te lijf te gaan en gezondheid te bevorderen. Geen gemakkelijke opgave, gezien de complexiteit van het netwerk van moleculen en processen dat de status van onze gezondheid bepaalt. Genomics technologieën maken het mogelijk om dit netwerk tot in het kleinste detail te bestuderen en dragen zo bij aan een dieper en breder begrip van wat het betekent om 'gezonder' te zijn, wat er echt aan de hand is als een ziekte zich ontwikkelt en hoe deze het best kan worden aangepakt.

gezondheid langer te behouden. Zo hopen de onderzoekers bijvoorbeeld op basis van een analyse van vroege orgaanbeschadigingen een inschatting te kunnen maken van latere ouderdomsproblemen. Uiteindelijk moet het onderzoek leiden tot nieuwe methodes voor preventie, diagnostiek en behandeling van ouderdomsziekten. ■

Vaccin helpt afweersysteem in de strijd tegen kanker

Onderzoekers van het Centre for Medical Systems Biology hebben een vaccin ontwikkeld dat het lichaam moet helpen om zelf tumorcellen op te ruimen. Dat werkt goed, zo blijkt uit de eerste klinische studie van ISA Pharmaceuticals.

Vreemde cellen die het lichaam binnendringen, krijgen direct te maken met de verdedigingslinie van het afweersysteem. Dat geldt ook voor kankercellen, hoewel die niet van buitenaf komen, maar zijn ontstaan uit ontspoorde lichaamscellen. In principe zou het afweersysteem kankercellen moeten herkennen als lichaamsvreemd en ze vervolgens moeten kapotmaken. Maar doordat de kankercellen nog altijd bepaalde eigenschappen met lichaamseigen cellen gemeen hebben, wordt het afweersysteem misleid en is de afweerrespons zwak.

Onderzoekers van het Centre for Medical Systems Biology ontdekten dat het mogelijk is om het afweersysteem een handje te helpen, door middel van een therapeutisch vaccin, in dit geval tegen baarmoederhalskanker. Zo'n

therapeutisch vaccin moet niet worden verward met een preventief vaccin tegen baarmoederhalskanker, dat het afgelopen jaar regelmatig in het nieuws

het afweersysteem zou kankercellen moeten herkennen en ze vervolgens kapotmaken

was. Omdat baarmoederhalskanker wordt veroorzaakt door een virus, is het namelijk mogelijk om mensen preventief in te enten, en zo deze virusinfectie te voorkomen. Een therapeutisch vaccin is echter bedoeld voor mensen

die al geïnfecteerd zijn, en bij wie een tumor is ontstaan.

De onderzoekers stelden vast wat voor lichaamsvreemde signaalstoffen tumorcellen afgeven en maakten die precies na. Een cocktail van verschillende stukjes van deze stoffen bleek zeer geschikt als therapeutisch vaccin. Het spin-off bedrijf ISA Pharmaceuticals B.V. heeft hiervoor een succesvolle klinische studie uitgevoerd. Bij vier van de elf geteste patiënten waren de door het virus veroorzaakte afwijkingen volledig verdwenen. In drie van deze vier patiënten waren zelfs alle sporen van het virus uitgewist. Therapeutische vaccinatie is in principe mogelijk tegen vele vormen van kanker. Zo heeft ISA Pharmaceuticals ook al een klinische studie opgestart met een therapeutisch vaccin tegen eierstokkanker. ■

Genetische test voorspelt werking kankertherapie

Genetische variaties in kankercellen kunnen resistentie veroorzaken tegen bepaalde kankermedicijnen. Testen op basis van genetische profielen kunnen deze variaties aantonen en duidelijk maken of een behandeling zinvol is of niet.

Kankercellen kunnen zich vrij gemakkelijk aanpassen aan hun omstandigheden. Wanneer bijvoorbeeld een kankermedicijn een belangrijk signaal-molecuul blokkeert, dan zullen de kankercellen proberen om via een andere weg een signaal door te geven. Als dat eenmaal lukt, dan heeft een behandeling met het betreffende medicijn geen zin meer: de kankercellen zijn resistent geworden. Resistentie tegen kankermedicijnen is in de praktijk een groot probleem, bijvoorbeeld bij de medicijnen trastuzumab (merknaam: Herceptin) en tamoxifen.

Trastuzumab is een zogenaamd doelgericht medicijn tegen borstkanker. Het wordt alleen gebruikt bij patiënten bij wie extra veel van een bepaalde receptor, Her2/neu, in de tumorcellen aanwezig is. Door behandeling met

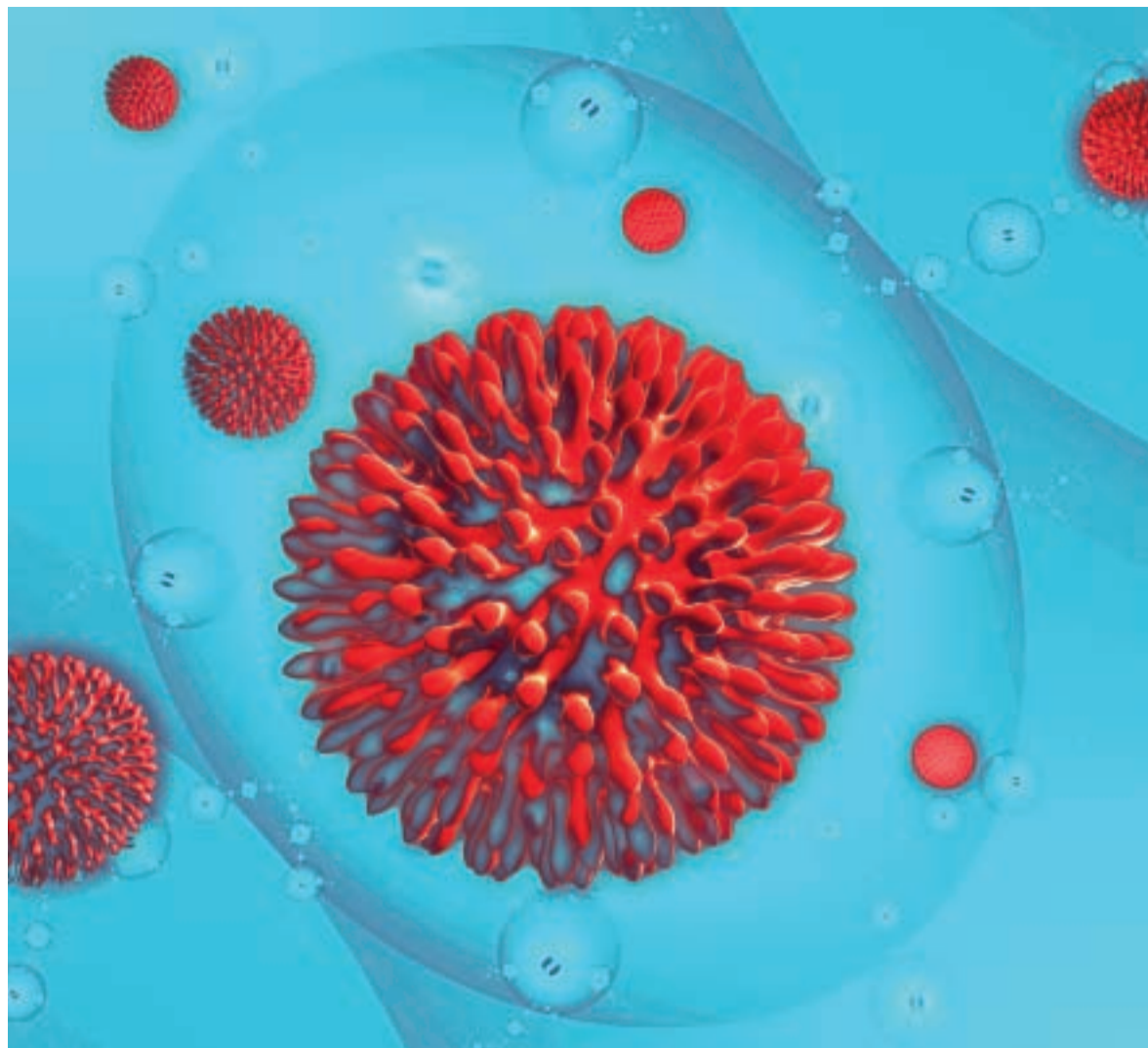
trastuzumab wordt de kans op terugkeer van borstkanker gehalveerd. Resistentie blijkt echter ook veel voor te komen. Onderzoekers binnen het Cancer Genomics Centre hebben ontdekt dat het uitschakelen van één specifiek gen in gekweekte borstkankercellen resistentie veroorzaakt tegen trastuzumab. Het is goed mogelijk dat de resistentie tegen trastuzumab bij patiënten ook wordt veroorzaakt door fouten in dit gen, al kunnen er ook nog andere genen een rol bij spelen.

vaststellen wat de kans is op resistentie

Als duidelijk is om welke genen het gaat, kan men dit zogenaamde genetisch profiel gebruiken voor de ontwikkeling van een diagnostische test. Artsen kunnen dan met behulp van zo'n test vaststellen wat de kans is op resistentie en of een behandeling met trastuzumab zinvol is of niet. Voor het kankermedicijn tamoxifen is zo'n resistentieprofiel al vastgesteld door onderzoekers van het Erasmus MC. Het spin-off bedrijf Agendia zal dit na validatie verder ontwikkelen en als diagnostische test op de markt brengen. ■

Vaccins tegen virale luchtweginfecties: een zaak van lange adem

VIRGO-onderzoekers ontwikkelen op een nieuwe manier vaccins en antivirale middelen tegen virale luchtweginfecties. Hun grondige aanpak vergt tijd, maar heeft al veel kennis en verschillende kandidaat-vaccins opgeleverd.



virale luchtweginfecties behoren tot belangrijkste doodsoorzaken van mens en dier

Een verkoudheid of griepje is voor de meeste mensen iets wat er af en toe gewoon bij hoort: vervelend, maar verder niet ernstig. Toch behoren deze en andere virale luchtweginfecties wereldwijd tot de belangrijkste doodsoorzaken van mens en dier. Vaccins en antivirale middelen zijn vaak niet beschikbaar of onvoldoende effectief. Het VIRGO Consortium is de strijd aangegaan met deze infectieziekten vanuit een heel nieuwe benadering. In plaats

van de traditionele aanpak van *trial and error* streven de onderzoekers naar een rationeel ontwerp van vaccins en antivirale middelen. Met behulp van verschillende genomics-technieken ontrafelen de wetenschappers wat er precies gebeurt als een virus bij een gastheer (mens of dier) binnendringt. Op drie verschillende niveaus (cel, dier, mens) bekijken de onderzoekers welke genen worden afgelezen, welke eiwitten worden geactiveerd en welke delen

van het virus daarbij zijn betrokken. Na een periode van voorbereiding en investering draait het onderzoek nu op volle toeren. De onderzoeksinvesteringen beginnen langzamerhand resultaten op te leveren. Zo zijn er verschillende nieuwe kandidaat-vaccins ontwikkeld tegen influenza (griep) en vogelgriep. Deze vaccins hebben de eerste testfasen met succes doorlopen en de voorbereidingen voor klinische testen zijn in volle gang. Voor SARS, het RS-

virus en het humaan metapneumovirus begint nu duidelijk te worden waardoor bepaalde (klassieke) vaccinatiestrategieën negatieve effecten geven. ■

de onderzoekers streven naar een rationeel ontwerp van vaccins

NGI Genomics Centres

Overzicht van de NGI Genomics Centres en hun publieke partners, industriële deelname, innovatieve output en spin-off bedrijven.

11 Genomics Centres

- Centre for BioSystems Genomics
Ontrafelen van planten voor consument en milieu
www.cbsg.nl
- Centre for Medical Systems Biology
Verbeteren van diagnose, behandeling en preventie van veel voorkomende ziekten
www.cmsb.nl
- Cancer Genomics Centre
Vergroten van genezingskansen bij kanker
www.cancergenomics.nl
- Kluiver Centre for Genomics of Industrial Fermentation
Optimaliseren van micro-organismen in industriële fermentatie
www.kluivercentre.nl
- Centre for Society and Genomics
Een vindingrijke dialoog over de sociale en culturele impact van genomics
www.society-genomics.nl
- Netherlands Proteomics Centre
Tools voor karakterisatie en functionele analyse van eiwitten
www.netherlandsproteomicscentre.nl
- Netherlands Bioinformatics Centre
Databeheer en datamanagement services als basis voor genomics-onderzoek
www.nbic.nl
- Celiac Disease Consortium
Veilige voeding, betere diagnose en effectieve behandeling
www.celiac-disease-consortium.nl
- Ecogenomics Consortium
Het potentieel van de bodem benutten
www.ecogenomics.nl
- Nutrigenomics Consortium
Verbeteren van de preventie en behandeling van metabole stress
www.genomics.nl
- VIRGO Consortium
Nieuwe interventiestrategieën voor respiratoire virus infecties
www.virgo.nl

3 Genomics Centres in oprichting

- Netherlands Toxicogenomics Centre
Nieuwe en betere methoden voor het evalueren van de toxiciteit van stoffen
www.toxicogenomics.nl
- Netherlands Metabolomics Centre
Verbeterde gezondheid en kwaliteit van leven dankzij hoogwaardige technologieën
www.metabolomicscentre.nl
- Netherlands Consortium for Healthy Ageing
Langer gezond leven
www.genomics.nl

Betrokken onderzoeksinstituten en universiteiten

- Academisch Medisch Centrum Amsterdam
- Biomedical Primate Research Centre
- Centrum voor Wiskunde en Informatica
- Erasmus Medisch Centrum
- Leids Universitair Medisch Centrum
- Nederlands Instituut voor Ecologie
- Nederlands Instituut voor Ontwikkelingsbiologie/Hubrecht Laboratorium
- Nederlands Kanker Instituut - Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis
- Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijke Onderzoek TNO
- NIZO food research
- Radboud Universiteit Nijmegen
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
- Rijksuniversiteit Groningen
- SARA Reken- en Netwerkdiensten
- Stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie
- Stichting Sanguin Bloedvoorziening
- Technische Universiteit Delft
- Technische Universiteit Eindhoven
- Top Institute Food and Nutrition
- Universitair Medisch Centrum Groningen
- Universitair Medisch Centrum St Radboud
- Universitair Medisch Centrum Utrecht
- Universiteit Leiden
- Universiteit Maastricht
- Universiteit Twente
- Universiteit Utrecht
- Universiteit van Amsterdam
- Vrije Universiteit Amsterdam
- VU Medisch Centrum
- Wageningen Universiteit Research Centrum

Hightech biologie

Biologie, de kern van de life sciences, is niet een vakgebied dat meteen geassocieerd wordt met hoogwaardige, cutting edge technologie. Maar met de opkomst van genomics is dat drastisch veranderd.

Genomics is een verzameling *enabling technologies*, technologieën die een geheel nieuwe benadering van biologische vraagstukken mogelijk maken. Een benadering die ongekend complexe en grootschalige experimenten mogelijk maakt. Niet alleen scheppen deze technologieën de mogelijkheid om dergelijke experimenten uit te voeren, ze zijn essentieel om de resultaten ook zinvol te kunnen extraheren en interpreteren. Een overzicht van de belangrijkste 'omics' platformtechnologieën:

- Genomics: naast de overkoepelende term ook een platformtechnologie, richt zich op de DNA sequentie van genen (*structural genomics*), de activiteit van genen (*transcriptomics*) en de functie van genen (*functional genomics*).
- Proteomics: hier staan de eiwitten centraal, welke eiwitten zijn aanwezig in een biologisch systeem, wat is hun functie en welke interacties gaan ze onderling aan? Het Netherlands Proteomics Centre (NPC) ontwikkelt en onderhoudt de proteomics infra-

structuur voor het Nederlandse genomicsveld.

- Metabolomics: brengt het samenspel tussen verschillende soorten biomoleculen in verschillende cellen en weefsels van het organisme in kaart. Het Netherlands Metabolomics Centre (NMC, in oprichting) wordt de nationale faciliteit voor metabolomics.

Naast deze basisplatforms zijn er verschillende 'omics' die meer gerelateerd zijn aan hun toepassingsgebied. Zo wordt het inzetten van genomics, proteomics en metabolomics in het toxicologisch onderzoek aangeduid als toxicogenomics. In dezelfde lijn vallen bijvoorbeeld farmacogenomics (toepassing: geneesmiddelenonderzoek) en nutrigenomics (toepassing: voedingsonderzoek).

ongekend complexe en grootschalige experimenten

Bioinformatica

Geen 'omics' in de letterlijk zin, maar wel een cruciale platformtechnologie voor al het genomics-onderzoek is bioinformatica. Met de ontwikkeling van genomics is de schaalgrootte van het life sciences onderzoek spectaculair toegenomen. Dat heeft geleid tot enorme hoeveelheden meetgegevens die op een efficiënte manier moeten worden opgeslagen, beheerd, geïnte-

greerd en geïnterpreteerd. Bioinformatica speelt een essentiële rol hierin en scheidt de noodzakelijke voorwaarden voor een moderne research-omgeving voor de life sciences. Een *state-of-the-art* bioinformatica structuur, zoals opgezet door het Netherlands Bioinformatics Centre (NBIC), is daarom vereist om het potentieel van genomics ten volle te benutten. Zonder bioinformatica is het simpelweg niet mogelijk om tot zinvolle onderzoeksresultaten te komen.

verbindingen, waardoor toxicologische testen veel gericht, verfijnder en betrouwbaarder kunnen worden. Bovendien biedt deze benadering aanknopingspunten voor het vervangen van dierproeven door andere methoden, bijvoorbeeld het gebruik van celmodellen en lichaamsvloei-stoffen.

aanknopingspunten voor het vervangen van dierproeven

Betere methoden, minder dierproeven

Het in kaart brengen van de mogelijke gevaren van chemische verbindingen voor de gezondheid, zoals vereist door (inter)nationale wet- en regelgeving, leunt voor een belangrijk deel op toxicologische testen in dieren. Het gebruik van dierproeven voor dit doel staat ter discussie, ook in wetenschappelijke kring. Er zijn grenzen aan het voorspellend vermogen van dierproeven, en er zijn ethische vragen aan verbonden. Toxicogenomics – genomics, proteomics en metabolomics toegepast in toxicologisch onderzoek – concentreert zich op het verklaren van de toxiciteit van stoffen op genetisch en moleculair niveau. Dit biedt fundamenteel inzicht in de werking van toxische

Innovatieve output van de Genomics Centres en programma's

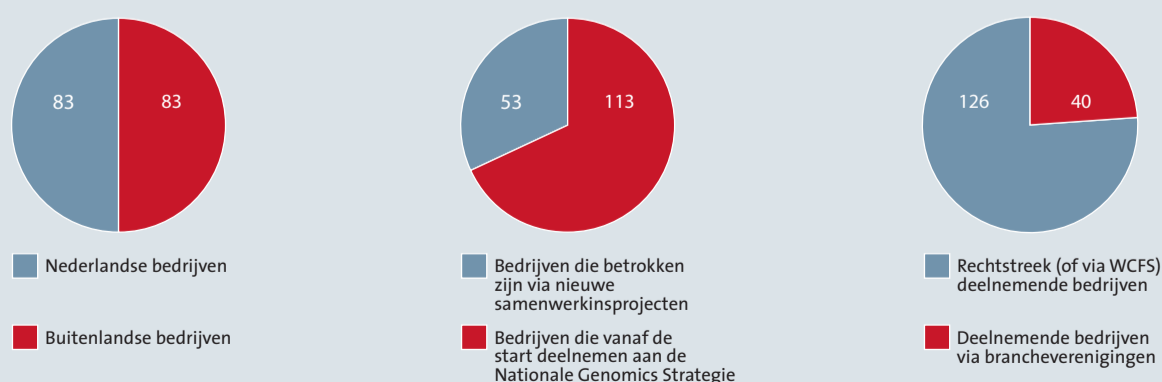
Genomics Centres en programma's	Octrooi-aanvragen	Licenties	Spin-offs	Nieuwe toepassingen in de kliniek	Samenwerkingsprojecten met de industrie
Centre for BioSystems Genomics	4	18	1	-	2
Centre for Medical Systems Biology	21	16	3	4	19
Cancer Genomics Centre	27	2	3	3	17
Kluyver Centre for Genomics of Industrial Fermentation	15	1	0	-	30
Netherlands Bioinformatics Centre – BioRange	-	-	3	-	17
Netherlands Proteomics Centre	15	1	1	4	34
Celiac Disease Consortium	1	-	-	-	5
Ecogenomics Consortium	3	-	-	-	4
VIRGO Consortium	4	-	-	-	20
IOP Genomics & Horizon Programma	13	-	-	-	9
Totaal aantal	103	38	11	11	157

Spin-offs

Sinds de start van de NGI Genomics Centres

Genomics Centres	Spin-offs
Centre for BioSystems Genomics	NSURE
Centre for Medical Systems Biology	Flexgen ISA-Pharmaceuticals PROSENSA
Cancer Genomics Centre	Agendia Dnage Agamyxis
Netherlands Bioinformatics Centre - BioRange	3DM PR-Sys Design Cross links
Netherlands Proteomics Centre	U-Balance
Totaal	11

Industriële deelname aan de Nationale Genomics Strategie (Totaal 166 bedrijven)



Testkit verzekert veilige voeding voor gluten

Ruim één op de tweehonderd westerlingen lijdt eraan, coeliakie of glutenintolerantie. Een darm-aandoening die ontstaat als het immuunsysteem hevig reageert op eiwitten uit diverse graansoorten.

Deze graansoorten worden in bijna alle voedingsmiddelen verwerkt, waardoor alleen een strikt dieet patiënten voor ernstige klachten kan behoeden. Voortbouwend op vindingen van het Leids Universitair Medisch Centrum hebben onderzoekers van het Celiac Disease Consortium een testkit ontwikkeld die toxische glutenfragmenten in voedingsmiddelen kan herkennen. Daarmee is het mogelijk voedingsmiddelen voor glutenintolerante consumenten te screenen op veiligheid. Een belangrijk resultaat voor zo'n veel voorkomende voedselintolerantie.

De test is beter dan commercieel verkrijgbare testen, die minder specifiek

ruim een op de tweehonderd westerlingen lijdt eraan

zijn of maar een deel van de toxische fragmenten aantonen. De test zal nu verder worden ontwikkeld om de bruikbaarheid in routinelaboratoria of zelfs in de thuissituatie te garanderen. Dit zal in samenwerking met een commerciële partner gebeuren. De voedingsmiddelenindustrie heeft enthousiast gereageerd op de test. Het moet er uiteindelijk toe leiden dat meer voedingsmiddelen op de markt komen die geschikt zijn voor coeliakiepatiënten. ■

Voedingssupplement neutraliseert toxische gluten

Het is een aanlokkelijk toekomstperspectief voor mensen die intolerant zijn voor gluten. Een oraal supplement dat gluten in voedingsmiddelen neutraliseert.

Dit scenario wordt wellicht werkelijkheid door een vinding die het Celiac Disease Consortium in samenwerking met TNO en DSM Food Specialties heeft gedaan. De enzymen die normaal in het maag-darmstelsel aanwezig zijn, kunnen slecht uit de voeten met prolinerijke eiwitten, zoals gluten. Bij het eten van gluten blijven daardoor na de spijsvertering toxische glutenfragmenten over die bij coeliakiepatiënten in de dunne darm leiden tot schade.

De onderzoekers ontdekten een enzym uit de gist *Aspergillus niger* dat gluten zeer efficiënt afbreekt. Het enzym, AN-PEP, doet dat bovendien goed onder natuurlijke (fysiologische) condities van het maag-darmkanaal. Idealiter kan het enzym worden ontwikkeld tot een oraal supplement dat patiënten in staat stelt veilig glutenvoeding te eten. Voordat het echter zover is zijn uitgebreide klinische studies nodig; die zijn momenteel in voorbereiding. ■

glutenintolerante mensen kunnen dan toch glutenvoeding consumeren

De smaak van kaas begrijpen

Hollandse kaas kan eigenlijk niet, maar hoe dit zuivelproduct zijn smaak verkrijgt, is nog steeds een raadsel.

De melkzuurbacterie die verantwoordelijk is voor de smaak is in kaas ontoegankelijk voor standaard genomics technieken, vandaar dat wetenschappers tot nu toe met lege handen stonden. Maar onderzoekers van het Kluyster Centre for Genomics of

Industrial Fermentation hebben hier iets op gevonden. Zij ontwikkelden een methode om genexpressie te meten van melkzuurbacteriën in slecht bereikbare milieus – zoals in kaas. Via die methode is het mogelijk om door een verklikkersysteem ná de kaasbereiding de genexpressie van de melkzuurbacterie alsnog te bepalen.

Kennis over welke genen aan en uit staan in de bacterie, kan helpen verklaren hoe kaas zijn smaak krijgt. Actieve

genen zeggen iets over de biochemische reacties die gaande zijn in de bacterie en over de smaakmakende stoffen die daarbij kunnen ontstaan. Met deze kennis is het mogelijk bacteriestammen aan te passen en zo de smaak van kaas te beïnvloeden. ■

biochemisch inzicht in de smaak van kaas

Minifabriekjes maken essentiële vitaminen

Bacteriën als minifabriekjes, het is één van de beloften van de *biobased economy*. Met de inzet van bacteriën kunnen we zuiniger omgaan om met grondstoffen en energie dan bij gewone chemische synthese.

Een flinke stap in de goede richting is de ontwikkeling van twee stammen melkzuurbacteriën die foliumzuur en vitamine B12 maken. Bij het Kluyster Centre for Genomics of Industrial Fermentation is men – door het wegnemen van enkele bottlenecks – erin geslaagd bacteriestammen te ontwikkelen die erg veel foliumzuur (vitamine B9) maken. De onderzoekers kwamen

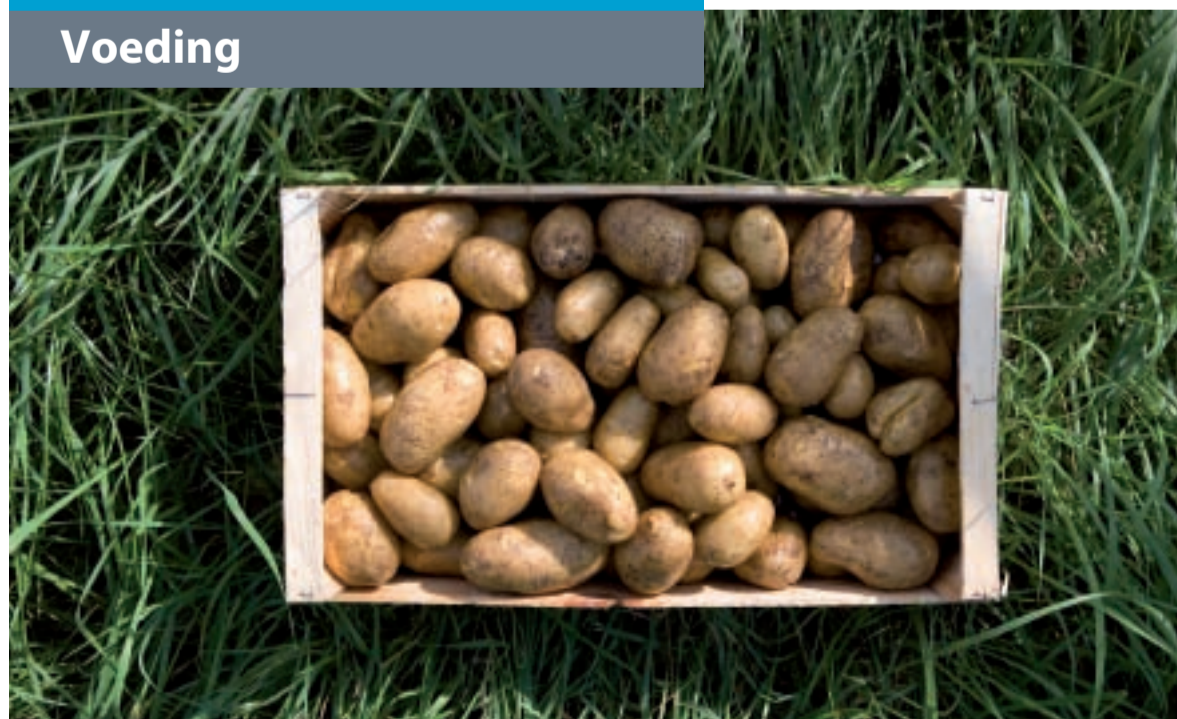
de bottlenecks op het spoor via transcriptomics en metabolomics. Door zuivelproducten te maken via deze aangepaste bacteriestammen, kunnen die producten op natuurlijke wijze verrijkt worden met foliumzuur. Foliumzuur is een voor de volksgezondheid belangrijk voedingsmiddel, het zit vooral in gefermenteerde zuivelproducten en bladgroenten. Het beschermt

natuurlijke verrijking van voedingsmiddelen met belangrijke vitaminen

tegen hart- en vaatziekten en darmkanker, de inname ervan verkleint bovendien tijdens de zwangerschap de kans op een open ruggetje bij de baby. Vitamine B12 is net als foliumzuur een essentieel vitamine. Maar vitamine B12 komt alleen in dierlijke producten zoals vlees, vis of melk voor. Het Kluyster Centre heeft de genen in kaart gebracht die verantwoordelijk zijn voor de productie van vitamine B12. Door uit te zoeken onder welke omstandigheden bacteriën de meeste vitamine B12 produceren, kan de vitamine in grote hoeveelheden worden gemaakt en worden ingezet om voedingsmiddelen met vitamine B12 te verrijken. ■

Voeding is buitengewoon complex; het bevat een enorme hoeveelheid nutriënten, geur- en smaakstoffen die allemaal andere – en vaak zeer kleine – effecten hebben. Bepalen welke voedingstof en welk bestanddeel wat precies doet is daarom zeer lastig. Genomics wordt ingezet om voeding op moleculair en genetisch niveau te bestuderen. Dit heeft tot doel om enerzijds de relatie tussen voeding en gezondheid beter te begrijpen en anderzijds om inzicht te krijgen in de genetische grondslagen van smaak, geur en andere kwaliteitseigenschappen van voedingsgewassen en -producten.

Voeding



Waarom we sommige tomaten lekkerder vinden

Dat de ene tomaat de andere niet is, weet elke consument. Maar een specifieke smaak wetenschappelijk onderbouwen is een hele klus.

Bij het Centre for BioSystems Genomics hebben ze daar de juiste aanpak voor gevonden: metabolomics. Het wil zeggen dat van bijna honderd verschillende tomatenrassen in één klap de volledige biochemische samenstelling, alle metabolieten, in kaart worden gebracht. Door de uitkomsten daarvan te koppelen aan smaakproeven van menselijke panelen, ontstaat een biochemisch beeld van smaak.

Op basis van de kennis over 'goede' en

'slechte' metabolieten is het mogelijk tomatenlijnen te selecteren met een goede smaak. In 2006 hebben drie tomataveredelingsbedrijven met deze lijnen kruisingen uitgevoerd en nieuwe populaties gekweekt. CBSG-onderzoekers gaan nu deze populaties analyseren om biomarkers te vinden voor bepaalde smaakeigenschappen. Deze biomarkers zijn voor veredelingsbedrijven waardevol omdat ze snelle selectie van nieuwe variëteiten mogelijk maken. ■

Rijden op reststoffen

Ooit raakt de olie op, maar we willen toch blijven rijden. Daarom is er een zoektocht naar nieuwe brandstoffen gaande. Deze moeten duurzaam, dat wil zeggen hernieuwbaar en CO₂-neutraal zijn.

Ethanol is zo'n brandstof. Voordeel is dat ethanol zich eenvoudig laat mengen met benzine, zonder dat ingrijpende wijzigingen aan automotoren nodig zijn. Ook de distributie kan gewoon via de bestaande pompstations verlopen. Vooral in Brazilië rijden al jaren auto's op ethanol. De wereldproductie bedraagt inmiddels veertig miljoen ton. De brandstof wordt vooral gemaakt uit suikerriet, maar ook andere landbouwgewassen lenen zich daarvoor. Bakkersgist zet suiker in de gewassen om tot ethanol. Helaas is de keuze wel: óf suiker óf brandstof produceren. Als neveneffect kan de prijs van landbouwproducten gaan oplopen.

Reststroom benutten

Naast gewassen die geschikt zijn voor menselijke consumptie is er een enorm potentieel aan organische afval- en reststromen. Het zou ideaal zijn als auto's konden rijden op maïsloof, bietenspulp, niet recyclebaar papier, tarwestro, bermgras... Eén probleem: deze stromen bevatten als suiker vooral xylose ofwel houtsuiker. Bakkersgist kan de omzetting daarvan tot ethanol niet aan. Het Kluyver Centre for Genomics of Industrial Fermentation realiseerde een internationale doorbraak door een

eerste praktijktesten zijn veelbelovend

nieuwe bakkersgist-stam te ontwikkelen die dat wel kan. Genomics-technieken, genetische modificatie en evolutie in het laboratorium kwamen eraan te pas om een snelle en efficiënte omzetting mogelijk te maken. Op de vondst is octrooi aangevraagd. Nederland neemt een koppositie in binnen dit internationaal concurrerende onderzoeksveld. De uitgangspunten om die te behouden en te versterken zijn uitstekend.

Naar de praktijk

Onder laboratoriumcondities, met schone grondstoffen, presteren de giststammen uitstekend. Maar de



Duurzaamheid

Voldoen aan de groeiende vraag en hoge kwaliteitseisen van consumenten en bedrijven zonder het milieu te belasten. Dat is één van de grootste uitdagingen voor de industrie en de agrarische sector. Hoe produceren we meer (producten) met minder (grondstoffen, uitstoot, afval, energieverbruik)? Met behulp van genomics wordt gewerkt aan het optimaliseren van het gebruik van micro-organismen om op een duurzame en economisch interessante manier onder meer voedingsmiddelen, farmaceutische ingrediënten, fijn- en bulkchemicaliën en brandstoffen te produceren. Genomics wordt ook toegepast om te komen tot snellere selectie van duurzame landbouwgewassen die tegelijkertijd voldoen aan de wens van consument en verwerkende industrie.

Biologische afbraak van bodemverontreinigingen: Op zoek naar de juiste bacterie

Wat hebben zo'n zeshonderdduizend plaatsen in de Nederlandse ondergrond met elkaar gemeen? Ze zijn allemaal vervuild en moeten de komende dertig jaar worden gesaneerd.

Al die vervuilde grond afgraven zou veel te duur zijn. Gelukkig is er al enige tijd een alternatieve bodemsaneringmethode bekend: bioremediatie. Dit is het saneren en stabiliseren van verontreinigde grond met behulp van micro-organismen in de bodem. Voor bioremediatie gelden twee voorwaarden. Ten eerste moet de grond een bacterie bevatten die de vervuiling kan helpen afbreken. Daarnaast moeten groeicondities van deze bacterie zo zijn, dat deze voldoende werkzame enzymen kan produceren. Vaak is daar een 'consortium van bacteriën' voor nodig, een samenspel van meerdere micro-organismen. Maar waar vind je die consortia? Hoe herken je ze? En onder welke voorwaarden doen ze hun werk optimaal?

Opsporen, identificeren, benutten

Die vragen wil het Ecogenomics Consortium (EC) beantwoorden. De partners binnen dit consortium werken aan het opsporen, identificeren en benutten van bodemmicro-organismen met optimale eigenschappen voor het enzymatisch afbreken van bodemverontreinigingen. Het onderzoek concentreert zich in eerste instantie op verontreinigingen met benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen. Door met DNA-chips de genetische activiteit in de bodem te monitoren, bekijken de onderzoekers of de bacterie zelf de vervuiling te lijf kan gaan, of daar extra voedingsstoffen voor nodig heeft.

al die vervuilde grond afgraven is veel te duur

Zo ontwikkelen zij verbeterde bioremediatiesystemen. Ook worden consortia van bodemmicro-organismen geïsoleerd en ingezet op vervuilde locaties. Daarmee vinden inmiddels verschillende pilots plaats. Een betaalbare oplossing voor bodemsanering komt steeds dichterbij.

Zero-growth: Wel de lusten, niet de lasten

Biotechnologische productieprocessen maken gebruik van micro-organismen. Het maken van zoveel mogelijk product gaat daarbij hand in hand met snelle groei van de producerende organismen. Maar hoe meer product een bedrijf weet te oogsten, hoe meer biomassa er na het productieproces overblijft. Het kost de industrie veel geld om vervolgens weer van deze biomassa af te komen. Om te onderzoeken of dit efficiënter kan is het Kluyver Centre een onderzoeksproject gestart. Het 'zero-growth'-project gaat de tot nu toe onlosmakelijke koppeling tussen groei en productie in kaart brengen. Dit moet aanknopingspunten opleveren voor het loskoppelen van de twee processen. Is het mogelijk micro-organismen te ontwikkelen die het bedoelde product kunnen maken zonder zich te vermenigvuldigen? Beantwoording van die vraag is een langetermijnpoging. Als het lukt dergelijke organismen daadwerkelijk te ontwikkelen, betekent dit een grote doorbraak voor de industriële biotechnologie.

Resistente populaties gezocht!

De moderne consument wil gezonde, milieuvriendelijk geteelde voedingsmiddelen. Daarom werken aardappelveredelaars, -telers en -verwerkers het liefst met duurzame aardappelrassen.

Commercieel interessante aardappelrassen leveren een betrouwbare, uniforme opbrengst van hoge kwaliteit. Toch worden bepaalde rassen die over alle gewenste eigenschappen beschikken nauwelijks geteeld. De reden: ze zijn zeer vatbaar voor ziektes. Natuurlijk kunnen boeren bij de teelt van deze rassen op grote schaal bestrijdingsmiddelen inzetten, maar dat leidt tot forse kostenstijgingen, slechtere werkomstandigheden en mogelijke milieuschade.

Miljarden euro's verlies

Phytophthora is de belangrijkste schimmelziekte bij aardappelen en vormt een enorme kostenpost. De mondiale bestrijding van de ziekte kost jaarlijks ongeveer drie miljard euro. Desondanks veroorzaakt zij op jaarbasis ook nog altijd een opbrengstverlies van enkele miljarden euro's. Daarom heeft het Centrum voor BioSystems Genomics (CBSG) in zijn resistentieprogramma

enkele honderden nieuwe bronnen van resistentiegenen tegen *Phytophthora* geïdentificeerd. Door nationale collecties en wilde verwanten te screenen op resistentie heeft het CBSG nieuwe ingangen gevonden om meer via veredeling resistente en daarmee duurzame aardappelrassen te creëren.

Ongekend grootschalige screening

Daarvoor startte CBSG drie jaar geleden in samenwerking met het aardappelbedrijfsleven een langetermijnprogramma. In het laboratorium werden vijfduizend aardappelrassen gescreend op *Phytophthora* resistentie. Deze rassen vertegenwoordigen genotypen van aardappelsoorten die in meer of mindere mate verwant zijn aan de consumentaardappel. Uit de ongekend grootschalige screening kwamen ruim vijfhonderd rassen naar voren die deels of volledig resistent lijken te zijn tegen de beruchte schimmelziekte. Verdere selectie en gericht kruisen van deze rassen leverden interessante aardappelpopulaties op. Verschillende veredelingsbedrijven werken er inmiddels aan om ze op het bord van de consument te krijgen.



Publiekscommunicatie

Investerings in genomics zijn alleen zinvol als de geleverde resultaten – tastbare producten en diensten – aansluiten bij de behoeften en verwachtingen van de burger, als patiënt en consument. Daarom is cruciaal dat wetenschap en industrie enerzijds en de samenleving anderzijds op de hoogte zijn van elkaars activiteiten, verwachtingen en percepties. Open communicatie over genomics in al zijn facetten is noodzakelijk om genomics onderzoek zodanig op te zetten dat het leidt tot maatschappelijke meerwaarde. NGI en de NGI Genomics Centres ontplooiën daarom, in nauwe samenwerking met verschillende Science Centra en partijen actief in wetenschapscommunicatie, verschillende activiteiten gericht op het algemene publiek. Belangrijke doelgroepen daarbinnen zijn scholieren, docenten en patiëntenverenigingen.

Genomics bereikt 25.000 leerlingen

Meer dan tienduizend leerlingen hebben al meegedaan aan de reizende DNA-labs. Dit succesvolle project brengt genomics in het klaslokaal van HAVO- en VWO-leerlingen.

DNA-labs zijn mobiele practica die op verzoek van scholen langskomen en in de klas leerlingen zelf proeven laten doen met DNA en genomics. Studenten begeleiden de proeven. In de practica komen onderwerpen als tumor profiling, plantenonderzoek, industriële biotechnologie en eiwitvouwing aan de orde. Er zijn vijf verschillende DNA-labs, die ieder een verschillend aspect van het moderne DNA-onderzoek behandelen. Stuk voor stuk laten de DNA-labs zien dat kennis van genen en de moleculen in een cel een grote rol speelt in gebieden die voor iedereen belangrijk zijn: voeding, gezondheid en het milieu. Daarnaast maken de practica duidelijk dat wetenschappelijke vooruitgang soms maatschappelijke vragen oproept. Zo dragen de DNA-labs bij aan goed geïnformeerde en bewuste jongeren.

Sinds de start van de DNA-labs in 2005 zijn al 25.000 leerlingen bereikt in meer dan 275 scholen, bijna de helft van alle HAVO- en VWO-scholen. De labs worden daarnaast ook ingezet tijdens manifestaties in Science Centra als NEMO en op evenementen voor patiëntenverenigingen.

website voor leerkrachten die het onderwerp genomics in hun les willen gebruiken

De coördinatie van de DNA-labs is in handen van de VWO-campus van Wageningen UR. De DNA-labs zijn direct gekoppeld aan de publiekswebsite www.watisgenomics.nl.

Genomics-website trekt maandelijks duizenden bezoekers

Het gaat goed met de website www.watisgenomics.nl. Het aantal bezoekers is gestegen van 3.500 per maand in 2005 naar 9.000 per maand in 2006 – tot zelfs 12.000 in de laatste maanden van 2006.

De site biedt begrijpelijke en overzichtelijke informatie over genomics. Bezoekers krijgen een indruk van de wetenschappelijke stand van zaken en worden geïnformeerd over maatschappelijke discussies die gaande zijn over genomics. Deze website is bedoeld voor iedereen die meer wil weten over genomics of zich daarover een mening wil vormen. Bijvoorbeeld scholieren die informatie voor een werkstuk zoeken

of zich willen oriënteren op carrièremogelijkheden, maar ook leerkrachten die het onderwerp genomics in hun les willen gebruiken. In 2006 zijn de thema's 'DNA-labs' en 'milieu' gelanceerd, in 2007 krijgt het thema 'infectieziekten' veel aandacht. Het Centre for Society and Genomics beheert de site, zowel technisch als inhoudelijk. Wetenschappelijke input is afkomstig van de verschillende NGI Genomics Centres.

Imagine... scholieren bedenken projecten voor ontwikkelingslanden



In het Imagine... project staat de concrete toepassing van genomics in ontwikkelingslanden centraal, vormgegeven in een jaarlijkse prijsvraag voor middelbare scholieren.

Onderzoekers dienen een voorstel in voor de toepassing van een specifieke en betaalbare technologie en scholieren schrijven vervolgens een business plan voor het voorstel van hun keuze. Het winnende project wordt met financiering van de stichting Imagine... daadwerkelijk uitgevoerd en de desbetreffende scholieren winnen een reis naar het land waar het project wordt uitgevoerd. In 2006 is de prijsvraag gewonnen door vijf scholieren uit Amersfoort. Hun plan

'Seeds for life' beschrijft de mogelijkheden om een vervallen plantage in Suriname nieuw leven in te blazen door er *Bixa orellana* te verbouwen, een plant waarvan uit de zaden de gewilde en veel gebruikte kleurstof Annatto wordt gewonnen. De winnaars brengen in 2007 een bezoek aan Suriname.

het winnende project wordt daadwerkelijk uitgevoerd in een ontwikkelingsland

De winnaars uit 2005 hebben vorig jaar een bezoek gebracht aan Kenia, waar 'hun' project om olie te winnen uit onrijpe avocado's in gang is gezet.

Netherlands Genomics Initiative

Het Netherlands Genomics Initiative (NGI) is een onafhankelijke taskforce binnen de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) die tot taak heeft een infrastructuur voor excellent genomics onderzoek te creëren – onderzoek dat bijdraagt aan economische ontwikkeling en groei en dat stevig is verankerd in de samenleving. Opdrachtgevers van NGI zijn de ministeries van OCW, EZ, VWS, VROM en LNV. Gedurende de eerste termijn, 2002 - 2007, heeft NGI een krachtig en dynamisch netwerk tot stand gebracht met als kern elf grootschalige NGI Genomics Centres die gericht zijn op maatschappelijk belangrijke onderwerpen als voeding, gezondheid en duurzaamheid.



Netherlands Genomics Initiative
Postbus 93035, 2509 AA Den Haag
Laan van Nieuw Oost Indië 334
2593 CE Den Haag
T 070 344 0672
F 070 344 0632
E info@genomics.nl

www.genomics.nl

Colofon

Genomics NL is een speciale uitgave van het Netherlands Genomics Initiative (NGI).

Concept en projectrealisatie
Publismarket, Den Haag

Tekst
Esther Thole (hoofdredacteur);
Rinze Benedictus
Els van den Brink,
Leendert van der Ent

Vormgeving
WAT Ontwerpers, Utrecht

Druk
Hega Offset, Den Haag