

Kennisbasisthema 7.

Technologie ontwikkeling

Thematrekker: Sander Janssen en Gerco Angenent

1. Doelstelling programma

Het KB-programma technologie-ontwikkeling richt zich op de inpassing van nieuwe technologie en het ontwikkelen van nieuwe technologie voor de kennisgebieden landbouw, natuur en voedsel. Het is een generiek programma dat interactie heeft met alle andere KB programma's van Wageningen UR en betrokkenheid van alle kennisseenheden. Specifiek focust dit programma zich op:

1. het benutten van digitale kennis bij het wetenschappelijke kennisproces zelf én bij de kennisuitwisseling met kennisvragers, zoals beleidsmakers, onderzoekers, het publiek en het bedrijfsleven,
2. de toepassingen van nanotechnologie in het agrofood domein voor het verbeteren van producten of detecteren van mogelijke bedreigende stoffen of micro-organismen,
3. het verwerven van kennis over genfuncties en het ontwikkelen van methoden om genetische informatie, die verkregen wordt met genomics-gerelateerde technologieën, te analyseren en te exploiteren.

2. Opbouw programma

Het programma heeft drie hoofdthema's: digitale kennis (ICT), bio-nanotechnologie, en genomica. Deze drie hoofdthema's hebben onderling sterke raakvlakken en dit vormt een sterk gekoppeld technologie-programma: 1. precisielandbouw en robotica tussen ICT en nanotechnologie voor nieuwe sensoren; 2. lab-on-chip technologieën en wederom sensoren tussen genomica en nanotechnologie en tenslotte, bio-informatica en systeembioologie tussen genomica en ICT.

Digitale kennis stelt zichzelf het ontwikkelen, testen en combineren van innovatieve en potentieel bruikbare digitale kennisoplossingen voor het toepassingsdomein landbouw, natuur en voeding ten doel. Bio-nanotechnologie richt zich op het ontwikkelen van methoden voor (i) het assembleren en synthetiseren van nieuwe biomoleculen en nanostructuren met nieuwe functionaliteit; (ii) het vervaardigen van nieuwe 'biochips', die processen op kleine schaal (micro- of nanoniveau) kunnen laten verlopen ('proces-on-a-chip') of kunnen waarnemen (biosensor). Genomics levert een genoom-breed overzicht van de genen en genproducten en de variatie hierin. Deze variatie kan gebruikt worden voor het selecteren van de gewassen en vee voor nieuwe kenmerken en het monitoren van productkwaliteit in de gehele agroketen.

Elk van deze drie hoofdthema's werkt aan een aantal deliverables, onderverdeeld in eerste en twee prioriteit, en elk hoofdthema is weer verdeeld in een beperkt aantal subthema's.

Realisatie van matching- of multiplier-effecten binnen nationale en internationale programma's levert een belangrijke versterking van het KBVII-programma. In 2011 hadden 19 van totaal 31 projecten (60%) een multiplier met een totaal van 1.460 M Euro. Bij gebruik als matching is gelet op inhoudelijke aansluiting en bijdrage aan de deliverables. Deze focus op matching helpt de samenwerking met cruciale Nederlandse en internationale partners in relevante programma's (zoals EU, ERANET, FES, TTI-GG) te borgen. Voor projecten die KB-middelen niet of slechts deels inzetten als matching is gelet op:

- bijdrage aan de deliverables van KBVII voor de verschillende speerpunten;
- samenwerking met ander KB-thema's of over kennisinstellingen om tot een integrale aanpak te komen. Dit geldt voor ongeveer 11 van de 31 projecten (35%);
- een beperkt aantal innovatieve projecten die technologieën testen en ontwikkelen met een lange termijn perspectief (>10-15 jaar), waar KBVII ingezet wordt als seed money.

1. Digitale kennis (ICT)

Digitale kennis richt zich op het inpassen van de razendsnelle ontwikkelingen in het ICT-domein op het toepassingsgebied van Wageningen UR. Om onderscheid te maken met het ICT-onderzoek van technische universiteiten en de ICT uitvoeringsprojecten van grote automatiseerders gebruikt dit thema digitale kennis, als focus, waarbij vooral het verwaarden of anders gebruiken en ontsluiten van de kennis van Wageningen UR van belang is. Wageningen UR richtte zich in 2011 specifiek op een aantal ICT-technologieën, relevant voor het agro-food en lifes sciences-domein, te weten:

- standaardisering van data stromen over domeinen, expertises en ketenpartners;
- bijdragen aan ontsluiting van wetenschappelijke gekoppelde informatie met semantische en interactieve technieken;
- precisielandbouw en robotica in combinatie met sensoren, gericht op meer met minder voor akkerbouw en veeteelt;
- koppeling en gebruik van Wageningse modellen in impact studies in combinatie monitorings- en remote sensing data.

Op elk van deze onderwerpen hebben één of meerdere projecten voortgang geboekt, sommige met doorloop in 2012/2013, andere met afloop. Twee opkomende ICT-trends die meer innovatief zijn voor de midden-lange termijn zijn de opkomst van smartphones en tablets en het gebruik van sociale media in het onderzoeksproces. Er zijn een aantal kleine initiatieven gestart, maar deze zijn nog in de opstart fase en moeten in de komende jaren ingebed worden in lopende grotere onderzoeksprogramma's (i.e. EU-FP, Topsectoren, ESF) en leiden tot toepassingsgebieden en tot substantiële aantallen publicaties. De inhoudelijke, wetenschappelijke en maatschappelijke voortgang in de projecten wordt verder toegelicht door te kijken naar deliverables, internationale samenwerking, bijdrage aan topsectoren, bijdrage aan PPS'en en impact van de ontwikkelde kennis.

Resultaten in relatie tot deliverables

In 2011 is op een aantal deliverables voortgang gerealiseerd, maar het heeft nog niet geleid tot het daadwerkelijk afsluiten van deliverables, maar wel mogelijkheden tot afsluiten in 2012. Voor Deliverable 1.1 *Een geïntegreerde koppeling en een transparante ontsluiting van de belangrijkste onderzoeksmodellen* is geëvalueerd in samenwerking met de universiteitsbibliotheek hoe meta-data van modellen en data van Wageningen UR automatisch gevonden kan worden in de bronnen van de bibliotheek met Natural Language Processing, een techniek om de inhoud van documenten te kunnen begrijpen. Dit heeft in 2011 geleid tot een eerste prototype, dat in 2012 verder uitgewerkt wordt tot een operationele dienst. Verder is bijgedragen aan de ontwikkeling van een data-portaal voor Wageningen UR: <http://data.wur.nl> en er is een portaal voor gestandaardiseerde vocabulaires van Wageningen UR: www.wurvoc.nl. Afhankelijk van het succes van deze initiatieven kan gewerkt worden aan een portaal voor Wageningse modellen, vergelijkbaar met data.wur.nl zou dat models.wur.nl kunnen worden in de komende jaren.

Naast de ontsluiting van Wageningse modellen en data, is ook in internationaal verband gewerkt aan de ontsluiting en koppeling van modellen in gekoppelde modelraamwerken voor beleidsstudies. Onder andere is een ruime bijdrage geleverd aan een PBL-studie naar de effecten van GLB-hervorming op de landbouwsector met een gekoppeld modellenraamwerk in het Eururalis-project. Daarnaast is er bijgedragen aan toepassing van het SEAMLESS modellenraamwerk op recente hoge prijzen (www.seamlessassociation.org). Voor studies naar wereldvoedselzekerheid is een nieuw consortium in oprichting waar Wageningen UR een bijdrage aan levert voor ICT-zaken. Dit consortium, Agricultural Modelling Intercomparison and Improvement Project (www.agmip.org), stelt zichzelf ten doel de integratie tussen gewasgroei en economische modellen te versterken voor het effectenstudies naar klimaatverandering en wereldvoedselproblematiek voor IPCC.

Op Deliverable D1.3 *Aanbieden en ontsluiten van gestandaardiseerde vocabulaires, kennisregels, en (web)services in de life-sciences* is vanuit verschillende invalshoeken goede vordering gemaakt. Vanuit ketenperspectief is in EU-projecten AgriXchange en SmartAgriFood gewerkt aan een informatiearchitectuur en use cases voor gemakkelijkere uitwisseling van gegevens over ketenpartijen. In de komende jaren moet deze architectuur in samenwerking met ketenpartners leiden tot het vaststellen van standaarden over de keten. In de voedselverwerking is via het FES-COMMIT project E-Foodlab bijgedragen aan een betere aansluiting in informatiestromen tussen verschillende verwerkstappen, waar een proof-of-concept ontworpen wordt hoe dit kan werken, voordat verdere implementatie

door de industrie wordt overgenomen. In een vergevorderd stadium is de OpenMI (www.openmi.org) standaard voor uitwisseling tussen data stromen en modelcomponenten, die nu algemeen internationaal geaccepteerd is, en waarvan een tweede versie vrijgegeven is, die nu voor acceptatie bij het internationaal gerespecteerde ICT-standaarden instituut Open Geospatial Consortium (OGC) ligt.

Voor *D1.2: Inzicht en praktische ervaring met de toepassing van geavanceerde robotica en precisietechnieken in de agrifood- en landbouw* zijn er al een aantal succesvolle initiatieven, die veel media en maatschappelijke aandacht genereren, waaronder de plukrobot voor paprika's en precisie spuitmachines voor aardbeienteelt en fruitteelt. Voor een aantal andere domeinen zijn de ontwikkelingen meer in een conceptuele fase. Zo is 2011 het concept van Precision Livestock Farming robust tot stand gebracht, o.a. door een samenwerking met Friesland Campina in het project Precision Dairy Farming. Dit heeft direct geleid tot een spin-off in Precision Pig Farming met Vion waar vergelijkbare principes toegepast kunnen worden. In Precision Dairy Farming staat het gebruik van sensoren centraal om de dieren beter te kunnen volgen, en daardoor beter te kunnen managen. In 2012 worden deze concepten door een echte toepassing verder uitgewerkt. Een ontwikkeling die aandacht vraagt voor 2012 is de koppeling tussen satelliet data en precisie landbouw met het beschikbaar komen van de nationale satellietdatabank. Aan de overige twee deliverables *D1.4: Integrale methode van kennisverrijking relevant voor de domeinen voedsel, milieu en natuur gescand, doorontwikkeld en gepubliceerd* en *D1.5: Interactieve tools die burger- en stakeholderparticipatie in onderzoek van Wageningen UR of in maatschappelijk relevante problematiek mogelijk maken* is in 2011 in mindere mate gewerkt. Enerzijds is D1.4 een meta-deliverable die gerealiseerd wordt als goede vordering gemaakt wordt op de andere deliverables, anderzijds is D1.5 een relatief nieuw onderzoeksgebied voor Wageningen UR, dat nog in ontwikkeling is. Dit heeft in 2011 wel al geleid tot uitwerking van een conceptuele case met de ganzenproblematiek rond vliegveld Schiphol, waarbij met een smartphone-app observaties van ganzen doorgegeven kunnen worden, die dan op een map-table getoond kunnen worden voor eventueel management van de stromen aan ganzen.

(Inter)nationale samenwerking

Elk van de projecten op het gebied van digitale kennis vindt in samenwerking met nationale of internationale partners plaats, hetzij via directe inbedding in EU of nationale programma's of door bijdrage aan internationale netwerken. Per onderwerp zijn verschillende partners relevant, zoals aangegeven in tabel 1, waarbij geen onderscheid is gemaakt tussen bedrijfsleven, maatschappelijke of wetenschappelijke partners. Met Wageningen Universiteit wordt uitgebreid samengewerkt op bijna alle vlakken door gemeenschappelijke begeleiding van PhD of MSc studenten, of gezamenlijk partnerschap in projecten, waardoor de doorstroom van innovatieve kennis van fundamentele wetenschap naar toegepaste wetenschap bij DLO gestalte krijgt.

Tabel 1. Partners op ICT technologieën voor KB VII Technologie Ontwikkeling

ICT-technologie	Sub-onderwerp	Partners
Standaardisering van data stromen	Ketenpartners	Institute for Applied Systems Technology Bremen (Germany), TNO (Netherlands), MTT Agrifood Research (Finland), Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL) (Germany), Technical University of Madrid (UPM) (Spain), Campden BRI (Hungary), Aston University (United Kingdom), Atos Origin, John Deere
	Voedselverwerking	Vrije Universiteit, PBL, HighTechEurope, TIFN, Syntens
	Beleid	Consiglio Nazionale delle Ricerche Italië, University of Ioannina, Ashoka Trust for Research in Ecology and the Environment (ATREE), ALTAMIRA, University of Bari, Italië, Universidade do Porto, Università' di Milano-bicocca, Starlab Barcelona SL (coördinator), University of Nottingham, GFZ German Research Centre for GEOSciences, Chalmers

		University of Technology AB, University of Leicester, Norwegian Meteorological Institute
Ontsluiting van wetenschappelijke gekoppelde informatie	Ontsluiting	Bibliotheek van Wageningen UR
	Semantiek en ontologiën	Vrije Universiteit, FAO, Democritus University of Thrace
Precisielandbouw en robotica in combinatie met sensoren	Akkerbouw	Jentjens Machinetechniek, KU Leuven, Ben Gurion Universiteit, Technische Universiteit München, Universiteit van Milaan, Universiteit van Ljubljana, Universiteit van Umea, Landbouwniversiteit, Zweden, CNH Force-A, CSIC, INIA, Festo, Consortium arbeidentelers, Homburg Machinebouw, KWH Holland B.V., Agrovision, Nak
	Veeteelt	FrieslandCampina, Vion, TNO, UU-faculteit diergeneeskunde, KU Leuven.
Koppeling en gebruik van Wageningse modellen	Impact studies	INRA, Uni. Bonn, Uni. Kopenhagen, NASA, IFPRI, Florida University, PBL, Oregon State
	Raamwerken	Deltares, TNO, NMDC, DHIH, Wallingford Software Labs, Delft Hydraulics, Environmental Protection Agency of USA, University of California

Bijdrage aan realisatie van agenda's van topsectoren

ICT-technologie en daarmee digitale kennis komt integraal terug bij de verschillende topsectoren en is daarmee een doorsnijdend thema, dat een eigen roadmap heeft. Het belang van ICT-innovaties voor de competitiviteit van Nederland wordt regelmatig in de topsector-agenda's benadrukt, en ICT als integraal onderdeel is vergelijkbaar met de positie die KBVII Technologie Ontwikkeling heeft in de DLO kennisprogrammering als funderend thema. In deze ICT-roadmap komen een aantal onderwerpen terug die voor Wageningen UR relevant zijn en een bijdrage aan geleverd hebben. Vanuit de Topsector Agro-Food past ICT-onderzoek binnen uitvoeringslijn 5: Markt en keteninnovaties, waar onderwerpen als precisielandbouw, sensoren en data uitwisseling prominent genoemd worden. Dit zijn onderwerpen die nu al stevig met bedrijfs- en wetenschappelijke partners opgepakt worden in KBVII Technologie Ontwikkeling. Vanuit de Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen wordt vooral het belang benadrukt van uitwisseling van informatie over ketenpartijen, dit is ook een lopend onderzoek binnen KBVII Technologie Ontwikkeling. Daarnaast besteedt de Topsector agenda aandacht aan de automatiseringskant van tuinbouw, en dit sluit aan op ontwikkelingen in robotica zoals die plaatsvinden in KBVII. Topsector Water zet ICT prominent op de agenda met het speerpunt Digitale Delta, waar vanuit KBVII-bijgedragen verder worden ingevuld met partners (i.e. TNO, Deltares, IBM) in Nederland, ook in aansluiting op bestaand onderzoek rond Nationaal Modellen en Data Centrum en OpenMI. Het gebruik van sensor-informatie is een terugkerend onderwerp over topsectoren, wat in allerlei toepassing kan. Voor KBVII Technologie Ontwikkeling liggen er goede aansluiting bij remote sensing en sensor technologie voor akkerbouw of veeteelt om het gebruik van grondstoffen en dier- en plantwelzijn te verbeteren.

Behaalde resultaten in samenwerking met derden via PPS-en

Binnen KBVII is aan verschillende PPS-en bijgedragen voor ICT, enerzijds bestaande PPS'en, anderzijds PPS'en in oprichting in de loop van 2011. Met bedrijven in de water sector is gewerkt aan een nieuwe versie van OpenMI, een generieke manier van koppeling van modellen. Daarbij is de rol van Wageningen UR het zorgen voor verbreding van de standaard naar andere domeinen, i.e. landbouw, bosbouw, voedselverwerking.

Voor precisie-landbouw zijn drie PPS'en gevormd, één rond aardbeienteelt, een ander rond fruitteelt, waarbij nauw samengewerkt wordt met partijen uit Programma Precisie Landbouw en een derde PPS met paprikatelers, Productschap Tuinbouw, en Jentjes Machine techniek rond de oogstrobot voor paprika's (op basis van EU-kaderproject Crops). Bij de PPS voor aardbeien- en fruitteelt is het belang vooral het verbeteren van het gebruik van sensor-techniek en autonome voertuigen, zodat deze preciezer onkruid en andere plagen kunnen detecteren. Deze voertuigen zijn al inzetbaar in de teelt, en binnen de PPS wordt dan ook de nodige energie gestoken in het informeren en valoriseren van telers, zodat ze ermee aan de slag kunnen. In de PPS Smart Dairy Farming wordt met partners uit het bedrijfsleven gewerkt aan het gebruik van sensortechnologie in de veehouderij, en in 2011 werd dit project gestart.

Het e-FoodLab-project vindt plaats binnen het nationale ICT-programma FES-Commit, dat voor vervolg omgezet wordt in een TKI, waarin bedrijfsleven en kennisinstellingen invulling geven aan een onderzoeksagenda. Hierbij ontwikkelt Wageningen UR semantische vocabulaire's en tools om met deze vocabulaires snel data en informatie te kunnen vinden in voedselketens of voedselonderzoek. Een vergelijkbare PPS is het EU 7^{de} kaderproject SmartAgriFood, dat bijdraagt aan de ontwikkeling van standaarden van data uitwisseling voor ketenpartners, zoals Florecom (sierteelt), Frugicom (voedingstuinbouw), Plantform (sierteelt), EDI-teelt (akkerbouw) en agroconnect. Tenslotte heeft het project Digital Landscapes, waarbij digitale bomen geconstrueerd worden uit LiDAR data-sets, in 2012 een vervolg gekregen in een PPS rond het gebruik van dergelijke bestanden voor boombeheer, waarbij een tweetal geo-bedrijven betrokken zijn.

Impact van de ontwikkelde kennis

Wageningen UR is betrokken bij internationale consortia door EU projecten EBONE, GFG2 en BIOSOS, die methodieken op basis van remote sensing voor biodiversiteitsmonitoring. De ontwikkelde methodieken worden door internationale governmentale instellingen (o.a. EC-JRC en EEA) overgenomen als standaarden om tot biodiversiteitsmetingen en -monitoring te komen. Resultaten hiervan worden gepubliceerd in een special issue, getiteld 'biodiversiteitsmonitoring' in Ecological Indicators, een gerespecteerd internationaal tijdschrift op dit vakgebied.

In het e-FoodLab-project worden digitale labjournals ontwikkeld, waarbij stap voor stap op een inzichtelijk manier informatie gestructureerd en teruggevonden kan worden, dit maakt fraude in de wetenschap moeilijker door traceerbaarheid en transparantie. Met de recente negatieve publiciteit voor de wetenschap op dit vlak is het cruciaal deze spiraal met kleine voorbeelden te doorbreken. De vorderingen rond het delen van data, vocabulaires en modellen in 2011 zijn dan ook cruciaal om tot betrouwbare wetenschap te komen. Dit bleek uit een conferentie-bijdrage samen met PBL, waar de betrouwbaarheid en bruikbaarheid van wetenschappelijke modellen aan een kritische blik werden onderworpen.¹

Activiteiten met partners uit het bedrijfsleven partners zijn in voorgaande secties over aansluiting op topsectoren en inbreng in PPS'en al uitgebreid aan bod geweest. Hierbij moet opgemerkt worden dat deze zich in verschillende stadia bevinden. In geval van robotica wordt meer aandacht besteed aan het verbeteren van bestaande robots, terwijl voor precision livestock farming en standaardisatie over ketenpartijen nu de ontwerpfase vorm krijgt waarin gekeken wordt hoe en of innovaties mogelijk zijn. In het geval van robotica verschilt de situatie per handeling en gewas. Bijvoorbeeld, in een project rond bayesiaanse monitoring worden camera-beelden van maisrijen verwerkt om te komen tot een maisrobot die autonoom door de rijen kan rijden. Dit was lange tijd zeer moeilijk, maar door een recente doorbraak in het combineren van modelgegevens van het maisgewas met camerabeelden kan de maisrobot nu vrij succesvol door de rijen rijden.

In een aantal projecten vindt directe koppeling naar BO-onderzoek of anderzijds adviserend onderzoek plaats, vooral rond het toepassen van al eerder ontwikkelde technologieën in meer praktijk of beleidgericht onderzoek.

Modellensystemen worden gebruikt om de impact van beleidsverandering rond GLB en mogelijke stimuleringsmaatregelen van hernieuwbare biogewassen ingezet, naast toepassing van semantische ICT-technologieën rond kennismanagement voor een eiwitinnovatie centrum. Tot slot is gekeken naar de inpassing van ICT-technologie van living labs in de veehouderij om het proces van innovaties te versnellen.

¹ de Vos, M. G., S. J. C. Janssen, L. G. J. Van Bussel, J. Kromdijk, J. Van Vliet and J. Top, Are environmental models transparent and reproducible enough? Paper presented at 19th International Congress on Modelling and Simulation (MODSIM), Perth, Australia, 2011.

2. Bionanotechnologie

Bionanotechnologie kan op verschillende applicatiegebieden ingepast worden, zoals diagnostiek, voedseladditieven en toepassingen, en de synthese van biomaterialen. Binnen KBVII hebben we de focus gelegd op het gebied van de diagnostiek omdat hierin brede toepassingen mogelijk zijn in de gebieden die voor Wageningen belangrijk zijn. De resultaten sluiten daarom vooral aan bij de deliverable D2.2: *Snelle, betrouwbare methodes voor het detecteren en verminderen van risicofactoren in voedings- en biobased producten en in productieprocessen*.

Naast de KBVII-projecten zijn er in 2011 ook nog afsluitende projecten op het gebied van de bionanotechnologie uitgevoerd in het kader van de IP/OP (2007-2011). In de meeste gevallen zijn dit samenwerkingsverbanden met Wageningen University (zie verslag sectie).

Resultaten in relatie tot deliverables

In 2011 zijn eiwitpolymeren gemaakt in de vorm van draden, waaraan antilichamen gekoppeld kunnen worden. Op deze manier ontstaat een sensor in chipvorm voor stoffen die reageren met de gekoppelde antilichamen. De synthese van de draden en de koppeling van model - antilichamen is gelukt en wordt in 2012 verder ontwikkeld i.s.m. het bedrijfsleven (Ostendum bv.) tot een nieuw type sensor. Zowel antilichamen als receptoren worden gebruikt als 'detector'.

In een ander project is een prototype 'chip' vervaardigd op basis van de zgn. laterale flow microarray. Dit is te vergelijken met de zwangerschapstest, maar dan met een groot aantal antilichamen gespot op de drager. Deze miniaturisering verhoogt de gevoeligheid, maakt het mogelijk om een groot aantal stoffen/moleculen te detecteren en reduceert de kosten aanzienlijk.



Figuur 1. Voorbeeld van Lateral Flow Microarray ImmunoAssay (NALMIA) met 20 spots per filter (detectiemogelijkheden).

(Inter)nationale samenwerking

Er wordt in verschillende EU-programma's gewerkt op het gebied van de diagnostiek, gebruik makend van bionanotechnologische kennis. In EU MALACTRES (Malaria diagnostiek) worden nieuwe typen immunologische sensoren gemaakt op basis van bionanotechnology. In de KBVII/EU-programma's QBOL en Q-detect is de barcoding van pathogenen ontwikkeld die opgeslagen zijn in een toegankelijke database. Deze database voor Q-organismen, en van de daaraan verbonden DNA-bank door Wageningen UR, heeft een enorme internationale uitstraling en dat heeft aanleiding gegeven tot het opzetten van meer internationale projecten op dit gebied. Aan de hand van de barcoding zijn gevoelige detectietesten van deze Q-organismen ontwikkeld voor de detectie in voedsel, uitgangsmateriaal, bodem of water.

Op nationaal gebied vindt er vooral samenwerking plaats, vaak samen met WU-partners in het nationale FES programma NanoNextNL.

Bijdrage aan realisatie van agenda's van topsectoren

Bionanotechnologie komt terug in verschillende topsectorplannen. Als technologie vooral in High-Tech materialen, waarin ook het nationale FES programma NanoNextNL is opgenomen waarin verschillende DLO-partners participeren. Toepassingen van bionanotechnologie en vooral de diagnostiek zoals we die ook als speerpunt binnen KBVI hebben benoemd, komen terug in de topsectoren AgroFood en Tuinbouw & Uitgangsmateriaal (T&U). Het handhaven van voedselveiligheid vereist steeds nauwkeuriger, snellere en goedkopere diagnostische tools, waarvan in KBVI-prototypes ontwikkeld worden. Voor de TS T&U is gewasbescherming en kwaliteit van het uitgangsmateriaal essentieel voor voedselzekerheid en opbrengst en worden aan de export steeds strengere eisen gesteld voor de gezondheid van gewassen en producten. Sensoren en diagnostische tools worden hiervoor ontwikkeld.

Behaalde resultaten in samenwerking met derden via PPS-en

Binnen dit sub-thema wordt er samengewerkt met een aantal MKB-bedrijven die gespecialiseerd zijn in het vervaardigen en op de markt zetten van chip-based sensoren. In dit soort complementaire samenwerkingsverbanden leveren de DLO-onderzoeksgroepen de biomarkers waarmee specifieke componenten (eiwitten, pathogenen, toxische stoffen) gedetecteerd kunnen worden en wordt de expertise op het gebied van de hardware (chips, meetapparatuur enz.) geleverd door de industrie. Zo wordt er met Nanosense bv. samengewerkt voor de chip-dragers en met BSA/EMS bv. en Mecon bv. voor meetinstrumenten van de NALMIA assay (zie figuur x). Deze samenwerkingsverbanden zijn in een ontwikkelende fase en hebben nog niet geleid tot producten. Naast deze directe bilaterale projecten wordt er in een groot FES programma (NanoNextNL) samen gewerkt met meer dan honderd bedrijven, universiteiten, kennisinstituten en universitaire medische centra. Zowel DLO-onderzoeksgroepen als Wageningen Universiteitsgroepen participeren in NanoNextNL, vaak in gezamenlijke projecten.

Impact van de ontwikkelde kennis

De ontwikkelingen in de sensortechnologie op basis van nanotechnologie staan nog in de kinderschoenen, maar de betrokkenheid van vele (kleine) bedrijven in NanoNextNL geeft aan dat de mogelijkheden groot zijn met impact op verschillende applicatiegebieden.

De databases die ontwikkeld zijn in het KB/EU-project QBOL worden al gebruikt door BO-projecten op het gebied van fytosanitaire zaken om identificatie en detectie van relevante Q-organismen te vergemakkelijken.

Voortgang InstellingsPlan, OpleidingsPlan (IPOP) Bionanotechnologie

Programma leider: Frans Kampers

In 2011 waren er nog drie projecten actief binnen het vanuit KB gefinancierde deel van het IPOP Bionanotechnologie programma: Environmental risks of manufactured nanoparticles en Optimale activiteit van self-assembled monolayers van lama antilichamen en Functionalised Silicon Nanoparticles in Multiplex Diagnostic Platforms (Nanoplex). 2011 is het laatste jaar van IPOP bionanotechnologie en de drie projecten zijn afgerond.

De projecten

In het project 'Environmental risks of manufactured nanoparticles' worden bodemorganismen blootgesteld aan koolstof-nanodeeltjes (C_{60} , de zogenaamde Bucky-balls) om te kijken of er een relatie kan worden gevonden tussen de fysischchemische karakteristieken van nanodeeltjes en hun accumulatie en effecten in bodemorganismen. Er is specifiek gekeken naar de effecten op wormen. Het blijkt dat er wel degelijk gevolgen zijn van blootstelling aan de nanodeeltjes op de verschillende weefsels in wormen. Bij hogere doseringen blijken bepaalde structuren forse afwijkingen te vertonen van normale weefsels. Zo erg zelfs dat deskundigen zich afvragen hoe de worm nog kon leven. Dit resultaat wordt binnenkort gepubliceerd. Het is nog niet helemaal duidelijk welk mechanisme eraan ten grondslag ligt. Algemeen worden koolstof-nanodeeltjes als redelijk inert beschouwd. Mogelijk openen zij echter de weg voor andere chemische substanties om door bepaalde barrières te dringen en hun destructieve werk te doen.

Vervolgonderzoek zal hier hopelijk meer duidelijkheid geven. De maatschappelijke relevantie van dit onderzoek is groot omdat dit soort nanodeeltjes ook vaak vrijkomen bij 'normale' processen als bandenslijtage en bepaalde verbrandingsprocessen. De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat hier potentieel grotere risico's aan kleven dan tot nu toe werd gedacht.

Er is ook gewerkt aan zilver-nanodeeltjes. De relevantie daarvan is ook groot omdat zilver nanodeeltjes worden gebruikt in verbandmiddelen, textiel, bepaalde cosmetica producten, en worden gebruikt in verpakkingsmaterialen. Door het persistente karakter van deze deeltjes kunnen ze uiteindelijk ook in het milieu terecht komen. Het is dus zaak om te onderzoeken wat hun effecten kunnen zijn vóórdat grootschalige toepassingen op de rit staan. Door vertraging in de onderzoeksopzet zijn de resultaten van dit deel van het project nog niet beschikbaar.

Het project 'Optimale activiteit van self-assembled monolayers van lama antilichamen' heeft tot doel te onderzoeken of en, zo ja, hoe stabiele monolagen te maken zijn op sensoroppervlakken van lama-antilichamen zodat ze hun optimale activiteit behouden. Dit is één van de mogelijke routes naar nieuwe biosensorprincipes. Toepassingen voor dit type sensoren liggen in de detectie van pathogenen, de bewaking van voedselkwaliteit en het meten van metaboliëten voor de sturing van bioprocessen. Normaal zijn antilichamen nogal fragiel. Dat betekent dat ze slecht bruikbaar zijn in sensoren omdat ze daar vaak aan omstandigheden worden blootgesteld die nogal afwijken van de voor hen normale omstandigheden. Dit maakt het uiterst moeilijk om bijvoorbeeld van menselijke antilichamen goed bruikbare biosensoren te maken. Enkele jaren geleden is ontdekt dat enkele diersoorten, waaronder de lama, veel stabielere antilichamen maken. Met deze antilichamen zijn in potentie wel goede biosensoren te maken.

Ondertussen zijn hele bibliotheken van lama-antilichamen gesynthetiseerd voor verschillende soorten te detecteren stoffen. Voorwaarde voor de werking van biosensoren is dat de antilichamen op de juiste manier op een sensoroppervlak kunnen worden geplaatst, zodat ze hun werking behouden. Bovendien moet de binding aan het oppervlak zodanig zijn dat ze via een of ander fysisch principe kunnen worden uitgelezen, dat, als het molecuul van interesse een binding met het antilichaam aangaat er een meetbare verandering optreedt in het oppervlak. Dit is precies het doel van dit project.

Bij het project 'Functionalised Silicon Nanoparticles in Multiplex Diagnostic Platforms (Nanoplex)' was het doel om goed gedefinieerde silicium nanodeeltjes te maken die bij verschillende golflengten fluoresceren. Het idee was dat die dan konden worden gefunctionaliseerd zodat ze zouden binden aan verschillende soorten mycotoxines en andere voor de voedselveiligheid belangrijke stoffen. Op die manier zou een test kunnen worden ontwikkeld die tegelijkertijd verschillende van die stoffen kan detecteren door fluorescentie in verschillende banden. Voorwaarde voor succes van dit concept is dat de silicium nanodeeltjes met voldoende scherpe karakteristieken op een reproduceerbare manier kunnen worden gesynthetiseerd. Hieraan is in dit project zeer veel onderzoek gedaan, verschillende methoden zijn onderzocht, maar helaas moet de conclusie zijn dat hiervoor nog geen methode beschikbaar is. Dit negatieve resultaat heeft ertoe geleid dat dit deel van het project is gestopt.

Er wordt nog wel gekeken naar mogelijke alternatieven voor de silicium-nanodeeltjes om binnen het multiplex diagnostisch concept te gebruiken. Of dit gaat lukken is op dit moment nog de vraag.

Wetenschappelijke output

De projecten hebben tot een vijftal wetenschappelijke publicaties geleid, met een aantal andere publicaties in de pijplijn door de afsluiting van projecten en de review-periode. Daarnaast zijn er vanuit de IPOP bionanotechnologie projecten en het management 24 presentaties gegeven over de resultaten van het onderzoek en de toepassingen van nanotechnologie in de voedingssector.

3. GENOMICS

Binnen dit subthema is er in 2011 vooral gewerkt aan (i) de bioinformatica en het ontwikkelen van genoom data analyse-technologieën en (ii) het ontrafelen van genfuncties op basis van genomica technologieën. Beide onderdelen zijn ondersteunend aan de veredeling en fokkerij van elite gewassen en dieren en sluiten daarom aan bij projecten in andere KB thema's voor duurzame landbouw, voedselveiligheid en kwaliteit en dierenwelzijn. De resultaten hebben vooral betrekking op de deliverables:

D3.2 Bioinformatica-methoden die snel en genoom-breed verschillen in DNA-volgorde in genomen van individuen binnen een soort en tussen soorten kunnen identificeren en kunnen koppelen aan eigenschappen (zgn. Genome-wide

association mapping). Deze deliverable sluit nauw aan op D3.1 waar het specifiek gaat om het ophelderen van de genoomsequenties.

D3.3 Identificatie van specifieke genen en merkers gebruik makend van de genoominformatie die een bijdrage leveren aan de selectie van gewassen en dieren voor een duurzame landbouw door gebruik te maken van grootschalige genomics technologieën. Hierop aansluitend is D3.4 waarin een systeembenadering gevolgd wordt. Veel genetische bepaalde eigenschappen worden door vele genen en omgevingsfactoren bepaald. Om tot een goede voorspelling van de (kwantitatieve) eigenschap te komen, moeten de bijdragen van de verschillende factoren opgehelderd worden. Dit sluit aan op het IP/OP thema Systeembioologie.

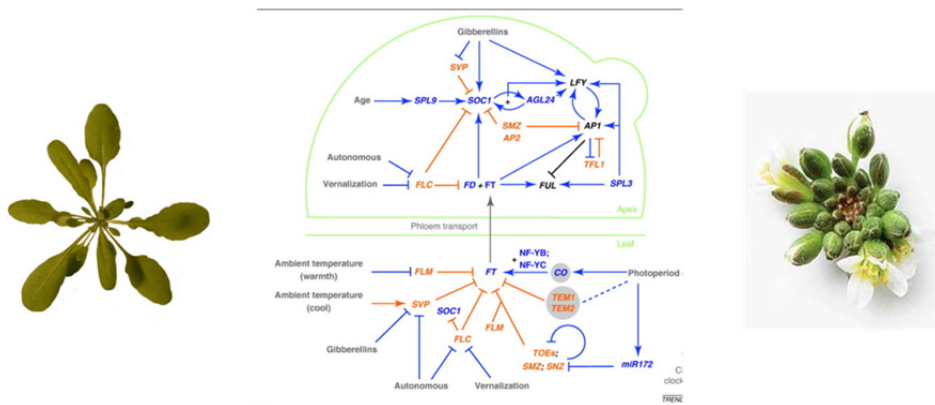
Resultaten in relatie tot deliverables

In de veredeling en fokkerij is het belangrijk om het genotype te koppelen aan het fenotype om op die manier de (variatie in) genen te identificeren die verantwoordelijk zijn voor een bepaalde eigenschap. Dit zijn de zgn QTLs (Quantitative Trait Loci). In een KBVII-project zijn er in 2011 zijn statistische methoden ontwikkeld om genotypische variatie te koppelen aan kwantitatieve data, verkregen uit beeldanalyse van gewassen. Verschillende rassen zijn opgegroeid onder vier verschillende milieu omstandigheden en de verschillen in opbrengst en groei hebben geleid tot het identificeren van QTLs die verantwoordelijk zijn voor de tolerantie/adaptatie van deze rassen voor bepaalde teeltomstandigheden (D3.2).

In een ander gerelateerd bio-informaticaproject zijn methoden geëvalueerd die gebruikt worden om kleine veranderingen in het DNA aan te tonen. Deze kleine veranderingen, ook wel Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) genoemd, kunnen verantwoordelijk zijn voor de genetische variatie die er bestaat tussen individuen. Deze SNPs worden in de veredeling en fokkerij gebruikt als moleculaire merkers en 'markeren' eigenschappen op het genoom (D3.3). In 2011 is er gebruik gemaakt van de ruwe genoomsequenties van tien stieren voor het ontwikkelen van tools om tot complete genomen te komen en de SNPs te detecteren. Dit is een onderdeel van het internationale 1000 bull genome-project (<http://1000bullgenomes.com/>). Deze analyse-tools voor het correleren van genetische variatie (SNPs) en eigenschappen is generiek voor plant en dier, waardoor er een steeds nauwere samenwerking ontstaat tussen bioinformatici/statistici van Plant (PSG) en Dier (ASG). In 2012 starten er ook gezamenlijke AIO-projecten starten.

Voor het identificeren van biomarkers voor specifieke eigenschappen worden ook steeds vaker genexpressieprofielen gebruikt. Deze genexpressiedata worden verkregen door microarrays (DNA chips) of Next Generation Sequencing (NGS). In een AIO-project is de vruchtbaarheid van melkvee bestudeerd aan de hand van genexpressieprofielen. De vruchtbaarheid van melkvee is gedurende de laatste jaren verminderd. Dit wordt mogelijk (gedeeltelijk) veroorzaakt door een minder duidelijk tochtigheidsgedrag. Het vaststellen van tochtigheidsgedrag is nodig om het juiste moment van inseminatie te kunnen bepalen. In het project zijn mechanismen geïdentificeerd die verband houden met verminderd tochtigheidsgedrag. Deze kennis kan gebruikt worden om de vruchtbaarheid van melkvee te verbeteren.

Een aantal projecten richt zich op het ontrafelen van genfuncties en de genetische achtergrond van eigenschappen (koppeling van gen en fenotype). Deze kennis moet leiden tot productinnovaties voor resistenties, houdbaarheid, opbrengst, kwaliteitsaspecten of technologieën in de veredeling en fokkerij. Nauwe samenwerking vindt plaats met bedrijven, vooral in projecten in het kader van het programma 'TTI-Groene Genetica'. In een TTI-GG-project worden de genen bestudeerd die betrokken zijn bij de regulatie van het bloeitijdstip van gewassen. Een betrouwbare voorspelling wanneer gewassen gaan bloeien onder verschillende teeltomstandigheden is van belang om opbrengst en oogst te plannen. Onder kascondities kan er zelfs met omstandigheden gevarieerd worden om het geschikte bloeitijdstip te bewerkstelligen. Er zijn meer dan 100 genen betrokken bij dit proces die of het bloeiproces stimuleren of afremmen. In het KB/TTI-project zijn de onderlinge relaties tussen deze genen (moleculair netwerk) en de activiteit van deze genen onder verschillende condities bepaald. Expertise is ontwikkeld hoe deze genen en factoren samenwerken en welke genomica-technieken gebruikt kunnen worden om een netwerk te bepalen. Dit moet uiteindelijk leiden tot een voorspellend model (D3.4). In dit TTI-GG project zijn vier veredelingsbedrijven betrokken.



Figuur 2. Een complex netwerk aan factoren bepalen wanneer een plant gaat bloeien.

(Inter)nationale samenwerking

Internationale samenwerking bij de fokkerij vindt plaats op het gebied van genome sequencing (1000 bullgenomes) en in EU-verband (o.a. Q-Pork Chain). Dit soort grote initiatieven zijn alleen mogelijk via internationale consortia. De KB-projecten op het gebied van gewasveredeling zijn vooral onderdeel van nationale programma's zoals die van Netherlands Genomics Initiative (o.a. CBSG) en TTI-GG. Bij beide PPSen is een groot aantal bedrijven betrokken die internationaal opereren (bijv. Syngenta, RijkZwaan en Avebe). Naast deze bedrijven is er intensive interactie tussen onderzoekers van verschillende Nederlandse universiteiten. Sommige van deze projecten worden ook medegefinancierd door NWO.

De genomesequenties van tomaat en aardappel zijn in 2011 afgerond en in het gezaghebbende tijdschrift Nature gepubliceerd (D3.1). Deze resultaten zijn verkregen uit grote internationale consortia. Soortgelijke initiatieven, bijvoorbeeld voor het sequencen van 150 verschillende tomaatgenomen, wordt nu doorgezet op nationaal niveau in samenwerking met bedrijven en TTI-GG.



Figuur: Het aardappelgenoom is opgehelderd.

Bijdrage aan realisatie van agenda's van topsectoren

De activiteiten in het subthema Genomica sluiten vooral aan op de topsectoren Agrofood en Tuinbouw & Uitgangsmateriaal. Technieken voor de ondersteuning van fokkerij en veredeling voor betere en betrouwbare selectiemethoden zijn zeer interessant voor het bedrijfsleven. In de fokkerij loopt dat vaak via bilaterale samenwerkingsverbanden, terwijl in de gewasveredeling dit belegd is in grote PPSen zoals TTI-GG. Vooral deze PPSen worden weer nadrukkelijk genoemd in de agenda's van de topsectoren, omdat ze gesteund worden door een omvangrijk bedrijfsleven. De technologie, zoals ontwikkeld wordt in KBVII, is vaak ondersteunend aan de meer toepassingsgerichte TTI-GG. Ook in een vervolg van TTI-GG in de ingediende TKI Uitgangsmateriaal is er behoefte aan genomics-technologie als basis voor de onderzoeksprojecten.

Behaalde resultaten in samenwerking met derden via PPS-en

Alle KB-projecten die verbonden zijn met TTI-GG worden uitgevoerd in samenwerking met het bedrijfsleven en zijn een goed voorbeeld van PPS. In 2011 waren dit vijf projecten als onderdeel van KBVII-Genomica.

Impact van de ontwikkelde kennis

De genomica-technologie waaronder ook de bioinformatica valt, wordt breed gebruikt in vele toepassingsgebieden en vele KB thema's. Door RIKILT wordt het gebruikt voor voedselveiligheidsvraagstukken, het levert biomoleculen op die gebruikt kunnen worden in de bionanotechnologie, bijvoorbeeld als sensor en voor de veredeling en fokkerij levert het genen en markers op die gebruikt kunnen worden in duurzame productie van voldoende en veilig voedsel. Kwaliteitstesten van producten in de keten gaan in toenemende mate via assays gebaseerd op genen of genproducten. Ook daarvoor is weer genoomkennis en informatie over genfunctie noodzakelijk. Het sequencen van genomen heeft een enorme vlucht genomen. Wat een paar jaar geleden nog een internationaal consortium met enorme investeringen moest klaar spelen, kan nu in een paar dagen voor een bedrag onder de 1000 € per genoom. Dit heeft een enorme impact op het onderzoek en de innovatie van Nederland, mits de bioinformatica om de grote hoeveelheid data te analyseren hier voldoende snel op in kan springen. Kortom, de genomica en afgeleide technologieën vormen de basis van veel onderzoek en biedt uitstekende mogelijkheden voor innovaties en het oplossen van maatschappelijke vraagstukken.

3. Publicitaire output

Type	2011
Wetenschappelijke artikelen, gerefereerde tijdschriften	80
Wetenschappelijke artikelen, non-refereed	0
Hoofdstuk boek (refereed)	13
Hoofdstuk boek (non-refereed)	0
Boek — monografie — edited boek	3
Dissertatie	2
Artikel in bundel — proceedings	36
Vakpublicatie	24
Intern rapport	9
Extern rapport	3
Lezing / voordracht	88
Populariserende publicatie	15
Overige publicaties	1

4. Andere output

Type	2011
Poster	11
Websites	7
Software	15
Modellen	5
Demo (haalbaarheid)	1
Database	3
Anders	1

Meer informatie is uiteraard ook te vinden op de portal van het LNV-onderzoek:

<http://www.kennisonline.wur.nl/KB//beschrijving.htm>