

1. *Titel van MJP: Veredeling 2.0: Exploreren, exploiteren en combineren van genomen*

o Nieuw programma dat uitgewerkt moet worden, gedeeltelijk voortbouwend op lopende PPS-en binnen m.n. TKI Tuinbouw & Uitgangsmaterialen en TKI Agri&Food.

2. *Tot welk(e) van de 8 cluster(s) van technologieën behoort dit MJP:*

- Life science technologies; - Digital technologies

3. *Welke sleuteltechnologie(en) staa(t)n centraal:* Het gaat hier om sleuteltechnologieën om de veredeling van nieuwe gewassen en rassen te versnellen (enkele jaren i.p.v. >10 jaar), nauwkeuriger te maken ('precision breeding'), en eigenschappen te combineren en te voorspellen in het uitgangsmateriaal. Verbindende technologieën zijn:

- **Genoomtechnologie (genomics)** om de genetische variatie in kaart te brengen, en voor het koppelen van genetische informatie (QTLs) met onderliggende genen en allelen (DNA-informed breeding).
- **Bioinformatica** om de zeer complexe genomen te reconstrueren, te vergelijken, en de verschillen te interpreteren.
- **Big data** modellen en software om genomen te vergelijken, variaties aan te tonen en te koppelen aan eigenschappen, waardoor gericht veredeld kan worden.
- **Genome prediction** modellen om op grote schaal (miljoenen fenotypes en miljoenen DNA merkers) fenotype eigenschappen te voorspellen op basis van genomische informatie.
- **Gene editing (CRISPR/Cas)** is een tool om genetische variatie te creëren en de functie van genen vast te stellen. In delen van de wereld buiten Europa kan deze technologie ook toegepast worden in gewasverbetering zonder een GMO status. Deze grensverleggende technologie is breed inzetbaar als onderzoekstool in de fokkerij en gewasveredeling.
- Innovatieve Technologieën die basisprincipes van veredeling kunnen sturen, waardoor **nieuwe vormen van veredeling** mogelijk zijn. Bijvoorbeeld **epigenetica** om eigenschappen tijdelijk aan te passen, soortkruisingen mogelijk maken of om de overerving van genetisch materiaal te sturen (o.a. haploïdeninductie, asexuele vermeerdering, recombinatie).
- **Synthetische biologie** voor het combineren van genen en het construeren van metabole routes voor inhoudstoffen in planten, bijvoorbeeld voor biobased producten.

4. *Positie NL: Wat is de relatieve positie van Nederland in deze technologie(en) in de EU en mondiaal?*

Nederlands staat op het gebied van veredeling en uitgangsmaterialen mondiaal aan de top. Deze positie is verworven door een lange historie van uitstekende samenwerking tussen wereldwijd excellerende universiteiten, kennisinstellingen en bedrijven en de continue innovaties in technologieën, die ontwikkeld en geïmplementeerd worden. Om deze positie te behouden investeert het veredelingsbedrijfsleven een aanzienlijk percentage in R&D (10-25% van de omzet). De bedrijven opereren mondiaal, maar ondervinden qua technologieën vooral concurrentie vanuit de VS en China.

5. *Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling*

De landbouw staat voor een aantal grote uitdagingen: meer voedselproductie met minder input, in een circulair systeem, en robuust met betrekking tot klimaatsverandering. Het uitgangsmateriaal, de gewassen en rassen, zijn een cruciale factor hiervoor: ze moeten de genetische potentie hebben om goede kwaliteit en bewaarbaarheid te realiseren, ziekteresistent zijn, veerkrachtig in de productie en klimaatbestendig om te komen tot oogstzekerheid en hoge opbrengst. Via het uitgangsmateriaal van veredelingsbedrijven legt Nederland hier (letterlijk) de basis voor, wereldwijd. De uitdagingen zijn nu echter zo groot dat we de snelheid waarmee nieuwe rassen kunnen worden gemaakt, drastisch moeten opvoeren. Dit kan alleen door de precisie te vergroten zodat multi-purpose gewassen/rassen kunnen worden veredeld, die passen binnen circulaire productie. Daartoe is een meerjarenprogramma "Veredeling 2.0" noodzakelijk voor het ontwikkelen en implementeren van nieuwe sleuteltechnologieën, zoals onder 3) vermeld. Een nauwe samenwerking tussen enerzijds kennisinstellingen voor de ontwikkeling en wetenschappelijke doorbraken en anderzijds private partijen voor implementatie van de technologieën, is essentieel om de maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Het MJP "Veredeling 2.0" zal het mogelijk maken om klimaatbestendige rassen te maken, die low input

combineren met high yield en geoptimaliseerd zijn om volledig (her)gebruikt te worden, inclusief productie van plantaardige eiwitten en biobased producten.

6. *Ecosysteem van het MJP:*

TKI T&U, A&F, Team ICT/DDD, NWO(TTW), Nationale Wetenschaps Agenda, WUR, UU, LU, RU, UvA; HLO's; Plantum, Hollandbio, European Seed Association (ESA), honderden veredelingsbedrijven en zaadbedrijven, waaronder de vijf grootste groenteveredelaars ter wereld en de top in sierteelt, Breed4Food met vier veredelaars die wereldwijd in de top drie staan voor hun eigen diersoorten.

7. *Organiserend vermogen: Welke organisatie treedt op als nationale penvoerder?* Plantum, Breed4Food.

8. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn:*

Dit MJP draagt in hoge mate bij aan thema *Landbouw, Water, Voedsel* : A) de kringlooplandbouw (duurzame productie, robuuste rassen die minder water, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen nodig hebben, hergebruik en verminderde verspilling van producten, verhoging van productie plantaardige grondstoffen, het creëren van genetische diversiteit); B) Klimaatneutrale landbouw (robuuste gewassen/rassen die bestand zijn tegen extreme droogte, temperatuur, verzilting en overstroming, energiezuiniger telen met vernieuwde rassen); D) Gewaardeerd, gezond en veilig voedsel (plant/dier gezondheid, bestrijdingsmiddelen-vrije gewassen, smaak verbeteren t.b.v. consumentwaardering). Daarnaast draagt dit MJP bij aan thema *Energietransitie en Duurzaamheid* (Duurzame productie van biomassa, Inhoudstoffen voor farmacie, voeding, agrochemie). Veredeling 2.0 draagt ook bij aan de Sustainable Development Goals zoals '2. Geen honger', '3. Goede gezondheid' en '13. Klimaatadaptatie.

9. *Kans op economische impact op korte en lange termijn:*

De investeringsbereidheid van veredelingsbedrijven is groot. De meeste bedrijven in deze sector investeren tussen 10-25% van hun omzet in R&D en zijn bewust dat innovatie cruciaal is om de mondiale toppositie te behouden. Marktintroductie van nieuwe rassen is echter (vooralsnog) een langdurig proces (van kruising tot marktbeschikbaarheid duurt, afhankelijk van het gewas, vanaf enkele jaren tot wel 20 jaar) en daarom is te verwachten dat rassen, die m.b.v. een sleuteltechnologie uit dit MJP gegenereerd zijn, tussen 5 jaar (groentes zoals tomaat), 10 jaar (houtige gewassen zoals fruit) op de markt kunnen komen op TRL niveau 4-7. Bij veerassen is het vooral belangrijk om de top lijnen blijvend te laten aansluiten bij de toekomstige behoefte binnen veehouderijssystemen, en blijvend bij te sturen op basis van innovaties. Verdere valorisatie wordt door de veredelingsbedrijven zelf gedaan. Een aantal van de technologieën beschreven onder 3) bevindt zich nog in de ontwikkelingsfase en moeten nog verder verbeterd worden voor specifieke toepassingen (TRL niveau 2-4).

10. *Krachtenbundeling:*

Op het gebied van het sequencen van 2500 sla genomen is er een samenwerking met BGI (China) en in een ander consortium (International Lettuce Genomics Consortium (ILGC)) dat mede gefinancierd wordt vanuit de TKI T&U en bedrijfsleven vindt er samenwerking plaats met UC-Davis (US). Het 1000 bulls genomes project en global dry Matter Initiative. International Potato Pangenome Consortium (WUR, met Nederlandse bedrijven en VS partners). EU projecten: EU-Chic (gene editing technologieën), EU-COSMOS (oliecompositie oliegewassen gebruik makend van gene editing), EU-MAGIC (breeding biobased crops on marginal lands), EU-G2PSol (management of genetic resources using genomics), Elixir (NL and EU data science consortium), Gentore, Bovereg.

11. *Cross-over karakter:*

Beta: Genoomtechnologie (genomics en transcriptomics), Synthetic biology (Building blocks of Life); Industriële Biotechnologie (microbiële productie van planten-inhoudstoffen, productie van stoffen ter vergroting van plantweerbaarheid, productie van groeibevorderende stoffen, valorisatie afvalstromen). Gamma: Safe-by-Design; ICT: Big data, analyse met artificiële intelligentie, ownership of data; Bioinformatica; Engineering: DNA sequencing technology, nanotechnologie. Robotica (HT2FTW): fenotypering.

12. *Indicatie van benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2023*

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommiteerd voor de periode 2020-2023	Waarvan te mobiliseren
Private middelen	8	5,5	2,5
PPS toeslag	2,6	1,3	1,3
TO2 middelen	5	3,5	1,5
NWO/TTW partnerships	3,3	1,8	1,5
Universiteiten/hogescholen			
Regionale middelen			
Departementale middelen	1	1	0
EU middelen	4	2,7	1,3
ROMs en InvestNL			
<b>Totaal bedrag (M€/jaar)</b>	<b>23,9</b>	<b>15,8</b>	<b>8,1</b>