

1. Titel van MJP: **Verbetering van de fotosynthese-efficiëntie**

X Nieuw programma dat uitgewerkt moet worden

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

X Life science technologies, Digital technologies

3. *Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal:* Onze Wereld draait op zonne-energie en de voornaamste reden dat we deze energie kunnen gebruiken is fotosynthese. Het fotosynthese proces is een gigantische batterij voor zonne-energie en legt jaarlijks 2.8×10^{21} Joules vast de vorm van chemische energie in plantaardige biomassa. Dit is de bron voor al ons voedsel en voor bijna alle energie die we op aarde gebruiken (olie, kolen en gas zijn immers afkomstig van fossiele biomassa). In het algemeen verloopt het fotosyntheseproces zeer inefficiënt; in de landbouw wordt bijvoorbeeld slechts 0.5% van het invallende zonlicht omgezet in biomassa. Het verbeteren van de fotosynthese-efficiëntie werd tot dusver belemmerd door het feit dat fotosynthese een zeer complex proces is dat bestaat uit circa 140 opeenvolgende chemische reacties die nog slecht begrepen worden. Recente doorbraken in, met name, genomics, bioinformatica, phenotyping en modeling maken het nu voor het eerst mogelijk de genetica van de fotosynthese te ontrafelen waarmee de technologie om fotosynthese te verbeteren nu binnen handbereik komt. In dit MJP staat het ontwikkelen van de daarvoor benodigde technieken centraal.

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

Nederland heeft een uitstekende nationale kennisbasis op het gebied van fotosynthese-onderzoek, die onder andere tot stand gekomen is in het door EZK medegefinancierde programma BioSolar Cells (2011 – 2016). In dit programma werkten 9 nationale universiteiten en onderzoeksinstituten samen met 38 bedrijven bij de uitvoering van een breed, multidisciplinair onderzoeksprogramma op het gebied van het begrijpen, optimaliseren en toepassen van het fotosynthese proces. Vanuit deze nationale kennisbasis heeft Nederland zich de afgelopen jaren een voortrekkersrol verworven in Europa door onder andere het initiatief te nemen tot de vorming van het Europese onderzoeksconsortium Photosynthesis 2.0 waarin 51 kennisinstellingen uit 17 EU Lidstaten vertegenwoordigd zijn. Tevens is Nederland (Wageningen UR) momenteel de Coordinator van het Horizon 2020 project CropBooster-P, waarin een Roadmap wordt ontwikkeld om de opbrengst van de (Europese) landbouw te verdubbelen door de fotosynthese in gewassen op te voeren.

Op mondiaal niveau werkt Nederland op dit gebied met name veel samen met Amerikaanse onderzoekers (Universiteit van Illinois) die vooroplopen op het gebied van het optimaliseren van de fotosynthese via genetische modificatie. Dit onderzoek heeft onlangs een aantal belangrijke doorbraken opgeleverd die laten zien dat de efficiëntie van het fotosynthese-proces drastisch verhoogd kan worden. De Europese aanpak richt zich op een non-GMO aanpak, en op dit vlak is Nederland internationaal koploper.

5. Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling

Fotosynthese is cruciaal voor het oplossen van de mondiale uitdagingen waar we momenteel voor staan: Hoe voeden we 10 miljard mensen in 2050? Hoe maken we de transitie van een fossiele economie naar een circulaire bioeconomie? De oplossing voor deze problemen ligt in het verhogen van de biomassaproductie: voor het voeden van de wereldbevolking in 2050 is een verdubbeling van de voedselproductie nodig en willen we volledig af van het gebruik van fossiele grondstoffen dan zal de productie van de landbouw met nog eens 30% moeten stijgen. De enige methode om de productie van de landbouw voldoende te verhogen is het verbeteren van het fotosyntheseproces, maar de techniek om dit te doen ontbreekt nog en moet worden ontwikkeld. Fotosynthese is echter een zeer complex proces met enige honderden betrokken genen, en het ontwikkelen van de noodzakelijke techniek vereist eerst een verbetering van onze fundamentele kennis van dit proces.

In dit meerjarenplan zullen we natuurlijke, superieure fotosynthese-processen bestuderen zoals die bijvoorbeeld voorkomen in snelgroeiend woestijnplanten. We zullen technieken ontwikkelen om de onderliggende genen en pathways via moderne, non-GMO veredelingsmethoden te introduceren in de belangrijkste Europese landbouwgewassen. Hiermee zal het veredelingsbedrijfsleven nieuwe technieken en technologie ter beschikking krijgen waarmee gewasopbrengst drastisch verhoogd kan worden.

6. Ecosysteem: Welke clusters, kennisinstellingen, overheden en private partijen maken deel uit van het ecosysteem rondom deze technologie(ën) en onderschrijven dit MJP?

In Nederland wordt dit voorstel onderschreven door Wageningen UR, Universiteit Leiden, de Vrije Universiteit Amsterdam, Universiteit Utrecht en Universiteit Nijmegen. Verder wordt het voorstel gesteund vanuit NWO, de Nederlandse Wetenschaps Agenda (NWA), de TKI Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, de TKI AgroFood, TKI BioBased Economy, Team ICT / Dutch Digital Delta, het Nederlandse Veredelingsbedrijfsleven verenigd in Plantum en de chemische industrie. Daarnaast wordt het voorstel gesteund door private investeerders.

7. *Organiserend vermogen*: Welke organisatie treedt op als nationale penvoerder? Wageningen UR

8. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn*: Op welke wijze draagt dit MJP bij aan de vier thematische Kennis- en Innovatieagenda's?

Het MJP "Verbetering van de fotosynthese-efficiëntie" draagt bij aan de volgende ambities en kennisvragen in de hoofd-missie **Landbouw, Water en Voedsel**:

- Verhogen van productie met betere rassen (o.a. hoge fotosynthese).
- Optimaal gebruik van biomassa voor grond- en bouwstoffen.
- Kennisopbouw t.a.v. CO2 vastlegging in grotere teelten.
- Beter benutten van natuurlijk licht.
- Fotosynthese: in 2050 Biomassateelt met verdubbelde fotosynthese.
- Organische stofgehalte naar 4 promille in de bodem vanaf 2030.

Tevens draagt het MJP "Verbetering van de fotosynthese-efficiëntie" bij aan de volgende ambities en kennisvragen in de hoofd-missie **Energietransitie en Duurzaamheid**:

- In 2050 zijn grondstoffen, productie en processen in de industrie netto klimaatneutraal en voor tenminste 80% circulair; Biobased grondstoffen en producten.
- Emissieloze mobiliteit voor mensen en goederen in 2050; Innovatieve hernieuwbare brandstoffen (biobrandstoffen).
- In 2050 is het systeem van landbouw en natuur netto klimaatneutraal; koolstofvastlegging in de bodem en verdubbelde fotosynthese (CO2 vastlegging en gebruik).

9. *Kans op economische impact op korte en lange termijn*: Het Nederlandse veredelingsbedrijfsleven is de aangewezen private partij om nieuwe gewassen met verbeterde fotosynthese en opbrengst op de markt te brengen. Het onderzoek naar nieuwe, non-GMO technieken om fotosynthese in landbouwgewassen te verbeteren bevindt zich momenteel nog in de fundamentele fase (TRL 1-2). Het veredelingsbedrijfsleven heeft zich onlangs bereid gevonden mede te investeren in fundamenteel onderzoek naar fotosynthese. Naar verwachting zal het onderzoek na 4 jaar op TRL4-5 zitten waarmee de eerste "proof of principle" gewassen gereed zullen zijn en de financiering van uit het bedrijfsleven zal toenemen. Na 10 jaar moet het onderzoek op TRL 9 – 10 zitten wat betekent dat het veredelingsbedrijfsleven dan de bulk van het onderzoek zal uitvoeren en financieren.

Het ligt verder in de lijn der verwachting dat vanaf TRL 5 ook de chemische industrie en de energie-sector interesse zal krijgen in specifieke toepassingen en het ontwikkelen van "bio-based gewassen" als industriële feedstock en als grondstof voor biobrandstof, waardoor vanaf jaar 4 de private financiering van het onderzoek verder zal oplopen

10. *Krachtenbundeling*: Internationaal zal worden samengewerkt met het Europese Photosynthesis 2.0 Consortium door met consortiumleden nieuwe Europese projecten te starten in het kader van H2020 en Horizon Europe. Ook zal nauw worden samenwerkt met het Europese CropBooster-P Consortium. Verder zal worden samengewerkt met het Amerikaanse RIPE programma en met de Bill and Mellinda Gates Foundation.

11. *Cross-over karakter*: De innovaties in dit MJP zullen plaatsvinden op het snijvlak van genetica, moleculaire biologie, plantenfysiologie, biofysica, biodiversiteit, plant-phenotyping, ICT en Modeling, plantenveredeling, sensorontwikkeling.

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

Bijlage

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommiteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	3	0.1	2.9
<i>PPS toeslag</i>	0.5	0	0.5
<i>TO2 middelen</i>	0.5	0	0.5
<i>NWO</i>	3	0.5	2.5
<i>Universiteiten/hogescholen</i>			
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>			
<i>Departementale middelen</i>			
<i>EU middelen</i>	1	0	1
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk: private investeerders</i>	2	0.4	1.6
Totaal bedrag (in mln EUR per jr)	10	1	9