

Rapportage projectinformatie PPS-en Landbouw, water, voedsel

Datum versie: 7 december 2020

1. Projectinformatie

1.1 Organisatie/financiering (keuze maken)	TKI A&F
1.2 Projectnummer	LWV19015
1.3 Project titel	Vermeerdering en veredeling <i>Musca domestica</i> lijnen
1.4 Projectleider (naam en emailadres)	Prof. Leo W. Beukeboom l.w.beukeboom@rug.nl
1.5 Startdatum (dd-mm-jjjj)	01-02-2020
1.6 Einddatum (dd-mm-jjjj)	31-01-2024
1.7 MMIP primair (nummer en naam van het MMIP, zie overzicht bijlage 1)	A3,
1.8 MMIP secundair (deze alleen invullen als er een 2 ^e MMIP is waar het project aan bijdraagt)	D3, ST2

2. Projectomschrijving

2.1 Samenvatting Geef een korte samenvatting van wat het project inhoudt en beoogt. Het gaat om een publiek beschikbare samenvatting (doel, bijdrage aan de missie, op te leveren resultaten in termen van kennis voor doelgroep x en de partners in het project).
<p>De huisvlieg, <i>Musca domestica</i>, speelt een belangrijke rol in de zoektocht naar alternatieve eiwitten om een groeiende wereldbevolking veilig te kunnen voeden. De belangrijkste toepassingen van grootschalige productie worden voorzien in petfood, visteelt en de pluimvee-sector. Doel van het project is het ontwikkelen van methoden en technieken om huisvlieglijnen in stand te houden, te vermeerderen en te veredelen. Het gaat om onderzoek naar genetische variatie voor belangrijke eigenschappen en de mogelijkheden om nuttige eigenschappen in te kunnen kruisen. Een tweede doel is het voorkomen van microbiologische verontreinigingen in grootschalige kweken door onderzoek aan nuttige en schadelijke micro-organismen. De verwachte resultaten zijn de ontwikkeling van huisvlieglijnen met gewenste eigenschappen (ei-productie, vetsamenstelling, sekse verhouding), kennis van de genetische basis en de invloed van (kweek)omstandigheden op de expressie van deze eigenschappen, alsmede optimalisatie van het vermeerderingsproces voor huisvlieglijnen met eigenschappen die zich lenen voor commerciële exploitatie. Partner Amusca B.V. zal deze lijnen toepassen in haar massaweek eenheden gericht op het leveren van levende vliegenlarven aan pluimveehouders en viskwekerijen.</p>
2.2 Doel van het project Wat gaat het project bijdragen aan de doelen van de KIA, de missies en de MMIP's?
<p>Het eerste doel is om een methode te ontwikkelen om een bestaande huisvliegenpopulatie met voldoende genetische variatie en behoud van geselecteerde eigenschappen in stand te kunnen houden en vervolgens het vermeerderingsproces te optimaliseren tot het niveau dat tijdig een grote hoeveelheid ouderdieren kan worden geproduceerd.</p> <p>Het tweede doel is om meer kennis te verkrijgen over de rol van micro-organismen in grootschalige kweken van de huisvlieg. Het betreft allereerst veiligheid en het ontwikkelen van beheersmaatregelen gericht op het voorkomen van microbiologische verontreinigingen. We willen</p>

echter ook onderzoeken of er micro-organismen zijn die nuttig kunnen zijn voor de kweek en of we lijnen kunnen selecteren met verhoogde immuniteit.
Dit onderzoek zal bijdragen aan de ontwikkeling van de Nederlandse insectenindustrie (zie b.v. <https://venik.nl/sectorplan.html> "Genetische verbeteragenda voor de insectenkweek van het Ministerie van LNV", en meer natuurvriendelijke agrarische productiemethoden, als onderdeel van de agenda van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedsel in Nederland.

2.3 Motivatie *Licht toe waarom dit project passend en nodig is binnen het MMIP*

Dit project past in het streven naar alternatieve, meer duurzame, eiwitbronnen en het ontwikkelen van de insectenindustrie in Nederland

2.4 Resultaat *Zo SMART mogelijke beschrijving van de beoogde resultaten van het project. Het gaat om zowel de inhoudelijke resultaten (in relatie tot vraag 2.2) als resultaten zoals bijeenkomsten en rapporten. Geef zoveel mogelijk ook de planning per jaar.*

Doel 1:

Jaar 1: hoe eiproductie, vetsamenstelling en sekse ratio overerft; de fokwaarde schatting van deze eigenschappen in verschillende huisvlieglijnen (wetenschappelijke publicatie)

Jaar 2: welke selectiedrukken en omgevingsfactoren nodig zijn om gewenste eiproductie, vetsamenstelling en sekse ratio (overschot vrouwtjes) te verkrijgen (wetenschappelijke publicatie)

Jaar 3: hoe geselecteerde lijnen in stand kunnen worden gehouden onder grootschalige kweekomstandigheden (productie rapport)

Jaar 4: efficiënte kweekomstandigheden ontwikkeld voor huisvlieg productielijnen (productie rapport)

Doel 2:

Jaar 1: welke micro-organismen een positief effect hebben op fitness en benut kunnen worden voor grootschalige kweek; welke micro-organismen een negatief effect hebben op fitness en een besmettingsgevaar vormen voor grootschalige kweek (wetenschappelijke publicatie)

Jaar 2: standaard protocollen voor screening van micro-organismen (productie rapport)

Jaar 3: optimale kweekomstandigheden om gunstige micro-organismen te behouden en schadelijke micro-organismen te weren (productie rapport)

Jaar 4: selectielijnen om micro-organismen te beheersen zoals met verminderde vatbaarheid voor infecties

Jaarrapportage (svp ook laatste jaar invullen)

3. Status project

3.1 Status project <i>(keuze maken)</i>	project loopt op schema/project loopt achter
3.2 Toelichting incl. voorziene wijzigingen t.o.v. het oorspronkelijke werkplan	Door de COVID restricties op de bezetting van de laboratoria hebben we onze experimenten nog niet zo ver uit kunnen voeren als gepland. Er is een kleine achterstand.

4. Behaalde resultaten

4.1 Korte beschrijving van de inhoudelijke resultaten en hun bijdrage aan het MMIP (zoals beschreven in 2.2)

Goal 1.

We investigated egg production in two strains, one originated from Spain (SPA) and one from The Netherlands (GK) at two temperatures, 25°C and 32°C. At 25°C, duration of preoviposition period, laying phase and adult longevity was longer than at 32°C. Lifetime egg production was lower at 32°C, but number of clutches laid per female was unaffected by temperature. Daily egg production at 32°C was higher during the first 7 days, revealing a trade-off between higher early-in-life reproductive effort and adult longevity. The combination of shorter sexual maturation period and higher daily egg-laying rate resulted in reaching 50% of total egg production only six days after emergence at 32°C for both strains, compared to 13 and 14 days at 25°C for SPA and GK, respectively. We conclude that, in the absence of a need for high adult survival rates, houseflies have favourable production performances at higher temperature, and that efficacy and yield of the production process could be maximized by increasing the rearing temperature to 32°C.

An experiment on artificial selection for increased protandry to separate the sexes started in September 2020. The experimental design includes crosses between first emerging (fast developing) males and last emerging (slow developing) females over six successive generations in order to make improvements in the time interval between male and female emergence and increase sex separation. We registered insignificant improvement in the time interval between male and female emergence by comparing selected lines with unselected control housefly strains. Our observations revealed noticeable wing/body size differences between the first and last emerging flies, and no changes in hatchability, fecundity and egg-to-adult survival of selected lines.

DNA barcoding - sequencing a region of the mitochondrial cytochrome *c* oxidase subunit I gene (COI mtDNA) was used to quantify spatio-temporal variability and intraspecific diversity of houseflies sampled from different localities and commercial strains. We aimed to document changes in recently established strains by comparing genetic diversity of novel strains originating from Spain and the Netherlands and test whether housefly strains retain genetic variation over more than 100 generations of culturing in the laboratory using the COI mtDNA assay. The COI marker was found to be suitable for separating geographically close populations and track genetic variation over time. Moreover, our results revealed that strains retained at least part of their initial polymorphism after five years (>100 generations) of lab culturing.

We have also started translating our results to industrial level. We have developed methodology for upscaling housefly culturing, including design and testing of larger population cages for adults and culturing bins for larvae, as well as methodology for efficient feeding and harvesting. A plan has been developed and initial steps taken to establish an upscaled facility for housefly rearing at the Zernike Advanced Processing facility at the University of Groningen campus for educational and research purposes.

Goal 2.

We conducted metagenomics screens for beneficial and harmful microbes in insects reared for feed. We used existing laboratory strains and collected new field samples in June 2020 (not earlier because of COVID). DNA samples were collected and sent for sequencing for bacterial and fungal communities. We are currently finalizing the analysis of metagenomic data to characterize the natural microbiome of the strains, which will yield information on geographic signal on the microbiome of the lab reared flies (old Spanish and Dutch lines), difference between newly collected and old field Dutch lines, and microbiome (bacteria and fungi) adaptations to lab conditions over 4 generations.

4.2 Deliverables (bijkomsten en andere output, die niet benoemd wordt in 4.3 en 4.4)

Several BSc and Master students have been involved in the various experiments, which means educational and scientific training of students, resulting in student reports as deliverable
4.3 Communicatie (lijsten)
4.3.1 Wetenschappelijke artikelen en hun doi (<i>Digital Object Identifiers</i>)
Francuski, L., Jansen, W., & Beukeboom, L. W. (2020). Effect of temperature on egg production in the common housefly. <i>Entomologia Experimentalis et Applicata</i> , 168, 513-522. DOI: 10.1111/eea.12912
Francuski, L., & Beukeboom, L. W. (2020). Insects in production – an introduction. <i>Entomologia Experimentalis et Applicata</i> , 168, 422-431. DOI: 10.1111/eea12935.
Koskinoti, P., Ras, E., Augustinos, A. A., Beukeboom, L. W. , Mathiopoulos, K. D., Caceres, C., & Bourtzis, K. (2020). Manipulation of insect gut microbiota towards the improvement of <i>Bactrocera oleae</i> artificial rearing. <i>Entomologia Experimentalis et Applicata</i> , 168, 523-540. DOI: 10.1111/eea12934
4.3.2 Rapporten/artikelen in vakbladen
nvt
4.3.3 Overige communicatie-uitingen (inleidingen/posters/radio-tv/social media/workshops/beurzen)
Oral presentation at the 3 rd International Conference on Insects to Feed the World, November 23-26, 2020 at Montreal, Canada (virtual), published as Francuski, L., Jansen, W., Beukeboom, L.W.(2020) Effect of temperature on life-history parameters and production performances of the common housefly, <i>Musca domestica</i> . <i>Journal of Insects as Food and Feed</i> : 6 (Supplement 1) - S32
4.4 Overige resultaten: technieken, apparaten, methodes
nvt
4.5 Projectwebsite: geef het adres van de projectwebsite (indien beschikbaar)
nvt

Eindrapportage

5. TRL bij afsluiting van een project

Technology Readiness Level (TRL) van de technologie bij afsluiting van het project. Er zijn twee indicatoren die verschillen in detailniveau. Vul zo mogelijk het detailniveau in. Als dat niet mogelijk is, vul dan de hoofdcategorie in.

5.1 Hoofdcategorie (<i>keuze maken</i>)	Fundamenteel onderzoek Industrieel onderzoek Experimentele ontwikkeling
5.2 Detailcategorie bij start van het project (<i>in cijfers, nummer van de betreffende categorie, zie bijlage voor toelichting</i>)	
5.3 Detailcategorie bij afsluiting van het project	

6 Status project bij afronding

Status project (<i>keuze maken</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het project is afgerond conform de oorspronkelijk scope. Alle mijlpalen zijn behaald. 2. Het project is naar tevredenheid afgerond, maar de inhoud van de mijlpalen is gewijzigd. 3. Het project is niet afgerond en definitief afgesloten.
--	--

7 Output over het hele project

		aantal
7.1	Aantal gerealiseerde wetenschappelijke publicaties <i>gepubliceerde artikelen in peer-reviewed journals</i>	
7.1 lijst	Zie lijst onder 4.3.1 voeg evt. artikelen uit eerdere jaren toe (incl. doi)	
7.2	Aantal verwachte wetenschappelijke publicaties <i>publicaties waarvan verwacht wordt dat ze gepubliceerd zullen worden in een peer-reviewed journal</i>	
7.2 lijst		
7.3	Aantal gerealiseerde niet-wetenschappelijke publicaties <i>rapporten, vakbladartikelen</i>	
7.3 lijst	Zie lijst onder 4.3.2 voeg evt. publicaties uit eerdere jaren toe	
7.4	Aantal aangevraagde patenten <i>Het aantal patenten die op basis van onderzoek uit het project zijn aangevraagd</i>	
7.4 lijst	Geef van elk patent de doi, wanneer beschikbaar	
7.5	Aantal verleende licenties <i>Het aantal verleende licenties die op basis van onderzoek uit het project zijn verleend</i>	
7.5 lijst		
7.6	Aantal prototypes <i>Het aantal gerealiseerde prototypes die op basis van onderzoek uit het project zijn ontwikkeld</i>	
7.6 lijst		
7.7	Aantal demonstrators <i>Het aantal gerealiseerde demonstrators die op basis van onderzoek uit het project zijn ontwikkeld</i>	
7.7 lijst		
7.8	Aantal spin-offs/ spin-outs <i>Het aantal spin-offs en spin-outs die op basis van onderzoek uit het project zijn voortgekomen.</i>	
7.8 lijst		
7.9	Aantal nieuwe of verbeterde producten/ processen/diensten geïntroduceerd <i>Het aantal producten dat verbeterd of nieuw ontwikkeld is/wordt en het aantal processen en diensten die verbeterd of nieuw is op basis van onderzoek uit het project.</i>	
7.9 lijst		

8 Impact

Impact betreft het verhaal van het project: een kwalitatieve omschrijving van hoe het project heeft bijgedragen aan de missies en/of het realiseren van economische kansen. Geef aan wat er met de ontwikkelde kennis/tools uit het project wordt gedaan. Geef een toelichting op de (bredere) bijdrage van het project aan de maatschappelijke uitdaging, zoals verwoord in 1.4b. De genoemde impact kan bijvoorbeeld betrekking hebben op:

- Producten, concepten, kennis e.d. die door de partners in de praktijk worden toegepast (nu of op afzienbare termijn)
- een aansprekend voorbeeld dat onder de output (paragraaf 7) gerapporteerd is;
- (nieuw) inzicht in randvoorwaarden (buiten kennis&innovatie) die nodig zijn om de missiedoelen te realiseren (denk aan financiering, regelgeving, communicatie, etc).
- het bereiken van (nieuwe) partners en het versterken van opgebouwde netwerken;
- verbinding met (praktijkgericht) onderwijs en andere wijzen van disseminatie;

Geef een link naar de website van het project, video of infographic (indien van toepassing).

Beschrijf de impact van het project, geef evt. ook een link naar de website van het project, een video of infographic (indien van toepassing)

Bijlage 1 MMIP's

KIA: Landbouw, water en voedsel	
MMIP	A1 Verminderen fossiele nutriënten, water en stikstofdepositie
	A2 Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerd op agro-ecologie en zonder schadelijke emissies naar grond- en oppervlaktewater
	A3 Hergebruik zij- en reststromen
	A4 Eiwitvoorziening voor humane consumptie uit (nieuwe) plantaardige bronnen
	A5 Biodiversiteit in de kringlooplandbouw
	B1 Emissiereductie methaan veehouderij
	B2 Landbouwbodems, emissiereductie lachgas en verhoging koolstofvastlegging
	B3 Vermindering veenoxidatie veenweide
	B4 Verhoging vastlegging koolstof in bos en natuur
	B5 Energiebesparing, -productie en -gebruik
	B6 Productie en gebruik van biomassa
	C1 Klimaatbestendig landelijk gebied voorkomen van wateroverlast en watertekort
	C2 Klimaatadaptieve land- en tuinbouwproductiesystemen
	C3 Waterrobuust en klimaatbestendig stedelijk gebied
	C4 Verbeteren waterkwaliteit
	D1 Waardering van voedsel
	D2 Gezonde voeding een makkelijke keuze
	D3 Veilige en duurzame primaire productie
	D4 Duurzame en veilige verwerking
	E1 Duurzame Noordzee
	E2 Natuur-inclusieve landbouw, visserij en waterbeheer in Caribisch Nederland
	E3 Duurzame rivieren, meren en intergetijdengebieden
	E4 Overige zeeën en oceanen
	E5 Visserij
	F1 Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer
	F2 Aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen
	F3 Nederland Digitaal Waterland
	F4 Energie uit water
	ST1 Smart Agri-Horti-Water-Food
	ST2 Biotechnologie en Veredeling

Bijlage 2 TRL-categorieën

De detailcategorieën bestaan uit:

TRL 1 – basisprincipes zijn geobserveerd en gerapporteerd

TRL 2 – technologisch concept en/of toepassing is geformuleerd

TRL 3 – kritische functie of karakteristiek is analytisch en experimenteel bewezen

TRL 4 – component of experimenteel model is gevalideerd in laboratoriumomgeving

TRL 5 – component of experimenteel model is gevalideerd in relevante omgeving

TRL 6 – systeem/subsysteem model of prototype is gedemonstreerd in een relevante omgeving

TRL 7 – prototype van het systeem is gedemonstreerd in een operationele omgeving

TRL 8 – daadwerkelijk systeem is compleet en gekwalificeerd door test en demonstratie

TRL 9 – daadwerkelijk systeem is bewezen door succesvol operationeel bedrijf