I WANT TO LIVE FOREVER...

2D. ORGANISME EN OMGEVING

Je bent onderzoeker in het LifeSpan project. Net als alle andere leerlingen in de klas doe je onderzoek naar veroudering. Jouw onderzoek gaat specifiek over de rol van omgevingsfactoren bij veroudering. Uiteindelijk presenteer je de resultaten uit het onderzoek aan de rest van de klas. De volgende opdrachten helpen je bij het bestuderen van de resultaten en het voorbereiden van je presentatie.

Veel plezier!

Caspar Geraedts, Jennifer Verkleij & Yuri Matteman

De Praktijk

De Praktijk, 2010. These learning materials are subject to the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Netherlands License. Go to http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/nl/ for further information. *This material has been funded by the EU Network of Excellence LifeSpan.*

Opdracht 1. Verschillende fenotypen bij insecten

Het fenotype (alle waarneembare eigenschappen van een organisme) wordt bepaald door enerzijds het genotype en anderzijds de omgeving. Het genotype staat al vast vanaf de bevruchting, terwijl omgevingsfactoren het hele leven lang van invloed zijn.

1. Omgevingsfactoren hebben ook invloed op ziekte en veroudering. Noem vier omgevingsfactoren die van invloed kunnen zijn op de levensduur van een mens. Tip: denk terug aan het spel *I want to make babies!* dat je hebt gespeeld.

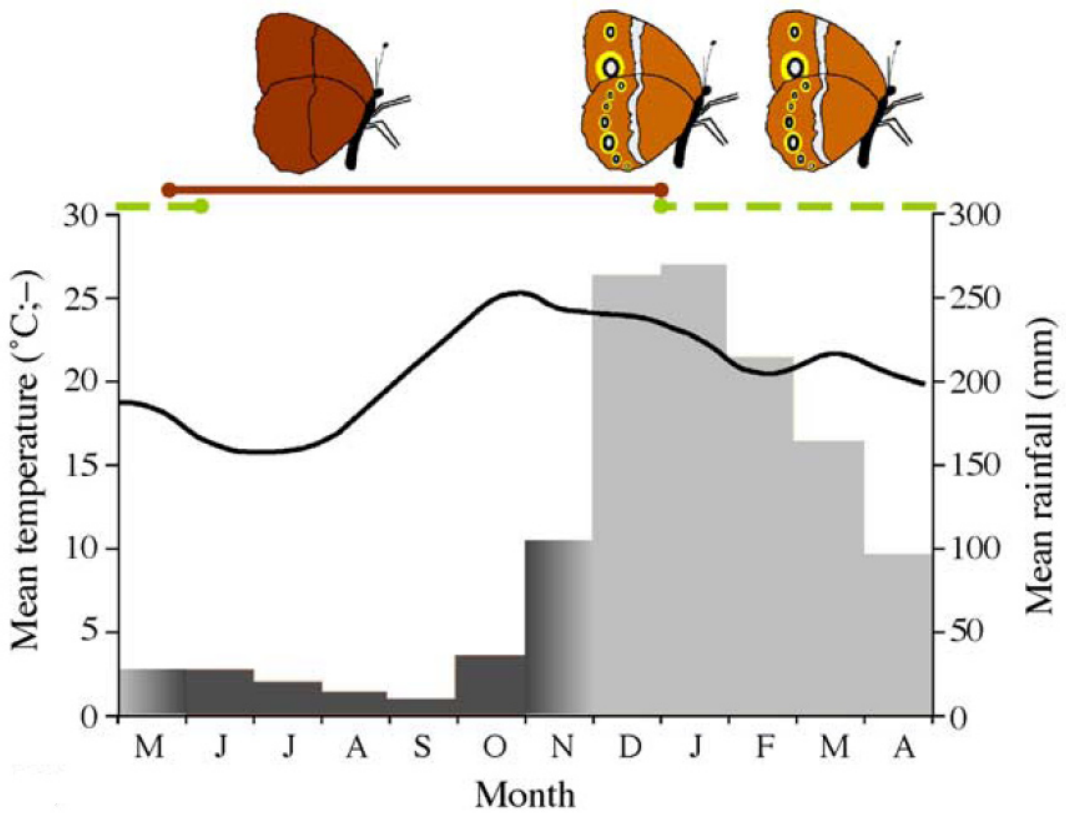
. . . . . .

. . . . . .

Een organisme verdeelt zijn energie over herstel ('lang leven') en voortplanting ('nageslacht voortbrengen'). Wat de beste balans is tussen die twee hangt ook van de omgeving af. Onder bepaalde omstandigheden is het verstandig om het grootste deel van je energie in voortplanting te steken; in een andere omgeving geldt juist het omgekeerde.

In het oosten van Afrika heeft één jaar grofweg twee seizoenen: een droog seizoen (van mei tot november) en een nat seizoen (van december tot april). In het natte seizoen is er veel begroeiing en veel voedsel voor de vlinders. In het droge seizoen zijn veel planten verdord en is er weinig voedsel. Vlinders van het geslacht *Bicyclus* komen daar het hele jaar door voor. Één jaar omvat drie generaties: twee kortlevende generaties in het natte seizoen, en één langlevende generatie in het droge seizoen (zie figuur 1). Behalve een verschil in levensduur, zijn er ook opvallende verschillen in gedrag en het vlekkenpatroon op de vleugels. Dit verschijnsel noem je *fenotypische plasticiteit*. De temperatuur tijdens de larvale ontwikkeling zou je kunnen zien als een voorspeller van toekomstige omstandigheden; de vlinder past zijn stofwisseling, gedrag en vlekkenpatroon hier op aan. Het genotype blijft gewoon hetzelfde.

Fenotypische plasticiteit is het vermogen van een organisme om zijn fenotype aan te passen aan de omstandigheden, zonder dat het genotype daarbij verandert.



Figuur 1. Fenotypische plasticiteit bij het geslacht Bicyclus. De grafiek geeft de gemiddelde temperatuur (lijn) en de gemiddelde hoeveelheid neerslag per maand (balken) weer. Naar: Brakefield et al. (2005).

2. Uit laboratoriumexperimenten blijkt dat bij de ontwikkeling van larve tot vlinder, de temperatuur van de omgeving bepaalt welk fenotype de volwassen vlinder zal hebben. Bekijk de temperatuurcurve in figuur 1 en de plaatjes van de fenotypen daarboven. Welke temperatuur hoort bij welk fenotype?

hoge temperaturen tijdens de groei van de larve leidt tot fenotype uit het droge / natte *seizoen*

lage temperaturen tijdens de groei van de larve leidt tot fenotype uit het droge / natte *seizoen*

3. De vlinders uit het droge seizoen investeren minder energie in voortplanting (en meer energie in onderhoud en herstel) in vergelijking met de 'natte' variant. Hierdoor beginnen zij pas na een maand of zes met het produceren van nakomelingen. Leg uit waarom de strategie om langer te leven en later nakomelingen te krijgen voordelig is in het droge seizoen, maar onvoordelig in het natte seizoen.

.....

.....

.....

Een nog extremer voorbeeld van fenotypische plasticiteit vinden we bij sociale insecten zoals mieren en bijen. Bij de meeste soorten mieren heb je verschillende fenotypen (een koningin, werkmieren en mannetjes) elk met min of meer hetzelfde genotype, maar zeer verschillend wat betreft uiterlijk, gedrag en... levensduur.

4. Bekijk het volgende filmpje:
Laurent Keller 1 – Phenotypes and gene expression in ants

Laurent Keller legt uit dat de verschillen tussen de verschillende fenotypen met name veroorzaakt worden door verschillen in genexpressie (het tot uiting komen van genen). In tabel 1 wordt een aantal genen genoemd die óf bij koninginnen óf juist bij werkmieren meer tot expressie komen.

Tabel 1. Verschillen in genexpressie tussen koninginnen dan bij werkmieren (in L. niger). Naar: Gräff et al. (2007).

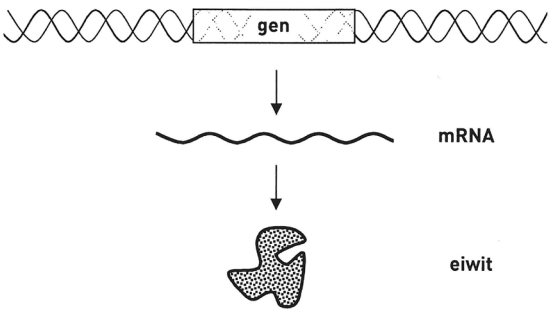
gen	codeert voor	voornamelijk actief bij
Ln96_2	het eiwit vitellogenine, dat een rol speelt bij (a) de vorming van eicellen, en (b) het functioneren van het immuunsysteem	koninginnen
Ln252_3	proteïnase remmers, enzymen die een rol spelen bij de verdediging tegen micro-organismen	koninginnen
Ln385_5	een feromoon receptor, een eiwit dat bindt aan feromonen (geurstoffen) van de koningin; deze feromonen hebben een sterke invloed op het gedrag van de werkmieren	werkmieren

5. Drie verschillende stoffen die je in de cellen van mieren kunt aantreffen zijn: DNA, mRNA en eiwitten (zie figuur 2). Naar welke twee stoffen je zou kunnen kijken om informatie te krijgen over de genexpressie? Verklaar je antwoord.

.....

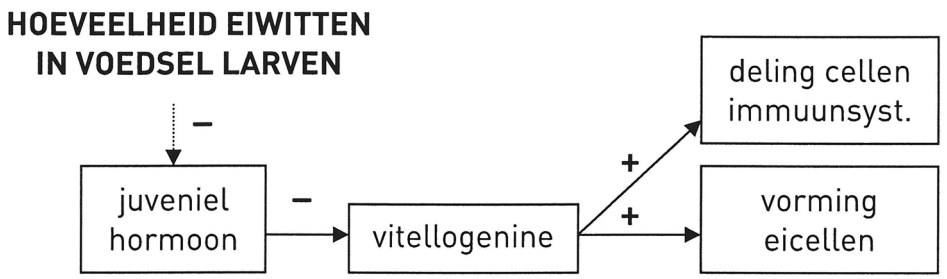
.....

.....



Figuur 2. Genexpressie. Afbeelding: C. Geraedts

De verschillen in genexpressie tussen de verschillende fenotypen komen waarschijnlijk al tijdens de larvale ontwikkeling tot stand. Uit onderzoek aan bijen blijkt dat het voedsel dat de larven krijgen bepaalt of uit een larve een koningin groeit of een werker (zie figuur 3).



Figuur 3. De regeling van fenotypische plasticiteit bij bijen.

6. Bekijk het schema in figuur 3. Welk voedsel leidt tot het ontstaan van een koningin uit een larve?

voedsel met veel eiwitten / voedsel met weinig eiwitten

7. Bekijk het volgende filmpje:
Laurent Keller 2 – A compromise between reproduction, maintenance and protection

Een organisme moet een compromis zien te vinden tussen energie investeren in herstel en energie investeren in voortplanting. Wat dat betreft is er bij mieren iets vreemds aan de hand. De koningin leeft verreweg het langste (30 jaar) én plant zich als enige in hoog tempo voort.

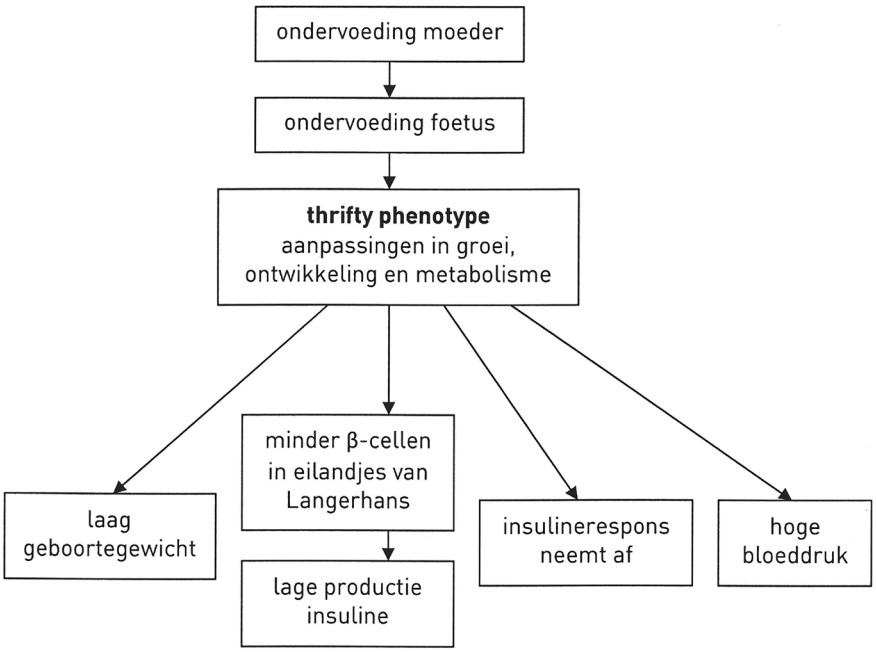
8. Welk enorm voordeel heeft de koningin ten opzichte van werkmieren en mannetjes?

. . . . . .

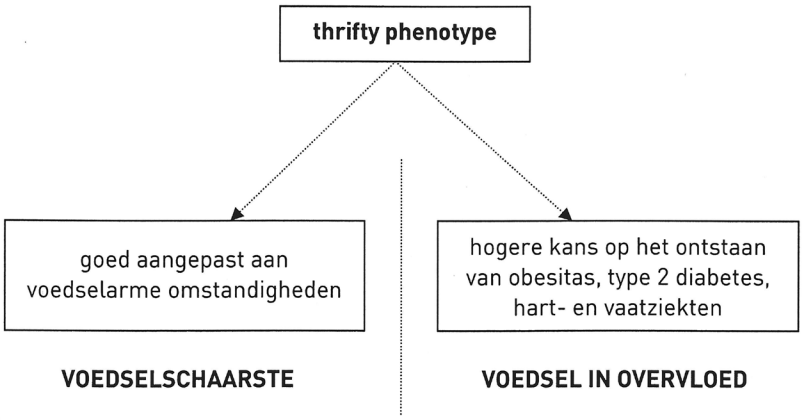
. . . . . .

Opdracht 2. Ondervoeding en overgewicht

Volgens de biochemicus David Barker is bij mensen tot op zekere hoogte ook sprake van fenotypische plasticiteit. Uit onderzoek blijkt dat er een verband bestaat tussen ondervoeding tijdens de embryonale ontwikkeling, en de glucosehuishouding op latere leeftijd. Dit is onder andere aangetoond bij mensen die tijdens de hongerwinter van 1944/1945 in de baarmoeder zaten. De theorie van Barker staat bekend als de *thrifty phenotype hypothesis* (de hypothese van 'het zuinige fenotype'). In figuur 4 en 5 wordt deze theorie samengevat.



Figuur 4. Het ontstaan van een thrifty phenotype ('zuinig fenotype') als gevolg van ondervoeding tijdens de embryonale ontwikkeling. Naar: Hales & Barker (2001).



Figuur 5. Gevolgen van een thrifty phenotype ('zuinig phenotype') onder voedselarme en voedselrijke omstandigheden. Naar: Hales & Barker (2001).

1. Mensen met een 'zuinig fenotype' produceren minder insuline (zie figuur 4). Bovendien reageren hun cellen minder sterk op dit hormoon. Wat gebeurt er met het glucosegehalte van het bloed?

. . . . . .

. . . . . .

2. In het geval van de vlinders (zie opdracht 1) heeft fenotypische plasticiteit een duidelijk voordeel: de vlinder krijgt steeds het fenotype dat het beste is aangepast aan de heersende omstandigheden. Ook een 'zuinig fenotype' (bij mensen) kun je zien als een voorbereiding op latere omstandigheden. Leg dat uit.

. . . . . .

. . . . . .

3. De thrifty phenotype hypothesis legt een verband tussen ondervoeding tijdens de embryonale ontwikkeling en het ontstaan van obesitas (overgewicht) op latere leeftijd (zie figuur 5). Leg uit dat de toename in het aantal mensen met obesitas niet alleen verklaard kan worden door de thrifty phenotype hypothesis.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Opdracht 3. Moederzorg

Het zijn niet alleen omgevingsfactoren zoals voeding en temperatuur waar een organisme mee te maken heeft. Ook de aan- of afwezigheid van soortgenoten kan een belangrijke rol spelen. Bij zoogdieren is de zorg van de moeder (en soms de vader) in de eerste fase van het leven een belangrijke factor.

1. Bekijk het volgende filmpje:
Ron de Kloet 2 – Research on stress reactivity in animals

2. Ron de Kloet beschrijft een onderzoek naar de invloed van moederzorg bij ratten. Daarbij gaat het met name om de zorg (aandacht, likken, voedsel, etc.) in de allereerste levensfase. Een aantal gevolgen van veel, of juist weinig moederzorg worden in het filmpje genoemd. Vul het onderstaande schema in. Kijk eventueel nog een keer naar het filmpje.

	reactie op emoties en stress	reactie op een onbekende omgeving
ratten die veel moederzorg hebben ontvangen		
ratten die weinig moederzorg hebben ontvangen		

3. Moederzorg bestaat natuurlijk ook bij mensen. Een mensenbaby moet in vergelijking met andere diersoorten voor een relatief lange periode verzorgd worden. Uit onderzoek blijkt wel dat het voor een baby niet zoveel uitmaakt of het die zorg ontvangt van de moeder of van iemand anders (bijvoorbeeld van de vader of een grootmoeder). Wat is daarvan het voordeel?

.....

.....

Opdracht 4. De LifeSpan conferentie

Op een wetenschappelijke conferentie komen onderzoekers van verschillende universiteiten bijeen om gegevens uit te wisselen en onderzoeksresultaten te bespreken. Dat gaan jullie ook doen. Als afsluiting van deze opdracht is er een soort wetenschappelijke conferentie waar jullie een korte presentatie geven over de onderwerpen die je tot nog toe hebt bestudeerd. Daarnaast schrijven jullie een kort voorstel voor een vervolgonderzoek.

De presentatie bestaat uit drie onderdelen:

A. Fenotypische plasticiteit bij insecten

Leg aan de hand van de afbeelding op pagina 10 uit:
- wat fenotypische plasticiteit is
- dat hierbij geen sprake is van verschillen in het genotype, maar van verschillen in genexpressie

B. De thrifty phenotype hypothesis

Leg aan de hand van de afbeeldingen op pagina 11 uit:
- wat de oorzaken zijn van het ontstaan van een thrifty phenotype, en welke kenmerken daar bij horen
- dat de thrifty phenotype hypothesis alleen geen voldoende verklaring geeft voor de toename van het aantal mensen met obesitas en diabetes

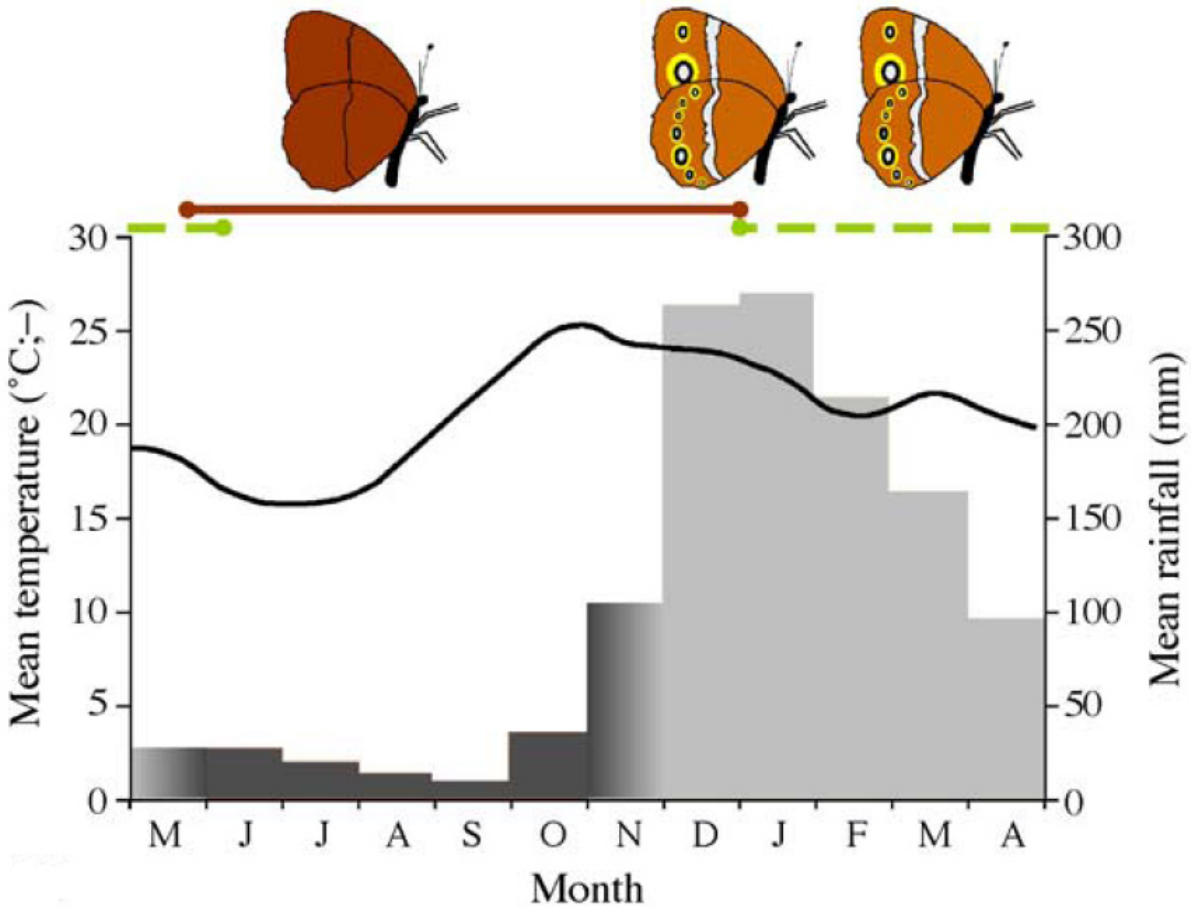
C. Voorstel voor vervolgonderzoek

Je wilt onderzoeken wat het verband is tussen geboortegewicht, voedingspatroon en het ontstaan van obesitas op latere leeftijd bij mensen. Leg uit waarom je het geboortegewicht in je onderzoek meeneemt. Beschrijf kort welke stappen je neemt om je onderzoeksvraag te beantwoorden (zie het schema op pagina 12).

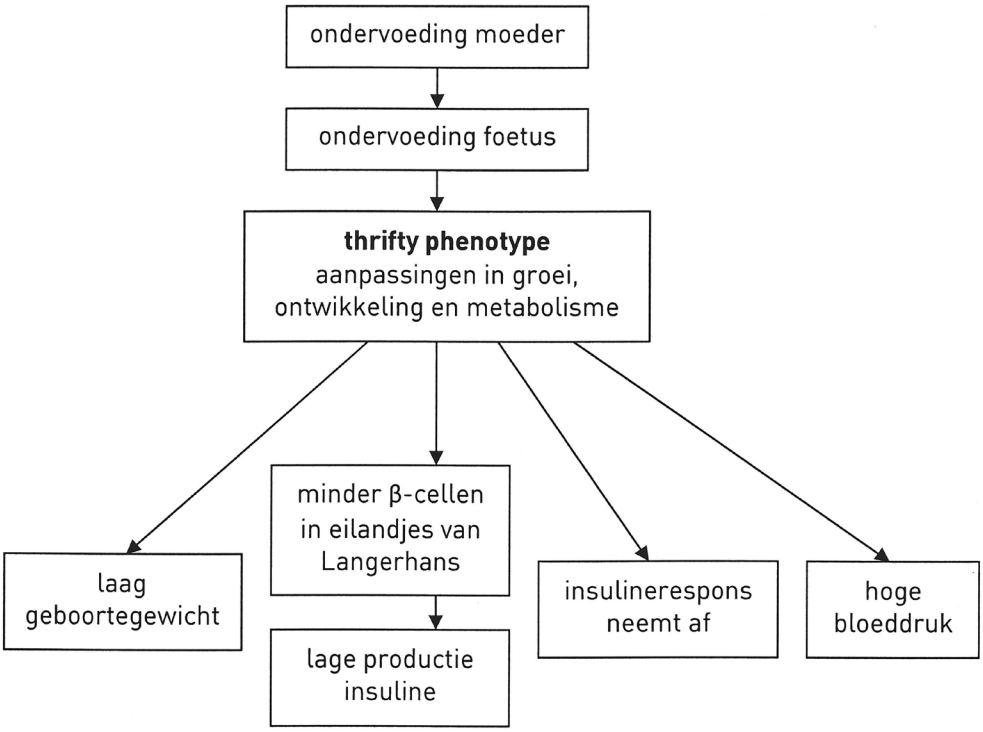
De voorbereiding
Voor jullie zijn al PowerPoint slides gemaakt, met daarop de afbeeldingen op pagina 10 en 11. Je kunt deze kopieën gebruiken om aantekeningen te maken. Je onderzoeksvoorstel schrijf je in het schema op pagina 12. Schrijf het eventueel eerst in klad.

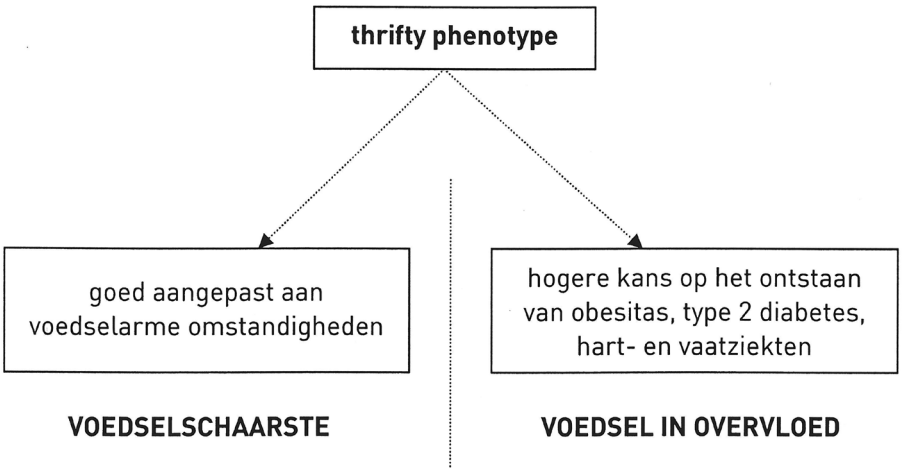
De conferentie
Geef aan de hand van de PowerPoint slides een korte presentatie over wat je hebt geleerd. Je mag je aantekeningen erbij houden. Presenteer ook je onderzoeksvoorstel aan de rest van de klas. De docent bepaalt steeds wie er aan de beurt is.

A. Fenotypische plasticiteit bij insecten



B. De thrifty phenotype hypothesis





C. Onderzoeksvoorstel

Titel onderzoek
Inleiding (ongeveer 50 woorden)
Onderzoeksvraag
Hypothese
Opzet onderzoek (inclusief materiaal en methoden)