

## Aziatische genen verbeteren het Europees vleesvarken

Veel gunstige eigenschappen van het Europees vleesvarken zijn afkomstig van Chinese zeugen. Deze eigenschappen werden ingekruist om het Europese varkensras te verbeteren.

Na het ontstaan van het wild zwijn (*Sus scrofa*), ongeveer 4 miljoen jaar geleden, heeft deze voorouder van onze vleesvarkens zich vanuit Zuidoost-Azië over Eurazië verspreid. Domesticatie van varkens heeft zo'n 10.000 jaar geleden zowel in Europa als in Azië plaatsgevonden. Het huidige Europees vleesvarken (*Sus scrofa domesticus*) is ongeveer 200 jaar geleden ontstaan in het Verenigd Koninkrijk. De Engelse varkenshouders haalden destijds zeugen uit China die vruchtbaarder en vetter waren en kruisten die met hun eigen varkens. Dankzij de Aziatische genen produceren onze vleesvarkens nu meer biggetjes en beter vlees. In afbeelding 1 is dit in een vereenvoudigd cladogram weergegeven.

afbeelding 1



- 2p 16 Welke term is van toepassing op het verkrijgen van nieuwe eigenschappen in het Europees vleesvarken, weergegeven door de pijl in afbeelding 1?
- A emergente eigenschap
  - B flessenhalseffect
  - C founder effect
  - D genetic drift
  - E gene flow
  - F mutatie

De gedomesticeerde Aziatische en Europese varkensrassen leefden geografisch gescheiden van elkaar tot de mens ze bij elkaar bracht.

- 2p 17 Beschrijf twee manieren waarop de grote uiterlijke verschillen tussen deze twee varkensrassen kunnen zijn ontstaan.

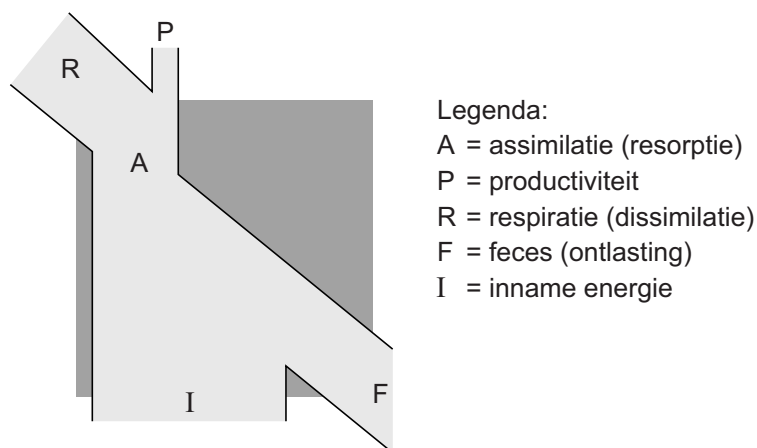
Gedomesticeerde dierenrassen hebben meestal een geringere genetische variatie dan populaties in het wild.

Uit onderzoek blijkt dat de genetische variatie bij het Europees vleesvarken juist groot is.

- 1p 18 Beschrijf aan de hand van een voorbeeld dat genetische variatie voordelig kan zijn voor de vleesvarkenproductie.

In afbeelding 2 is een energiestroomschema weergegeven dat voor vleesvarkens gebruikt kan worden. Hierin zijn vijf componenten met een letter aangegeven.

### afbeelding 2



De voedsel-naar-vlees-conversiefactor geeft aan welk deel van de energie in het varkensvoer wordt omgezet in varkensvlees.

Door gericht fokken heeft het huidige vleesvarken een heel gunstige conversiefactor gekregen, onder andere doordat component R kleiner is geworden.

- 1p 19 Licht toe hoe door gericht fokken op een specifieke eigenschap component R kleiner kan worden.

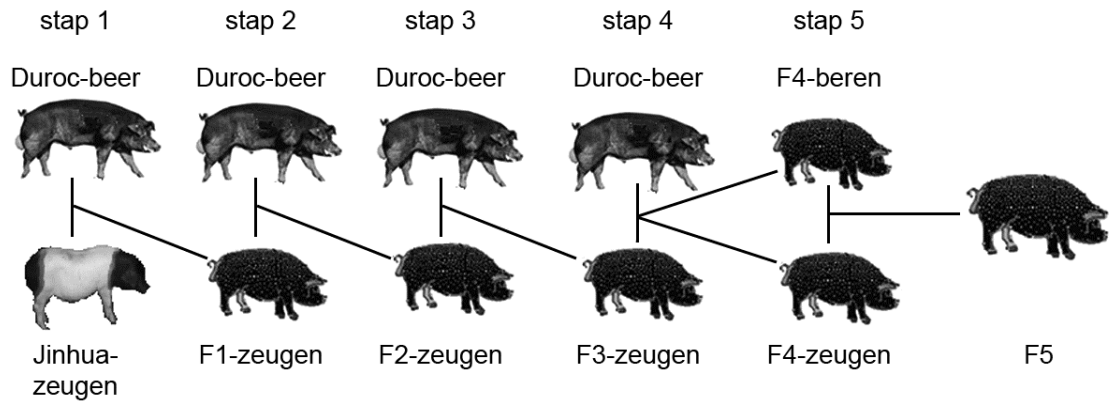
Als een varkenshouder streeft naar een bepaalde combinatie van eigenschappen kan dit bemoeilijkt worden door gekoppelde overerving. Tijdens de meiose kan de koppeling van genen verbroken worden.

- 1p 20 Door welk proces tijdens de meiose kan recombinatie van gekoppelde genen plaatsvinden?

In Japan is de vleeskwaliiteit van het hoogproductieve varkensras Duroc verbeterd door genen van het Jinhua-varken in te kruisen. Jinhua-varkens hebben mals vlees, maar zijn weinig productief.

In afbeelding 3 is weergegeven hoe door kruising en terugkruising op de klassieke manier het varkensras veredeld kan worden.

### afbeelding 3



- Stap 1: kruising tussen een Duroc-beer (mannelijke) en Jinhua-zeugen (vrouwelijke) om een 'hybride' F1-generatie te produceren.
- Stap 2: van deze F1 worden de zeugen gebruikt om terug te kruisen met een andere Duroc-beer. Uit deze kruising ontstaat een F2.
- Stap 3 en 4: het terugkruisen met een Duroc-beer wordt nog twee keer herhaald en levert een groep F4-beren en F4-zeugen op.
- Stap 5: de F4 wordt onderling gekruist.

In de uitwerkbijlage staat een vereenvoudigde versie van het kruisingsschema (afbeelding 3), waarin de gebruikte individuen en groepen varkens zijn weergegeven als rondjes.

Een zwart rondje betekent dat dit varken of deze groep varkens een 100% Jinhua-genoom heeft, een wit rondje betekent een 100% Duroc-genoom. In het schema is het genoom van de dieren bij stap 1 en stap 2 al ingevuld.

- 2p 21 Vul het schema aan zodat van elk varken en van elke groep varkens duidelijk wordt welk deel van het genoom (gemiddeld) afkomstig is van het ras Jinhua en welk deel (gemiddeld) afkomstig is van het ras Duroc. Ga ervan uit dat elk chromosoom evenveel kans heeft om aan de volgende generatie te worden doorgegeven.

2p **22** ~~X~~ ~~æ~~ ~~AGG~~ worden overgeslagen.

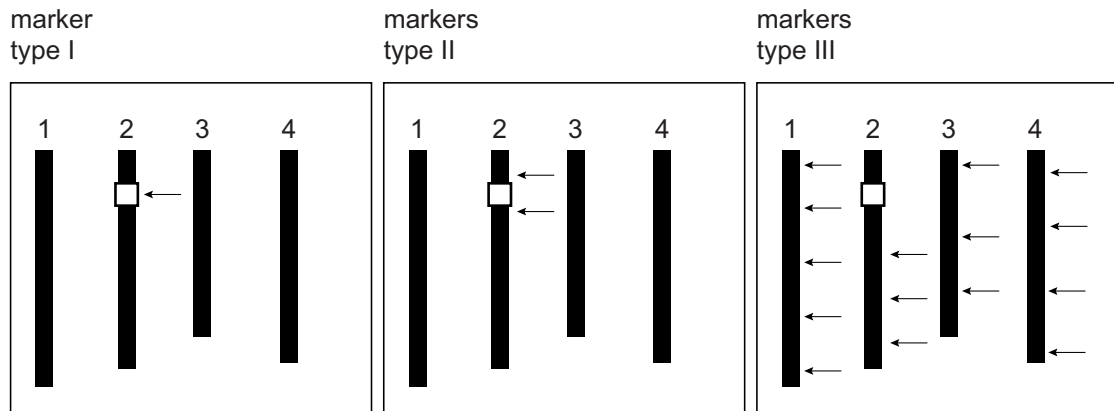
Tegenwoordig kunnen eigenschappen van een ander ras dankzij DNA-technieken efficiënter ingekruist worden dan voorheen. Een recent voorbeeld komt uit Japan. De malsheid van varkensvlees wordt bepaald door een complex van genen op chromosoom 2 van het varkensgenoom. De Japanse onderzoekers voerden een serie kruisingen uit waarbij ze de zeugen selecteerden op basis van een DNA-test. Met behulp van genetische markers (bepaalde stukjes DNA of genen) selecteerden ze zeugen die de gewenste 'malsheidgenen' van het Jinhua-ras hadden, maar waarin het Duroc-genoom maximaal behouden was.

Bij de beschreven Japanse veredelingsmethode om malsheid te verbeteren in een hoogproductief varkensras, werd voor de selectie gebruikgemaakt van een DNA-techniek met markers. Dit werd gedaan omdat het heel lastig is om op malsheid te veredelen als het genotype voor malsheid van de varkens niet bekend is.

1p **23** Verklaar waarom het lastig is deze veredeling uit te voeren op basis van fenotype.

Om alléén de malsheidgenen uit het Jinhua-genoom in het Duroc-genoom in te kruisen en voor de rest het Duroc-genoom zo veel mogelijk te behouden, zijn voor stap 3, 4 en 5 van het kruisings-programma (afbeelding 3) individuen geselecteerd op basis van genetische markers in het DNA. In afbeelding 4 zijn schematisch vier chromosomen van het varkens-genoom weergegeven. Met een wit blokje is de doelwitlocus op chromosoom 2 aangegeven: hier ligt het complex van genen dat de malsheid van het vlees bepaalt. Met pijltjes is de plaats van de verschillende markers aangegeven.

#### afbeelding 4



De drie typen markers (I, II, III), hebben elk een eigen selectiedoel. Dieren werden alleen gebruikt om mee verder te fokken als alle drie de typen markers aangetoond konden worden.

- 3p 24 – Zet de markers type I, type II en type III – met een tussenregel – onder elkaar op je antwoordblad en noteer erachter met welk doel het betreffende markertype wordt gebruikt.
- Noteer ook bij elk markertype of het wordt gebruikt om DNA van **Jinhua** of van **Duroc** aan te tonen.

De Japanse onderzoekers hadden de malsheidgenen uit het Jinhua-DNA ook met behulp van recombinant-DNA-techniek in het genoom van een Duroc-varken kunnen brengen.

- 2p 25 Is het malse vlees van zo'n Duroc-varken dan te beschouwen als genetisch gemodificeerd? En is het dier dan cisgeen, transgeen of geen van beide?

vlees genetisch gemodificeerd?	dier cisgeen of transgeen?
A nee	geen van beide
B nee	cisgeen
C nee	transgeen
D ja	geen van beide
E ja	cisgeen
F ja	transgeen

#### Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

# uitwerkbijlage

21

