

# Genetische variatie voor de toekomst

*Ir. Sipke Joost Hiemstra, Livestock Research*

*Dr. Jack Windig, Livestock Research*

*Dr. ir. Jan Ten Napel, Livestock Research*

*Dr. ir. Kor Oldenbroek, Centrum voor Genetische Bronnen Nederland*



Ir. Sipke Joost Hiemstra

## 3.6

De wereldbevolking groeit snel en onze (leef)wereld verandert voortdurend. Klimaatverandering is onafwendbaar, maar ook onvoorspelbaar. Ecosystemen staan onder druk, evenals de culturele diversiteit. Landbouwproductiesystemen gaan wereldwijd steeds meer op elkaar lijken. Over de hele wereld worden steeds meer dezelfde plant- en dierrassen gebruikt. Natuur en landschap versralen.

Een zorgvuldige en duurzame veehouderij kan versraling tegengaan en benut en bewaart de biodiversiteit.

Biodiversiteit kent vele dimensies, variërend van genetische diversiteit binnen rassen tot complete ecosystemen. In dit essay benadrukken we het belang van genetische diversiteit in landbouwhuisdieren en het belang van verscheidenheid bij de ontwikkeling van veehouderijsystemen voor de toekomst. Dit in het licht van het streven naar mondiale voedselzekerheid en behoud van biodiversiteit in bredere zin.



### **Benutting van genetische variatie door de eeuwen heen**

Vóór de domesticatie van vee en gewassen aten mensen wat de natuur hen bood. Sinds het ontstaan van landbouw en veeteelt werd de beschikbare genetische variatie in gewassen en dieren steeds beter benut. Vanuit centra van domesticatie zijn dieren verspreid over de wereld. Pas in de 20<sup>e</sup> eeuw is de fokkerij in een stroomversnelling gekomen. De wetten van Mendel werden geleidelijk steeds beter benut in efficiënte fokprogramma's. Fokkerij is al vanaf het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw succesvol geweest in het benutten van genetische variatie. Nieuwe rassen en gespecialiseerde lijnen zijn en worden voortdurend ontwikkeld. Het productieniveau van kippen, varkens en melkvee is anno 2010 in westerse, intensieve bedrijfssystemen enorm gestegen. 50 jaar terug gaf de melkkoe in Nederland gemiddeld minder dan 5000 kg per jaar. Nu ligt het gemiddelde productieniveau boven de 8000 kg per koe per jaar. Met een steeds kleiner aantal rassen of lijnen wordt een steeds groter deel van de mensheid van vlees, eieren of melk voorzien. Het management op veehouderijbedrijven is sterk verbeterd, maar ook het genetisch potentieel van de dieren voor productie-eigenschappen. Benutting van additief genetische variatie voor economisch belangrijke productietekenen kent ogenschijnlijk geen grenzen. Te eenzijdige selectie gericht op hogere producties stelt echter ook steeds hogere eisen aan het management om dit niet ten koste te laten gaan van vruchtbaarheid, gezondheid en welzijn.

'Een dier dat onder alle omstandigheden het beste presteert, is een illusie'

### Zonder genetische variatie geen verandering mogelijk

Volgens Fishers fundamental theorem uit de evolutiebiologie (Frank and Slatkin, 1992) neemt de 'fitness' van populaties toe naarmate de genetische variatie binnen populaties hoger is. Bij geen genetische variatie kan een populatie niet meer veranderen, wat desastreus kan zijn. Als er bijvoorbeeld een tot nu toe onbekende ziekte uitbreekt, zal een populatie helemaal verdwijnen als alle dieren gevoelig zijn. Maar ook voor minder dramatische veranderingen in bijvoorbeeld klimaat of voedselaanbod is variatie nodig om ook onder de nieuwe omstandigheden gezonde en robuuste dieren te kunnen houden. Een dier dat onder alle omstandigheden het beste presteert, is een illusie. Dicht bij huis zal de melkveehouder hoogst ongelukkig zijn als hij maar uit één stier op de 'stierenkaart' kan kiezen. Hij wil die stieren kunnen kiezen die het beste bij zijn veestapel en bedrijf passen. En zeker op mondiale schaal zijn verschillende typen landbouwhuisdieren nodig die passen in sterk uiteenlopende veehouderijssystemen.

### De dynamiek van rasontwikkeling

Trends in genetische variatie in landbouwhuisdieren leiden we vaak af van de populatiegrootte van veerassen. Volgens FAO statistieken (FAO, 2007a) wordt wereldwijd een derde van de dierrassen met uitsterven bedreigd. Van oudsher zijn rassen ontstaan doordat mensen in een bepaalde streek een bepaald type dier gingen houden en fokken dat het beste paste in die streek, waarbij ook lokale voorkeuren voor uiterlijk en smaak een rol zullen hebben gespeeld. Een goed voorbeeld zijn de Nederlandse heideschape die rond de middeleeuwen zijn ontstaan, en die op een schraal rantsoen kunnen leven en tegelijkertijd het landschap instand houden. Veel rassen zijn ontwikkeld vanaf het einde



van de 19<sup>e</sup> eeuw, toen de eerste stamboeken voor rassen in Europa werden opgericht. Vóór de stamboekvorming hadden we lokale landrassen die goed waren aangepast en veel variatie vertoonden. Nadat halverwege de 20<sup>e</sup> eeuw veel lokale rassen waren opgegaan in regionale of landelijke rassen, zijn in de loop der jaren nieuwe en succesvolle rassen ontwikkeld, gebruik makend van de genetische variatie binnen en tussen de oorspronkelijke rassen.

Holstein Friesian is het dominante ras in de melkveehouderij en is oorspronkelijk gefokt in Noord Amerika uit Nederlands en Duits stamboekvee. Een meer recent voorbeeld is de ontwikkeling van nieuwe Nederlandse schapenrassen in de jaren '70 van de 20<sup>e</sup> eeuw. Bij het toenmalige DLO-instituut IVO werd de Flevolander ontwikkeld, een productieve kruising tussen de Ile de France en het Finse landras. Twee rassen met elk een extreem kenmerk: tweemaal per jaar in bronst en grote worpgrootte. Het Finse landras is er gelukkig nog steeds en bovendien zijn de genen van de oorspronkelijke rassen optimaal benut in het Flevolander ras. Deze voorbeelden geven aan dat fokkerij succesvol is door benutting van de aanwezige genetische variatie zowel binnen als tussen rassen. Vanuit dit oogpunt en omdat we de toekomstige vraag moeilijk kunnen voorspellen, is het nodig om een breed palet aan genetische diversiteit beschikbaar te houden.

### Genetische erosie?

De afgelopen decennia heeft een vergaande uniformering in het gebruik van hoogproductief uitgangsmateriaal en ook in het ontwerp van veehouderijsystemen plaatsgevonden. Deze uniformeringstrend in de landbouw is volledig in lijn met de steeds verder afnemende (wilde) biodiversiteit bij ongewijzigd beleid (PBL, 2010) en is daar ook gedeeltelijk verantwoordelijk voor.

Voor de lange termijnontwikkeling van de veehouderij en landbouw willen we kunnen blijven putten uit een grote pool van genetische variatie (allelen), wanneer eisen en wensen van de consument, maatschappij en veehouder veranderen ('option value'). Rasstatistieken geven een grof beeld van veranderingen in het gebruik en in mindere mate ook van veranderingen in genetische diversiteit. Vanuit genetisch oogpunt hoeft verlies van rassen of veranderingen in het gebruik van rassen niet altijd erg te zijn.

Belangrijke vragen zijn echter in welke mate genetische erosie is opgetreden (verlies van waardevolle genen of allelen) en in hoeverre genetische variatie toegankelijk is en blijft. Wereldwijd weten we daar nog weinig van. De volgende voorbeelden geven aan dat



‘Onderzoek heeft uitgewezen dat 50% of meer van de genetische diversiteit in oorspronkelijke of oude rassen niet (meer) aanwezig is’

waakzaamheid en gerichte acties nodig zijn om te zorgen dat belangrijke genetische variatie niet verloren gaat. Wereldwijd bedienen slechts enkele internationaal opererende pluimveefokbedrijven het overgrote deel van de markt. Recent onderzoek heeft uitgewezen dat 50% of meer van de genetische diversiteit in oorspronkelijke of oude rassen niet (meer) aanwezig is in commerciële kippenlijnen (Muir et al, 2008). Maar pluimveefokbedrijven hebben in de laatste decennia ook veel aandacht besteed aan behoud van genetische diversiteit in hun commerciële lijnen. Het is niet precies duidelijk wat de toekomstige waarde kan zijn van de ‘afwezige 50%’, maar het is voor de fokkerij van belang om ook in de toekomst toegang te hebben tot een grote pool van (zeldzame) allelen of genen. Het is verstandig om de uitgangsrassen te blijven bewaren. In veel landen domineert het melkveeras Holstein Friesian. Niet alleen wordt hetzelfde ras gebuikt maar ook hebben alle Holstein koeien vaak dezelfde voorvaders (Bell, Elevation, Sunny Boy, O-man...). Hierdoor kunnen we genetisch gezien de Holstein eigenlijk beschouwen als een ‘zeldzaam ras’. De oorzaak is dat mondiaal opererende fokkerijbedrijven te veel verwante stieren vermarkten, te weinig verschillende ‘stievaders’ gebruiken en dat veehouders massaal enkele topstieren inzetten. Allemaal topstieren, maar door teveel inteelt steken regelmatig letale erfelijke gebreken de kop op, en wordt het (in de verdere toekomst) steeds lastiger om van fokkerijkoers te veranderen. In het moederland van de Holstein Friesian, de Verenigde Staten, kruisen melkveeouders nu steeds vaker met meer robuuste melkveerassen. Dit is om de gezondheid en de vruchtbaarheid van de dieren eenvoudiger te managen op grootschalige bedrijven.

### **Zijn mondiale voedselzekerheid en behoud van biodiversiteit strijdig?**

Iedereen is het erover eens dat we de groeiende wereldbevolking willen voeden zonder dat we toekomstige generaties opzadelen met irreversibele effecten op biodiversiteit, ecosystemen, milieu en klimaat. Duurzame intensivering van de veehouderij (2 x efficiënter en tegelijkertijd 2 x minder ecologische footprint) is een belangrijke strategie om aan de groeiende behoefte aan dierlijke producten te voldoen. De veehouderij is volgens FAO (2006) verantwoordelijk voor 18% van de broeikasgassen. Oplossingen worden vooral gezocht vanuit de 'mind set' van de intensieve veehouderij. Productiesystemen kunnen we verder optimaliseren, inclusief verlaging van de uitstoot per dier, door fokkerij- en voedingsmaatregelen en het voorkómen van gezondheids- en vruchtbaarheidsproblemen. Terug naar biodiversiteit: vanuit dat perspectief ligt het voor de hand om vooral binnen de veelgebruikte rassen te kijken hoe we efficiëntere dieren kunnen fokken. Biodiversiteit is dan alleen functioneel voor zover aanpassing aan veranderende omstandigheden noodzakelijk is.

### **Adaptieve landbouw**

Een alternatieve denkwijze is 'adaptieve landbouw': zo goed mogelijk aansluiten bij de kansen en beperkingen van een variatie aan lokale situaties en ecosystemen, ook in delen van de wereld die we nu niet direct in verband brengen met grootschalige landbouw. De context bepaalt dan welke lijn, kruising of genotype het beste past in een dergelijk systeem.

Adaptieve landbouw genereert zo functionele diversiteit tussen milieus.

We vergeten maar al te gemakkelijk dat het grootste deel van de mensheid afhankelijk is van kleinschalige landbouw, waarbij op systeemniveau de productie-efficiëntie van het dier slechts één van de belangrijke factoren is. Daar komt bij dat een groot deel van het aardoppervlak bestaat uit (schraal) grasland. Juist de hoog productieve (high input – high output) dieren zijn vaak niet optimaal aangepast aan die omstandigheden. De lokale bevolking is afhankelijk van de benutting van meestal marginale gronden en het is duidelijk dat ook zij aan die omstandigheden aangepast vee nodig hebben.

Naast duurzame intensivering is het daarom net zo belangrijk om alternatieve strategieën en adequaat beleid te ontwikkelen, waarbij biodiversiteit, ecosystemen en ecosystemendiensten meer centraal staan. Traditionele landbouwsystemen en lokale rassen leveren een range aan ecosystemendiensten en zijn van groot sociaal-economisch en cultureel belang. Zowel voor beleid als voor onderzoek is het hoogst onverstandig om op één paard (lees: één combinatie van genetische lijn en productiesysteem) te wedden. We moeten afstappen

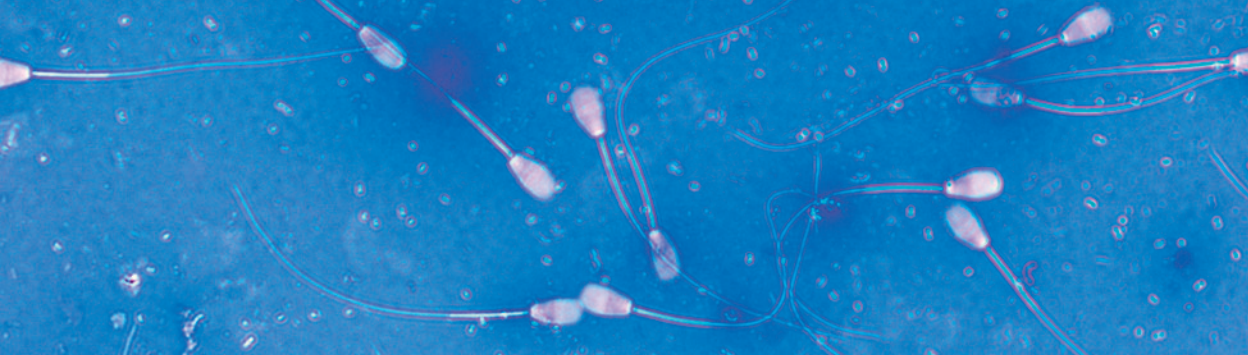
‘Er is te weinig aandacht voor het nut van variatie tussen dieren in populaties’

van het idee dat er twee extreme mogelijkheden zijn (intensieve landbouw versus behoud van biodiversiteit), waartussen geen synergie mogelijk is (zie o.a. Brussaard et al., 2010).

### **Risk management: het belang van robuuste dieren én robuuste systemen**

Het streven naar een zorgvuldige veehouderij vertalen we vaak naar een uniforme, grootschalige veestapel dat met ‘precisiemanagement’ tot optimale prestaties wordt geleid. Het ontwerp van het productiesysteem richt zich vaak op gemiddelde omstandigheden op korte of middellange termijn. De veronderstelling hierbij is dat de hoogste productie of het hoogste rendement wordt gehaald door het systeem met goed management op een bepaald niveau te optimaliseren. Er is te weinig aandacht voor het nut van variatie tussen dieren in populaties, voor de veerkracht van individuele dieren en hoe om te gaan met (onvoorspelbare) variatie in de omgeving van het bedrijf. Dit geldt zowel voor ‘westerse’ als ‘niet-westerse’ systemen. Veel westerse veehouderijsystemen en uitgangsmateriaal worden naar de rest van de wereld geëxporteerd. Vaak met succes, maar vaak ook niet.

De meeste (landbouwkundige) systemen zijn en gedragen zich als complexe systemen. Daarbij is het belangrijk om na te denken hoe we kunnen voorkómen dat bepaalde (kritieke) grenzen worden overschreden (‘resilience approach’). De moderne westerse veehouderij is sterk gericht op uniformiteit in productie en kwaliteit, als antwoord op vragen van retailers en de consument. Dat kan door uniformiteit in uitgangsmateriaal en verstoringen buiten te houden, zodat ze geen vat hebben op de dieren (het houderijsysteem of het dier is dan ‘resistent’). Uniformiteit kunnen we echter ook realiseren door het aanpassingsver-



mogen van dieren in te schakelen bij het opvangen van kleine verstoringen (robuustheid en flexibiliteit). Het dier blijft in balans door een tijdige en effectieve respons.

Genetische variatie in vee op dierniveau én op populatieniveau is van belang voor risicospreiding. Een robuust dier heeft voldoende 'overcapaciteit' om met (substantiële) schommelingen in de omgeving te kunnen omgaan. Daarnaast is diversiteit binnen populaties ook een belangrijke vorm van risicospreiding, zodat niet al het vee gelijk omvalt bij extreme gebeurtenissen. Boeren of nomaden die onder marginale omstandigheden moeten overleven, hebben van oudsher een dergelijke strategie van risicospreiding. Ook het ontwerp van intensievere veehouderijsystemen moet meer rekening houden met risicospreiding en niet alleen uniforme maximalisatie nastreven.

Op een heel ander niveau roept de mondiale afhankelijkheid van een klein aantal fokbedrijven en multinationals ook vraagtekens op. Wanneer de vergelijking wordt getrokken met de mondiale bankencrisis, moeten we ons afvragen in hoeverre de mondiale voedselzekerheid te afhankelijk wordt van een klein aantal grote bedrijven. Een kleine fout in de strategie van fokkerijbedrijven kan wereldwijde impact hebben en de concentratie beperkt de mogelijkheden om fouten te herstellen.

### Ethisch en esthetisch aspecten

Ontwikkelingen in de veehouderij roepen ethische en esthetische vragen op. In toenemende mate stelt men vragen over de landschappelijke inpassing van grote veehouderijbedrijven. Industriële, grootschalige veehouderij past wellicht niet in ieder (waardevol cultuur)landschap. Ontwikkeling of ontwerp van de toekomstige veehouderij (in Nederland, in Europa en mondiaal) moet veel meer worden benaderd vanuit de waarden en functies van ecosystemen en ruimtelijke inpassing. Dit betekent onder andere meer redeneren vanuit variatie en niet vanuit uniformiteit, vanuit ethiek en esthetiek en niet vanuit efficiëntie alleen. Behoud van variatie in lokale veerassen, die meerdere functies kunnen vervullen, past goed in een dergelijke gedachte. Naast de genetische waarde (genen en allelen) voor productiefuncties hebben onze (lokale) veerassen ook interessante landschappelijke, esthetische, cultuurhistorische en ecologische waarden.

### Genetische variatie goed bewaren en beter benutten

Snelle ontwikkelingen in vooral het 'omics' onderzoek bieden nieuwe mogelijkheden om de aanwezige brede genetische variatie binnen en tussen rassen aan te tonen, gericht te conserveren en te benutten. De genetische variatie tussen en binnen rassen kan in de



‘Internationale afspraken zijn nodig om de nog aanwezige genetische variatie niet tussen onze vingers te laten wegglippen’

fokkerij worden ingezet om te werken aan robuust, efficiënt, milieuvriendelijk vee voor verschillende omstandigheden.

Het is belangrijk om nu en in de toekomst te kunnen blijven beschikken over bronnen van genetische variatie voor de fokkerij en andere gebruikers. Naast de oprichting van plantengenenbanken zijn ook veel landen een genenbank voor landbouwhuisdieren gestart. De technologie kan de wereldwijde genetische variatie in landbouwhuisdieren veilig stellen voor de toekomst. Het is duidelijk dat dit niet vanzelf gaat. Bedrijven en rijkere landen zorgen wel voor de eigen genetische bronnen, maar dit ligt anders in minder ontwikkelde landen. Internationale afspraken zijn nodig om de nog aanwezige genetische variatie niet tussen onze vingers te laten wegglippen, maar beschikbaar te houden voor onderzoek en fokkerij.

### Denken vanuit verscheidenheid

Het streven naar mondiale voedselzekerheid vraagt om meer synergie tussen duurzame intensivering van de veehouderij en behoud van biodiversiteit/ecosystemen. Fokkerij en ontwerp van systemen heeft de potentie om in te spelen op een verscheidenheid aan omstandigheden, wereldwijd. Voedselzekerheid op lange termijn is beter gegarandeerd bij een continue adaptatie aan veranderende omstandigheden. Een grote verscheidenheid in levende genetische bronnen is de bron van een grote verscheidenheid in productiesystemen en producten die ontwikkeld en gevraagd worden. Het is de genetische variatie tussen individuen, binnen en tussen rassen, die veranderingen ook in de toekomst mogelijk maakt.

## Referenties

- Brussaard L., P. Caron, B. Campbell, L. Lipper, S. Mainka, R. Rabbinge, D. Babin, M. Pulleman, 2010. Reconciling biodiversity conservation and food security: scientific challenges for a new agriculture. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2:34-42. ScienceDirect. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- FAO, 2006. *Livestock's long shadow – environmental issues and options*, edited by Steinfeld H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, C. de Haan C., Rome.
- FAO, 2007a. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, edited by B. Rischkowsky en D. Pilling, Rome.
- FAO, 2007b. *Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration*, Rome.
- Frank, A. Steven, M. Slatkin, 1992. Fisher's Fundamental theorem of Natural Selection. *Trends Ecol. Evol.* 7 (3): 92-95.
- Muir, M. William et al., 2008. Genome-wide assessment of worldwide chicken SNP genetic diversity indicates significant absence of rare alleles in commercial breeds. *PNAS*, November 11, 2008. vol. 105. no. 45.
- Napel, J. ten, A.A. van der Veen, S.J. Oosting, P.W.G. Groot Koerkamp, 2010. A conceptual approach to design livestock production systems for robustness to enhance sustainability. Submitted.
- Walker, Brian, 2005. A resilience Approach to Integrated Assessment. *IAJ the Integrated Assessment Journal. Bridging Sciences & Policy*. Vol. 5, Iss. 1 (2005), Pp. 77-97.

## Medeauteurs



*Dr. Jack Windig, Livestock Research*



*Dr. ir. Jan Ten Napel, Livestock Research*



*Dr. ir. Kor Oldenbroek  
Centrum voor Genetische  
Bronnen Nederland*