



Fokkerij

Lesboeken Paard 15

BIJLAGE, Lijnenteelt een doodlopende weg
> Code F 00, Lijnenteelt

Lijnenteelt, een doodlopende weg

Lijnenteelt lijkt wel een modewoord. Velen willen je doen geloven dat als je in je fokkerij niet de principes van lijnenteelt hanteert je niet serieus bezig bent. Onzin! Lijnenteelt belemmert de genetische vooruitgang op (midden-) lange termijn. Is lijnenteelt dan helemaal onzin? Ook dat weer niet. Als je de principes van lijnenteelt hanteert leidt dat tot meer voorspelbare uitkomsten. De kans op een topper is echter veel kleiner. En daar moeten we het uiteindelijk toch van hebben in onze fokkerij. Bovendien is toepassing van lijnenteelt niet risicool.

Voor de juiste interpretatie van mijn argumenten is enige achtergrond kennis noodzakelijk. In het bijgevoegde kader licht ik een klein stukje theorie toe.

Wat versta ik onder lijnenteelt?

In het bijgevoegde kader is een voorbeeld voor 1 gen uitgewerkt. Veel eigenschappen worden door meerdere genen bepaald zoals de sportaanleg bij paarden. Het exacte aantal genen is onbekend maar het zijn er misschien wel honderden. Het idee achter lijnenteelt is dat een individu gecombineerd wordt met een verwant individu, zodat de goede genen zoveel mogelijk homozygoot voorkomen in de nakomelingen (verankerd worden). Naarmate dit meer generaties achter elkaar gedaan wordt dan zal de mate van homozygositeit (fokzuiverheid) steeds groter worden.

Als een dier homozygoot is (en zeker voor de dominante versies van het allel) wordt het kenmerk met grotere waarschijnlijkheid weer doorgegeven aan zijn of haar nakomelingen en ontstaat de indruk dat 'je er een ezel op kan zetten en er komt nog een goed sportpaard uit'. Met andere woorden: een goede merrie geeft dan ook in de meeste gevallen een goed veulen, redelijk onafhankelijk van de gekozen hengst (of andersom).

Verlies aan genetische variatie

Als we de laatste opmerking (die met die ezel) even met een korreltje zout nemen dan klopt bovengaande in hoge mate. Echter

Met selectie streven we ernaar de frequentie van gunstige allelen in de populatie te verhogen. Stel dat de sportaanleg bepaald wordt door 100 genen en dat een goede sportaanleg het gevolg is van 60 gunstige allelen (een paard met een goede sportaanleg bezit dan voor 60 genen minimaal 1 kopie van het gunstige allel). Lijnenteelt zal ervoor zorgen dat deze 60 allelen in hoge mate homozygoot voor zullen komen. De kans dat het aantal gunstige allelen verhoogd wordt (naar bijvoorbeeld 65) is kleiner omdat je terugvalt in je hengstenkeuze op families die het ook juist van (gunstige allelen voor) deze 60 genen moeten hebben.

Een hengst als Jazz heeft in mijn fictieve voorbeeld misschien wel voor 70 genen het gunstige (dresuur-) allel. We zouden kunnen proberen een populatie op te bouwen door Jazz-dochters te paren met Jazz (de meest extreme vorm van lijnenteelt al zal niemand dat meer lijnenteelt noemen maar





Fokkerij

Lesboeken Paard 15

BIJLAGE, Lijnenteelt een doodlopende weg
> Code F 00, Lijnenteelt

inteeft, daarover later meer). Dat leidt tot een populatie met een hoge genetische sportaanleg die in hoge mate homozygoot is voor de gunstige allelen voor deze 70 genen maar waarin het perspectief op genetische verbetering gering is omdat we alle dieren uitgesloten/uitgeselecteerd hebben die gunstige allelen hebben voor andere genen dan de 70 waarop Jazz zijn kwaliteiten gebaseerd zijn. We maken daarmee dus op korte termijn een enorme sprong maar verliezen het perspectief op genetische vooruitgang op langere termijn.

De meest perspectiefvolle strategie is om Jazz te gebruiken op goede dochters van onverwante hengsten om de kans zo groot mogelijk te maken dat we zonen en dochters produceren met (lieft) meer dan 70 gunstige allelen voor de verschillende genen.

Erfelijke gebreken

Bij lijnenteelt proberen we onze paarden voor de goede kenmerken homozygoot te maken. Maar dit kan net zo goed gebeuren voor minder gunstige eigenschappen, bijvoorbeeld aangeboren afwijkingen. Aangeboren afwijkingen vererven meestal recessief (individuen die alleen drager zijn hebben als het ware een gezond 'reserve' gen). Bij toepassing van lijnenteelt loop je dus een groter risico dat 2 (ongunstige) recessieve allelen voor een bepaald gen 'elkaar ontmoeten' met alle risico's van dien.

Als je inteeft ziet ben je te laat! Een voorbeeld uit de rundveefokkerij is het erfelijke gebrek BLAD. Bij kalveren die 2 (recessieve) BLAD-allelen hebben genezen infecties slecht waardoor de meeste kalveren met deze aandoening jong sterven. Dit gebrek werd pas in 2001 ontdekt, terwijl de veroorzaker, de stier Bell, in 1974 is geboren. Het bovenmatig veel intelen op deze populaire stier heeft zijn dragerschap voor BLAD (en een tweede erfelijk gebrek CVM) aan het licht gebracht. Het spreekt voor zich dat het gen zich ongebreideld heeft kunnen verspreiden tot de ontdekking en de ontwikkeling van een DNA-test om het gen aan te tonen.

Technisch gezien is er geen verschil tussen inteeft en lijnenteelt. Lijnenteelt wordt vaak geassocieerd met een vooraf bewuste paring. Inteeft is feitelijk gezien hetzelfde, maar wordt vaak als negatief bestempeld omdat dit geen bewuste keuze is. De term inteeft wordt veelgebruikt om de negatieve effecten te beschrijven.

Vitaliteit/ inteeftdepressie

Het inteeftniveau van een dier is niet erfelijk. Inteeft op zich is daarom geen reden een hengst of merrie niet te gebruiken voor de fokkerij. Inteeft kan wel een negatief effect hebben op gezondheids- en vruchtbaarheidskenmerken en in mindere mate op het prestatieniveau (inteeftdepressie). Ofwel, inteeft kan leiden tot een afgenomen vitaliteit.

Het concept van vitaliteit (of een verminderde vitaliteit als gevolg van toenemende inteeft) is complex maar heeft te maken met het verlies van heterogeniteit en het verlies van specifieke (vitaliteits-) genen.





Fokkerij

Lesboeken Paard 15

BIJLAGE, Lijnenteelt een doodlopende weg
> Code F 00, Lijnenteelt

Fabeltjes

1. De merrie bepaalt een groter deel van de erfelijke aanleg van een veulen dan de hengst.

Soms wordt de veronderstelling dat de merrie (veel) meer de eigenschappen van haar veulen bepaalt dan de hengst (vader) als argument gebruikt voor lijnenteelt. Het DNA uit de celkern komt voor 50% van de vader en voor 50% van de moeder (zie kader) en is daarmee geen verklaring voor eventuele verschillen.

Naast het DNA in de celkern hebben lichaamcellen ook nog DNA in de mitochondriën, de energie-fabriekjes van de cel. Elke lichaamcel bevat vele honderden mitochondriën. Hoe meer energie een cel nodig heeft, hoe meer mitochondriën er in die cel zitten. Een spier- of hersencel heeft dus relatief veel mitochondriën. De hoeveelheid DNA in de mitochondriën is echter heel veel kleiner dan die in de chromosomen in de celkern. Het mitochondriaal DNA erft normaliter uitsluitend over via de vrouwelijke lijn en gaat dus niet over met het sperma. Enkele voorbeelden van overdracht van mitochondriaal DNA van de vader zijn echter wel beschreven.

Er zijn mutaties in het mitochondriaal DNA bekend die bepaalde aandoeningen veroorzaken. Deze aandoeningen komen voor in lichaamsdelen en organen die veel energie nodig hebben (hersenen, hart, ogen, oren, ...). Gezien de functie van de mitochondriën en gezien het geringe aantal genen op het mitochondriaal DNA (het mitochondriale DNA bij de mens bevat 37 genen tegenover ± 30,000 genen in het DNA van de celkern), lijkt het onwaarschijnlijk dat mitochondriaal DNA er de oorzaak van is dat de merrie een groter aandeel heeft in de erfelijke aanleg van het veulen dan de hengst.

Bij andere zoogdieren zijn er genen bekend die alleen tot expressie komen als ze van de moeder komen (paternale inprenting). Evenzo zijn er genen bekend die alleen tot expressie komen als ze van de vader komen (maternale inprenting). Behoudens op een enkel kenmerk, lijkt inprenting geen grote rol te spelen in de veronderstelde 50-50 verdeling van de eigenschappen over vader en moeder.

Wat kan dan wel aan de veronderstelling ten grondslag liggen?

Het grote verschil tussen de merrie en de hengst is dat de merrie de volledige opvoeding van het veulen voor haar rekening neemt. De merrie heeft daarmee een grotere invloed op het veulen dan de hengst. Het effect van de opvoeding vererft echter niet. Dus in de fokkerij hebben we hier niet zoveel aan.

2. Hengstenlijnen sterven uit, merrielijnen niet

Een ander argument dat wel gebruikt wordt om lijnenteelt te promoten of om aan te geven dat merries in de fokkerij belangrijker zijn dan hengsten is de constatering dat hengstenlijnen uitsterven en merrielijnen niet. Het blijft voor mij de vraag wat deze bewering nu precies betekent maar ik ga er hier gemakshalve even vanuit dat een hengstenlijn uitgestorven is als er geen mannelijke vertegenwoordigers meer voorhanden zijn. Ze kunnen dus nog wel in de populatie voorkomen als vaders van merries.





Fokkerij

Lesboeken Paard 15

BIJLAGE, Lijnenteelt een doodlopende weg
> Code F 00, Lijnenteelt

Voor de instandhouding van een paardenpopulatie hebben we veel meer merries nodig dan hengsten. Ofwel, de selectie intensiteit bij de merries is veel lager dan die bij de hengsten. Als een bepaalde familie slecht presteert zullen de hengsten als eerste het veld ruimen. Het kan dan vanuit fok technisch oogpunt goed te verdedigen zijn als er geen jongen hengsten meer geselecteerd worden. Een hengstenlijn sterft dan terecht uit. Selectie in merries is alleen al vanwege de benodigde aantallen om de populatie in stand te houden een stuk lastiger. Sentimenten bij fokkers leiden ertoe dat merries ook nog eens ingezet worden voor de fokkerij terwijl dat uit foktechnisch oogpunt misschien niet altijd verstandig is. Daarmee wordt het erg onwaarschijnlijk dat een merrielijn uitsterft. Het fenomeen dat hengstenlijnen wel en merrielijnen niet uitsterven heeft dan ook meer te maken met de macht van het getal dan dat er een fokkerij oorzaak aan ten grondslag ligt.

3. Lijnenteelt kan toegepast worden zonder dat de inteelt stijgt

Een aantal aanhangers van lijnenteelt beweren dat zij lijnenteelt toe kunnen passen zonder dat daarmee de inteelt toeneemt. Inteelt is een andere naam voor een (schatting van) de mate van homozygositeit van een dier of van een populatie. En daarmee is het dus feitelijk onmogelijk de inteelt niet toe te laten nemen door toepassing van lijnenteelt. De hoogte van de inteelt coëfficiënt van een dier is erg afhankelijk van het aantal generaties dat in de beoordeling wordt meegenomen. Als je tot de generatie van de overgrootouders gaat, kom je waarschijnlijk minder gemeenschappelijke voorouders tegen dan als je alle generaties tot 1880 meeneemt. Als toepassing van lijnenteelt dus niet geleid heeft tot verhoging van de inteelt zijn er onvoldoende generaties betrokken in de berekening van de inteelt coëfficiënt.

Conclusie

Zoals uit voorgaande duidelijk zal zijn geworden is de doelstelling van lijnenteelt de mate van homozygositeit te verhogen in een (sub-) populatie. Dit leidt tot meer voorspelbare resultaten maar belemmert de genetische vooruitgang op de (midden-) lange termijn. Inteelt, de onvermijdelijke consequentie van lijnen-teelt, is zeker niet risicoloos.

Een aantal veelgebruikte argumenten om lijnenteelt toe te passen berusten op fabeltjes.

Het gebruik van dieren met de hoogst mogelijke fokwaarde, zonder dat daarbij de inteelt teveel toeneemt, biedt het beste perspectief voor een nieuwe generatie.

Overname zonder bronvermelding niet toegestaan.





Fokkerij

Lesboeken Paard 15

BIJLAGE, Lijnenteelt een doodlopende weg
> Code F 00, Lijnenteelt

Kader bij column 'Lijnenteelt, een doodlopende weg' .

Ons lichaam, en dat van een paard, is opgebouwd uit allemaal cellen. Iedere cel bevat alle genetische informatie in de vorm van chromosomen (het DNA) . Ieder dier heeft een vast aantal chromosomenparen. Dat verschilt van diersoort tot diersoort, maar dezelfde diersoort zal altijd hetzelfde aantal chromosomen, en dus ook hetzelfde aantal chromosomenparen hebben. Een paard heeft 32 paar chromosomen.

Elk chromosoom is op zijn beurt opgebouwd uit verschillende genen. Dit zijn dragers van erfelijke eigenschappen.

Elk gen heeft een vaste plaats op het chromosoom (locus). Dus op de andere helft van het chromosomenpaar, vind je op dezelfde plaats als op de eerste helft van het chromosomenpaar een zelfde soort gen dat invloed heeft op dezelfde erfelijke eigenschap. Zulke soortgelijke genen worden elkaars allelen genoemd (zie figuur 1). Ze hebben dus invloed op dezelfde eigenschap, maar kunnen wél elk verschillende informatie dragen! Hoe een dier er zal uitzien, zal ervan afhangen welk allel het meest domineert.

Bij de geslachtsdeling gaat van ieder chromosomenpaar één chromosoom naar de ene cel en één chromosoom naar de andere cel. Bij ieder paar hangt het volledig van het toeval af welk chromosoom naar welke cel gaat. Iedere dochtercel (spermaceel of eicel) bezit dus de helft van het aantal chromosomen van de moedercel. Bij de bevruchting komen eicel en spermaceel bij elkaar zodat de aldus gevormde nieuwe cel opnieuw een dubbele set chromosomen bevat: de ene van de spermaceel van de vader, de andere van de eicel van de moeder. Hier ligt de basis voor het feit dat een individu de helft van de erfelijke aanleg van zijn vader krijgt en de andere helft van zijn moeder.

Aan de hand van de hierboven geschetste geslachtsdeling kan de overerving van verschillende kenmerken van ouders op nakomelingen beschreven worden. Het eenvoudigst is de situatie waarbij een kenmerk bepaald wordt door (de samenstelling van) één genenpaar.

Als voorbeeld de haarkleur zwart of rood bij het rundvee en hoe zich dat vertaalt naar het paard. Aan elke kleur ligt één gen ten grondslag. Het allel voor zwart duiden we aan met de hoofdletter Z, het allel voor de rode haarkleur met de kleine letter z. Beide allelen kunnen afzonderlijk behoren tot een genenpaar, zodat er bij overerving dus drie situaties mogelijk zijn (figuur 1): een dier kan als erfelijke aanleg ZZ, Zz of zz bezitten. Deze erfelijke aanleg wordt ook wel genotype genoemd. Bij het hierboven beschreven kenmerk kunnen we niet alle genotypen ook daadwerkelijk van elkaar onderscheiden. De bij het dier waarneembare eigenschap met betrekking tot een kenmerk heet fenotype. In het geval van haarkleur zijn er drie mogelijke genotypen, maar slechts twee fenotypen: de werking van het allel z wordt namelijk volledig overschaduwed door de werking van het allel Z indien dit naast z aanwezig is. Het allel Z heet daarom dominant, het ondergeschikte allel z heet recessief. De factor rood wordt dus door de factor zwart overheerst, waardoor de genotypen ZZ en Zz niet van elkaar te onderscheiden zijn en de dieren in beide gevallen zwartgekleurd zijn. Alleen een dier met zz is roodgekleurd. Wanneer beide allelen van het chromosomenpaar identiek zijn (ZZ of zz), dan spreekt men van een homozygoot of fokzuiver dier voor het gegeven kenmerk. Zijn de allelen ongelijk (Zz), dan spreekt men van een heterozygoot dier. Een eenvoudig voorbeeld: Wat gebeurt er nu





Fokkerij

Lesboeken Paard 15

BIJLAGE, Lijnenteelt een doodlopende weg
> Code F 00, Lijnenteelt

als een heterozygote zwartgekleurde stier (Zz) paart met een heterozygote zwarte koe (figuur 2)? De stier vormt twee typen zaadcellen: de ene bezit het Z-allel, de andere het z-allel. Bij de koe worden eveneens twee type eicellen aangemaakt: Z en z. Bij de bevruchting hangt het helemaal van het toeval af welke zaadcel zich met welke eicel verenigt. Er zijn vier mogelijkheden: zaadcel Z verenigt zich met eicel Z, zaadcel Z verenigt zich met eicel z, zaadcel z verenigt zich met eicel Z of zaadcel z verenigt zich met eicel z. In de eerste drie situaties (ZZ of Zz) is er sprake van tenminste één dominant allel en zal er een zwart kalf geboren worden. Alleen in het laatste geval (zz) is het kalf roodgekleurd. Bij de paring van twee heterozygote zwartgekleurde ouders is de kans op een zwart kalf dus drie op vier of 75 procent en de kans op een rood kalf één op vier of 25 procent (naar: Nantier, 2008. Beschikbaar op [www. Edepot.wur.nl/119785](http://www.Edepot.wur.nl/119785)).

Maar dominantie is in de natuur vaak onvolkomen zodat het individu uiterlijk (fenotypisch) aan géén van beide ouders geheel gelijk is. Men spreekt dan van intermediaire vererving. Zo komen bij bepaalde plantensoorten zowel rode als witte bloemen voor. Roze bloemen zijn een intermediaire vorm die ontstaat uit de kruising van planten met rode en witte bloemen.

Het voorbeeld van kleurvererving bij koeien is ook van toepassing op paarden, alleen noemen we onze paarden niet rood maar vos(-kleurig). De basiskleur (zwart of vos) bij paarden wordt net als bij koeien bepaald door 1 gen. Er is echter een tweede gen in het spel dat ertoe kan leiden dat paarden met het dominante zwart-allel (Z) toch een 'rode' kleur vertonen. Dit gen zorgt er als het ware voor dat de zwarte kleur naar de uiteinden van het paard (staart, manen en benen) wordt verdrongen. Zo ontstaat de kleur 'bruin'. De werking van dit gen moeten we niet verwarren met de intermediaire vererving zoals in het voorbeeld van de bloemkleur bij planten.

