



INAVEL

Från vänster: labrador retriever, flatcoated retriever och golden retriever.

– avelsmetod med hög riskfaktor

Att para hundar som är nära släkt med varandra är ett sätt att få större jämnhet och likhet mellan individerna i en hundras. Många raser har funnit sin form och blivit enhetliga som en följd av att uppfödarna bedrivit inavel i olika hög grad. Inavel – eller linjeavel som vi ofta väljer att kalla den – har varit ett vedertaget sätt att nå framgång. Men de senaste årtiondena har genetikererna lärt oss att tänka om. De menar att inavel är en riskabel avelsmetod. Vad är det då som gör alla genetiker så negativt inställda mot inavel? Vad är det egentligen de är så oroliga för?

I slutet av 1800-talet bildades kennelklubbar i flera europeiska länder. Den svenska kennelklubben såg dagens ljus 1889. I och med det påbörjades en strukturerad av de existerande hundbestånden. Det innebar att flera populationer avgränsades i raser och stamböckerna dem emellan stängdes. Avsikten var att raserna skulle hållas fria från främmande inslag och uppnå större homogenitet. Ett sätt att snabbt få fram en stam hundar med liknande egenskaper var att inavla.

Under dessa tidiga år uppmanades uppfödarna, bland annat i Svenska Kennelklubbens tidskrift, att ge företräde i aveln för de hundar som var särskilt framstående exemplar

och hade de specifika raskarakteristika som eftersträvades. Därför kom framför allt en del hanhundar att para en ansenlig mängd tikar och på så sätt fick deras gener stor spridning. För att ytterligare befästa de goda egenskaper hanarna besatt var fortsatt mer eller mindre hård släktskapsavel en vanlig metod. Långt in i modern tid har inavel varit ett vedertaget sätt att föröka våra hundstammar.

Att avla inåt

En definition av begreppet inavel brukar vara att man avlar inåt, det vill säga att man parar individer med dem som är

*Allt fler
uppfödare söker
avelsmaterial
utomlands
vilket kan utöka
den genetiska
variationen.*

mer släkt än populationen i genomsnitt med varandra och att avkomman därmed får en inavelsgrad som är högre än den hos medelhunden i populationen. "Linjeavel" är enligt denna definition också en form av inavel. Motsatsen, en parning som ger upphov till avkomma som är mindre besläktad än genomsnittet är följaktligen att betrakta som utavel.

Under de sista decennierna av 1900-talet började inaveln alltmer att ifrågasättas, i första hand av genetiker som studerade hundpopulationerna. Det visade sig att trots en stor numerär var ofta många av hundarna mycket nära släkt och avelsbasen för flera raser betydligt snävare än vad som är lämpligt för att en population ska hålla sig livskraftig. Genetikernas varningar föll inte alltid i god jord. Uppfödarna var uppfostrade att använda sig av inavel – eller linjeavel som man vanligtvis föredrog att kalla det – och var inte beredda att tänka om. I många decennier hade man inavlat och upplevde att resultatet var gott, inte trots inaveln utan tack vare den.

Men genetikererna stod på sig och menade att det redan hade börjat knaka i fogarna för vissa raser.

Dubblering av genvarianterna

Varför är genetikererna så avogt inställda mot inavel? Vad är det som händer när man parar närbesläktade individer?

Jo, följande:

En hund har 78 kromosomer som är parvisa, det vill säga de båda kromosomerna i ett par innehåller samma gener. Det finns alltså två gener för varje egenskap, en från modern och en från fadern. Individer som är nära släkt med varandra har i högre grad än obesläktade djur samma varianter, alleler, av en gen. Inaveln ökar andelen homozygoter, det vill säga individer som har ärvt samma genvariant från båda föräldrarna. Vad man strävar efter vid inavel är att dubblera de positiva genvarianternas frekvens i populationen för att på så sätt försäkra sig om att den eller de egenskaper man eftersträvar i aveln kommer till uttryck. På köpet får man dock, vare sig man vill eller inte, en dubblering av genvarianter som inte är lika önskvärda. Ingen individ, hur framstående på prov eller utställning den än må vara, är fri från defektgener.

Genernas uppgift är att vara "kokbok" för kroppens proteintillverkning. Varje gen utgör ett "recept" för ett särskilt protein. Med två defekta alleler (genvarianter) i ett lokus förlorar individen möjligheten att koda för proteinet på ett korrekt sätt.

Inom många hundpopulationer har ärftliga sjukdomar fått spridning. Det som ställer till bekymmer är framför allt de defekter som nedärvs via recessiva gener. Så länge en individ bara har en defekt genvariant i ett lokus (genens plats, "adress", på kromosomen) klarar det normala anlaget vanligen av att rätta till effekterna av denna. Den individ som är homozygot, med andra ord har två identiska genvarianter i lokuset, av en defekt variant drabbas däremot av de felaktiga genernas skadeverkningar. Inaveln ökar chanserna att avkomman ärver samma genvariant i dubbel uppsättning ifråga om positiva egenskaper men också risken för att defektanlagen dubblas.

De molekylärgenetiska tester, DNA-tester, som idag erbjuds för en rad enkelt recessivt nedärvda sjukdomar hos hundar avser att avslöja bärare av defektanlaget eller hundar som senare i livet kommer att bli sjuka till följd av dubblade defektanlag. Har en population, p g a exempelvis inavel, en reducerad genvariation kan det dock hända att det är svårt att över huvud taget hitta djur inom gruppen som inte är anlagsbärare.

Borta för alltid

De genvarianter som under resans gång försvinner på grund av dubbleringen av andra är förlorade i populationen. För att ha en chans att få tillbaka dem fordras inkors-

Som uppfödare bör man kanske titta mindre på egna resultat och framgångar och istället ta ett bredare ansvar för populationen i stort och på sikt.

ning av andra hundstammar där allförekomsten är mer varierad. I viss utsträckning kan gener också förändras via mutationer, och sker de i könscellerna kan de föras vidare till nästa generation, men det är en slumpartad process vars resultat inte kan förutsägas. Det har visat sig att en population som varit utsatt för extrem nedgång i antal individer och därpå följande inavel, en s k "flaskhals", bär med sig sviterna av detta mycket lång tid efteråt trots att antalet individer återigen ökar. Sammanfattningsvis kan man säga att en genvariant som gått förlorad i en population kan betraktas som förlorad för alltid såvida inte inkorsningar av obesläktade populationer förmår att återställa variationen.

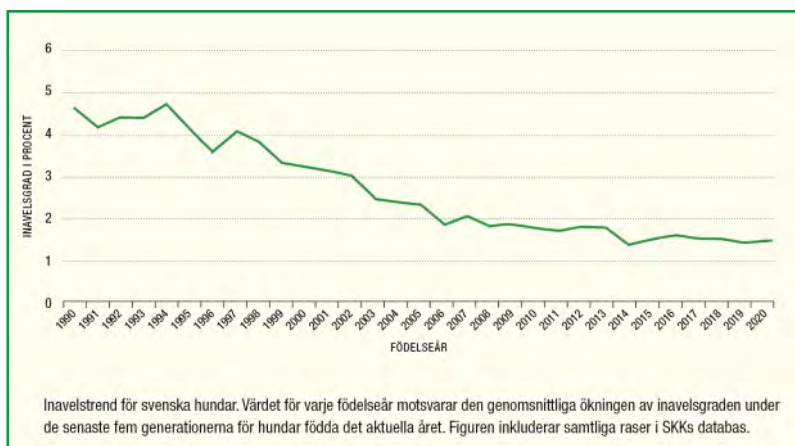
Fitness-egenskaper och immunförsvar

Åtskilliga studier visar att inavel påverkar så kallade fitness-egenskaper som är förknippade med reproduktion och överlevnad. Man pratar om inavelsdepression vilken tar sig uttryck i minskad fruktsamhet, minskad kullstorlek, minskad kroppsstorlek, försämrad tillväxt och livskraft och nedsatt immunförsvar. Anledningen till att egenskaper som rör både reproduktion och immunförsvar påverkas är att de regleras av samma gensystem.

"Immunförsvarets uppgift är att försvara oss, och våra hundar, mot främmande ämnen i miljön som kan vara skadliga (t ex virus, bakterier och parasiter). För att kunna göra detta måste immunförsaret känna igen vad som tillhör kroppen, och vad som inte gör det. Major Histocompatibility complex (MHC) är benämningen på en stor region i arvsmassan där det finns en grupp gener som har en mycket central roll i immunförsaret. [...] För att MHC-generna ska kunna göra sitt jobb på bästa sätt är genetisk variation av stor betydelse. Variationen gör nämligen att såväl den enskilda individen som populationen som helhet är bättre rustad att identifiera och oskadliggöra främmande ämnen. [...] Inavel och minskad genetisk variation medför att hundarna i populationen i större utsträckning kommer att ha samma MHC-alleler och därmed ett mindre brett skydd mot olika mikroorganismer. Mindre variation gör det lättare för en angripare, t ex en bakterie, som lyckas lösa "koden" för en individ att även avkoda resten (eller stora delar) av populationen – skyddskoden är ju snarlik. En annan effekt av att många hundar inom en ras är homozygota i MHC är att risken att utveckla immunmedierade sjukdomar ökar." (ur Hundavel i teori och praktik, S.Malm, Å.Lindholm, 2013.)

Reducerad variation och inavelsökning

Som vi har sett leder inavel till dubblering av enstaka genvarianter vilket kan medföra en oönskad ökning av ärftliga defekter. Inavel har, som beskrivits ovan, också en negativ inverkan på fitness-egenskaperna. Inavel reducerar den genetiska variationen inom populationen och undergräver möjligheterna till en hållbar utveckling. Dessutom kom-



Inavelsgrad i procent och figuren inkluderar samtliga raser i SKKs databas.



Fina västgötaspetsar.

mer man till slut att hamna i en återvändsgränd. Finns det ingen variation i generna hos de hundar man har kan man inte förändra något genom avel eftersom genetisk variation är en förutsättning för det.

Med hänsyn till den genetiska variationen rekommenderar genetiker att inavelsökningen inom en ras inte ska överstiga 2,5 % på fem generationer. Idag kan uppfödare tack vare SKK Avelsdata enkelt skaffa sig en bild av hur inavelsökningen ser ut i den egna rasen. Programmet gör det också möjligt att kontrollera vilken inavelsgrad en tänkt parningskombination resulterar i. Vill man bidra till att rasens ökning av inavelsgraden blir långsammare än den är för närvarande bör man göra kombinationer som ger valpar med en inavelsgrad som är lägre än den rasen har i genomsnitt.

Ett riktmärke är vidare att för en enskild kombination inte göra en parning mellan två hundar som ger avkomman en inavelsgrad på över 6,25%. Det motsvarar en parning mellan t ex två kusiner.

Inavelsökning i praktiken

Men om det, oavsett hur man avlar, ändå hela tiden sker en ökning av inaveln inom en ras, innebär det då inte att alla hundar ändå till sist är inavlade?

– Om inavelsökningen i en population inte överstiger 2,5 % över fem generationer brukar man bedöma att förlusten av genetisk variation är så långsam att inavels skadeverkningar är hanterbara, säger Sofia Malm, genetiskt sakkunnig på Svenska Kennelklubben. I teorin borde man till sist närma sig en situation där alla hundar är identiska men i praktiken blir det inte riktigt så. Förändringstakten är ganska långsam vilket innebär att tidsperspektivet vanligen är mer än 100 generationer

Man pratar om inavelsdepression vilken tar sig uttryck i minskad fruktsamhet, minskad kullstorlek, minskad kroppstorlek, försämrad tillväxt och livskraft och nedsatt immunförsvar. Anledningen till att egenskaper som rör både reproduktion och immunförsvar påverkas är att de regleras av samma gensystem.

innan alla individer skulle vara helt inavlade. Under vägen selekteras dessutom de individer som uppvisar störningar till följd av inaveln bort på grund av sjukdom eller låg fertilitet. Därtill sker en del mutationer i könskromosomerna som i ett långt tidsperspektiv tillför ny variation. Och även om vi inte känner till det kan det ju hända att rasen fått tillskott av nya genvarianter till följd av inte helt ortodoxa parningar!

Hur många generationer tar det då innan inaveln börjar få konsekvenser?

– Det beror på slumpen och graden av inavel. Det kan dröja flera generationer innan man ser effekterna av t ex ett recessivt defektanlag som spridits i populationen genom överanvändning av en enskild hanhund, s k matadoravel. Inte förrän man börjar para besläktade hundar som båda bär defektanlaget kommer det att födas valpar som ärvt det defekta anlaget från båda föräldrarna och som följaktligen blir sjuka. Försämringar i fitness-egenskaper kan säkert många gånger vara svårare att upptäcka innan de spridit sig i populationen och man står med ett reellt problem.

Förtjänster mot risker

Genetikernas varningsord om inavels effekter hade till en början svårt att vinna gehör hos hunduppfödarna. Många upplevde att de skräckscenarier som målades upp inte hade någon motsvarighet i verkligheten.

– Det är inte alltid så lätt att göra en koppling mellan en defekt eller sjukdom hos en ras och inavel som bedrivits i flera generationer, säger Sofia. Det är svårt för oss genetiker att med säkerhet säga att just det och det beror på inavel. Fruktsamhet t ex är idag ett problem inom vissa raser. Vi kan kanske inte bevisa att det beror på inavel, men det är ingen långsökt koppling. Genetiker jobbar med sannolikheter, och visst kan det gå bra också med en inavelsparning, men man ska ha klart för sig att inavel handlar om ett *mycket högre risktagande* som i slutändan kan drabba hundarnas hälsa och i ett längre perspektiv är negativt för rasens utveckling. Som uppfödare bör man kanske titta mindre på egna resultat och framgångar och istället ta ett bredare ansvar för populationen i stort och på sikt.

Sofia säger att mindre kullar i sig kanske inte upplevs som så bekymmersamt men om det är ett symptom på inavel är det ändå en varningssignal. Risken att man också har andra problem med fruktsamheten är uppenbar. Om de avelsdjur man väljer ut inte kan föröka sig har man onekligen hamnat i ett problematiskt läge. Man bör också



Rhodesian ridgeback.

beakta de etiska aspekterna med kejsarsnitt, dödfödda valpar etc, menar Sofia.

– Ett problem är att inaveln kan ge kortsiktiga fördelar för uppfödare, fortsätter Sofia. Exteriör likhet och jämnhet premieras och prioriteras, egenskaper som är lättare att uppnå för individer med ökad andel homozygota gener. Med inavel är det enklare att snabbt få ett enhetligt resultat. Men man måste väga förtjänsterna mot riskerna och också tänka långsiktigt. Mindre variation exteriört genom nära släktskapsavel ger även mindre genetisk variation ”på insidan” i gener som styr viktiga funktioner.

Hur kan man göra?

Receptet för att upprätthålla en låg inavelsökning inom en ras är att undvika överanvändning av enskilda djur och istället försöka få in så många individer som möjligt i aveln. Om det existerar flera subpopulationer i rasen bör man försöka införliva representanter från olika linjer och familjer. Det är viktigt att inte glömma bort någon del av populationen. Allt fler uppfödare söker avelsmaterial utomlands vilket kan utöka den genetiska variationen.

I många raser har de flesta uppfödare full koll på nackdelarna med inavel. Det är också lätt att hitta uppgifterna för inavelsgraden för en hund/tänkt parningskombination på SKKs Avelsdata.

– Man ska komma ihåg att om man parar två obesläktade individer så bryts inaveln direkt, oavsett vad föräldradjuren har för inavelsgrad. Valparna får 0 %. Men det kan vara svårt att hitta obesläktade hundar i en liten population och om man i generationerna efter utavelskombinationen ändå måste para med besläktade hundar så är man snart tillbaka där man var innan, ifråga om inavelsgrad.

Men kan vi riskera att stirra för mycket på inavelsgraden?

– Självklart kan det aldrig rättfärdiga användandet av sjuka hundar i aveln. Även om man är mån om den genetiska variationen är det viktigt att selektera bort de hundar som av någon anledning är olämpliga. Inom många små populationer är dock en minskning av inavelsökningen förmodligen det allra viktigaste på sikt, om vi vill att just de raserna ska överleva.

Detta är en uppdaterad version av en artikel om inavel som publicerades i HSS nr 4/2007



BIS-vinnande uppfödargrupp med saluki.

Sammanfattningsvis kan man säga att en genvariant som gått förlorad i en population kan betraktas som förlorad för alltid såvida inte inkorsningar av obesläktade populationer förmår att återställa variationen.

FÖRKLARINGAR

Inavelsgrad = andelen av en individs gener där båda allelerna är identiska genom arv. En individ med en inavelsgrad på 6,25 % är homozygot i 6,25 % av generna. Sannolikheten för att generna i ett enskilt lokus ska vara dubblade är alltså 6,25 %. Sannolikheten för en dubbling av alleler ökar ju mer besläktade de parade individerna är,

Släktskap = När man beräknar släktskapsgraden får man sannolikheten för att två besläktade individer ska ha identiska alleler till följd av gemensam härstamning. Utifrån släktskapet mellan två individer kan man beräkna inavelsgraden för eventuell avkomma. Om de till 50 % har kopior av samma gener (släktskapsgraden = 50 %), vad är då sannolikheten för att avkomman får samma allel i dubbel uppsättning om dessa båda paras med varandra? – jo, hälften, det vill säga 25 %, som då ger oss siffran för inavelsgraden.

Allel = variant av en gen. Vissa gener har bara två varianter, andra betydligt fler.

Homozygot/heterozygot = En homozygot individ har två identiska alleler i ett lokus, en heterozygot två olika.

Subpopulation = En avgränsad population inom populationen, t ex ”jaktlabradorer” som ingår i labrador retrieverrasen men sällan paras med den övriga populationen.

KÄLLOR:

Johansson, H. (2005). *Genetisk studie av inavel och fertilitet hos hund*. Examensarbete 273, Institutionen för husdjursgenetik, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Malm, S. & Danell, B. (2004, 2007) *Analys av avelsstrukturer – inavelsgrad och effektiv populationsstorlek*. Hundsport Special 4/2004: s 21-24.

Malm, S (april 2021) Avdelningen för avel och hälsa, Svenska Kennelklubben, Sollentuna. *Personlig information*.

Malm, S., Lindholm, Å. (2013). *Hundavel i teori och praktik*. Svenska Kennelklubben, Spånga.

Swenson, L. (2004). *Avelsboken – om strukturer och möjligheter i hundaveln*. Stockholm: Sellin och Partner bok och idé AB.

Släktskap

Släktskapstyp:	Släktskapsgrad i procent	Inavelsgrad för avkomman i procent
Förälder/avkomma	50	25
Helsyskon	50	25
Halvsyskon	25	12,5
Kusiner	12,5	6,25

OBSERVERA

De hundar och personer som förekommer på bild i denna tidning är, om inget annat anges, endast avsedda att illustrera en ras eller en händelse (veterinärbesök, jakt, utställning etc) och har i övrigt inget samband med artiklarnas innehåll.