



# INAVEL

## *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. För flertalet har inaveln – eller linjeaveln som vi ofta väljer att kalla den - varit ett vedertaget sätt att nå framgång. Så har det varit i decennier. Efter idog påverkan av genetiker under senare år har vi fått lära oss att tänka om. Men vad är det som gör alla genetiker så avogt inställda mot inavel? Vad är det egentligen de är så oroliga för?

TEXT & FOTO: ÅSA LINDHOLM

I slutet av 1800-talet bildades kennelklubbar i flera europeiska länder. Den Svenska Kennelklubben såg dagens ljus 1889. I och med det påbörjades en strukturering 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 uppmånades uppfödarna, bland annat i Svenska Kennelklubbens tidskrift, att ge företräde i aveln för de hundar som var särskilt framstående exemplar och hade de specifika raskaraktistika som eftersträvades. Därför kom framför allt en del hanhundar att para en stor mängd tikar och på så sätt fick deras gener stor spridning. För att ytterligare konsolidera 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 som är släkt och avkomman därmed får en inavelsgrad som är högre än den hos populationen i genomsnitt. Motsatsen, en

parning som ger upphov till avkomma som är mindre besläktad än genomsnittet, är följaktligen att betrakta som utavel. Uppfylls det förstnämnda kriteriet är benämningen "linjeavel" endast ett uttryck utan innebörd, det rör sig enligt denna definition likväl om inavel.

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 till ett paradigmskifte. I många decennier hade man inavel, och upplevde att resultatet var gott, inte trots inaveln utan tack vare.

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

### Dubbling av genvarianterna

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

Jo, följande:

Individer som är nära släkt med varandra bär i högre grad än obesläktade djur samma varianter, alleler, av en gen. I varje locus (gens "adress" på kromosomen) finns två gener, en från modern och en från fadern (se HSS nr 3-07 "Allt du vill veta om genetik"). Inaveln ökar andelen homozygoter, det vill säga individer som ärvt samma genvariant från båda föräldrarna. Vad man strävar efter vid inavel är att dubbla de positiva genvarianternas frekvens i populationen för att på så sätt försäkra sig om att den eller de egenskaper man eftersträvar kommer till uttryck. På köpet får man dock, vare sig man vill eller inte, en dubbling av genvarianter som inte är lika önskvärda. Ingen individ, hur framstående på prov eller utställning den än må vara, är fri från defektgener. Så länge en individ bara har en defekt genvariant i ett locus 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 locuset, av en defekt variant drabbas däremot av de felaktiga genernas skadeverknings. Inaveln ökar chanserna att

avkomman ärver samma genvariant i dubbel uppsättning ifråga om positiva egenskaper men också risken för att defektanlagen dubblas.

Inom många hundpopulationer har ärftliga sjukdomar fått spridning. Det som ställer till bekymmer är framför allt de defekter som nedärvs via recessiva gener. De molekylärgenetiska tester, s k 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

Genernas uppgift är att vara kokbok för kroppens proteintillverkning. Varje gen utgör ett recept för ett särskilt protein. Med två defekta alleler i ett locus förlorar individen möjligheten att koda för proteinreceptet på ett korrekt sätt. De genvarianter som under resans gång försvinner på grund av dubblingen av andra är förlorade i populationen. För att ha en chans att få tillbaka dem fordras inkorsning av andra hundstammar där allelförekomsten 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 främmande populationer förmår att återställa variationen.

### Fitness-egenskaper

Åtskilliga studier visar att inavel påverkar s k fitness-egenskaper som är förknippade med reproduktion och överlevnad. Man pratar om inavelsdepression vilken tar sig uttryck i minskad fruktsamhet, minskad kullstorlek, försämrad tillväxt och livskraft och nedsatt immunförsvar. Hur immunförsvaret påverkas beskriver genetikern Per-Erik Sundgren i sin artikel "Korsningsavel" (2001, www.GENETICA.se):

*"En av de viktigaste funktionerna i immunförsvaret är att skapa unika identiteter, en sorts personliga koder, för varje individ. Det sker genom att varje individ bildar ett speciellt mönster av proteiner på ytan av sina celler. Ju flera gener som bidrar till det mönstret desto större är chansen att individen får en unik personlig kod. Precis som dator-koder skyddar en dator bättre mot intrång ju längre skyddskoden är så skyddar immunförsvarets proteinsystem individen bättre ju fler olika proteiner som kan bildas i systemet. "... Nu är det så att inavelns väsentliga verkan är att minska antalet olika gener som kan förekomma i en grupp anlagspar. Inavel kommer därmed också att minska antalet möjliga proteiner som kan tillverkas för att skapa unika koder för den enskilda individen."*

En inavlad population riskerar att bestå av individer som till stor del har en likartad skyddskod. Det innebär att en angripare, t ex en bakterie som framkallar sjukdom, som lyckas lösa koden för en individ i och med det har, om inte fritt spelrum så åtminstone betydligt lättare, att avkoda resten av populationen – skyddskoden är ju snarlikt. Obesläktade individer har större variation i skyddskoden och är på så sätt bättre skyddade mot angrepp.

Anledningen till att egenskaper som rör både reproduktion och immunförsvar påverkas är att de regleras av samma gensystem. Identitetskoderna, skyddskoderna, fyller också en funktion

när t ex ett ägg befruktas i livmodern

### Reducerad variation och inavelsökning

Som vi har sett gynnar inavel dubbling av enstaka gener vilket kan leda till en oönskad ökning av ärftliga defekter och den har en negativ inverkan på fitness-egenskaperna. Dessutom reducerar inavel den genetiska variationen inom populationen och undergräver möjligheterna till en hållbar utveckling. Använder alla uppfödare samma avelshane, eller endast mycket närbesläktade hundar i aveln, bedriver man ett högriskspel. Dessutom kommer man till slut att hamna i en återvändsgränd. Finns det ingen variation i generna hos de individer man har kan man inte bedriva någon avel eftersom genetisk variation är en förutsättning för avelsarbete.

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 SKKs Avelsdata enkelt skaffa sig en bild av hur inavelsökningen ser ut i den egna rasen. Programmet gör det också möjligt att beräkna inavelsgraden för enskilda individer och att kontrollera vilken inavelsgrad en tänkt kombination 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 aldrig para hundar som är närmare släkt än att avkomman får en inavelsgrad på maximalt 6,25% vilket motsvarar en parning mellan 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%



*Teorier har framförts om att inavel som ackumulerats under lång tid är mindre skadlig än den som skett hastigt*

över fem generationer brukar man bedöma att förlusten av genetisk variation är så långsam att inavelns skadeverkningar är hanterbara, berättar Sofia Malm, genetiker vid Institutionen för husdjursgenetik vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala. I teorin borde man till sist närma sig en situation där alla hundar är släkt, men i praktiken blir det inte riktigt så. Förändringstakten är ganska långsam vilket innebär att tidsperspektivet vanligen är mer än 100 generationer. 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!

Forskning på den skandinaviska vargstammen vars inavelsgrad är nära 25%, dvs ett släktskap som är detsamma som mellan syskon, visar att ökningen av defekter inte är så stor som man kunnat förvänta. Man har också sett att den genetiska variationen, trots den hårda inaveln, inte minskat så snabbt som befarat. Forskarnas lösning på gåtan är

att de individer som varit minst inavlade har lyckats bäst med att få avkomma. Kanske beror det på att de är starkare, friskare eller att deras större genetiska variation helt enkelt gör dem mer attraktiva för partnern.

För hundar fungerar avelsurvalet knappast efter de principerna. Här är det vi uppfödare som väljer ut avelsdjuret och vi äger inte vargarnas urvalsförmåga i sammanhanget.

#### **Förtjänster mot risker**

Genetikernas varningsord om inavelns effekter har ibland haft svårt att vinna gehör i uppfödarledet. Många upplever att de skräckscenarier som målas upp inte har någon motsvarighet i verkligheten.

– Det är inte alltid så lätt att göra en koppling mellan en defekt 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 inavelsgraden 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 beakta de etiska aspekterna med kejsarsnitt, dödfödda valpar etc, menar Sofia.

– Ett problem är att inaveln kan ge kortsiktiga fördelar för uppfödare inom SKK-organisationen, 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.

#### **Hur ser vi resultatet?**

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 enstaka 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 föräldradyren 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.

Teorier har framförts om att inavel som ackumulerats under lång tid är mindre skadlig än den som skett hastigt. Som tidigare nämnts kommer de individer som uppvisar mest påverkan av inavel i form av sjukdom eller dålig fruktsamhet att selekteras bort, därför antar man att den långsammare inavelsökningen är mindre riskfylld.

– Man ska komma ihåg att om man parar två obesläktade individer så bryts inaveln direkt, oavsett vad föräldradyren har för inavelsgrad. Valparna får 0 %. Men det kan vara svårt att hitta obesläktade individer 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.

#### **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

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

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 uppfödarna nu fått upp ögonen för begreppet inavelsgrad. Det är lätt att hitta uppgifterna för en valpkull på SKKs Avelsdata och en låg inavelsgrad har blivit ett försäljningsargument. 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 individer 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.

#### 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 locus ska vara dubblerade är alltså 6,25 %. Sannolikheten för en dubblering 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, d v s 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 locus, en heterozygot två olika.

SUBPOPULATION = En avgränsad population inom populationen, t ex "jaktlabradorer" som ingår i labradorrasen men sällan paras med den övriga populationen.

#### Källor:

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

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

Sundgren, P-E. (2001). *Korsningsavel (Vad kan man vänta av korsningsavel?)* www.GENETICA.se;

Sundgren, P-E. *Genförluster hos sällskapsdjur – ett hälsoproblem?* Institutionen för husdjursgenetik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Publ på www.GENETICA.se).

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

[http://webnews.textalk.com/se/article\\_print.php?id=235312](http://webnews.textalk.com/se/article_print.php?id=235312): (Arbetsbladet 2007-01-09) *Vargar är mycket bra på att klara inavel*.

Malm, S. (oktober 2007), Institutionen för husdjursgenetik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. *Personlig information*.