

Genetisk variabilitet i guppyavel

Publicerad i SGB 3/2002

Håkan Turesson

Genetisk variabilitet betyder att det finns olika varianter av gener inom en population eller en individ. En individ har bara två kopior av varje gen så den kan förstås bara ha högst två olika varianter av en speciell gen. Men en population eller en stam av guppyer kan ha många olika varianter av varje gen. Om inte alla olika genvarianter ärvs vidare till nästa generation har stammen förlorat genetisk variabilitet. Faktum är att alla guppystammar som en guppyodlare håller rena från inkorsningar förlorar genetisk variabilitet med tiden. Spelar det någon roll? Ett mål inom guppyavel är att kunna visa en stam där hanarna är så lika varandra som möjligt. I en del gamla artiklar om guppyodling kan man läsa att den snabbaste vägen att uppnå detta är att inavla sin stam så mycket som möjligt. Dvs att para få och närbesläktade avelsdjur med varandra i generation efter generation. Rådet stämmer - det fungerar om man vill ha en så enhetlig stam så snabbt som möjligt. Men det finns också många välkända och allvarliga nackdelar med inavel. Dessa är nedgång i vitalitet, fertilitet och sjukdomsresistens. Till viss grad kan dessa effekter lindras om odlaren alltid väljer de friskaste och mest vitala individerna för fortsatt avel, men man kan inte helt komma undan effekterna. Förlorad eller mycket minskad fertilitet är exempel på vanliga effekter av inavel som många odlare fått erfara. Stammen kan vara svag på att föröka sig i några generationer för att slutligen upphöra helt. Den låga motståndskraften mot sjukdomar i många renodlade stammar är ett vanligt problem som många bra utställningsstammar lider av. Om odlaren du köper eller får fisk av rekommenderar att du tillsätter salt, formalin, kaliumpermanganat och någon vidspektrumantibiotika för att de nya fiskarna ska överleva i sin nya omgivning kan man tycka att något är fel. Så här ska det inte behöva vara. Om man förlorar för mycket genetisk variabilitet kan man också säga att odlaren sågar av grenen han sitter på. Detta eftersom genetisk variabilitet är en förutsättning för att selektiv avel skall leda till avelsframsteg och följdaktigen blir selektiv avel meningslös utan variabilitet i stammen.

Frågorna blir då hur mycket genetisk variation som förloras i varje generation och hur länge kan man odla en stam ren (utan utkorsningar) utan allvarliga inavelseffekter? Svaren beror på många saker men väldigt viktiga faktorer är hur många fiskar man använder i aveln per generation och hur skev könskvoten är.

Antal avelsdjur

Låt oss först ignorera könskvoten och koncentrera oss på antalet avelsdjur. Här är det viktigt att förstå att avelsdjur är bara de fiskar som verkligen får avkomma. Om man odlar 200 guppier per generation men använder bara den bästa hanen och den bästa honan för vidare avel är antalet avelsdjur två och den genetiska populationsstorleken är två. Om man odlar 200 guppyer per generation och har man fyra avelsdjur är den genetiska populationsstorleken fyra. Så i båda exemplen är din population 200 guppyer men den genetiska populationsstorleken är väldigt mycket mindre. Det finns en enkel formel som talar om hur mycket genetisk variation som förloras per generation vid olika antal använda avelsdjur. Den är:

$$1/(2*n)$$

* n=antal avelsdjur per generation (genetisk populationsstorlek).

Om man till exempel använder två avelsdjur förloras $1/(2*2)=0.25$ (=25%) av den genetiska variationen. Om fyra avelsdjur används förloras $1/(2*4)=0.125$ (=12.5%) av den genetiska variationen. För tio avelsdjur är förlusten $1/(2*10)=0.05$ (=5%).

Om man istället vill veta hur mycket av den genetiska variationen som bibehålls per generation blir det $1-1/(2*n)$. Resultaten för exemplen med två, fyra och tio avelsdjur blir förstås motsatsen av vad som förlorades, dvs 75%, 87.5% and 95% bibehålls. Det är nu enkelt att räkna ut hur mycket av variationen som bevaras efter ett antal generationer (g). Man kan upprepa uträkningen för varje generation eller använda formeln:

$$(1-1/(2*n))^g$$

Det börjar nu se lite komplicerat ut så jag ger några exempel igen. Efter fem generationer med två avelsdjur finns $(1-1/(2*2))^5=0.237$ (23.7%) av den genetiska variationen kvar. Med fyra avelsdjur bevaras 51.3% av den genetiska variationen och med tio avelsdjur bevaras 77.4 % av variationen över fem generationer.

Man kan se att med fler avelsdjur bevaras mer av den genetiska variationen, vilket är vad vi vill. Men hur mycket genetisk variation kan man acceptera att förlora och vad skall man göra åt det? Den senare frågan är lättast att besvara. Det enda sättet för en hobbyodlare att tillföra ny genetisk variation i stammen är att utkorsa sin stam med en obesläktad eller avlägset besläktad guppystam. De flesta bra odlare har insett detta och utkorsar sina guppyer emellanåt. Men utkorsning ger ett visst bakslag i avelsarbetet så man vill inte göra det onödigt ofta. Låt oss till exempel anta att du accepterar att förlora högst hälften (50 %) av den genetiska variabiliteten mellan varje utkorsning. Man kan använda formeln ovan för att räkna ut antalet möjliga generationer mellan varje utkorsning för olika antal använda avelsdjur (olika genetiska populationsstorlekar). Resultatet presenteras i en tabell:

Tabell 1.

Genetisk populationsstorlek	Antal generationer
2	2
4	5
6	8
10	13
20	27
30	41

Från denna tabell kan man se att om man accepterar att förlora hälften av den genetiska variationen kan man bara avla två generationer med två avelsdjur innan inkorsning. Det betyder att man måste göra inkorsningar varje år. Om man istället använder 30 avelsdjur per generation kan man fortsätta sin avel utan inkorsningar i över 40 generationer, eller ungefär 20 år! Detta är teori men i praktiken har ju alla odlare begränsningar i akvarieutrymme och kan kanske inte använda 30 avelsdjur i aveln. Tabellen visar hur mycket bättre det är att använda fler avelsdjur och att använda 10 till 20 avelsdjur per generation borde vara möjligt för de flesta hobbyodlare.

Könskvot

Allt som sagts ovan, om antalet avelsdjur och genetisk populationsstorlek, förutsätter att man använder lika antal hanar och honor per generation och att alla fiskar får ungefär lika många avkomor. I guppyavel är det vanligt att man istället använder olika antal av de två könen, oftast används fler honor än hanar. Effekten av en skev könskvot är att den genetiska populationsstorleken blir mindre än antalet avelsdjur och ju skevare könskvoten är desto mindre blir den genetiska populationsstorleken. Den genetiska populationsstorleken kallas "effektiv populationsstorlek" (n_e). Beroende på ditt antal av hanar (m) och honor (f) använda i aveln kan man lätt räkna ut effektiv populationsstorlek. Den är:

$$n_e = (m \cdot f \cdot 4) / (m + f)$$

Om man till exempel använder tio avelsdjur, fem hanar och fem honor är den effektiva populationsstorleken (n_e): $(5 \cdot 5 \cdot 4) / (5 + 5) = 100 / 10 = 10$

Om man istället använder två hanar till åtta honor blir den effektiva populationsstorleken (n_e): $(2 \cdot 8 \cdot 4) / (2 + 8) = 64 / 10 = 6.4$ och om man använder en hane till nio honor blir n_e : $(1 \cdot 9 \cdot 4) / (1 + 9) = 36 / 10 = 3.6$

Så även om man använder samma antal avelsdjur blir den effektiva populationsstorleken mycket mindre ju mer skev könskvoten är. Den effektiva populationsstorleken, inte det faktiska antalet avelsdjur, avgör hur mycket av den genetiska variationen som bevaras till nästa generation. I tabellen nedan visas dessa och några fler exempel på hur stor den effektiva populationsstorleken (n_e) blir med varierande antal av hanar och honor. I sista kolumnen visas också hur många generationer som kan odlas med dessa antal avelsdjur innan 50 % av den genetiska variationen har förlorats.

Tabell 2.

Hanar	Honor	Avelsdjur	n_e	Antal möjliga generationer
1	1	2	2.0	2
1	2	3	2.7	3
1	3	4	3.0	3
1	4	5	3.2	4
1	5	6	3.3	4
2	3	5	4.8	6
2	4	6	5.3	7
2	5	7	5.7	7
2	6	8	6.0	8
1	9	10	3.6	4
2	8	10	6.4	8
3	7	10	8.4	11
4	6	10	9.6	13
5	5	10	10	13
3	17	20	10	13
5	15	20	15	20
10	10	20	20	27
1	99	100	4	5
5	95	100	19	26
50	50	100	100	140

Man kan se att en odlare som använder 50 guppyer av varje kön i aveln per generation kan hålla på i 140 generationer eller ca 70 år innan 50 % av den genetiska variationen har förlorats! Detta är möjligt för en kommersiell odlare men knappast för en hobbyodlare. Man kan också se från tabellen att effektiv populationsstorlek (n_e) aldrig överstiger antalet avelsdjur men däremot kan vara mycket mindre om könskvoten är skev. En något skev könskvot spelar inte så stor roll, men en könskvot på 1:3 eller skevare påverkar allvarligt den effektiva populationsstorleken (n_e) och därmed hur mycket genetisk variation som bevaras.

Variabilitet från starten

Så här långt har vi bara bekymrat oss om hur mycket variabilitet som bevaras av vad man startar med. Men om man startar med väldigt lite genetisk variation hjälper det inte mycket att bevara den. När man skaffar en ny stam skall man skaffa så många avelsdjur som möjligt och använda de flesta av dem som avelsdjur i den första generationen. Så om du känner odlaren och han kan ge dig 10-20 unga djur att starta med är det en utmärkt start. Att bara få ett par eller en trio från en redan mycket inavlad stam är INTE en bra start. Dock är detta precis hur många nybörjare startar och många av dem får också ganska snabbt sjukdoms- och fertilitetsproblem. Ibland har du inte mycket att välja på, till exempel om du köper en ny stam från en utställningsauktion. I detta fall är det bättre om man kan få guppyer från mer än en odlare som odlar lite olika varianter av samma grundstam. Ännu bättre skulle det vara att inte alls ta fisk från utställningen men istället etablera kontakt med odlaren av sina favoritfiskar och att få ett antal unga djur av odlaren vid ett senare tillfälle. Utställningar är stressande för fiskarna som också kan dra på sig många olika sjukdomar när håvar och annan utrustning används i många olika akvarier med fisk från Europas alla hörn. Om du köper fisk från en affärsdrivande odlare så försök att köpa fisk från någon som säger att han håller sina stammar friska genom sporadiska inkorsningar och inte från någon som skryter med att han håller sina stammar rena i evighet. Ett ytterligare sätt att få med sig mer genetisk variabilitet är att köpa mer än en trio och att begära parade honor. Dessa honor skall vara parade med ett antal utvalda hanar och inte bara ha gått kvar med sina bröder. Be också om att få honorna från olika kullar och kanske från olika linjer. På dessa sätt kan man få med sig så mycket som möjligt av den ursprungliga odlarens genetiska variabilitet.