



Ett av över 60 försöksområden i fält där kolonisationsförmåga hos små grupper av torngräshoppor testades.
Foto: Lena Wennersten

Vikten av variation

– biologisk mångfald och evolution

Att undervisa om evolution och förutsättningarna för evolutionär anpassning i skolan är mycket viktigt och leder bland annat till en förståelse för varför vi behöver värna om biologisk mångfald. Detta menar Lena Wennersten, tidigare verksam som mellanstadielärare men numera som forskare och lärarutbildare vid Linnéuniversitetet i Kalmar. Här berättar hon om egna experiment för att testa vikten av genetisk variation inom arter.

Text: Lena Wennersten, lärare, disputerad biolog och lärarutbildare vid Linnéuniversitetet i Kalmar
E-post: lena.wennersten@lnu.se

Mängden av organismgrupper och artrikedomen inom varje grupp är en aldrig sinande källa för fascination. Mina lärarstudenter häpnar när jag berättar att det i Sverige finns cirka 1000 arter av mossor och dubbelt så många lavar. Och vem kan undvika att fascineras över hur fikon och fikonsteklar samevolverat så att fikonets frukt bara kan befruktas av stekeln, där hannarna kläcks inuti och aldrig lämnar frukten under sitt korta liv? Varför ska vi förresten gå längre än till vår egen kropp? Hur märkligt är det inte att alla våra celler samverkar och möjliggör för hjärtat att slå i vissa fall över hundra år, för immunförsvaret att attackera inkräktande bakterier och virus och för hjärnan att lära, att minnas, att känna?

Evolutionen av flercelliga organismer, där många celler samverkar för hela individens överlevnad, var det avgörande steget fram till den biologiska mångfald av växter, svampar och djur vi ser idag. Men det tog tid! Om jordens historia på 4,6 miljarder år räknas om till 60 minuter så bildades de första levande cellerna redan efter cirka 10 minuter (motsvarande för 3,8 miljarder år sedan). Däremot tog det hela 47 minuter för de första enkla flercelliga organismerna att bil-

das (motsvarande för cirka 1 miljard år sedan). Människans tid på jorden inskränker sig, med samma sätt att räkna, till drygt en femtedels sekund, om vi utgår från att *Homo sapiens* utvecklades för omkring 300000 år sedan.

Hur har denna evolutionära revolution varit möjlig? Grunden för all evolution är variation. Variationen är råmaterialet som selektionen sorterar bland. Vilka individer överlever påfrestningar och sjukdomar? Vilka hittar mat och skydd från predatorer? Vilka förmår föra sina gener vidare till nästa generation? Selektionen är en sträng ordning där endast de bäst anpassade har en chans till överlevnad och förökning.

Variation behövs för selektion

I samhällsdebatten kring behovet av att bevara biologisk mångfald förekommer ofta argument för att skydda naturmiljöer och utrotningshotade arter. Genom att bevara mångfalden av miljöer, från regnskogar till gräsbevuxna stäpper och arktiska vidder, bevaras också de arter som är beroende av dessa livsmiljöer. Den tredje delen av biologisk mångfald, den genetiska variationen inom arter, är betydligt mer sällsynt i debatten.



Exempel på olika färgvarianter av torngräshoppa, *Tetrix subulata*.

Foto: Anders Forsman, Linnéuniversitetet

Elever på skolans alla stadier är fullt medvetna om olikheter människor emellan, men de kan bli förvånade när de upptäcker att även maskrosorna på en gräsmatta skiljer sig åt (se Bi-lagan nr 2 2018). Ändå är det just rikedomerna av variation inom varje art som är avgörande för om arten eller populationen ska ha förmåga att anpassa sig. Som bekant kan ju selektionen bara sälla bland de varianter som finns till hands, aldrig skapa nya för att det vore en god idé.

Det mest klassiska exemplet på evolution genom naturlig selektion är nog björkmätarna (*Biston betularia*) i England, där andelen mörka individer ökade markant under den industriella revolutionen i en miljö med stora rökgasutsläpp, medan de ljusare varianterna av fjärilen ökade då luften blev renare, från mitten av 1950-talet. Variation är grundförutsättningen för att evolutionär anpassning genom naturlig selektion ska kunna äga rum. På så vis kan inomartsvariation sägas vara en sorts vaccination mot utdöende då populationer utsätts för snabba miljöförändringar. I vår tid, med exploatering och fragmentering av naturmiljöer i kombination med föroreningar, spridning av invasiva arter och klimatförändringar, utsätts populationer för enorma påfrestningar. Variationen kan vara det som avgör om en population, och i förlängningen arten, klarar att anpassa sig och leva vidare.

Test av kolonisationsförmåga

Jag arbetade under min doktorandtid med att testa några hypoteser kring vikten av variation i små populationer. Resonemanget var att om individer skiljer sig åt, till utseende, beteende, födoval, val av mikrohabitat etcetera, borde det möjliggöra snabbare anpassning vid miljöförändringar. Likaså borde populationer med högre grad av variation lättare kunna kolonisera nya miljöer. En miljö som inte passar alla kanske ändå passar några i en variabel grupp.

Vi genomförde två experiment med torngräshoppor för att testa om graden av variation i små grupper påverkar deras kolonisationsförmåga. Torngräshoppa (*Tetrix subulata*) är en liten art av gräshoppa som förekommer i en mängd olika färgvarianter, från ljus grå via brunspräcklig till

svart och dessutom med olika former av mönstering (se bilderna ovan). Vi samlade in torngräshoppor och fördelade dem i grupper om sex djur i varje, två hanar och fyra honor. Grupperna var antingen helt homogena, med alla individer av en och samma färgvariant, eller heterogena med två till sex olika färgvarianter inom gruppen. Varje grupp förvarades i en hink som var märkt med ett nummer tills gräshopporna sattes ut i miljöer där vi förväntade oss att de skulle trivas men där vi inte kunnat observera någon annan population.

I det första experimentet satte vi ut grupperna i fält, med minst två kilometers avstånd eller mer mellan varje grupp. Vi använde gps-koordinater för att säkra punkterna vi utgick från och två personer undersökte sedan systematiskt marken runt omkring i 20 minuter. Om vi inte hittade några gräshoppor släppte vi ut en slumpvis vald grupp där (och noterade hinkens nummer). Vid inventeringen ett år senare gjorde vi på motsvarande sätt: två personer letade i 20 minuter från den punkt där vi släppt djuren och alla individer vi fann samlades in.

Det andra experimentet genomfördes under kontrollerade former i utomhusburar (se bilden nedan). Sammanlagt satte vi ut 61 grupper i fält och 80 grupper i utomhusburar. Då populationerna inventerades visade det sig att efter ett år hade variabla grupper etablerat sig och förökat



Några av de sammanlagt 80 utomhusburar som användes vid kolonisationsförsök med torngräshoppor.

Foto: Lena Wennersten



Brandområde i Påryd utanför Kalmar där populationer av torngräshoppor följdes flera år efter branden.

Foto: Lena Wennersten

En dag för mångfald

FN utsåg 2002 den 22 maj till den internationella dagen för biologisk mångfald och runt om i landet uppmärksammas biologisk mångfald med mängder av aktiviteter. Håll utkik efter lokala arrangemang på din ort! I skrivande stund finns 26 aktiviteter registrerade på www.biomfdag.se (se Aktiviteter), som äger rum vid något tillfälle mellan den 16 och 25 maj. I Falsterbo i Skåne anordnas till exempel en nattfjärilskväll, i Munkedal i Bohuslän en vandring i en bokskog, i Gagnef i Dalarna en vandring runt Mojesjön och i Nyköping i Södermanland fågelskådning från ett fågeltorn.

Information om den internationella dagen för biologisk mångfald finns också på Facebook, sök på @biomfdag.

sig i betydligt högre grad än homogena grupper. Effekten var störst i fält, under okontrollerade förhållanden där bland annat diverse småfåglar, ödlor och grodor kunde predera på gräshopporna.

Rekordsnabb anpassning

I en studie undersöktes även hur samma art av gräshoppa anpassade sig efter en så total och plötslig miljöförändring som en skogsbrand medför. Här jämfördes andelen ljusa och mörka gräshoppor i 20 populationer, varav nio på områden som nyligen brunnit (se bilden). Det visade sig att den evolutionära anpassningen hos denna färgvariabla art gick rekordsnabbt! Ett år efter en brand var andelen mörka gräshoppor betydligt högre på brända jämfört med obrända marker, men dessutom sjönk andelen mörka djur tydligt de närmaste åren efter brand då vegetationen återkom.

Test av bytesdjurs överlevnad

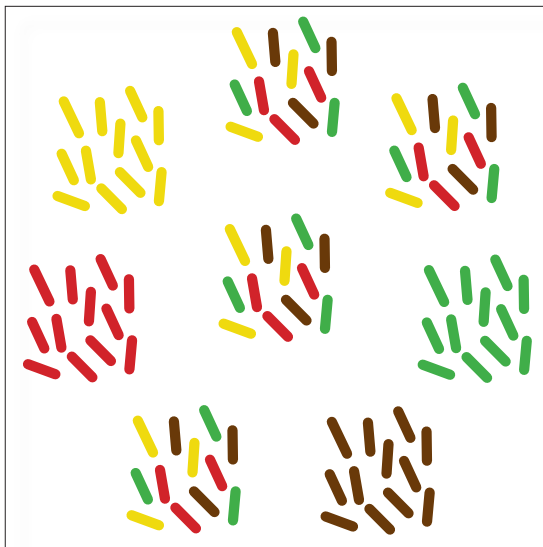
För att testa om individer i en bytespopulation är mer utsatta för predation om alla ser likadana utfördes ett experiment med egentillverkade "degmaskar". Det finns flera argument för att heterogena bytespopulationer skulle kunna klara sig bättre. Ett sådant är att predatorer ofta har en sökbild som gör jakten på byte mindre effektiv om bytespopulationen inte är enhetlig.

Experimentet som utfördes för att undersöka denna hypotes skulle även kunna inspirera till olika aktiviteter i skolan, från enklare undersökningar till statistiska beräkningar eller ett gymnasiearbete. Den intressanta frågan att ställa är om individuell överlevnad påverkas av den grupp i vilken individer ingår, eller med andra ord, påverkas ett bytesdjurs överlevnad av sina gruppkompisars utseende?

Jag började med att tillverka små "degmaskar" av smör, mjöl och karamellfärg i fyra olika kulörer: grönt, gult, rött och brunt. Den bruna färgen fick jag genom att blanda de övriga tre färgerna. Det gick lätt att röra ihop degen i en matberedare och i leksaksaffären hittade jag en liten press att göra långa "korvar" med, avsedd för leklera. Mina degmaskar fick bli 20 mm långa och cirka 5 mm tjocka. Tanken var att de skulle likna en liten syskongrupp av nykläckta insektslarver som kröp omkring på trädstammar. Jag placerade ut mina låtsaslarver i sprickorna på trädstammar i trädklädda betesmarker på 31 försöksområden. I varje område satte jag ut åtta grupper med tolv degmaskar i varje: fyra homogena grupper, en av vardera färgen, och fyra heterogena grupper, med tre degmaskar av varje färg (se illustration och bild). Sammanlagt blev det 248 (31x8) "populationer".



Fyra "degmaskar" av olika kulörer placerade i sprickorna på en grov ekstam med lavar; bland annat bitterlav, *Pertusária amára*.
Foto: Lena Wennersten



En schematisk illustration över de olika grupper av degmaskar som placerades ut på varje försöksområde. Mellan varje grupp var det ungefär 50 meter och mellan varje försöksområde cirka 600 meter.

Resultatet på grupp-nivå visade att det var störst överlevnadschans för grupper med gröna degmaskar. Näst bäst klarade sig grupper som var heterogena, medan röda grupper klarade sig sämst. Det var också skillnad på individuell nivå: röda och gula degmaskar klarade sig längre om de ingick i en heterogen jämfört med en homogen grupp. För bruna och gröna degmaskar var resultatet omvänt, de klarade sig bättre om de ingick i grupper där alla degmaskar var gröna respektive bruna.

Forskning i framkant

På senare år har allt fler studier genomförts för att studera hur graden av variation inom arter påverkar populationer. Det har visat sig att populationer av leoparder, som man tidigare trott varit generalister, istället består av specialiserade individer med olika bytesval. Samma resultat fick en grupp forskare som undersökte tropiska arter av grodor. Olika födoval inom populationer kan minska inomartskonkurrensen och även påverka artsammansättningen i ekosystem.

Olika individer av sjöborrar uppvisar stor variation i förmåga till surhetsreglering. En viktig faktor då högre koldioxidhalter i atmosfären medför surare havsvatten. På liknande sätt fann en forskargrupp att gäddor i Östersjön uppvisar olika tolerans för salthalt, även det en faktor som kan komma att påverkas då klimatet ändras.

Bevarad variation inom populationer bör kunna betraktas som den bästa försäkringen för populationens förmåga att anpassa sig till snabba miljöförändringar. Som lärare har vi en viktig uppgift att fylla genom att uppmärksamma våra elever och studenter på betydelsen av variation!

Läs mer i vetenskapliga artiklar

- Balme G.A. m.fl. (2020). Ecological opportunity drives individual dietary specialization in leopards. *Journal of Animal Ecology*, 89, s. 589–600.
- Costa-Pereira R. m.fl. (2018). Drivers of individual niche variation in coexisting species. *Journal of Animal Ecology*, 87, s. 1452–1464.
- Forsman A., Wennersten L. (2016). Inter-individual variation promotes ecological success of populations and species: evidence from experimental and comparative studies. *Ecography*, 39, s. 630–648.
- Forsman A. m.fl. (2012). Variation in founder groups promotes establishment success in the wild. *Proceedings of the Royal Society*, 279, s. 2800–2806.
- Forsman A. m.fl. (2011). Rapid evolution of fire melanism in replicated populations of pygmy grasshoppers. *Evolution*, 65, s. 2530–2540.
- Guscelli E. m.fl. (2019). The importance of inter-individual variation in predicting species' responses to global change drivers. *Ecology and Evolution*, 9, s. 4327–4339.
- Sunde J. m.fl. (2018). Variation in salinity tolerance between and within anadromous subpopulations of pike (*Esox lucius*). *Scientific Reports*, 8(22), s. 1–11.
- Wennersten L., Forsman A. (2009). Does colour polymorphism enhance survival of prey populations? *Proceedings of the Royal Society*, 276, s. 2187–2194.