



GÖTEBORGS UNIVERSITET

# **Modelling the Evolution of Species' Ranges**

**Martin Eriksson**

Institutionen för marina vetenskaper  
Naturvetenskapliga fakulteten

Akademisk avhandling för filosofie doktorsexamen i naturvetenskap med inriktning biologi, som med tillstånd från Naturvetenskapliga fakulteten kommer att offentligt försvaras fredag den 14 oktober 2022 kl. 10:00 i Hörsalen, Institutionen för marina vetenskaper, Carl Skottsbergs gata 22 B, Göteborg.

ISBN: 978-91-8009-977-6 (TRYCK)

ISBN: 978-91-8009-978-3 (PDF)



## GÖTEBORGS UNIVERSITET

### Svensk summering

Att arter har begränsade geografiska utbredningsområden beror ofta på en begränsad förmåga att anpassa sig till de miljöförhållanden som råder utanför arternas utbredningsgränser. På grund av pågående klimatförändringar kan dock de miljöförhållanden som råder *inom* arters nuvarande utbredningsområden komma att ändras inom den närmaste framtiden. För att undgå utrotning kommer därför många populationer att behöva migrera till nya områden och/eller anpassa sig till de förändrade livsförhållandena.

Migration till nya områden är inte oproblematiskt eftersom anpassning till andra miljöfaktorer, såsom predation/betning, konkurrens eller parasitism från nya arter, eller nya fysiska faktorer utöver temperatur, kan krävas även om temperaturen i det nya området är densamma som temperaturen i det ursprungliga habitatet. Därtill är migration till ett nytt område ofta förknippat med en betydande förlust av genetisk diversitet inom populationer, vilket i sig kan leda till en kraftig reduktion av populationens förmåga att anpassa sig till nya förhållanden. För att förstå om och hur populationer kan anpassa sig till de nya förhållandena, eller om deras utbredningsområden kommer krympa när livsbetingelserna förändras, är det nödvändigt att förstå vilka evolutionära mekanismer som ligger bakom att arter har bestämda gränser för sina utbredningsområden.

I min avhandling använder jag matematisk och datorbaserad modellering för att studera evolutionens begränsningar i de livsmiljöer som råder vid arters utbredningsgränser, och vilka faktorer som gynnar större utbredningsområden. Jag finner, bland annat, att förmågan till självbefruktning ofta är gynnsam i marginella och glest befolkade miljöer, trots den negativa effekt som självbefruktning vanligtvis har på populationer genom att bidra till reducerad genetisk diversitet. Likaså finner jag att det ofta är gynnsamt för expansion av utbredningsområden om kombinationer av gener under selektion tenderar att nedärvas tillsammans (istället för att blandas upp under så kallad genetisk rekombination), bland annat för att lokalt anpassade kombinationer av gener delvis skyddas från att blandas ihop med sämre anpassade gener. Det är känt att ytterligare en faktor som kan gynna expansion av utbredningsområden är fenotypisk plasticitet, dvs förmågan för en organism att förändra sina egenskaper (fenotyp) som ett svar på den miljö den exponerats för. Jag finner att evolutionen bara gynnar ökad plasticitet så länge kostnaderna för plasticitet inte är för stora. För att korrekt tolka empiriska experiment involverande plasticitet är det viktigt att veta om den förändrade fenotyp som observerats bidrar till att öka den lokala anpassningsförmågan eller om den snarare är en konsekvens av fysiologisk stress, vilket jag illustrerar med simuleringar. Slutligen finner jag att multipla miljögradienter (gradvisa förändringar av livsmiljön över det geografiska rummet) adderas till varandra så att den totala gradienten kan bli tillräckligt brant för att förhindra vidare expansion av en populations utbredningsområde. Detta även om individuella gradienter är grunda och lätt kan missas i fältstudier. Sammanfattningsvis bidrar de nya insikterna från min avhandling till att öka förståelsen för varför gränser för arters utbredningsområden bildas.

**Keywords:** Range expansions, range margins, population genetics, evolutionary biology, local adaptation, environmental selection, phenotypic plasticity, computer simulations.