



## Genetisk variation – nyckeln till anpassning till förändrat klimat

### Viktiga fakta

Vi människor är beroende av ekosystemen. Vi behöver agera och motverka förlust av biologisk mångfald som orsakas av människans aktiviteter och klimatförändringar, också för vår egen skull.

- **Genetisk mångfald** är variation på DNA-nivån. Genetisk mångfald är grunden för biologiska skillnader, både mellan arter och bland individer av samma art.
- Tack vare genetisk mångfald är vissa individer bättre lämpade att överleva och reproducera sig under vissa förhållanden och kommer att gynnas av det **naturliga urvalet**.
- Genetisk variation ökar sannolikheten för arters överlevnad under miljöförändringar. **Genetisk mångfald är därför avgörande för anpassningen och resiliensen hos ekosystemen**, deras arter och förmåga att leverera [ekosystemtjänster](#).
- **Populationer som blivit små och isolerade förlorar snabbt genetisk mångfald**. Därför bör förvaltning och skötsel fokusera på att **öka populationers storlek och det genetiska utbytet mellan dem** över kritiska nivåer, för att värna populationernas förmåga att anpassa sig till miljöförändringar.
- **Att mäta och övervaka** genetisk mångfald gör det möjligt för människor att bättre utvärdera arters hälsa, genetiska variation och utbyte av genetisk mångfald mellan olika populationer (genflöde) för att förbättra förvaltning och skötsel av den biologiska mångfalden och naturresurser.

### Viktiga rekommendationer

För [att förhindra ytterligare utrotning, öka arters överlevnadsförmåga](#) och bevara ekosystem behövs omedelbara och omfattande åtgärder.

- Bevara och restaurera den genetiska mångfalden för att upprätthålla livskraften hos arter och ekosystem samt bibehålla och öka deras anpassningsförmåga till klimatförändringar.
- Använd genetiska metoder för att analysera och övervaka arters genetiska variation som är viktig för deras och ekosystemtjänsternas bevarande. Metoderna är viktiga verktyg för vetenskapligt baserad information till beslutsfattare, projektledare och inom övervakning.
- Förbättra strategier och program för bevarande av arter så att de stärker arternas genetiska mångfald. Växter och djur har anpassat sig till sina miljöer och varandra i flera hundratals år. Bevarade genetiska anpassningar och samspel ökar chanserna att de kommer att överleva miljöförändringar.
- Ändra riktlinjerna för nationell rapportering inom EU:s [art-och habitatdirektiv](#), [fågeldirektiv](#), [havsmiljödirektiv](#) och [vattendirektiv](#) till att tydligt rekommendera att genetisk mångfald och genflöde hos arter bedöms och övervakas där det är relevant.

Färgvariation anpassad till lokala miljöförhållanden hos den europeiska gölgrodan (*Pelophylax lessonae*). De mörkare individerna ytterst på bilden är från artens nordliga utbredningsgräns medan grodorna i mitten är från sydligare lokaler. I nordligt klimat medför mörkare färg bättre reproduktion. (foto: Per Sjögren-Gulve)

# Forskningsresultat

## Arternas mångfald ökar resiliensen

Under förutspådda klimatscenarier blir [upprätthållandet av välmående, intakta ekosystem](#) allt viktigare för att undvika kraftiga negativa effekter av klimatförändringarna.

En nyligen genomförd [metaanalys](#) av 46 oberoende vetenskapliga studier visade sammantaget att [biologisk mångfald ökar ekosystems resiliens](#) (motståndskraft) mot ett brett spektrum av klimathändelser: vått / torrt, måttligt / extremt, och på kort och längre sikt. Oavsett klimathändelserna visade forskningen att artsamhällen med låg diversitet (1-2 arter) förändrades med 50% medan samhällen med hög diversitet (16-32 arter) förändrades med endast 25%. En annan metaanalys av 85 oberoende studier från hela världen, visade att [skörden och ekosystemtjänsterna förbättrades](#) när det fanns en mångfald av olika arter av pollinatörer och av naturliga fiender till skadedjur. Av de negativa effekterna som landskapsförändringar hade på ekosystemtjänsterna orsakades upp till 50% i själva verket av den minskade biologiska mångfalden bland organismerna som tillhandahåller tjänsterna. Biologisk mångfald har alltså klart positiva effekter på ekosystem och ekosystemtjänster.



och det gör den genetiska mångfalden också

[En vetenskaplig undersökning fann](#) att högre genetisk variation ledde till högre tillväxt och täthet av [ålgräs](#), även under en exceptionellt varm sommar. Variationen hade också en positiv effekt på det omgivande ekosystemets ryggradslösa djur jämfört med hos ålgräsbestånden med mindre genetisk variation. På liknande sätt fann en [annan undersökning](#) att större genetisk mångfald och artdiversitet ökade gräsmarkers produktivitet och förmåga att överleva torka.

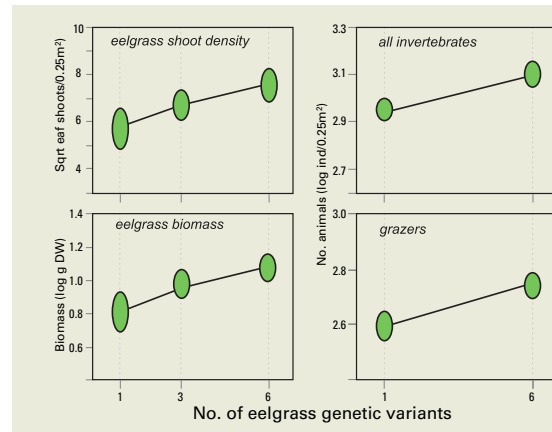


Diagram. Påvisade samband mellan antalet genetiska varianter hos ålgräs (horisontella axeln och bild) och dess tillväxt (övre vänstra figuren), biomassa (nedre vänstra), antalet ryggradslösa djur (övre högra figuren) och antalet växtätare (nedre högra).

Individens egenskaper och skillnader bygger på variation i arvsmassan (DNA). Den variationen utgör också grunden för deras livskraft och förmåga att anpassa sig till förändringar i miljön. Individer med gynnsamma anpassningar och genkombinationer överlever bättre och / eller producerar fler avkomor. Under förutsättning att populationerna inte är för små, och inte förlorar för mycket genetisk variation, kommer de gynnsamma generna att överföras till kommande generationer. Inhemskas arter, som är en naturlig del av det lokala ekosystemet och utvecklas tillsammans under flera hundra år, kommer tack vare denna process bättre kunna hantera klimatförändringar. Bibehållen eller restaurerad genetisk mångfald ger även en ["försäkring" för att bemöta framtida miljöförändringar](#) eftersom ju fler genkombinationer som finns tillgängliga, desto fler blir anpassningsalternativen i en osäker framtid. En ny [vetenskaplig översikt](#) fann att genflöde genom immigration inom samma art har bidragit till att förhindra populationsutdöende hos flera djur- och växtarter. Ändå används förstärkt genflöde sällan som en bevarandestrategi i miljöarbetet. I åtgärder för att rädda små isolerade populationer förespråkar forskarna därför att åtgärdsfokus bör ändras från att betrakta och hantera populationer isolerat till att i större utsträckning arbeta för att återställa genflöde.

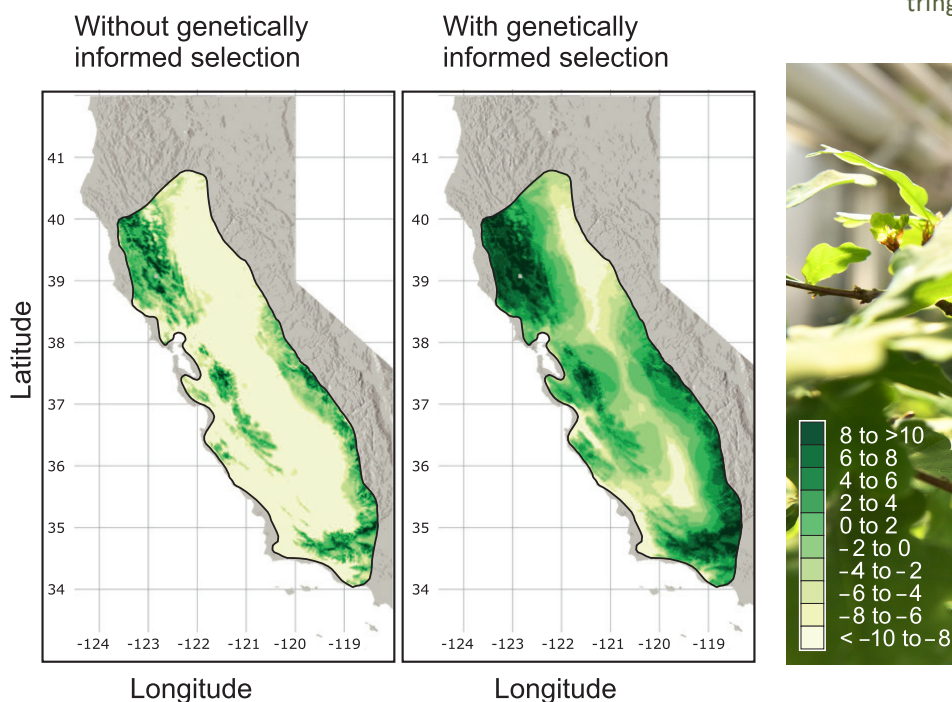
## Hur genetiska analyser kan främja hållbarhet

Genetiska verktyg kan förbättra resurshantering och åtgärdsresultat inom miljö- och naturvård. En [genetisk bedömning av östlig tigersalamander](#) drog slutsatsen att populationerna i enskilda dammar hade för lite genetisk variation. Den upptäckten ledde till riktade rekommendationer att förbättra salamandrarnas förflyttning och överlevnad mellan dammarna för att nå bevarandemålen.

Genetisk information kan bidra till att göra beslut och arbete inom förvaltning effektivare. Den dödliga asksvampsjukdomen beror på en exotisk svamp, som skadat europeiska askbestånd kraftigt de senaste femton åren. [Forskning](#) visade att detaljerad genetisk information exakt kan förutsäga känsligheten hos kvarvarande askträd för denna sjukdom. Detta kan hjälpa skogsförvaltare att välja motståndskraftiga träd för att förstärka skogsbestånd där så är lämpligt. Annan forskning har visat att genetiska verktyg [kan identifiera vilka träd som bättre kan anpassa sig till ett varmare klimat](#), med potentialen att minska förutsagda negativa konsekvenser på skogsbestånd av klimatförändringar.

På samma sätt kan genetisk information hjälpa skogsförvaltare att besluta vilka genetiska varianter som bör planteras på olika platser under klimatförändringsscenarier för att öka skogens framtida motståndskraft.

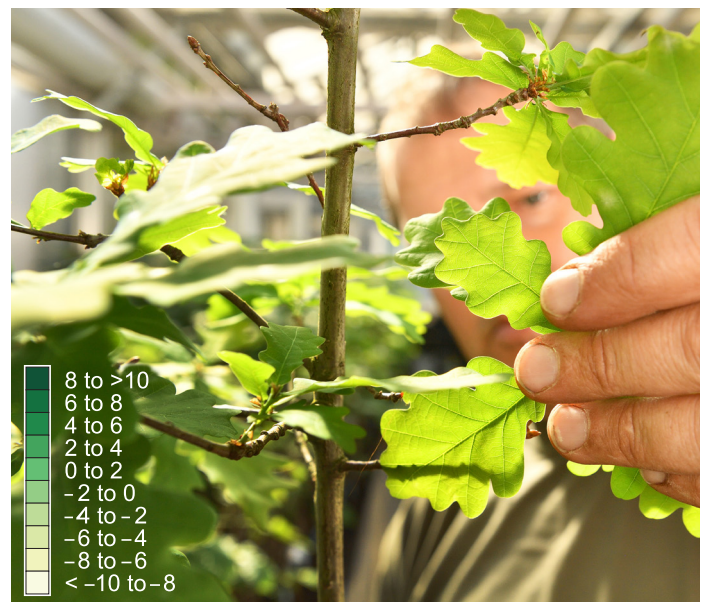
Figur: Förväntad procentuell förändring i tillväxthastighet hos bestånd av den kaliforniska eken *Quercus lobata* fram till år 2080 utan (bilden till vänster) repektive med (bilden till höger) genetiskt urval av träd.



Simuleringar av skogstillväxten indikerar att utan genetiskt urval av moderträd förväntas bestånden av ek-arten *Quercus lobata* i Kalifornien vid slutet av detta århundrade att ha minskat väsentligt jämfört med ifall genetiskt utvalda träd används, vilket istället möjliggör en ökning.

Genetiska metoder har bidragit till att rädda hotade arter såsom [Florida-pantern](#). I början av 1990-talet återstod bara 20-25 pantrar och många hade hjärtfel och låg spermie kvalitet på grund av liten genetisk variation och inavel. Baserat på genetisk screening och urval flyttades åtta pantrar från Texas för att införa nytt, gynnsamt genetiskt material till floridapopulationen och återställa det historiska genflödet mellan de två pumaraserna. En vetenskaplig utvärdering visade att denna genetiska insats och andra förvaltningsåtgärder har [minskat de genetiska defekterna och ökat populationens storlek](#).

Foto: Genetiskt urval av skogsek (*Quercus robur*) för förbättring av tolerans mot klimatförändringar.



# Rekommendationer för policy och förvaltning

Rekommendationerna här har tagits fram inom [COST-aktionen "G-BiKE"](#), där mer än 120 forskare och myndighetspersoner från 42 länder medverkar. Liknande slutsatser för det kommande decenniets naturvårds- och förvaltningsarbete framförs [inom IUCN](#). För att upprätthålla och återställa anpassningsförmågan hos våra ekosystem och deras tjänster behöver beslutsfattare och politiker ägna mycket större uppmärksamhet åt genetisk mångfald och anpassningsförmågan hos vilda (icke-kommersiella) arter. Detta innebär mer användning av genetiska analyser och verktyg för att förbättra arters bevarande. Mer övervakning av genetisk variation i alla EU-länder rekommenderas genom att ändra riktlinjerna för bedömningar av arter och bevarandestatus kopplade till [art- och habitatdirektivet](#), [fågeldirektivet](#), [havsmiljödirektivet](#) och [vat-tendirektivet](#).

[Genetisk mångfald och genflöde kan inte längre för-bises](#) eller enbart antas vid implementering av konventioner och direktiv för bevarande av biologisk mångfald samt klimatåtgärder. Explicit hänsyn till genetisk variation och fungerande genflöde hos arter behövs i arbetet efter 2020. Nedan följer rekommendationer för användning av genetiska analyser inom nuvarande politiska ramverk.

## \* [Aichi-målen och FNs Hållbarhetsmål 2030](#)

Aichi-målen/targets 5, 6, 7, 12, 13: *förhindra habitatförluster, förstörelse och -fragmentering; hållbart jordbruk, akvatisk odling, fiske och skogsbruk; biodiversitet; genetisk mångfald*

Hållbarhetsmålen 11, 13-15: *hållbara städer och samhällen; klimatåtgärder; livet i vattnet; livet på land*.

Inom arbetet för att nå ovanstående "targets" kan genetiska metoder och tillvägagångssätt genom samarbete med forskare väsentligt öka chanserna till framgång och att nå målen.

## \* [EU:s Biodiversitetsstrategi till 2020](#)

Sverige är medlemsland i Europeiska Unionen (EU). Se strategins huvudmål ("Headline target") och nämnda nyckelåtgärder i aktionerna 9 och 10: *bevara biologisk mångfald; bevara ekosystemen; genetisk mångfald i jordbruket; biologisk mångfald och landsbygdsutveckling*.

Kunskap om genetiska variation samt genetiska analysmetoder, bedömningar och övervakning är nyckelfaktorer för effektiv naturvård, restaurering och förvaltning.

## \* [EU:s Strategi för Grön Infrastruktur](#)

Strategin betonar behovet av "consistent, reliable data" – pålitliga data – vilket bland annat avser vetenskaplig validering av fungerande förbindelser ("konnektivitet") mellan delområden och delbestånd av arterna i [Natura-2000-nätverket](#).

Genetiska analyser och genetisk övervakning är kritiskt viktiga för att bekräfta huruvida lokala bestånd av arter har haft, genflöde mellan sig och huruvida den gröna infrastrukturen fungerar i att möjliggöra och underlätta förflyttning och genflöde hos arterna.

## \* [Sveriges miljömål](#)

Arbetet kopplat till flera av Sveriges miljömål, beslutade av riksdagen sedan 1999, behöver liksom ovan förstärkas för bättre bevarande av genetisk variation och [arter](#). Miljökvalitetsmålet [Ett rikt växt- & djurliv](#) har t.ex. [etappmålet Kunskap om genetisk mångfald](#).

## \* [EU:s 7:e Miljöhandlingsprogram \(till 2020\)](#)

Se programmets artiklar 2a, 2e, 2 med prioritetmålet att *skydda, bevara och förstärka naturkapitalet och nyckelåtgärderna att förbättra kunskapen och evidens-grunden inom miljöpolitiken; öka effektiviteten av åtgärderna mot miljö- och klimatutmaningarna*.

Genetiska kunskaper och metoder samt genetisk övervakning har nyckelroller i att effektivt kunna mildra de miljö- och klimatomständigheterna för alla arter och ekosystem som sammantaget utgör EU:s naturkapital ("natural capital").

## \* [EU:s Skogsstrategi \(2019\)](#)

Bland nyckelåtgärderna: *maintain biodiversity; maintain, enhance and restore forest ecosystems' resilience and multi-functionality; green infrastructure*.

Positiva effekter av genetisk variation för träd och skogars anpassningsförmåga exemplifieras till exempel i en [BiodivERSA policy brief](#) som även betonar det viktiga i en av strategins nyckelåtgärder: den genetiska mångfalden måste ökas och hotade genetiska resurser skyddas.

## \* [EU:s Gemensamma Fiskeripolitik \(2014\)](#)

*Miljömässigt/ekologiskt hållbart fiske och akvakultur; metoderna skadar inte fiskbeståndens förmåga att reproducera sig; försiktigt tillvägagångssätt som erkänner inverkan av människans aktiviteter på ekosystemets alla komponenter*.

För små och inavlade fiskbestånd kommer att ha sämre fortplantning och tillväxt och sämre anpassningsförmåga till förändrade miljö- och klimatförhållanden. Genetisk övervakning och vetenskapligt baserad förvaltning är viktiga för arternas och ekosystemens uthållighet och överlevnad.

G-BiKE är ett vetenskapligt nätverk med finansiering av European Cooperation in Science and Technology (nr CA18134). Där medverkar mer än 120 forskare och experter från 42 länder.

Kontakt: [Cristiano.vernesi@fmach.it](mailto:Cristiano.vernesi@fmach.it)

[linda.laikre@popgen.su.se](mailto:linda.laikre@popgen.su.se)

Webbplats: [www.cost.eu/actions/CA18134](http://www.cost.eu/actions/CA18134)

Facebook: [www.facebook.com/gbikecost/](https://www.facebook.com/gbikecost/)

Twitter: @gbike\_cost: [twitter.com/gbike\\_cost](https://twitter.com/gbike_cost)

## Relevanta webbplatser om naturvårdsgenetik:

ConGRESS [congressgenetics.eu](http://congressgenetics.eu)

Baltgene [bambi.gu.se/baltgene](http://bambi.gu.se/baltgene)

