

Evolutionsbiologi

Skriftlig eksamen, den 18. juni 2014

**Med hjælpemidler
(Lærebøger, noter, computer)**

For hver opgave oplyses dens vægtning.

*Dette opgavesæt indeholder 7 sider inklusive forsiden
Der må **IKKE** benyttes blyant.
Opgaverne skal afleveres i den rækkefølge, de er stillet i.*

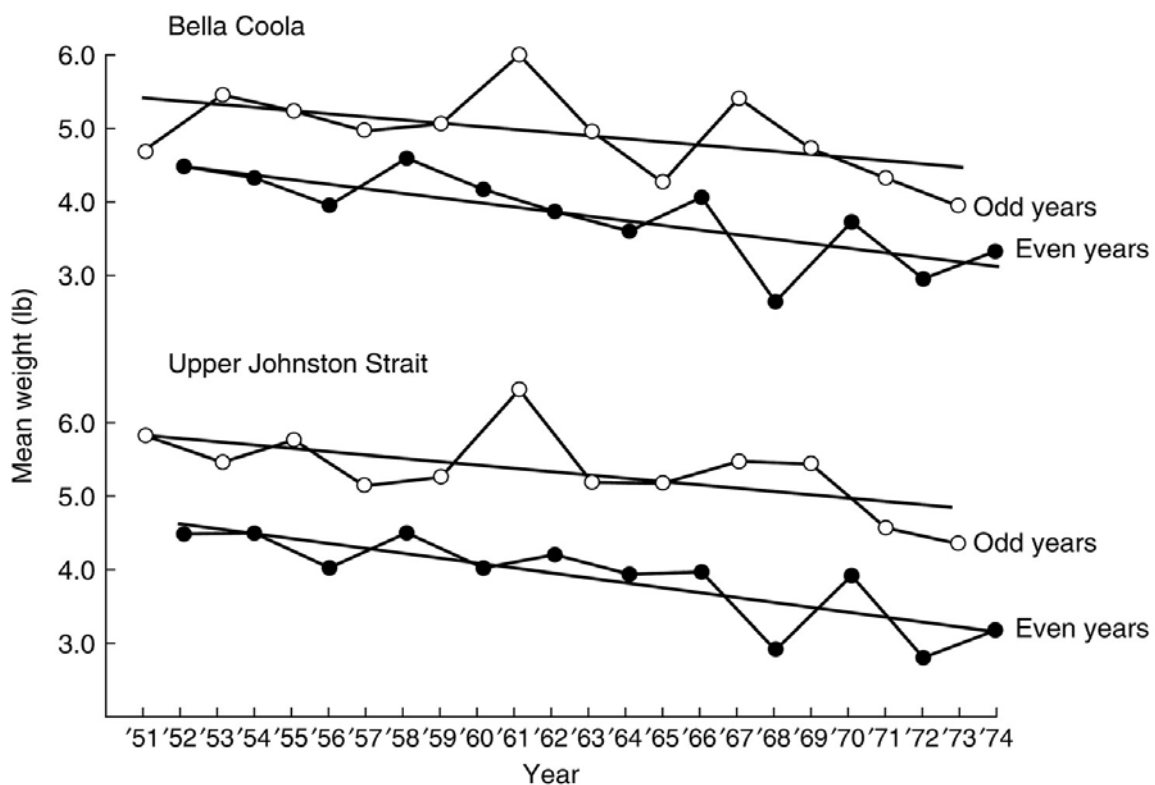
Jørgen Bundgaard Søren Rosendahl
Hans R. Siegismund Jesper Givskov Sørensen Jeppe Vinther

Opgave 1 (35%)

Pukkellaks (*Oncorhynchus gorbuscha*) er udbredt i det østlige Stillehav og yngler i ferskvand i Canada og USA. Den har en speciel livshistorie. Den lever i nøjagtigt to år. Det meste af livet tilbringes i havet, hvorfra den i to-årsalderen vandrer tilbage til ferskvand. (Den er anadrom.)

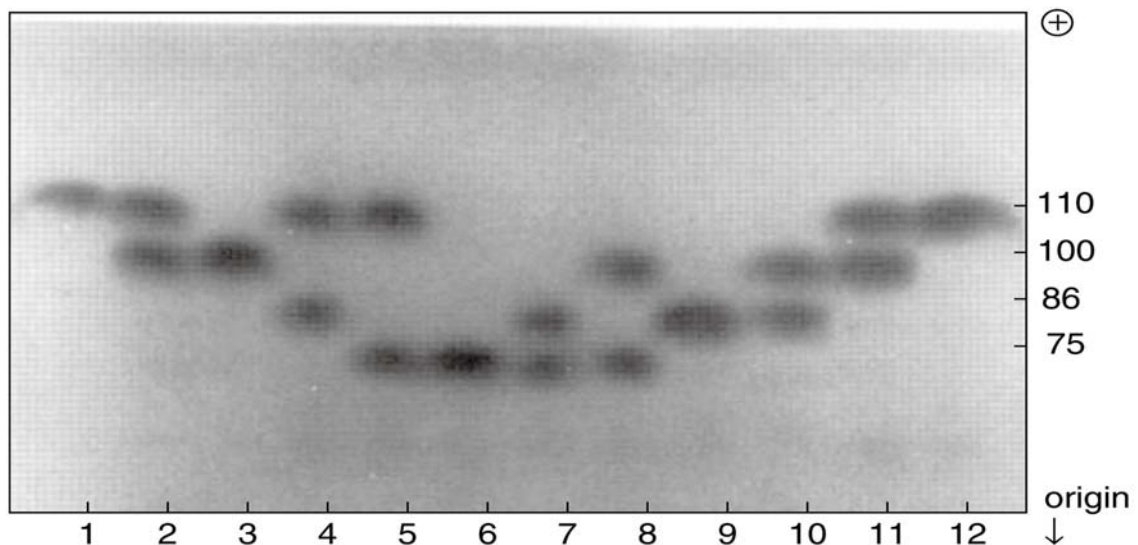
De fleste vandrer tilbage til den flod, hvor de blev født. Her forplanter laksene sig og dør lige derefter. Vi skal her undersøge, hvorvidt laks, der lever i det samme flodsystem, og som yngler i henholdsvis lige og ulige år er genetisk adskilt fra hinanden. Pukkellaks er en eftertragtet spisefisk og har været fisket efter igennem mange år. Man bruger hovedsageligt net sat op i flodmundinger, hvor man fanger laks, der vender tilbage for at yngle. Figuren nedenunder viser gennemsnitsvægten (i pund, lb) for to floder i USA, Bella Coola og Upper Johnston Strait. Gennemsnitsvægten angives for såvel ulige år (åbne cirkler) som for lige år (fyldte cirkler) i de to floder.

Pink Salmon Spawning Phase



- Beskriv **kort** de to vigtigste observationer fra figuren.
- Gennem fiskeriet har man tilsyneladende hovedsageligt fanget de store laks. Hvilken form for selektion foregår?

- c) Hvis denne form for selektion på en kvantitativ karakter fortsætter gennem mange generationer, observeres der oftest et selektionsplateau. Hvad er narrow-sense heritabiliteten, h^2 , i selektionsplateauet?
- d) Betyder det, at der ingen variation er for denne karakter i populationen?
- e) Når man standser selektionen på en kvantitativ karakter, ses ofte, at populationens middelværdi bevæger sig tilbage i retning mod den værdi, den havde før selektionen blev påbegyndt. Hvad skyldes dette fænomen?
- f) I alle floder, hvor man har undersøgt pukkellaksen, viser det sig, at laks, der gyder i ulige år, er større end laks, der yngler i lige år. Hvad fortæller dette om slægtskabet mellem laks i de to årgangsgrupper og specielt om migration af laks mellem årgangene?
- g) Laksefiskeriet har fjernet en stor del af bestanden, så man frygter, den har gennemgået en flaskehals og derved mistet genetisk diversitet og måske udsættes for indavlsdepression. Man har for at undersøge om dette er tilfældet analyseret genetisk variation i en lang række loci. Figuren nedenunder viser resultatet af gel-elektroforese af et protein som bestemmes af fire alleler. De fire typer kan adskilles, da deres vandring i gelen er forskellig. Homozygoter giver ét bånd mens heterozygoter giver to bånd. Til højre er angivet relative mobiliteter af de forskellige alleler: 75, 86, 100, 110. I alt er der undersøgt variation hos 12 individer. Beregn frekvensen for de fire alleler.



- h) Hvad er gendiversiteten i dette locus?
- i) Gendiversiteten i dette locus er repræsentativt for den gennemsnitlige gendiversitet er i denne art. Det svarer til det, der ses i gennemsnit hos laksefisk. Er der noget tegn på, at den har været igennem en flaskehals og har mistet en væsentlig del af sin variation?
- j) Man har undersøgt hvor meget af gendiversiteten, der skyldes differentiering mellem populationerne. Dette er beregnet for såvel gruppen, der yngler i lige år, og gruppen, der yngler i ulige år. Man benyttede Wright's F-statistik for at kvantificere dette. For de to grupper fandt man en F_{ST} på 0,005 for gruppen, der yngede i ulige år, og en F_{ST} på 0,002

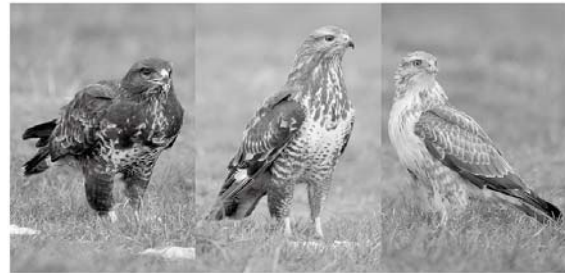
for gruppen, der yngede i lige år. Til sammenligning kan nævnes, at laksen i Europa (*Salmo salar*) har en F_{ST} værdi for differentiering mellem dens populationer på 0,16. Den europæiske laks er kendt for at vende tilbage til den flod, hvor den stammer fra, når den skal yngle.

Et fylogenetisk træ for alle populationer estimeret ud fra allelfrekvenser i 16 loci blev delt op i to monofyletiske grupper: én med populationer, der yngler i ulige år og én med populationer, der yngler i lige år. Grupperne blev understøttet af en bootstrap-værdi på 1000 (ud af 1000 tilfældige subsamples).

Benyt disse oplysninger til at give et kvalitativt bud på, hvor stor migrationen er mellem forskellige floder og for genflow mellem lige og ulige årgange af laksen.

Opgave 2 (25%)

Den europæiske musvåge (*Buteo buteo*) findes i tre forskellige morfer, en mørk (M), en intermediær (I) og en lys (L) morf. De er afbildet i figuren til højre i samme nævnte rækkefølge. Krüger et al. (2001) undersøgte ud fra feltobservationer, hvordan farvemorferne blev nedarvet.

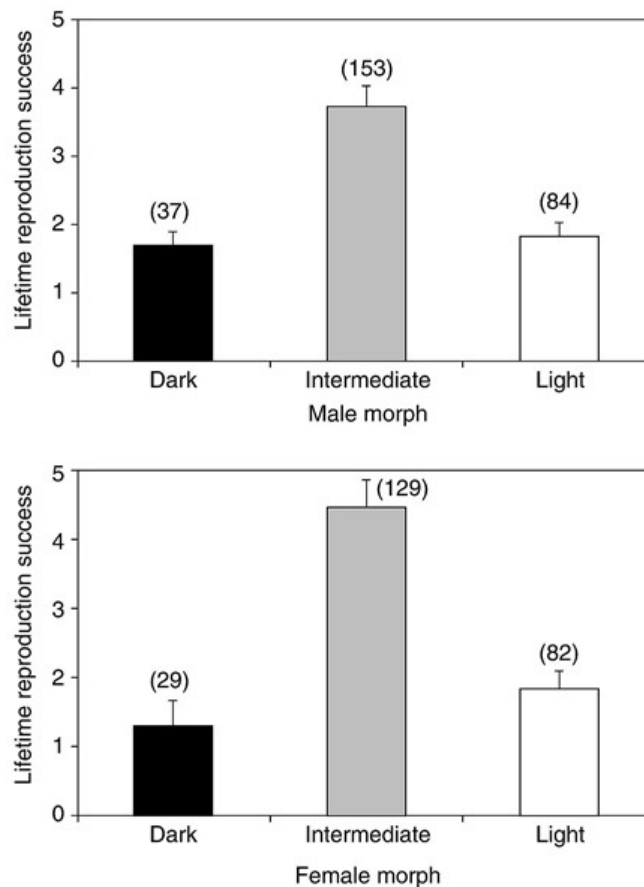


De undersøgte udspaltningen i forskellige fænotyper blandt afkom for alle mulige kombinationer af parringer mellem de tre morfer. Resultatet er givet i nedenstående tabel, hvor den procentvise udspaltning er angivet for afkomsgenerationen (N er antallet af par):

Forældre	N	Afkom		
		M	I	L
M × M	2	100	0	0
M × I	22	36	64	0
M × L	4	0	100	0
I × I	90	23	64	13
I × L	41	2	49	49
L × L	3	0	0	100

- Forklar, hvordan farvemorferne nedarves hos musvågen. Afkommets udspaltning er angivet i procenter, og der er derfor ingen mulighed for at lave statistiske tests. Kommenter, hvor der optræder en observation, der er problematisk og giv et bud på, hvordan den kan forklares.
- Tæl antallet af de tre morfer i forældregenerationen op (Beregn den observerede genotypefordeling blandt voksne)
- Beregn frekvenserne for de to alleler.
- Hvad er de forventede genotypfrekvenser ifølge Hardy-Weinberg loven? Karakteriser en eventuel afvigelse og lav en test for afvigelse fra Hardy-Weinberg loven.

Feltstudiet af musvågen omfattede også en opgørelse over, hvor mange afkom de tre forskellige morfer fik igennem et helt liv (lifetime reproductive output). Dette er vist i den følgende figur.



- e) Når lifetime reproductive output benyttes som et bud på fitness for de tre genotyper i dette locus, besvar da hvilken form for selektion, der foregår i dette locus.
- f) Hvad vil allelfrekvenserne være i et sådant system (cirka)? Stemmer de overens med de observerede allelfrekvenser (fundet i c)?

Opgave 3 (20%)

Betrakt de følgende DNA sekvenser:

```

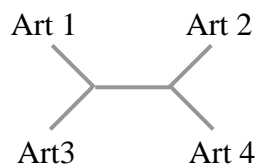
Art1    actagcagat cgacaatggt actgagatag agctcctaga
Art2    .....C...
Art3    ....a.....C. ....C.. ...a..C...
Art4    ....a.....C. ....C.. ...g..C...
  
```

Her er baser, som i Art 2, 3 og 4 er identiske med basen i den homologe position i Art 1, vist som et punktum.

- a) Udregn antallet af mutationer der adskiller disse sekvenser, ved at færdiggøre følgende tabel af afstande:

	ART1	ART 2	ART 3	ART 4
Art 1	-			
Art 2		-		
Art 3			-	1
Art 4			1	-

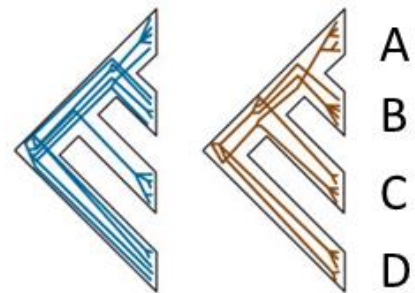
- b) Vis, hvilket træ (uden rod) brug af UPGMA metoden ville føre til (tip: du behøver kun at finde de første to arter som skal grupperes sammen for at finde træet uden rod).
- c) Hvad er nukleotiddiversiteten for disse sekvenser?
- d) Hvor mange mutationer skal der introduceres for at forklare forskellen i disse sekvenser ifølge parsimoniprincippet på nedenstående fylogeni:



- e) Hvilket træ uden rod er maksimum parsimoni træet, d.v.s. træet med færrest mulige mutationer ifølge parsimoniprincippet?

Opgave 4 (15 %)

Man kan studere tæt beslægtede arters stamtræer ved at estimere fylogener baseret på flere forskellige gener. Hvis man har en velunderbygget artsfylogeni, ser man nogle gange, at forskellige geners fylogenetiske træer ser anderledes ud. Gentræerne afspejler ikke artstræerne. Et eksempel er vist i figuren til højre, der viser fire arters fylogeni (A, B, C, D) samt to geners fylogeni.



- a) Hvad kaldes dette fænomen? Forklar, hvilke faktorer, der kan have haft indflydelse på dette. (Tip: inddrag populationsstørrelserne og tiden).

Ser man på kromosomal variation hos nært beslægtede taxa, ser man et andet billede. Her ser man nogle gange, at populationer, der er parapatrisk udbredte, er fikserede for forskellige kromosom-mutationer, som inversioner eller translokationer. Det ses specielt hos populationer, der ikke migrerer langt og som har små populationsstørrelser.

- b) Hvilken form for naturlig selektion er virksom, og hvorledes er de forskellige populationer blevet fikseret for kromosomvarianterne?

En endnu mere ekstrem form for kromosomal ændring ses ved artsdannelse, der omfatter hele genomet fra to forskellige arter.

- c) Hvilken form for artsdannelse drejer det sig om? Hos hvilke organismer forekommer den hyppigt?

Opgave 5 (5 %)

Figuren viser et UCSC genome browser screenshot af en del af det humane chromosome 3. Området indeholder et proteinkodende gen: ADP-ribosylarginine hydrolase.

- a) Ifølge RefSeq annoteringen som er vist på figuren, hvor mange mRNA isoformer er der af dette gen?
- b) Hvilken form for proces er ansvarlig for fremstilling af de forskellige isoformer?
- c) Ifølge RefSeq annoteringen som er vist på figuren, hvor mange forskellige protein-isoformer vil mRNA isoformerne kode for?
- d) Udfra konserveringsannoteringen vist på figuren, hvilke dele af genet er højest konserveret og hvad er en sandsynlig forklaring herpå?

