**UNIVERSITY OF OSLO**

**Faculty of Mathematics and Natural Sciences**

**Exam in BIO4200 Molecular Evolution**

**Day of exam: Wednesday December 17th**

**Exam hours: 14.30 – 17.30**

**This examination paper consists of 2 pages.**

**Appendices: None**

**Permitted materials: Calculator**

*Make sure that your copy of this examination paperis complete before answering.*

1. Describe the main features of the The Neutral Theory of Molecular Evolution. What are the two major problems of this theory?
2. What are the postulated consequences for duplicated genes and multigene families when applying the concepts of (i) divergent evolution, (ii) concerted evolution, and (iii) birth and death evolution?
3. Briefly describe the processes of (i) gene conversion, (ii) unequal crossing-over, and (iii) replication slippage. How can these processes explain the homogenization of repetitive nucleotide sequences within a genome?
4. The following SNP-genotypes were obtained in a study of a species of water striders in rivers and streams around Oslo. Calculate *F*ST between the population pairs and *F*IS within each of them. Interpret the results.
   1. Population Blindernbekken: 48 A1A1, 67 A1A2 and 29 A2A2; population Lysakerelva: 5 A1A1, 44 A1A2 and 98 A2A2
   2. What is a SNP?
5. Consider the table below.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Genotype *A*i*A*j | A1A1 | A1A2 | A2A2 |
| Genotypic fitness *w*ij | 0.25 | 1 | 0.15 |
| Frequency of zygotes **ij | *p*2 | 2*pq* | *q*2 |

* 1. Find explicit expressions for the marginal fitness of the two alleles *w*1\* and *w*2\* and calculate the polymorphic equilibrium by setting *w*1\* = *w*2\*.
  2. At time (generation)  *t* the frequency of A1 is *pt*= 0.05. Calculate the frequency of A1 after one generation of selection (*p*t+1)and find an explicit expression for ∆*p*
  3. Identify the other equilibria in this model and determine which of the equilibria are stable and unstable.
  4. Calculate genetic load at the polymorphic equilibrium.

1. Explain how genomic conflicts such as transposition and meiotic drive may play a role in speciation

**UNIVERSITETET I OSLO**

**Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet**

**Eksamen i: BIO4200 Molekylær evolusjon**

**Eksamensdag: Onsdag 17.desember**

**Tid for eksamen: kl .14.30 – 17.30**

**Oppgavesettet er på 2 sider**

**Vedlegg: Ingen**

**Tillatte hjelpemidler: Kalkulator**

*Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.*

1. Beskriv hovedprinsippene til nøytralteorien for molekylær evolusjon. Hva er de to hovedproblemer med denne teorien?
2. Hva er de forventete konsekvenser for dupliserte gener og multigen familier under (i) ”divergent evolution”, (ii) ”concerted evolution”, og (iii) ”birth and death evolution”?
3. Beskriv kort prosessene (i) ”gene conversion”, (ii) ”unequal crossing-over”, og (iii) ”replication slippage”. Hvordan kan disse prosessene forklare homogenisering av repeterte nukleotidsekvenser innenfor et genom?
4. Følgende SNP-genotyper ble funnet i en studie av vårfluer i ever og bekker i Oslo. Regn ut *F*ST mellom populasjonsparene og *F*IS innen hver av dem. Tolk resultatene.
   1. Blindernbekken: 48 A1A1, 67 A1A2 and 29 A2A2; Lysakerelva: 5 A1A1, 44 A1A2 and 98 A2A2
   2. Hva er en SNP?
5. Ta utgangspunkt i tabellen nedenfor.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Genotype *A*i*A*j | A1A1 | A1A2 | A2A2 |
| Genotypisk fitness *w*ij | 0.25 | 1 | 0.15 |
| Frekvens av zygoter **ij | *p*2 | 2*pq* | *q*2 |

* 1. Finn marginalfitnessen til de to allelene *w*1\* og *w*2\* and regn ut den polymorfe likevekten ved å sette *w*1\* = *w*2\*.
  2. Ved tid (generasjon)  *t* er frekvensen av A1 *pt*= 0.05. Regn ut frekvensen av A1 etter en generasjon med seleksjon (*p*t+1)og finn et uttrykk for ∆*p* (endring I allelfrekvens per generasjon)
  3. Finn de andre likevektene i modellen og avgjør om de ulike likevektene er stabile eller ustabile.
  4. Regn ut “genetic load” ved den polymorfe likevekten.

1. Forklar hvordan genomiske konflikter, for eksempel forårsaket av transposable elementer eller meitotisk drive elementer, kan spille en rolle i artsdannelse.

**UNIVERSITETET I OSLO**

**Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet**

**Eksamen i: BIO4200 Molekylær evolusjon**

**Eksamensdag: Onsdag 17. desember**

**Tid for eksamen: 14.30-17.30**

**Oppgåvesettet er på 2 sider**

**Vedlegg: Ingen**

**Lovlege hjelpemiddel: Kalkulator**

*Kontroller at oppgåvesettet er komplett før du tar til å svare på spørsmåla.*

1. Grei ut om hovudprinsippa til nøytralteorien for molekylær evolusjon. Kva er dei to hovudproblema med denne teorien?
2. Kva er dei forventa konsekvensane for dupliserte genar og multigen familiar under (i) ”divergent evolution”, (ii) ”concerted evolution”, og (iii) ”birth and death evolution”?
3. Grei kortfatta ut om prosessane (i) ”gene conversion”, (ii) ”unequal crossing-over”, og (iii) ”replication slippage”. Korleis kan desse prosessane forklare homogenisering av repeterte nukleotidsekvensar innan eit genom?
4. SNP-genotypane under blei funne i ein studie av vårfluger i elver og bekker i Oslo. Rekn ut *F*ST mellom populasjonspara og *F*IS innan kvar av dei. Tolk resultata.
   1. Blindernbekken: 48 A1A1, 67 A1A2 and 29 A2A2; Lysakerelva: 5 A1A1, 44 A1A2 and 98 A2A2
   2. Kva er ein SNP?
5. Ta utgangspunkt i tabellen under.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Genotype *A*i*A*j | A1A1 | A1A2 | A2A2 |
| Genotypisk fitness *w*ij | 0.25 | 1 | 0.15 |
| Frekvens av zygotar **ij | *p*2 | 2*pq* | *q*2 |

* 1. Finn marginal fitnessen til dei to allelane *w*1\* og *w*2\* and rekn ut den polymorfe likevekta ved å sette *w*1\* = *w*2\*.
  2. Ved tid (generasjon)  *t* er frekvensen av A1 *pt*= 0.05. Rekn ut frekvensen av A1 etter ein generasjon med seleksjon (*p*t+1)og finn eit uttrykk for ∆*p* (endring i allelfrekvens per generasjon)
  3. Finn dei andre likevektene i modellen og forklar kvifor dei er stabile eller ustabile.
  4. Rekn ut “genetic load” ved den polymorfe likevekta.

1. Forklar korleis genomiske konfliktar, til dømes årsaka av transposable element eller meitotisk drive element, kan spele ein rolle i artsdannelse.