



EKSAMENSOPPGAVE I BI3010 (POPULASJONGENETIKK)

Faglig kontakt under eksamen (Contact persons during exam):

J. Mork (909 73 351) M. Falahati-Anbaran (486 02 998)

Eksamensdato (Exam Date): 14. desember 2012

Eksamenstid (Exam duration): 4 timer (09:00 – 13:00)

Studiepoeng (Study points): 7,5

Tillatte hjelpemidler (Allowed aids): Kalkulatorer Citizen SR-270X, SR-270X College, HP30S

Antall sider bokmål: 3

Antall sider nynorsk: 2

Number of pages English: 2

Antall sider vedlegg (No. of pages in Appendix): 1

Sensurdato (Exam results): 11. januar 2013

OPPGAVENE ER VEKTET FORSKJELLIG (1-3) / THE QUESTIONS ARE WEIGHTED DIFFERENTIALLY (1-3).

BOKMÅL

Oppgave 1 (vekt 3).

Benytt informasjonen i Tabell 1 (nedenfor) og Tabell 2 (Appendix) og besvar spørsmålene a-f.

Tabell 1. Observert genotypefordeling på et 2-allel (A,B) locus i stikkprøver fra to naturlige populasjoner fra en diploid art.

	AA	AB	BB	N
Populasjon 1	65	110	25	200
Populasjon 2	90	220	90	400

- Hva er frekvensene for allel A og B i stikkprøvene?
- Hva er de forventede (iflg Hardy-Weinbergs lov) antall av genotyper i hver av stikkprøvene?
- Hvordan beregnes antall frihetsgrader (DF) for en Goodness-of-fit (G-o-f) test?
- Utfør en kji-kvadrat Goodness-of-fit (G-o-f) test på observert vs forventet antall genotyper i hver av stikkprøvene i Tabell 1, og angi signifikansnivåene (P) ifølge Tabell 2 (Appendix).

- e) Hva kan den observerte proporsjonen av heterozygoter i stikkprøvene tyde på?
f) Vis hvordan man med en RxC kji-kvadrat test og Tabell 2 kan avgjøre om forskjellen i allel-antallet i de to populasjonene i Tabell1 er statistisk signifikant. Rapporter P-verdien.

Oppgave 2 (vekt 3).

Forklar/definer kortfattet følgende begrep:

- a) Tilfeldig genetisk drift
- b) Founder effect
- c) Effektiv populasjonsstørrelse
- d) Wahlund effekt
- e) F_{ST} (formel basert på heterozygositet i total- og lokalpopulasjoner)
- f) Fikseringssannsynlighet for en ny mutant (nytt allele) i en H-W populasjon
- g) Genstrøm (gene flow), med formel for effekt på lokal allelfrekvens av immigrasjon i 1 generasjon.

Oppgave 3 (vekt 2).

Castle (1921) og Wright (1968) anviste en metode for å estimere minimum antall polymorfe loci som påvirker en kvantitativ egenskap. Metoden er i hovedsak basert på økningen i fenotypisk varians som skyldes segregering (utspalting i flere genotyper).

I et eksperiment på en dyreart viste to innavlede linjer M1 og M2 fenotypiske middelveier med en differanse på 30 måleenheter (U). Middelveier hos avkommet (F1) fra en krysning M1xM2 viste en varians på 15 U for egenskapen. En ny krysning F1xF1 ble gjort for å produsere en F2 generasjon, og denne viste en varians på 27,5 U.

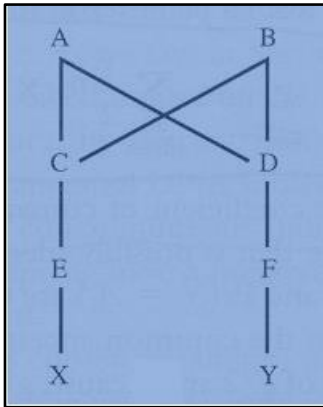
- a) Bruk Castle-Wright formelen til å estimere minimumsantallet av polymorfe loci som påvirker denne egenskapen.
- b) Hvilke forutsetninger bygger Castle-Wright formelen på?

Oppgave 4 (vekt 1).

I en produksjonseenhet for laks var gjennomsnittsvekten 8 kg med et standard avvik (SD) på 2,5 kg. Anta at arvbarhet for vekt var 0,4.

- a) Beregn V_A
- b) Anta at $V_E=2,5$ og beregn (V_D+V_i)

Oppgave 5 (vekt 1).



Betrakt path-diagrammet til venstre:

- Hva er slektskapskoeffisienten for individene X og Y?
- Hva vil innavlskoeffisienten for deres eventuelle avkom være?

Oppgave 6 (vekt 2).

I et seleksjonsprogram for tilvekst hos lam var middelvekt i første generasjon 25 kg. En undergruppe med middelvekt 35 kg ble brukt som foreldre til en ny generasjon. Avkommet (F1 generasjon) fra disse foreldrene viste en middelvekt på 29 kg.

- Beregn arvbaheten (h^2) for egenskapen vekt.
- Diskuter faktorer som påvirker et arbarhetsestimater.

Oppgave 7 (vekt 2).

- Hva er «Neutral theory» og hvorfor er den viktig?
- Hvilken test vil du anbefale for å kunne oppdage evolusjon på nukleotidnivå? Beskriv kort hvordan metoden virker.

Oppgave 8 (vekt 3).

- Hvorfor vil et «gene tree» og et «species tree» ikke alltid være like, og hvordan kan vi dra slutninger om et «species tree» ut fra et «gene tree»?
- Beskriv hvordan vi kan bruke "genealogies" til å studere evolusjonære prosesser så som seleksjon og populasjonsoppdeling.

NYNORSK

Oppgåve 1 (vekt 3).

Bruk informasjonen i Tabell 1 (nedanfor) og Tabell 2 (Appendix) og svar på besvar spørsmåla a-f.

Tabell 1. Observert genotypfordeling på eit 2-allel (A,B) locus i stikkprøvar frå to naturlege populasjoner frå ein diploid art.

	AA	AB	BB	N
Populasjon 1	65	110	25	200
Populasjon 2	90	220	90	400

- Kva er frekvensane for allel A og B i stikkprøvane?
- Kva er dei forventa (iflg Hardy-Weinberg lova) antal av genotyper i kvar av stikkprøvane?
- Korleis berekner ein antal friheitsgrader (DF) for ein Goodness-of-fit (G-o-f) test?
- Utfør ein kji-kvadrat Goodness-of-fit (G-o-f) test på observert vs forventa antal genotyper i kvar av stikkprøvene i Tabell 1, og gje signifikansnivået (P) ifylgje Tabell 2 (Appendix).
- Kva kan den observerte proporsjonen av heterozygotar i stikkprøvane tyde på?
- Vis korleis ein med ein RxC kji-kvadrat test og Tabell 2 kan avgjere om forskjellen i allel-antalet i dei to populasjonane i Tabell1 er statistisk signifikant. Rapporter P-verdien.

Oppgåve 2 (vekt 3).

Forklar/definer kortfatta fylgjande omgrep:

- Tilfeldeg genetisk drift
- «Founder effect»
- Effektiv populasjonsstorleik
- Wahlund effekt
- F_{ST} (formel basert på heterozygositet i total- og lokalpopulasjonar)
- Fikseringssannsynlegheit for ein ny mutant (nytt allel) i ein H-W populasjon
- Genstrøm (gene flow), med formel for effekt på lokal allelfrekvens av immigrasjon i 1 generasjon.

Oppgåve 3 (vekt 2).

Castle (1921) og Wright (1968) anviste ein metode for å estimere minimum antal polymorfe loci som påverkar ein kvantitativ eigenskap. Metoden er hovudsakleg basert på aukinga i fenotypisk varians som skuldast segregering (utspalting i fleire genotyper).

I eit eksperiment på ein dyreart viste dei fenotypiske medelverdiane i to innavla liner M1 og M2 ein differanse på 30 måleenheter (U). Medelverdet hos avkommet (F1) frå ei kryssing M1xM2 viste ein varians på 15 U for eigenskapen. Ei ny kryssing F1xF1 produserte ein F2 generasjon der variansen blei på 27,5U.

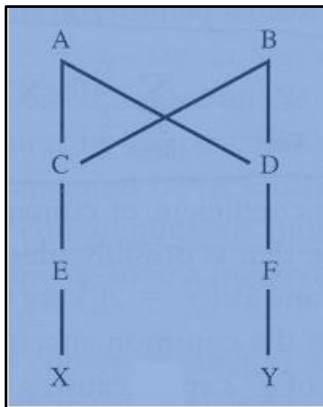
- Bruk Castle-Wright formelen til å estimere minimumsantallet av polymorfe loci som påvirker denne eigenskapen.
- Kva for forutsetningar byggjer Castle-Wright formelen på?

Oppgave 4 (vekt 2).

I ei produksjonseining for laks var medelvekta 8 kg med eit standard avvik (SD) på 2,5 kg. Anta at arvbarheit for vekt var 0,4.

- Rekn ut V_A
- Anta at $V_E=2,5$ og rekn ut (V_D+V_I)

Oppgave 5 (vekt 1).



Betrakt path-diagrammet til venstre:

- Kva er slektskapskoeffisienten for individa X og Y?
- Kva vil innavlskoeffisienten for deira eventuelle avkom verte?

Oppgave 6 (vekt 2).

I eit seleksjonsprogram for tilvekst hos lam var middelvekta i fyrste generasjon 25 kg. Ei undergruppe med middelvekt 35 kg blei brukt som foreldre til ein ny generasjon. Avkomet (F1 generasjon) få disse foreldra viste ei middelvekt på 29 kg.

- Rekn ut arvbarheita (h^2) for eigenskapen vekt.
- Diskuter faktorar som påverkar et arbarheitsestimant.

Oppgave 7 (vekt 2).

- Kva er «Neutral theory» og kvifor er den viktig?
- Kva for test vil du anbefale for å kunne oppdage evolusjon på nukleotidnivå? Beskriv kort korleis metoden verkar.

Oppgave 8 (vekt 3).

- Kvifor vil eit «gene tree» og eit «species tree» ikkje alltid vere like, og korleis kan vi dra slutningar om eit «species tree» ut frå eit «gene tree»?
- Beskriv korleis vi kan bruke "genealogies" til å studere evolusjonære prosessar så som seleksjon og populasjonsoppdeling.

ENGLISH

Question 1 (weight 3).

Use the information in Table 1 (below) and Table 2 (Appendix) and answer questions a-f.

Table 1. Observed genotype distribution at a 2-allele (A,B) locus in samples from two natural populations of a diploid species.

	AA	AB	BB	N
Population 1	65	110	25	200
Population 2	90	220	90	400

- What are the observed frequencies of alleles A and B in each of the samples?
- What are the expected (according to Hardy-Weinberg) number of the three genotypes in each of the samples?
- How do you calculate the degrees of freedom (DF) in a chi-squared Goodness-of-fit (G-o-f) test?
- Perform a chi-squared G-o-f test of observed vs expected number of genotypes in each of the samples in Table 1, and report the significance levels (P) according to Table 2 (Appendix),
- What can the observed proportion of heterozygotes in the samples be indicative of?
- Show how an RxC chi-squared test and Table 2 can help decide whether the difference in allele numbers in the two populations are significantly different. Report the obtained P-value.

Question 2 (weight 3).

Explain/define briefly these topics:

- Random genetic drift.
- Founder effect.
- Effective population size.
- Wahlund effect.
- F_{ST} (formula based on heterozygosities in local and pooled populations).
- Probability of fixation for a new mutation (new allele) in a H-W population.
- Gene flow, with formula for the effect on local allele frequency of immigration in 1 generation.

Question 3 (weight 2).

Castle (1921) and Wright (1968) devised a method for estimating the minimum number of polymorphic loci affecting a quantitative trait. The method is mainly based on the increase in variance due to segregation to more genotypes.

In an experiment on an animal species involving two inbred lines M1 and M2, the phenotypic mean values in the lines showed a difference of 30 measurement units (U). The mean values in offspring (F1) from a crossing M1xM2 showed a variance of 15 U. A new crossing F1xF1 produced an F2 generation which showed a variance of 27.5U for the mean of the trait.

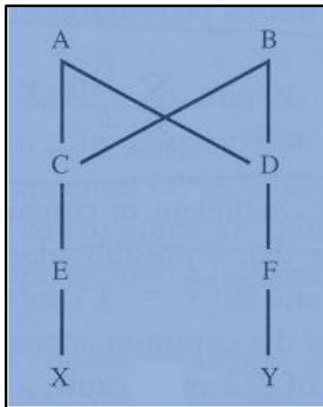
- Use the Castle-Wright formula to estimate the minimum number of polymorphic loci which affect this trait.
- What assumptions is the Castle-Wright method based on?

Question 4 (weight 2).

In a production unit for salmon, the phenotypic mean weight was 8 kg with a standard deviation (SD) of 2.5 kg. The heritability (h^2) for weight was 0.4.

- calculate V_A
- Assume $V_E=2.5$, and calculate (V_D+V_I)

Question 5 (weight 1).



Consider the path-diagram to the left:

- What is the coancestry coefficient of individuals X and Y?
- What would the inbreeding coefficient of their potential offspring be?

Question 6 (weight 2).

In a selection program for lamb body weight, the mean weight in the first generation was 25 kg. A subgroup with a mean weight of 35 kg was used as parents for a new generation. Their offspring (F1) showed a mean weight of 29 kg.

- Estimate the heritability (h^2) of body weight.
- Discuss briefly factors which affect heritability estimates.

Question 7 (weight 2).

- What is the «Neutral theory», and why is it important?
- Which test would you recommend in order to detect adaptive evolution at the nucleotide level? Describe briefly how the method works.

Question 8 (weight 3).

- Why is it that a "gene tree" not always matches a "species tree", and how can we infer the species tree from the gene tree?
- Explain how we can apply genealogies to study evolutionary processes such as selection and subdivision?

APPENDIX

Table 2. Critical values of the Chi-squared distribution.

χ^2 CRITICAL VALUES

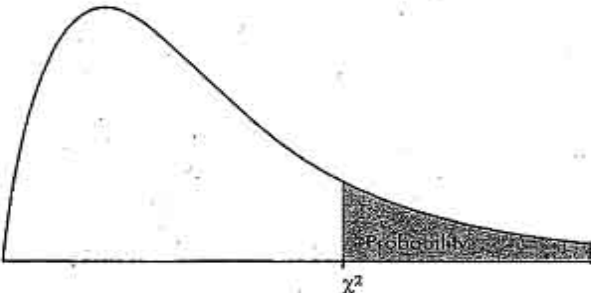


TABLE C: χ^2 CRITICAL VALUES

df	Tail probability p										
	.25	.20	.15	.10	.05	.025	.02	.01	.005	.0025	.001
1	1.32	1.64	2.07	2.71	3.84	5.02	5.41	6.63	7.88	9.14	10.83
2	2.77	3.22	3.79	4.61	5.99	7.38	7.82	9.21	10.60	11.98	13.82
3	4.11	4.64	5.32	6.25	7.81	9.35	9.84	11.34	12.84	14.32	16.27
4	5.39	5.99	6.74	7.78	9.49	11.14	11.67	13.28	14.86	16.42	18.47
5	6.63	7.29	8.12	9.24	11.07	12.83	13.39	15.09	16.75	18.39	20.51
6	7.84	8.56	9.45	10.64	12.59	14.45	15.03	16.81	18.55	20.25	22.46
7	9.04	9.80	10.75	12.02	14.07	16.01	16.62	18.48	20.28	22.04	24.32
8	10.22	11.03	12.03	13.36	15.51	17.53	18.17	20.09	21.95	23.77	26.12
9	11.39	12.24	13.29	14.68	16.92	19.02	19.68	21.67	23.59	25.46	27.88
10	12.55	13.44	14.53	15.99	18.31	20.48	21.16	23.21	25.19	27.11	29.59
11	13.70	14.63	15.77	17.28	19.68	21.92	22.62	24.72	26.76	28.73	31.26
12	14.85	15.81	16.99	18.55	21.03	23.34	24.05	26.22	28.30	30.32	32.91
13	15.98	16.98	18.20	19.81	22.36	24.74	25.47	27.69	29.82	31.88	34.53
14	17.12	18.15	19.41	21.06	23.68	26.12	26.87	29.14	31.32	33.43	36.12
15	18.25	19.31	20.60	22.31	25.00	27.49	28.26	30.58	32.80	34.95	37.70
16	19.37	20.47	21.79	23.54	26.30	28.85	29.63	32.00	34.27	36.46	39.25
17	20.49	21.61	22.98	24.77	27.59	30.19	31.00	33.41	35.72	37.95	40.79
18	21.60	22.76	24.16	25.99	28.87	31.53	32.35	34.81	37.16	39.42	42.31
19	22.72	23.90	25.33	27.20	30.14	32.85	33.69	36.19	38.58	40.88	43.82
20	23.83	25.04	26.50	28.41	31.41	34.17	35.02	37.57	40.00	42.34	45.31
21	24.93	26.17	27.66	29.62	32.67	35.48	36.34	38.93	41.40	43.78	46.80
22	26.04	27.30	28.82	30.81	33.92	36.78	37.66	40.29	42.80	45.20	48.27
23	27.14	28.43	29.98	32.01	35.17	38.08	38.97	41.64	44.18	46.62	49.73
24	28.24	29.55	31.13	33.20	36.42	39.36	40.27	42.98	45.56	48.03	51.18
25	29.34	30.68	32.28	34.38	37.65	40.65	41.57	44.31	46.93	49.44	52.62
26	30.43	31.79	33.43	35.56	38.89	41.92	42.86	45.64	48.29	50.83	54.05
27	31.53	32.91	34.57	36.74	40.11	43.19	44.14	46.96	49.64	52.22	55.48
28	32.62	34.03	35.71	37.92	41.34	44.46	45.42	48.28	50.99	53.59	56.89
29	33.71	35.14	36.85	39.09	42.56	45.72	46.69	49.59	52.34	54.97	58.30
30	34.80	36.25	37.99	40.26	43.77	46.98	47.96	50.89	53.67	56.33	59.70
40	45.62	47.27	49.24	51.81	55.76	59.34	60.44	63.69	66.77	69.70	73.40
50	56.33	58.16	60.35	63.17	67.50	71.42	72.61	76.15	79.49	82.66	86.66
60	66.98	68.97	71.34	74.40	79.08	83.30	84.58	88.38	91.95	95.34	99.61
80	88.13	90.41	93.11	96.58	101.9	106.6	108.1	112.3	116.3	120.1	124.8
100	109.1	111.7	114.7	118.5	124.3	129.6	131.1	135.8	140.2	144.3	149.4