

Exempel

Röd-grön färgblindhet är ett recessivt könsbundet tillstånd. En färgblind man får barn med en kvinna som är heterozygot för tillståndet i fråga (hon är bärare av anlaget). Paret får två barn – en pojke och en flicka. Vad är sannolikheten för att dessa ska bli färgblinda?

Lösning

Allel för normalt färgseende: F

Allel för färgblindhet: f

Spermier \ Ägg	X^F	X^f
X^f	$X^F X^f$ normalt seende flicka, bärare	$X^f X^f$ färgblind flicka
Y^f	$X^F Y$ normalt seende pojke	$X^f Y$ färgblind pojke

Svar

Sannolikheten för att de ska få en färgblind flicka är 50 % och för att de ska få en normalt seende flicka som är bärare är 50 %. Sannolikheten för att de ska få en färgblind pojke är 50 % och att han ska vara normalt seende är 50 %.

Övningar

16. Ett par där båda är färgseende får fyra barn varav ett är färgblind. Visa hur detta kan stämma!
17. Blödarsjuka (hemofili) är en ärftlig sjukdom som gör att blodet inte koagulerar, med förhöjd risk att förblöda som följd. En kvinna och en man som inte har blödarsjuka får en son som drabbas av sjukdomen. Ta reda på sannolikheten att dessa föräldrar ska få döttrar respektive söner som är drabbade av blödarsjuka.
18. En viss art afrikanska myror kan ha antingen röda eller svarta ögon. En hona med röda ögon parar sig med en hane med röda ögon. Alla avkommor av honligt kön får röda ögon medan hälften av avkommorna av hanligt kön får röda ögon och hälften svarta ögon. När samma hona istället paras med en hane med svarta ögon får hälften av de manliga avkommorna röda ögon liksom hälften av de honliga avkommorna. Förklara detta med genetiska korsningsscheman.

19. Pälsfärgen på pekingkatter bestäms av två alleler, varav en kodar för svart pälsfärg och en för brun pälsfärg. Hos en homozygot individ är pälsfärgen alltid antingen svart eller brun. En heterozygot pekingkatt blir istället brun- och svartfläckig. Hos hankatter har man aldrig observerat denna brun- och svartfläckiga färgteckning.

Gör en utredning över hur pälsfärgen ärvs hos pekingkatter. Bestäm de möjliga genotyperna och fenotyperna i F_1 -generationen om man korsar en brun- och svartfläckig honkatt med en svart hankatt.

Dihybrid klyvning

Nu ska vi studera hur man kan ära två olika egenskaper som är belägna på två olika kromosomer, något som kallas dihybrid nedärvning eller klyvning. I princip följer man nedärvningen av två egenskaper på samma sätt som när man följer nedärvningen av en egenskap. Den stora skillnaden är dock att vi kommer att få fyra gånger fler kombinationsmöjligheter eftersom vi nu studerar två egenskaper. Det är här Mendels andra lag kommer in, nämligen den om att de olika allelerna i genparen ärvs oberoende av varandra och att de slumpvis blandas under meiosen.

I ett annat klassiskt försök utfört av Mendel utgick han från runda, gula ärter som korsades med skrynkliga gröna ärter (P-generationen). Vi ska ta reda på proportionerna av de kombinationer som uppstår i F_2 då man korsar dessa först med varandra och sedan låter F_1 självbefrukta.

R = Runda

r = skrynkliga

G = gula

g = gröna

Fenotyp	Runda, gula	Skrynkliga, gröna
P (genotyp)	RRGG	rrgg
Gameter	RG	rg

Korsningsschema

	Förälder 1	RG
Förälder 2	rg	RrGg

Genotypen för samtliga individer i F_1 -generationen blir RrGg. Fenotypiskt är dessa runda och gula.

I en dihybrid korsning mellan en dominant dubbelhomozygot och en recessiv dubbelhomozygot blir klyvningstalet:1:1:1:1

De resulterande könscellerna som kan bildas av F₁-generationen:

Gameter RG Rg rG rg

Förälder 1 Förälder 2	RG	Rg	rG	rg
RG	RRGG	RRGg	RrGG	RrGg
Rg	RRGg	RRgg	RrGg	Rrgg
rG	RrGG	RrGg	rrGG	rrGg
rg	RrGg	Rrgg	rrGg	rrgg

Proportioner:

9 gula och släta ärter

3 gröna och släta ärter

3 gula och skrynkliga ärter

1 grön och skrynklig ärt

I en dihybrid korsning mellan två "dubbelheterozygoter" blir klyvningstalet

9:3:3:1

Övningar

20. Boakaniner kan vara antingen gråa eller vita samt ha antingen långa eller korta öron. Tabellen nedan visar resultatet då man korsade individer ur F₁-generationen med varandra. Vi vet att föräldrarna tillhörande P-generationen var dubbelhomozygoter, honan hade långa öron och var grå, hanen hade korta öron och var vit.

Fenotyp	Långa öron och grå pälsfärg	Korta öron och grå pälsfärg	Långa öron och vit pälsfärg	Korta öron och vit pälsfärg
Antal individer i F ₂ -generationen	174	64	66	22

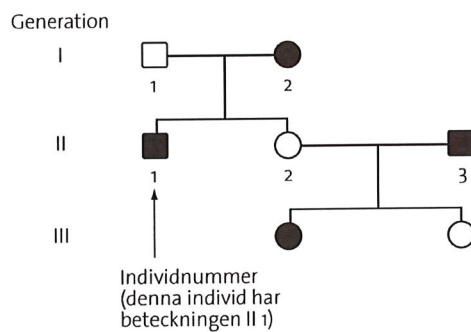
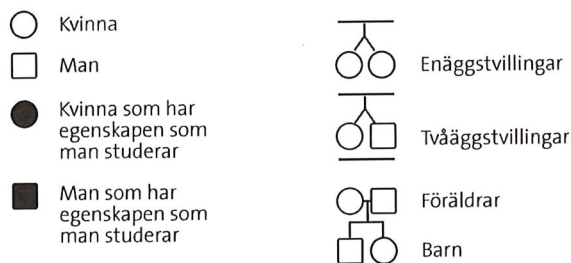
- Bestäm genotyperna på individerna i P-generationen.
- Bestäm genotyperna för individerna i F₁-generationen.
- Gör ett korsningsschema och bestäm genotyper, fenotyper samt klyvningstal för individerna i F₂-generationen. Hur stämmer det teoretiska klyvningstalet med det som erhålls i tabellen?

21. Hos Boarydsgrisar kan öronen antingen vara upprättstående (dominant anlag) eller hängande (recessivt anlag). Deras pälsfärg kan vara antingen gråsvart eller vit, där gråsvart pälsfärg är dominant över vit. En gris med upprättstående öron och vit pälsfärg korsades med en gråsvart gris med hängande öron.

Deras avkommor hade följande fenotyper (F_1 -generationen):
 3 kultingar med upprättstående öron och gråsvart pälsfärg
 4 kultingar med hängande öron och gråsvart pälsfärg
 3 kultingar med upprättstående öron och vit pälsfärg
 3 kultingar med hängande öron och vit pälsfärg
 Bestäm föräldrarnas genotyper (P-generationen).

Släkträd

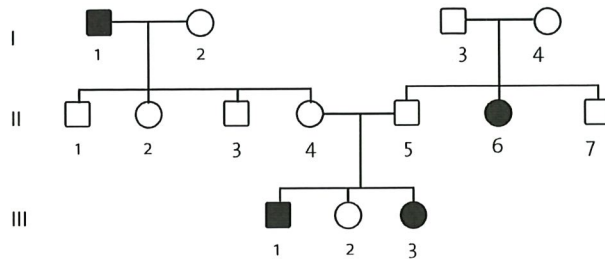
Nedärvning av egenskaper som sträcker över flera generationer kan åskådliggöras med ett släkträd. Man kallar även denna typ av familjeträd för pedigree. Familjeträd är användbara i medicinska syften då man sammanställer uppgifter om hur ärftliga sjukdomar överförs mellan generationer. Symboler används då man gör släkträd för att representera personer. I bilderna nedan visas de symboler man använder sig av samt ett släkträd med förklaringar.



Vanliga frågor som kan lösas med släkträd är om individerna är homozygoter eller heterozygoter för anlaget i fråga, eller om sjukdomar ärvs recessivt eller dominant, autosomt eller könsbundet.

Exempel

Bilden nedan visar ett släkträd över hur cystisk fibros nedärvs i en familj.



- Nedärvs sjukdomen dominant eller recessivt, könsbundet eller autosomalt?
- Märk ut genotyperna för varje individ vid symbolerna i släkträdet.
- Kan någon av individerna II4 eller II5 vara homozygot för anlaget som ger cystisk fibros.

Lösning

För att ta reda på om en egenskap ärvs dominant eller recessivt kan man titta på om egenskapen förekommer i alla generationer eller om drabbade föräldrar kan få friska barn. Är det så att egenskapen inte dyker upp i alla generationer kan man misstänka att egenskapen är recessiv. Vill man ta reda på om egenskapen ärvs autosomalt eller könsbundet kan man titta på om det är flest flickor eller pojkar som drabbas. Vid könsbunden recessiv nedärvning är de flesta som ärver egenskapen män och de har ärvt anlaget från sin mamma som antingen är bärare av egenskapen (heterozygot) eller uppvisar egenskapen fenotypiskt. Sedan måste man givetvis kontrollera att det man kommit fram till stämmer genom att kontrollera alla möjliga genotyper i släkträdet med korsningsscheman.

- Sjukdomen måste vara recessiv, annars skulle individerna II6, III1 och III3 inte vara drabbade av cystisk fibros.

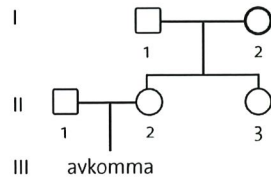
Sjukdomen måste dessutom vara autosomal. Skulle den vara könsbunden skulle individerna II4 och II5 inte kunna få två sjuka barn (individerna III1 och III3).

- f = allel för cystisk fibros
 I1: ff , I2: FF eller Ff , I3: Ff , I4: Ff
 II1-II5: Ff , II6: ff , II7: FF or Ff
 III1: ff , III2: FF or Ff , III3: ff

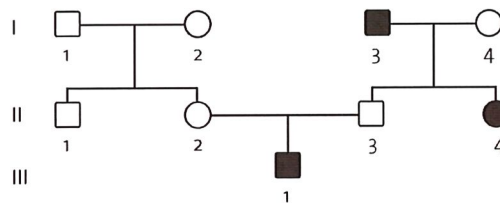
- Nej, för i så fall skulle de vara drabbade av sjukdomen.

Övningar

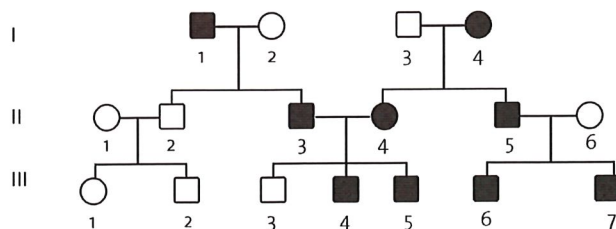
22. I släktrådet nedan är individ I2 bärare av en allel som ger upphov till röd-grön färgblindhet. Ingen individ i första eller andra generationen är dock färgblind.



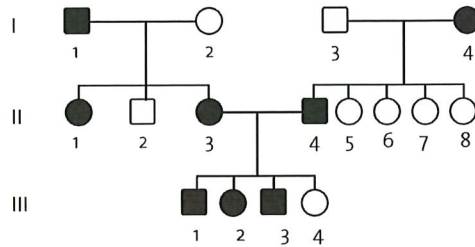
- Hur nedärvs röd-grön färgblindhet?
 - Bestäm genotyperna för individerna i generation I och II.
 - Vilken är sannolikheten att individ III1 ska bli färgblind?
23. Släktrådet nedan visar nedärvningen av slät päls hos hundrasen Griffon. Slät päls är en recessiv egenskap som nedärvs autosomt. Det dominanta anlaget är sträv hårig päls.



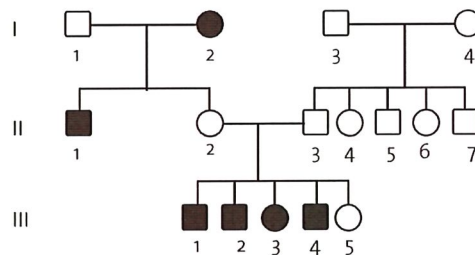
- Bestäm genotypen för individ I3 och I4.
 - Vilken är sannolikheten att Griffonerna I3 och I4 skulle få en valp med sträv päls?
24. Förmågan att känna smaken av fenyliokarbamid (PTC) styrs av ett dominant anlag T. PTC smakar beskt för en del individer, men för andra smakar den ingenting. I släktrådet nedan visas de individer som kan känna smaken av PTC med svarta cirklar eller kvadrater. Bestäm genotyperna för samtliga individer.



25. Släkträdets nedan visar nedärvningen av pälsfärg hos råttor av arten *Rattus gladius*. Dessa råttor kan antingen vara bruna eller grå. I släkträdets nedan visas grå pälsfärg med svarta symboler. Bestäm vilken pälsfärg som är dominant respektive recessiv.



26. Släkträdets nedan visar nedärvningsmönstret på färgteckning hos marsvinsarten *Cavia prosit*. De kan antingen vara spräckliga eller enfärgade. Spräcklighet är en dominant egenskap och enfärgad färgteckning är en recessiv. Nedan visas enfärgad färgteckning med svarta symboler. Är färgteckning hos marsvin könsbundet? Motivera ditt svar.



27. Gör ett släkträd baserat på informationen nedan och färglägg de symboler vars individer har släta öron med svart. Utred därefter om nedärvningen av släta öron sker könsbundet recessivt.

En kaninpojke med släta öron träffar en kaninflicka med håriga öron och tycke uppstår.

Generation II

De får fem kaninungar, två pojkar med släta öron och tre flickor varav två har släta öron och en har håriga öron.

Generation III

Deras första son Charles som har släta öron träffar en kaninflicka med håriga öron och de får två flickor och en pojke, alla med släta öron. Deras yngsta dotter Polly som har håriga öron träffar en kaninpojke med håriga öron och alla deras avkommor (tre flickor och en pojke) får håriga öron.

Generation IV

Charles döttrar Peggy och Lisa träffar båda kaninpojkar med håriga öron. Peggy får två döttrar (en med släta öron och en med håriga) och en pojke med håriga öron. Lisa får två döttrar med håriga öron och en son med släta öron.