

Academie toegepaste biowetenschappen en chemie

Life science



5. Evolutie van populaties

Agenda

Hoofdstuk	Onderwerp	Planning
21	Viruses	Week 1
15	From Gene to Protein	Week 2
16	Regulation of Gene Expression	Week 3
18	Understanding Evolution	Week 4
19	Microevolution	Week 5
18	Species and speciation	Week 6
	Uitloop	Week 7

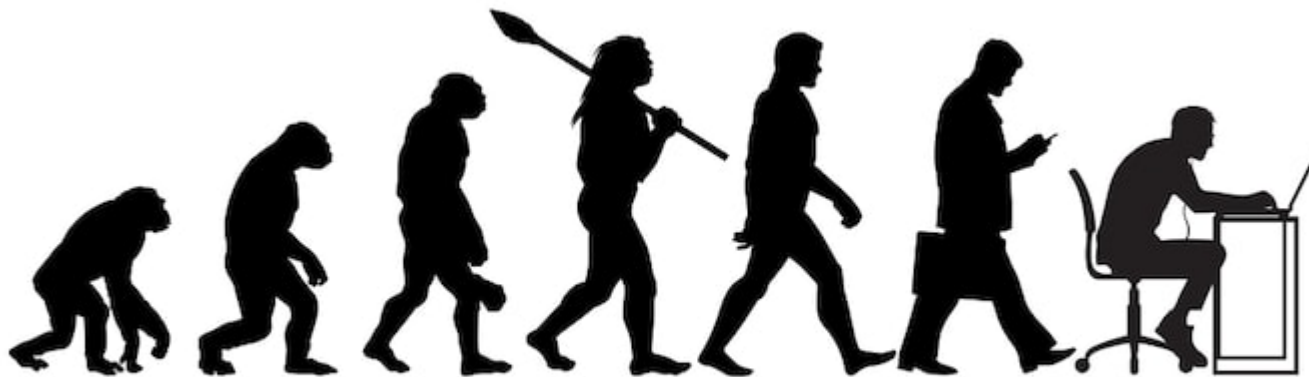
Agenda

Mutaties en Seksuele voortplanting

Hardy-Weinberg

Natuurlijke selectie, Genetische Drift en Gene Flow

Adaptieve Evolutie



Overview: The Smallest Unit of Evolution

Een misconcept is dat individuele organismen evolueren.

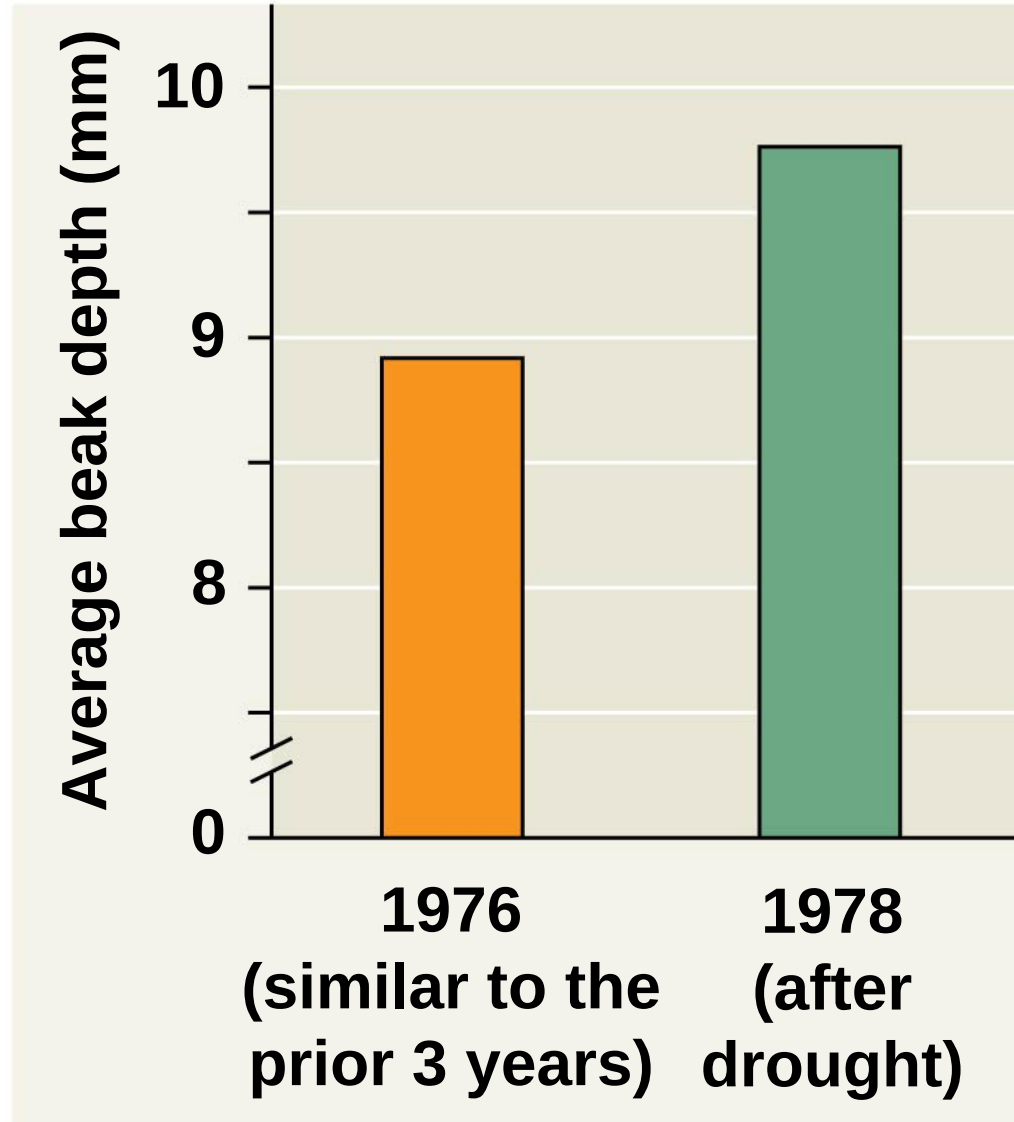
Natural selectie heeft zijn effect op individuen, maar alleen populaties evolueren.

Microevolutie is het kleinste niveau waarop evolutie onderzocht kan worden: allelfrequenties.

Fig. 23-1



Figure 23.2



Genetic variation makes evolution possible

Genetische variatie = verschillen tussen individuen die in de sequentie van het DNA gevonden kan worden.



Genetic Variation

Variaties in genotype leiden tot variaties in fenotype

Niet alle fenotypische variaties zijn ook genotypisch

Natuurlijk selectie werkt alleen met genotypische variatie



Gene Variability

Op het niveau van de genen.

Gemiddelde heterozygositeit is het percentage heterozygoot voor een bepaalde loci in een populatie.

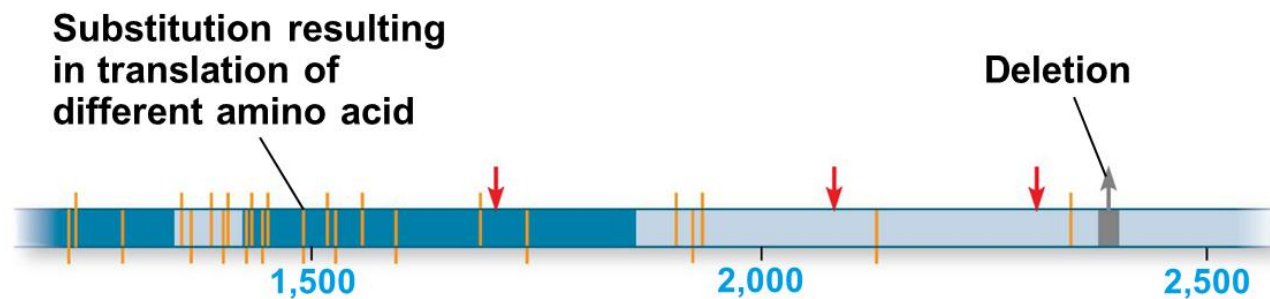
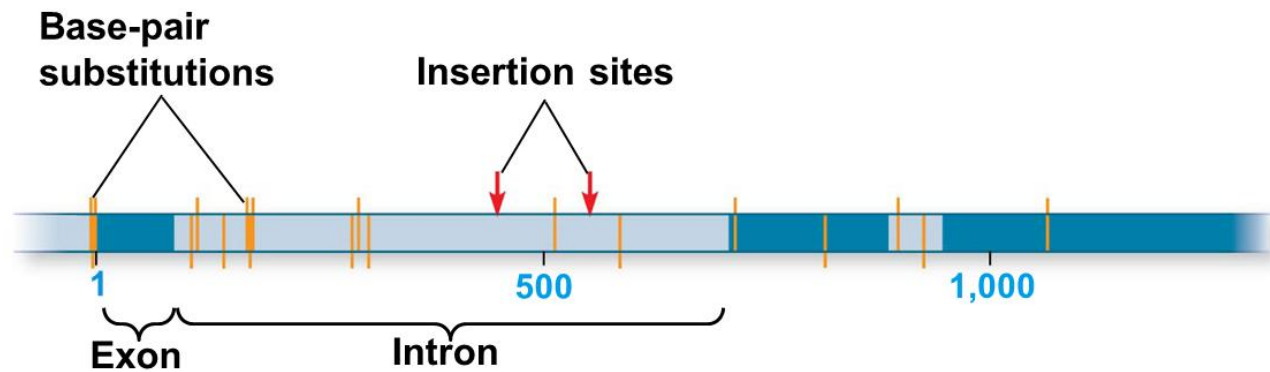
Bv fruitvlieg:

- 1920 van de 13700 loci zijn heterozygoot
- =14%



Nucleotide Variability

Op het niveau van de losse nucleotiden.
(vaak niet terug te vinden in het fenotype)



Genetische variatie

Ontstaat door:

1. Formatie nieuwe allelen (mutaties)
2. Verschillen gennummer of positie.
3. Snelle voortplanting
4. Seksuele reproductie

Mutation

Mutaties zijn veranderingen in de sequentie van het DNA.

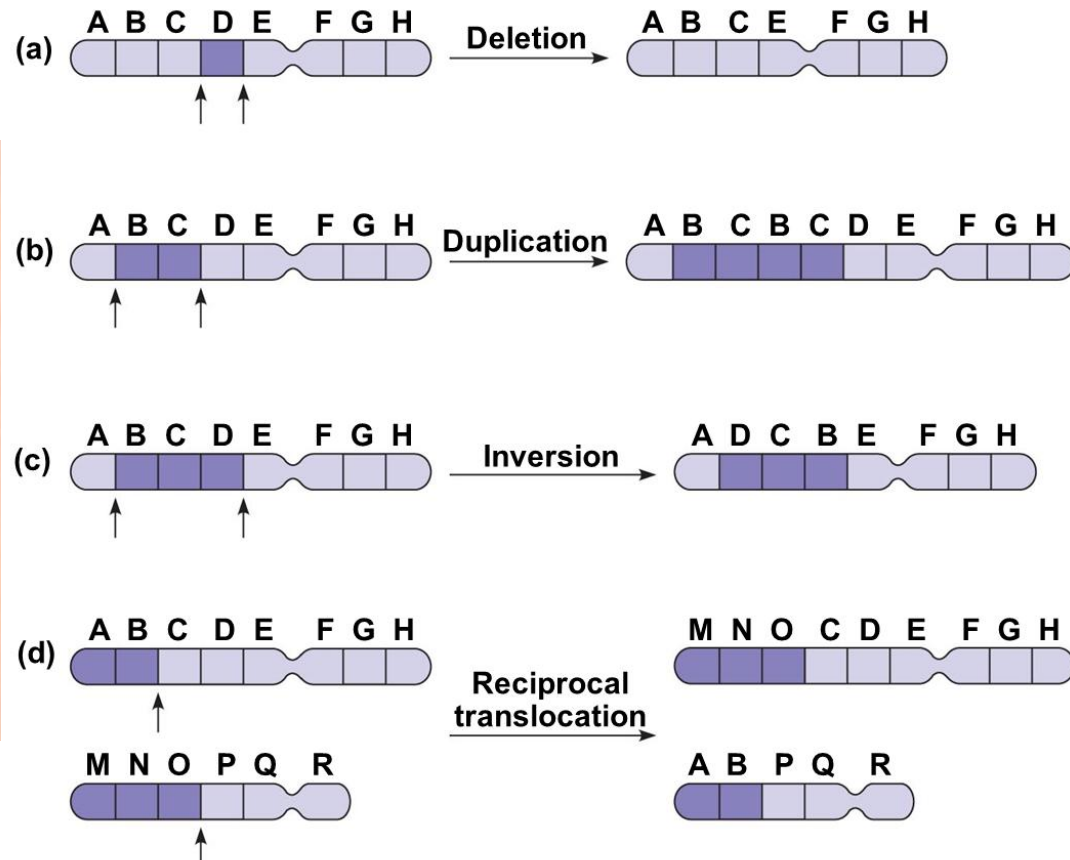
Kunnen leiden tot nieuwe genen/allelen

Alleen mutaties in de cellen die voor de voortplanting worden gebruikt worden doorgegeven.



Verschillen gennummer of positie

Chromosomale mutaties als deleties zijn vaak gevaarlijk

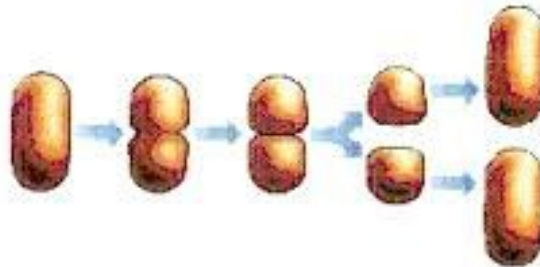


Snelle voortplanting

Mutaties komen weinig voor in planten en dieren.

Het gemiddelde is ongeveer 1 mutatie per 100,000 bp per generatie

Door de snelle voortplanting van prokaryoten leidt dit tot grote variaties in korte tijd.



Seksuele voortplanting

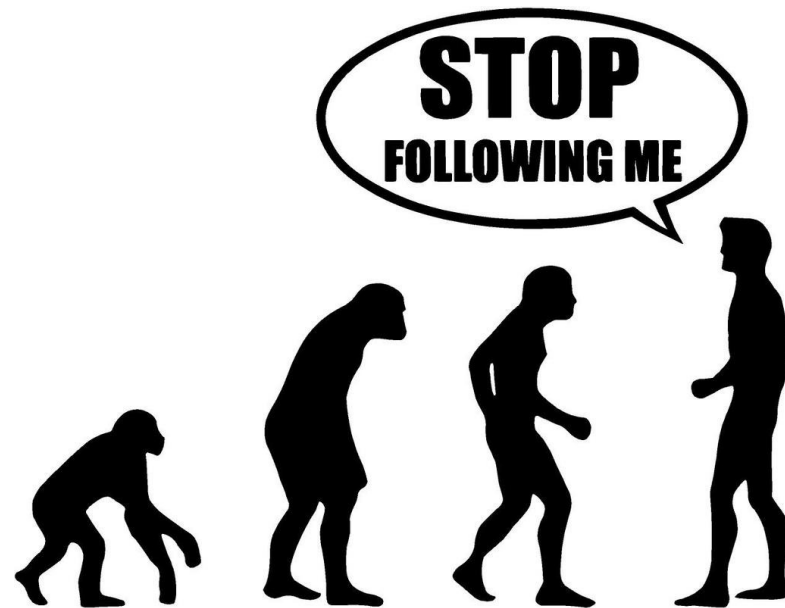
Combineert allelen

Bij seksueel voortplantende organismen belangrijker voor variatie dan de anderen.



The Hardy-Weinberg equation can be used to test whether a population is evolving

Wanneer is een populatie aan het evolueren?
Wat is een populatie?

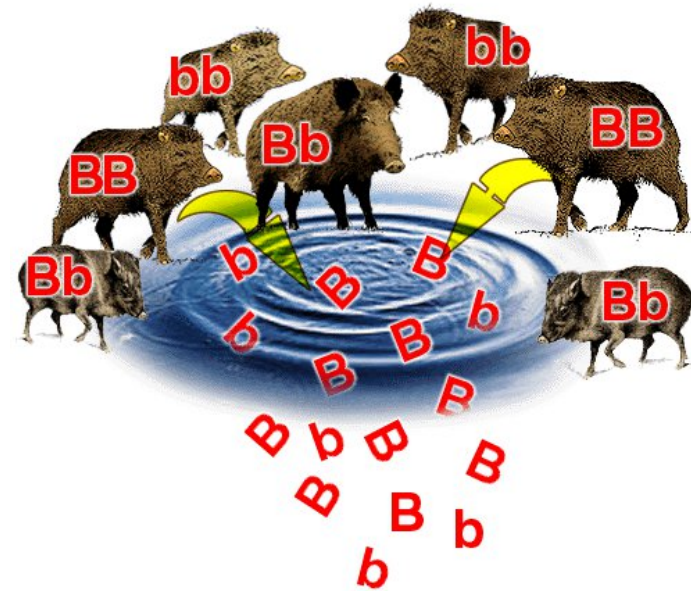


Gene Pools and Allele Frequencies

Een **populatie** is een gelocaliseerde groep individuen die zich samen voortplanten en vruchtbare nakomelingen krijgen.

Een **genenpoel** bestaat uit alle allelen voor alle loci in een populatie.

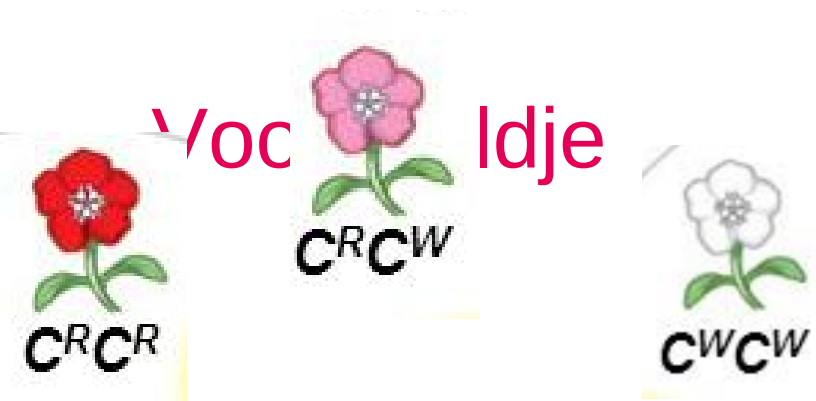
Een locus staat vast (fixed) als alle individuen in een populatie homozygoot zijn voor het locus.



Allelfrequentie

De frequentie van een allel in populatie kan berekend worden.

- Voor diploïde organismen is het totale aantal allelen op een locus gelijk aan het aantal individuen $\times 2$
- Het totale aantal dominante allelen is 2 voor iedere dominante homozygote individu en 1 allel voor iedere heterozygoot ; Hetzelfde geldt voor recessieve allelen.



- Populatie van 500 planten:
 - 320 rode
 - 160 roze
 - 20 witte
- Allelfrequenties?

Als er maar 2 allelen bestaan voor een locus gebruikt men de letters p en q om de frequentie aan te geven.

De frequentie van de allelen opgeteld is 1

- bv, $p + q = 1$

The Hardy-Weinberg Principle

Het **Hardy-Weinberg** principe beschrijft een populatie die niet evolueert.

Kan gebruikt worden om allelfrequenties te berekenen.

Hardy-Weinberg Equilibrium

Volgens het **Hardy-Weinberg principe** blijven de frequenties van allelen in een populatie ongewijzigd.

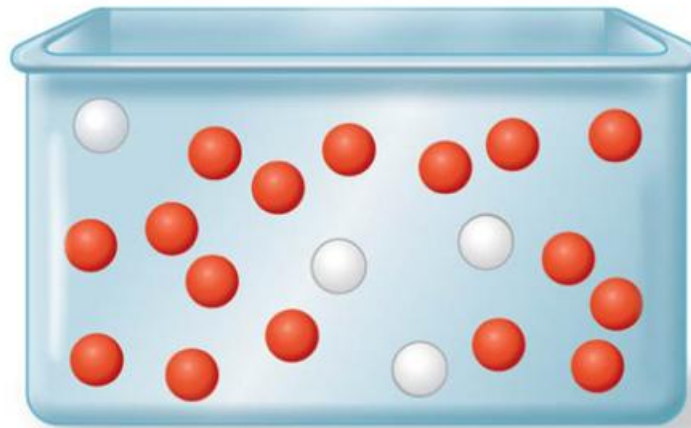
Frequencies of alleles

p = frequency of C^R allele ● = 0.8

q = frequency of C^W allele ○ = 0.2



Alleles in the population



Gametes produced

Each egg:



80%

chance



20%

chance

Each sperm:



80%

chance



20%

chance

Hardy-Weinberg equilibrium beschrijft de constante allelfrequentie in een populatie.

- $p^2 + 2pq + q^2 = 1$
- p^2 en q^2 staan voor de frequenties van de homozygoten en $2pq$ staat voor de frequentie van het heterozygote fenotype.

Fig. 23-7-1

80% C^R ($p = 0.8$)

20% C^W ($q = 0.2$)

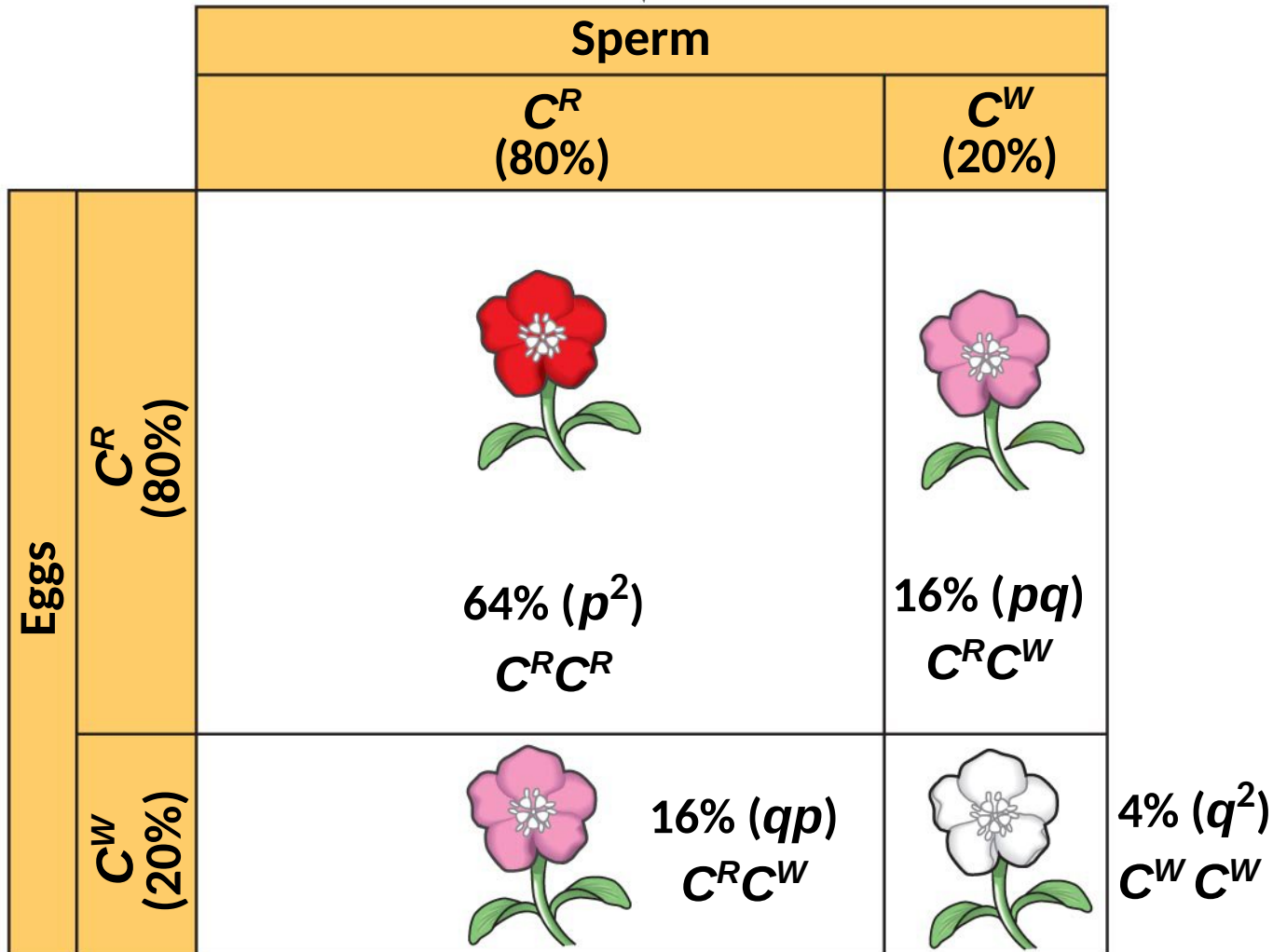
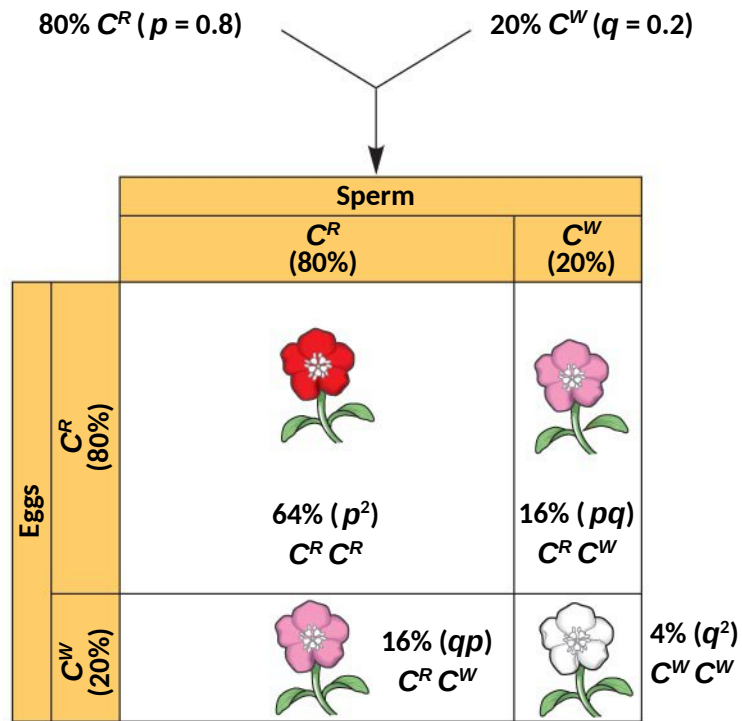


Fig. 23-7-4



64% $C^R C^R$, 32% $C^R C^W$, and 4% $C^W C^W$

Gametes of this generation:

$$64\% C^R + 16\% C^R = 80\% C^R = 0.8 = p$$

$$4\% C^W + 16\% C^W = 20\% C^W = 0.2 = q$$

Genotypes in the next generation:

64% $C^R C^R$, 32% $C^R C^W$, and 4% $C^W C^W$ plants

Conditions for Hardy-Weinberg Equilibrium

Het Hardy-Weinberg principe is slechts theoretisch

In echte populaties voldoet het principe vaak niet, doordat allel- en genotypefrequenties vaak veranderen.

Waardoor?

5 voorwaarden voor Hardy-Weinberg

De vijf condities waaraan een Hardy-weinberg populatie moet voldoen (geen evolutie):

- Geen mutaties
- Willekeurige partnerkeuze
- Geen natuurlijke selectie
- Ontzettend grote populatiegrootte
- Geen gene flow

Populaties kunnen op één locus in Hardy-weinberg equilibrium zijn, terwijl ze op een andere dat niet zijn.

Oefenen

Een grote populatie laboratorium ratten heeft de kans om volkomen willekeurig te paren. Na verschillende generaties heeft 36% van de dieren een recessieve eigenschap en is dus homozygoot recessief (aa). Dat is hetzelfde percentage als aan het begin. De rest van de dieren hebben het dominante fenotype. Hierbij kunnen we niet de homozygote dominante dieren van de heterozygote dieren onderscheiden.

Wat is de frequentie van a?

- A. 0.18
- B. 0.40
- C. 0.60
- D. 0.70
- E. 0.80

Wat is het percentage heterozygote dieren voor deze eigenschap?

- A. 0.18
- B. 0.36
- C. 0.48
- D. 0.60
- E. 0.72

Oefenen

Een grote populatie laboratorium ratten heeft de kans om volkomen willekeurig te paren. Na verschillende generaties heeft 36% van de dieren een recessieve eigenschap en is dus homozygoot recessief (aa). Dat is hetzelfde percentage als aan het begin. De rest van de dieren hebben het dominante fenotype. Hierbij kunnen we niet de homozygote dominante dieren van de heterozygote dieren onderscheiden.

Wat is de frequentie van a?

- A. 0.18
- B. 0.40
- C. 0.60
- D. 0.70
- E. 0.80

Wat is het percentage heterozygote dieren voor deze eigenschap?

- A. 0.18
- B. 0.36
- C. 0.48
- D. 0.60
- E. 0.72

Toepassen van het Hardy-Weinberg Principe

We kunnen er van uitgaan dat phenylketonuria (PKU) in Hardy-Weinberg equilibrium is, omdat:

- Mutatiesnelheid van het PKU gen is laag.
- Partnerkeuze is onafhankelijk van de aandoening.
- Natuurlijke selectie op PKU is zeldzaam en alleen bij mensen die zich niet aan het dieet houden.
- Populatie is groot.
- Migratie heeft geen effect. Andere populaties hebben vergelijkbare genenpoelen.

PKU

Phenylketonuria (PKU) is an autosomal recessive genetic disorder characterized by a deficiency in the hepatic enzyme phenylalanine hydroxylase (PAH).^{[1]:541} This enzyme is necessary to metabolize the amino acid phenylalanine ('Phe') to the amino acid tyrosine. When PAH is deficient, phenylalanine accumulates and is converted into phenylpyruvate (also known as phenylketone), which is detected in the urine.^[2]

<http://en.wikipedia.org/wiki/Phenylketonuria>

PKU

Recessieve aandoening

PKU komt voor bij 1 op de 10.000 personen

Hoeveel procent van de populatie is drager van het allel?



Uitwerking

PKU komt bij 1 op de 10.000 mensen voor.

- $q^2 = 0.0001$
- $q = 0.01$

Frequentie van het gezonde allel is:

- $p = 1 - q = 1 - 0.01 = 0.99$

De frequentie van de dragers is:

- $2pq = 2 \times 0.99 \times 0.01 = 0.0198$
- or approximately 2% of the U.S. population

Natural selection, genetic drift, and gene flow can alter allele frequencies in a population

Drie grote factoren zijn met name van invloed op de evolutiesnelheid:

- Natuurlijke selectie
- Genetische drift
- Gene flow

Population's genetic composition: Gene Pool

Natuurlijke Selectie:
Verschillend succes in
reproductie zorgt voor
andere allelfrequenties

Genetische drift:
Reduceert genetische
variatie

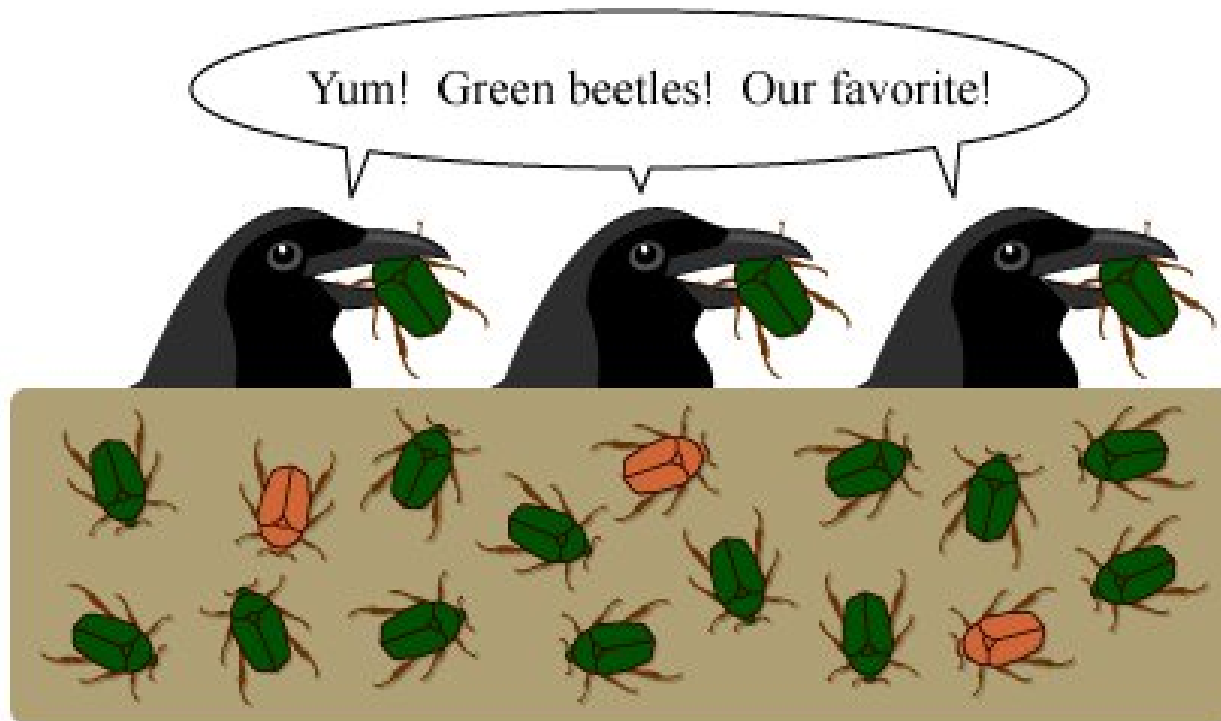
Gene flow (migratie): verkrijgen
of verliezen van allelen.

Bottleneck effect:
Plotselinge verandering in de
omgeving reduceert de grootte van
de populatie

Founder effect: Wanneer enkele
individuen geïsoleerd raken van de
rest.

Natural Selection

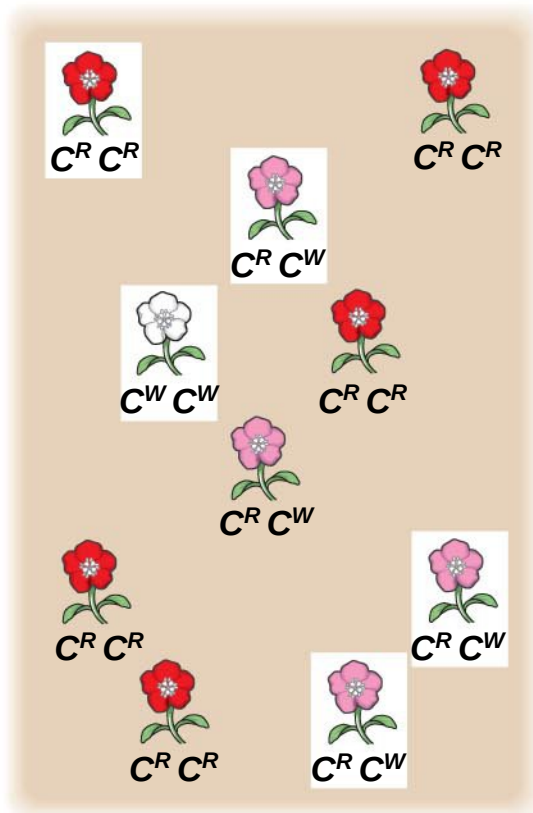
Natural selection, in a nutshell:



Genetic Drift

Genetic drift beschrijft hoe allelfrequenties zich onvoorspelbaar kunnen gedragen soms.

Leidt tot reductie in sommige allelfrequenties

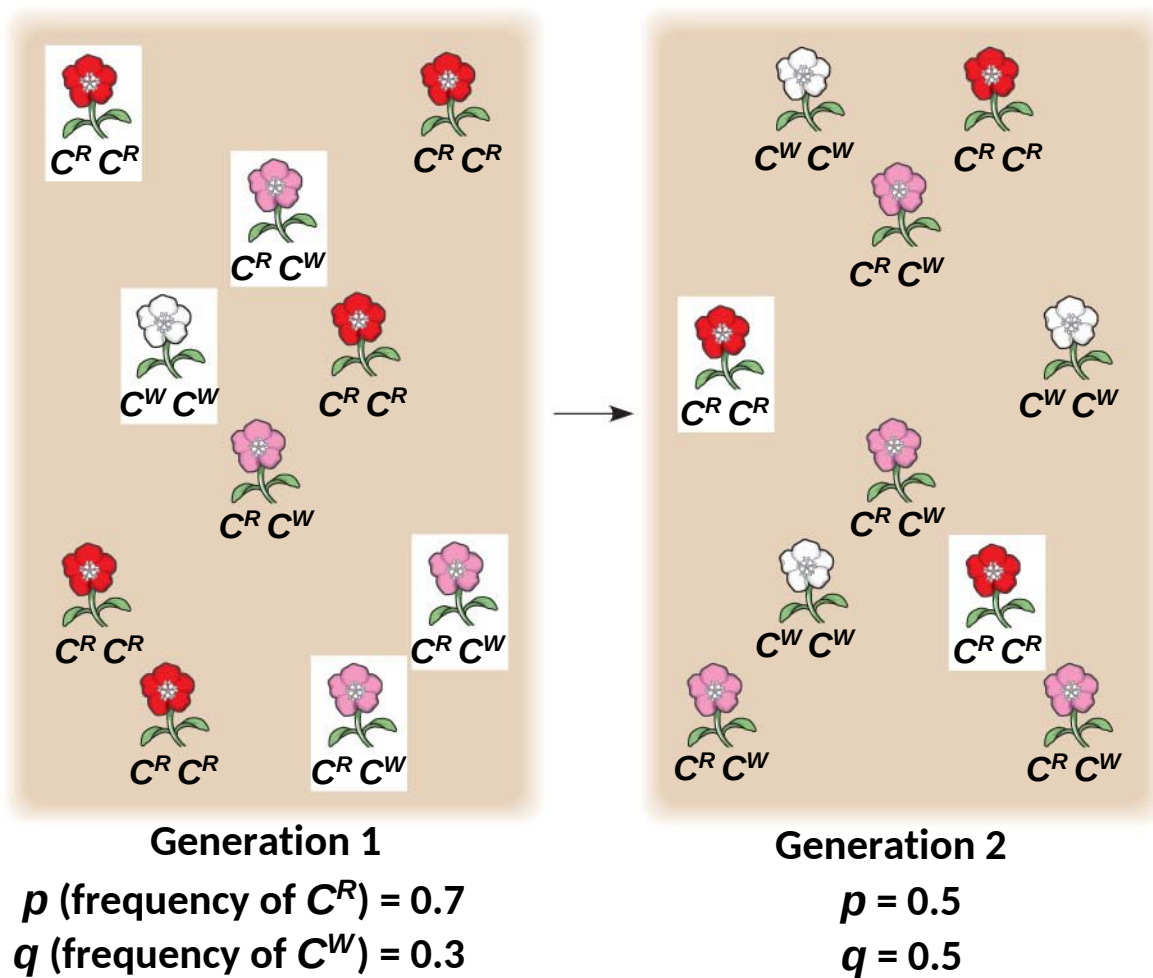


Generation 1

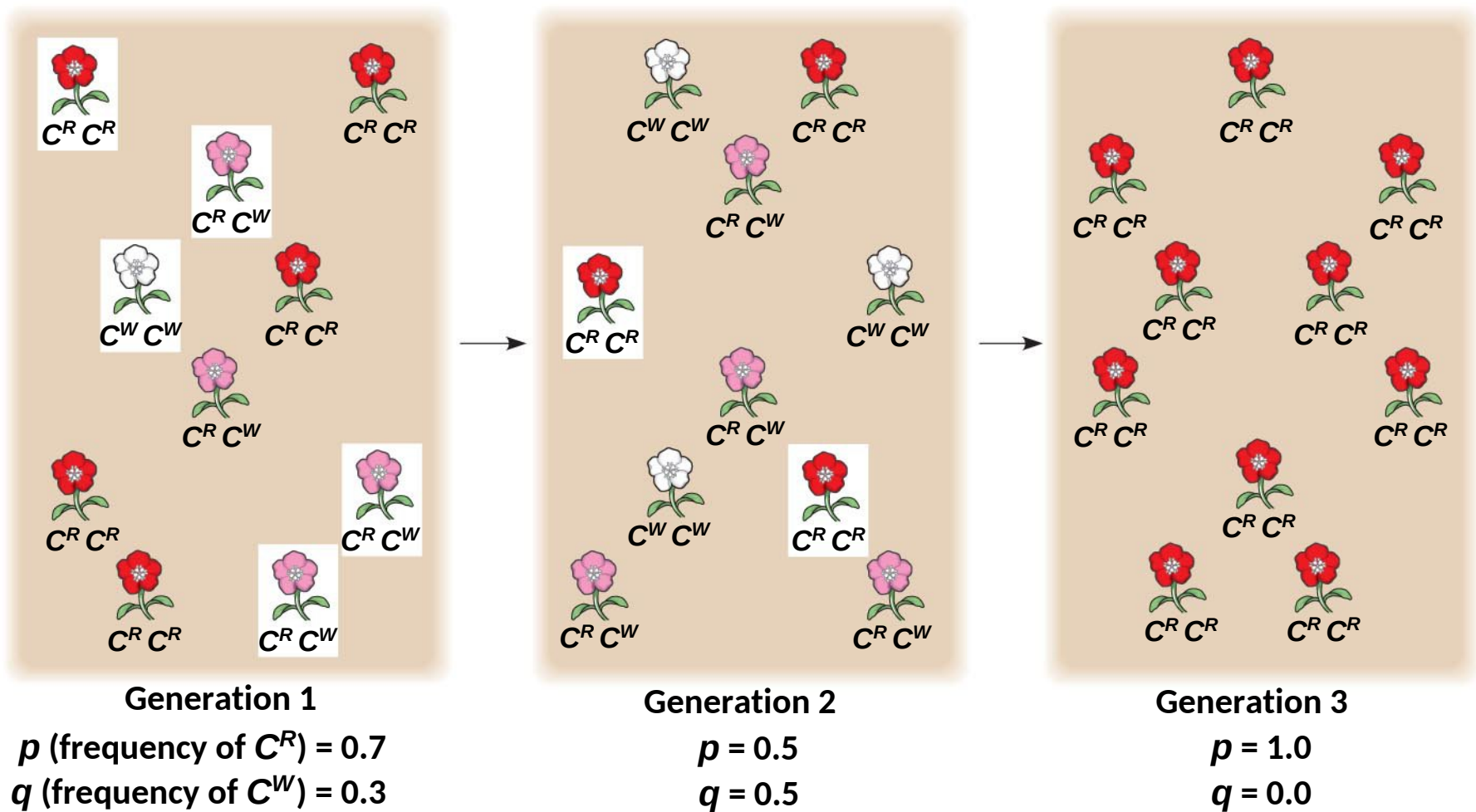
p (frequency of C^R) = 0.7

q (frequency of C^W) = 0.3

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

The Founder Effect

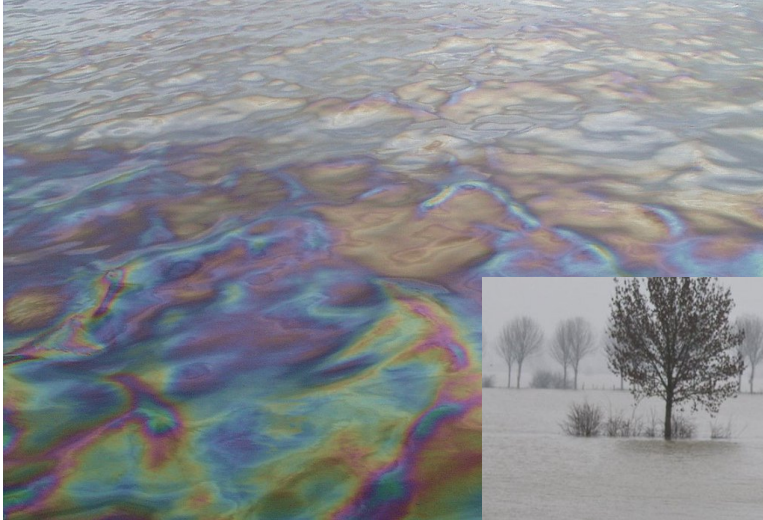
Founder effect ontstaat wanneer een kleine groep individuen geïsoleerd raken van de de populatie.

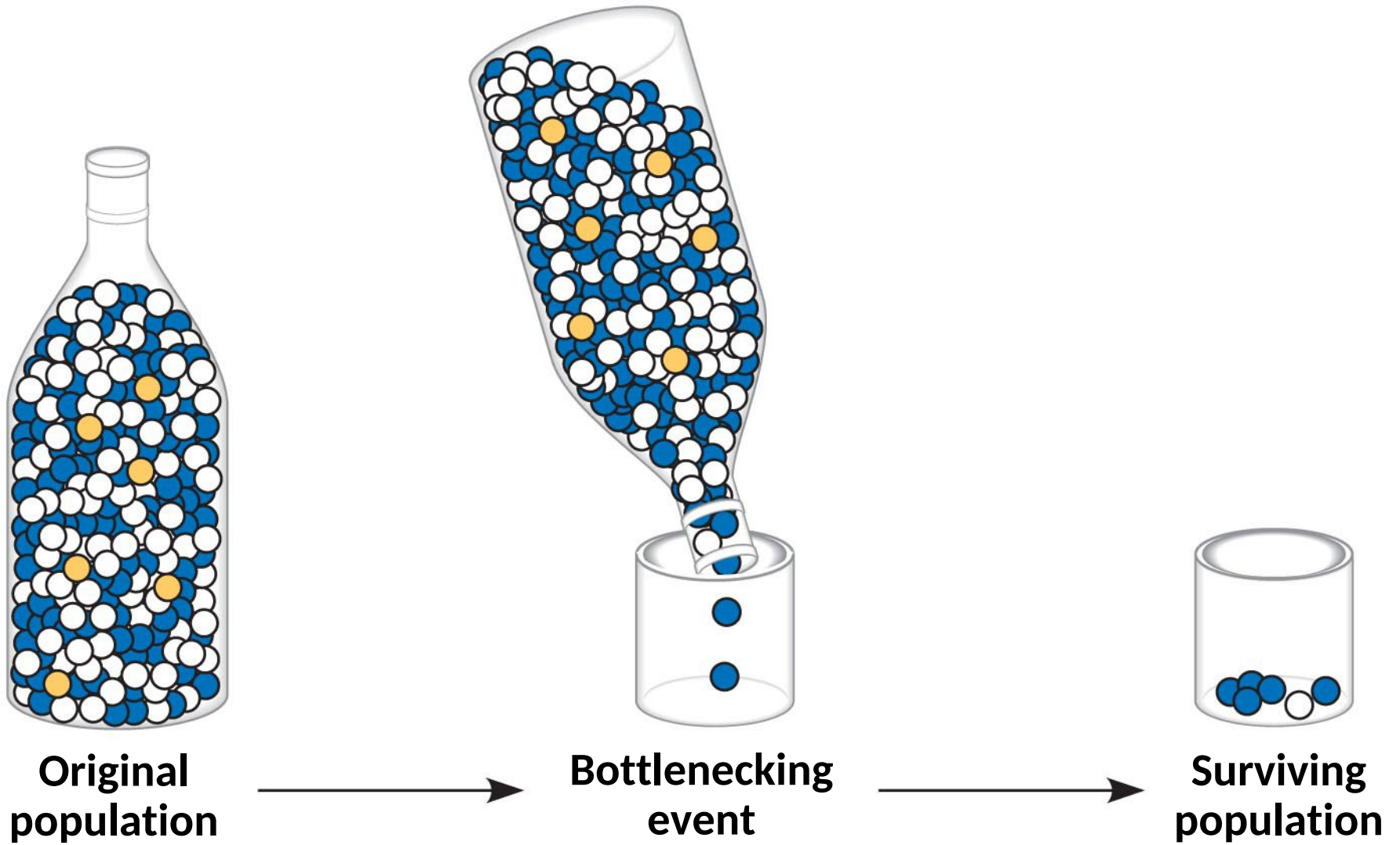
(polydactily bij amish)



The Bottleneck Effect

Het **bottleneck effect** is een plotselinge reductie in de populatieaantallen als gevolg van een verandering in het milieu.





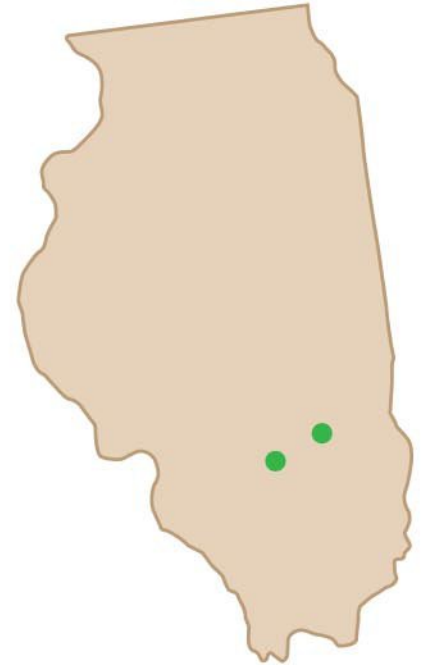
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.



**Pre-bottleneck
(Illinois, 1820)**



**Post-bottleneck
(Illinois, 1993)**



 **Range
of greater
prairie
chicken**

(a)

Case Study: *Impact of Genetic Drift on the Greater Prairie Chicken*

Prairielandschap landbouw.

Gevolg= kleine genetische variatie



Fig. 23-10b

Location	Population size	Number of alleles per locus	Percentage of eggs hatched
Illinois			
1930–1960s	1,000–25,000	5.2	93
1993	<50	3.7	<50
Kansas, 1998 (no bottleneck)	750,000	5.8	99
Nebraska, 1998 (no bottleneck)	75,000– 200,000	5.8	96
Minnesota, 1998 (no bottleneck)	4,000	5.3	85

(b)

Effects of Genetic Drift: A Summary

1. In kleine populaties is er sneller sprake van genetische drift.
2. Genetische drift zorgt voor random verandering in allelfrequenties
3. Genetische drift leidt tot afname van genetische variatie
4. Genetische drift kan invloed hebben op de frequenties van schadelijke allelen.

Gene Flow

Gene flow = beweging van allelen van de ene populatie naar de andere.

Individuen of gameten.

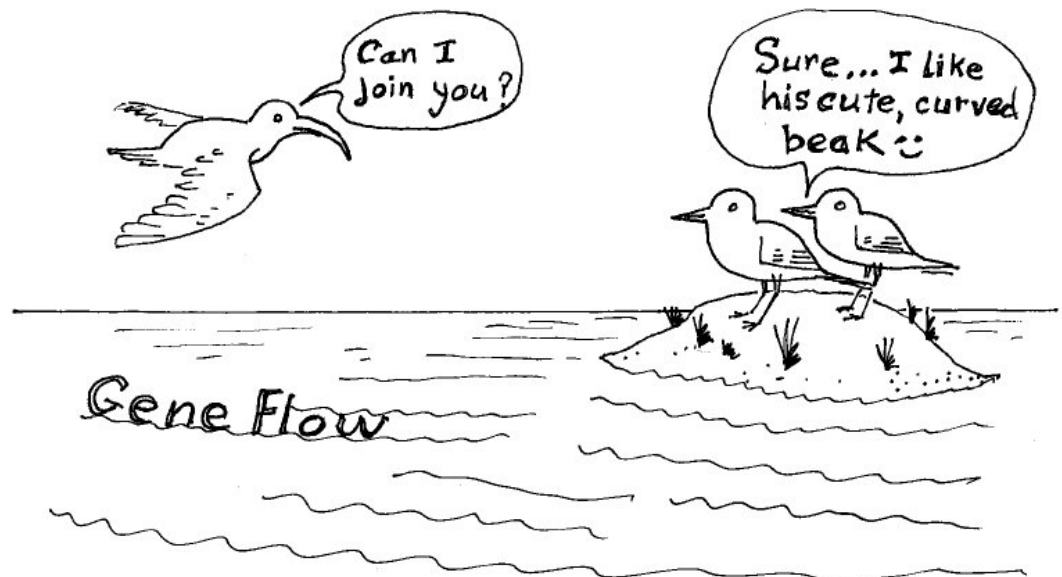


Fig. 23-11

FALL 1993 \$3.50

SPECIAL ISSUE

TIME

Take a good look at this woman. She was created by a computer from a mix of several races. What you see is a remarkable preview of...

THE NEW FACE OF AMERICA

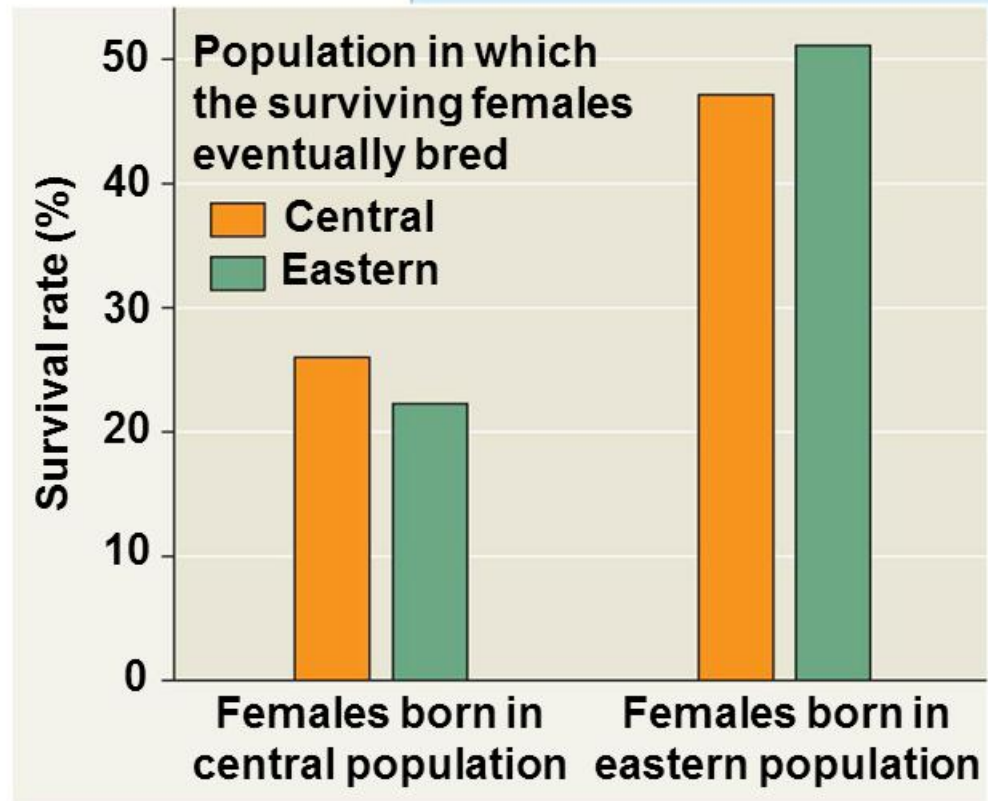
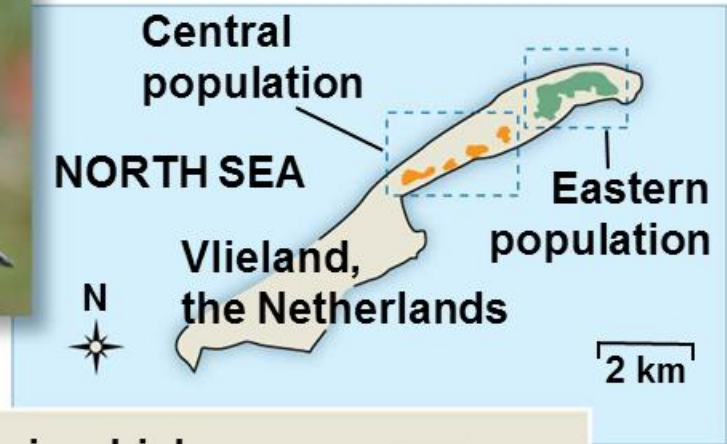
How Immigrants Are Shaping the World's First Multicultural Society

0 72440 10513 3

Gene flow kan in
van een populatie



Parus major



Natural selection is the only mechanism that consistently causes adaptive evolution

Natuurlijke selectie is niet random.

Leidt tot adaptieve evolutie.

Natuurlijke selectie is van invloed op het fenotype en indirect op het genotype

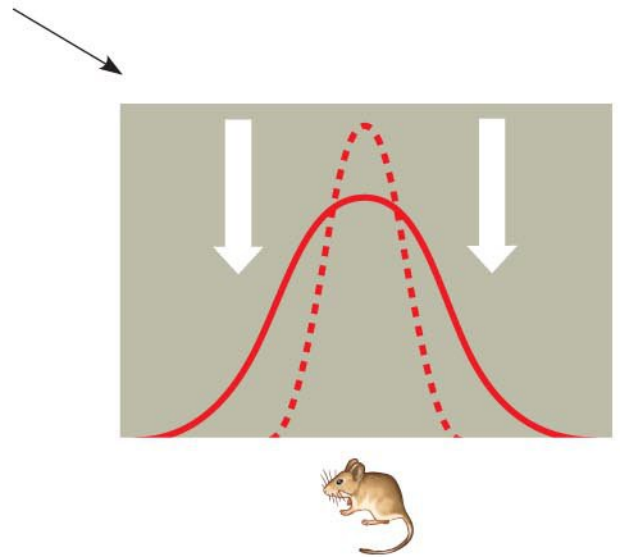
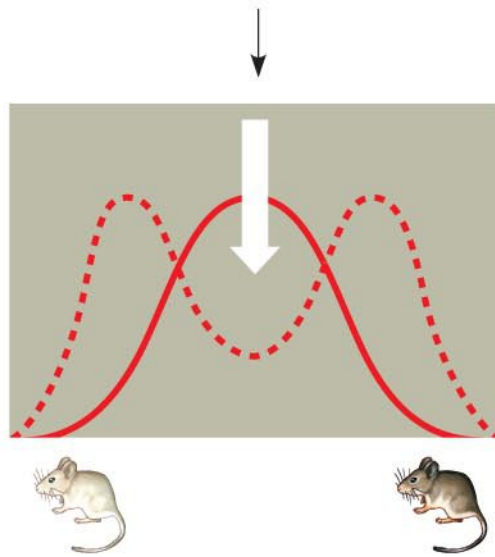
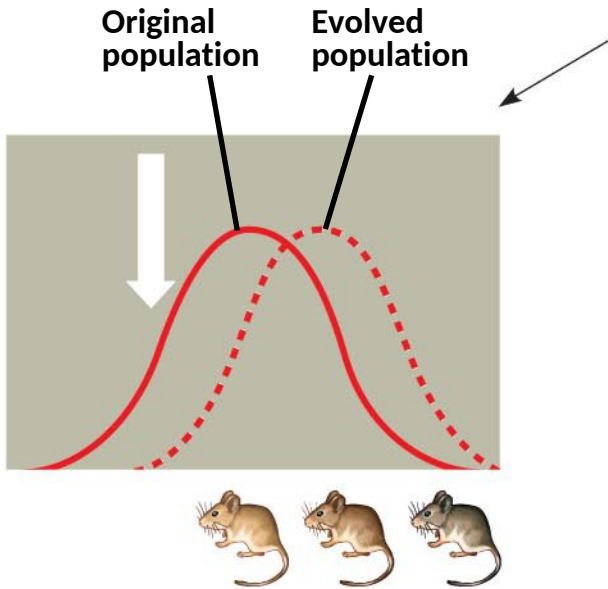
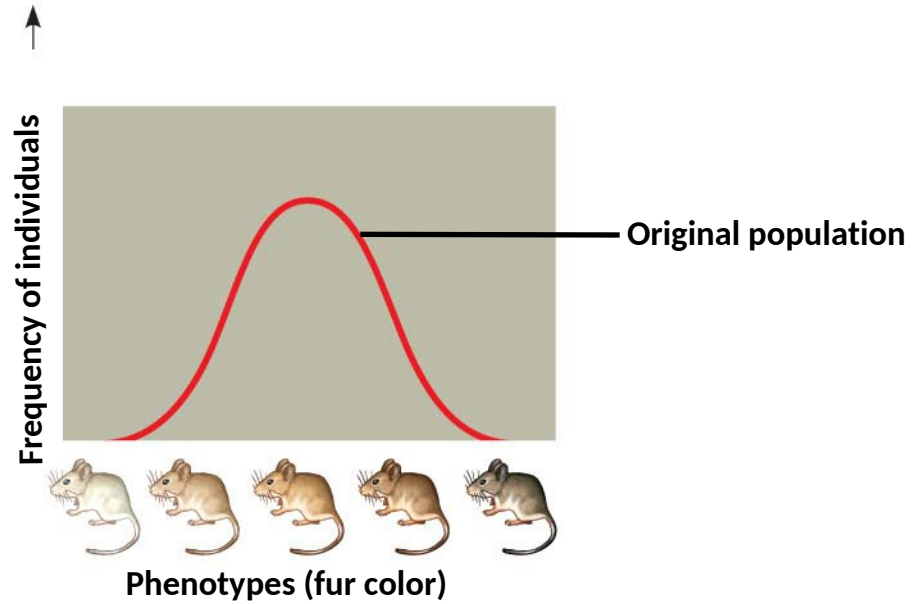


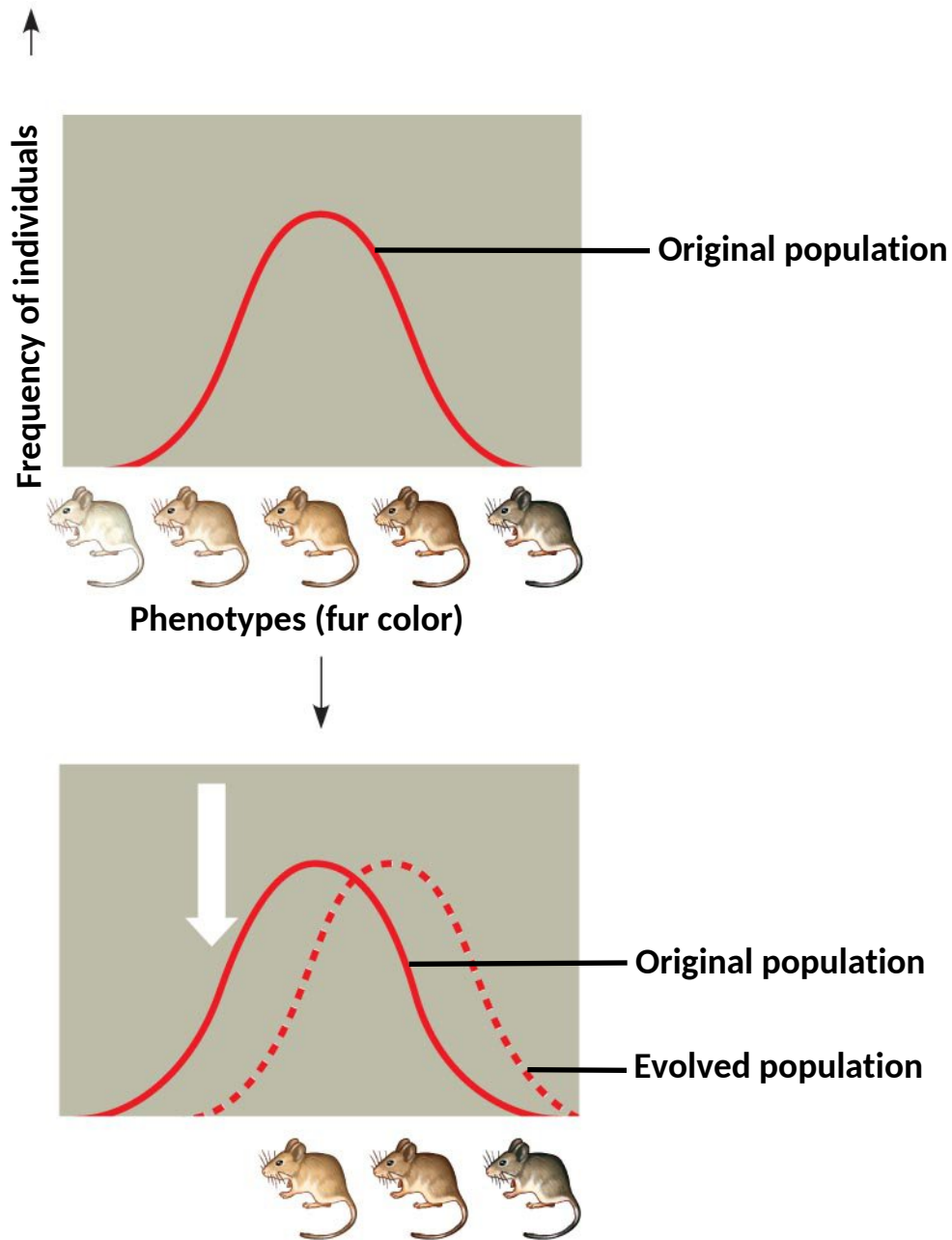
Relative fitness is de contributie die een individu doet aan de genenpoel, relatief aan de contributies van anderen.

Directional, Disruptive, and Stabilizing Selection

Drie soorten van selectie:

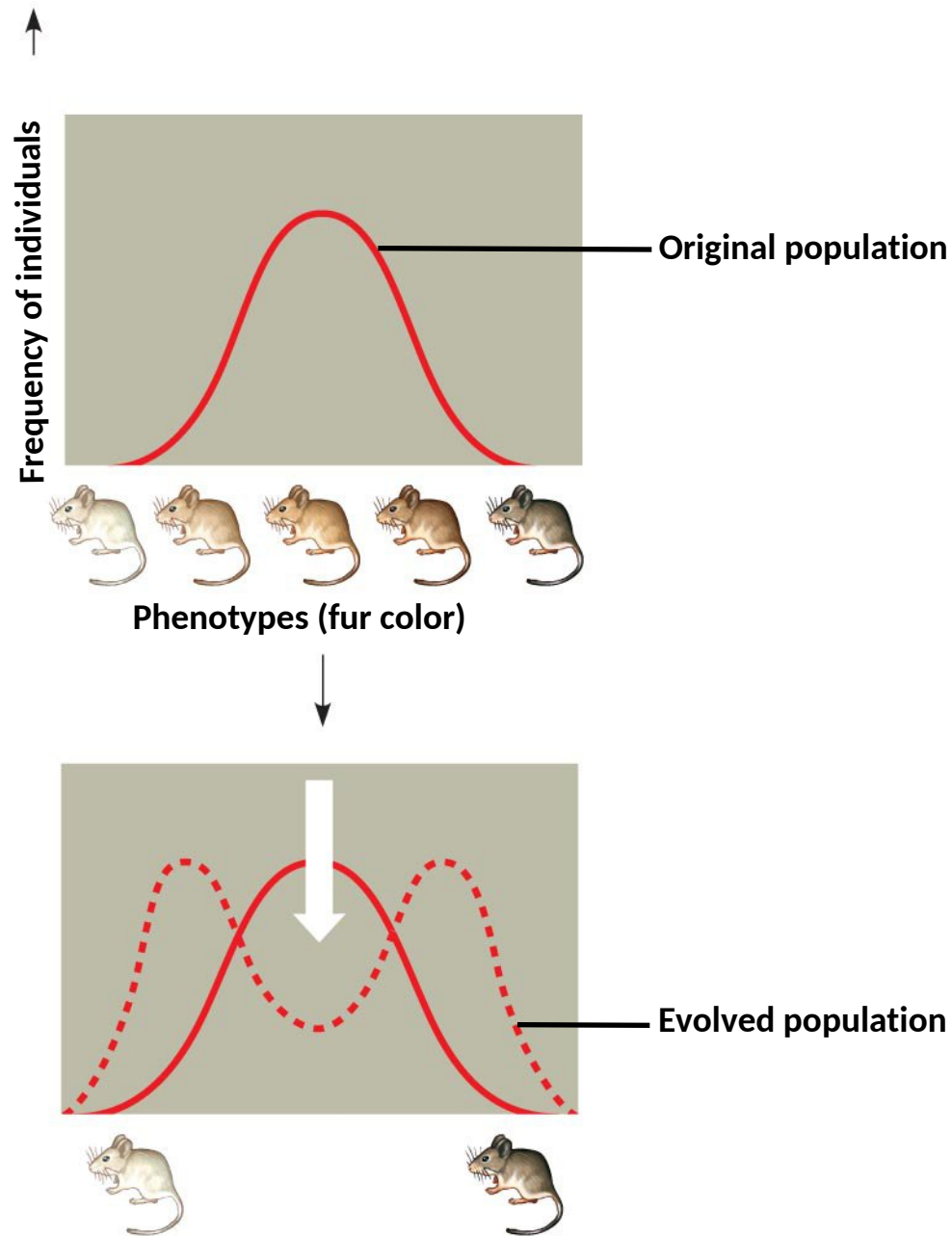
- **Directionele selectie** in het voordeel van een gedeelte aan één van de uiteinden van het fenotypisch bereik.
- **Disruptieve selectie** in het voordeel van gedeeltes aan beiden uiteinden van het fenotypisch bereik.
- **Stabiliserende selectie** in het voordeel van intermediaire varianten, ten nadele van de uiteinden van het fenotypische bereik.



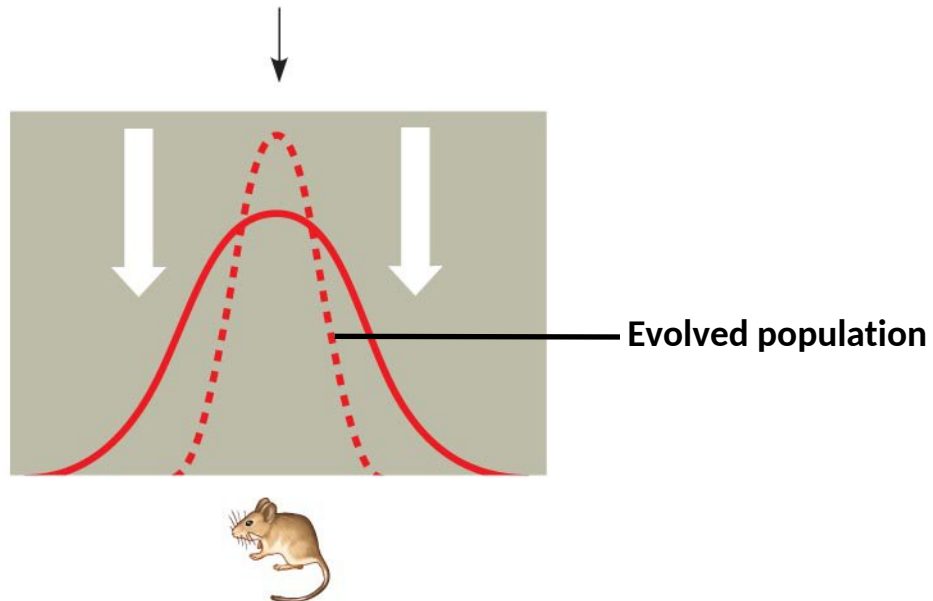
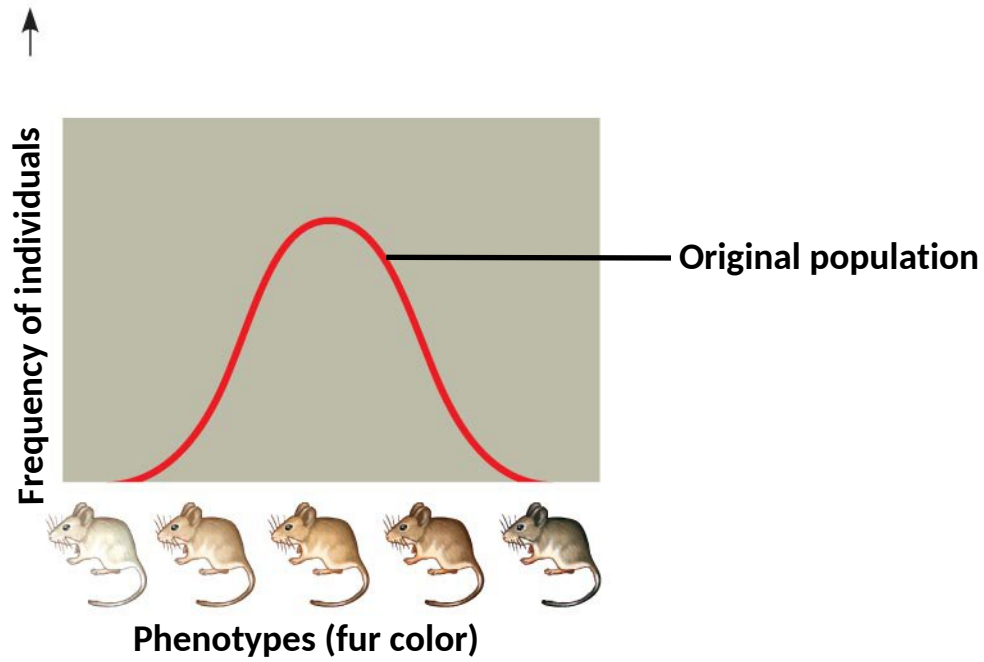


(a) Directional selection

Fig. 23-13b



(b) Disruptive selection



(c) Stabilizing selection

Sexual Selection

Seksuele selectie is natuurlijke selectie voor paringssucces

Kan leiden tot **seksueel dimorfisme** = Verschillen tussen de secundaire geslachtsorganen tussen de seksen.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

Seksuele selectie

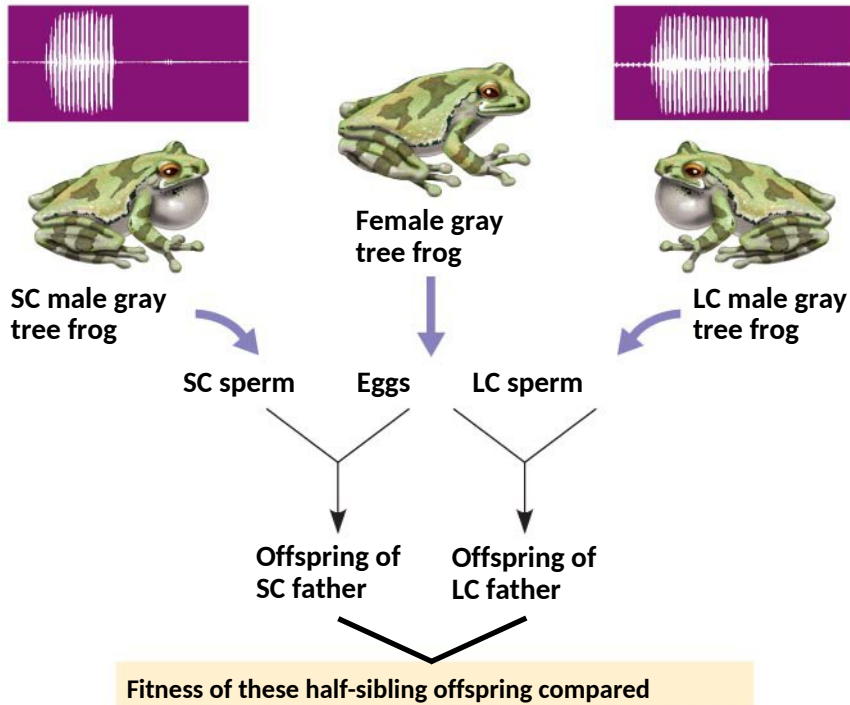
Intraseksuele selectie is competitie tussen individuen van hetzelfde geslacht (vaak mannetjes) om te mogen paren met het vrouwtje.

Interseksuele selectie wanneer er selectie plaats vindt tussen de geslachten. (Vaak kiest het vrouwtje een geschikt mannetje).

Hoe kan dit zo evolueren?

Eén hypothese beschrijft dat deze uiterlijke eigenschappen correleren met “goede” genen.

EXPERIMENT



RESULTS

Fitness Measure	1995	1996
Larval growth	NSD	LC better
Larval survival	LC better	NSD
Time to metamorphosis	LC better (shorter)	LC better (shorter)

NSD = no significant difference; LC better = offspring of LC males superior to offspring of SC males.

The Preservation of Genetic Variation

Various mechanisms help to preserve genetic variation in a population

Diploidy

Diploidy maintains genetic variation in the form of hidden recessive alleles

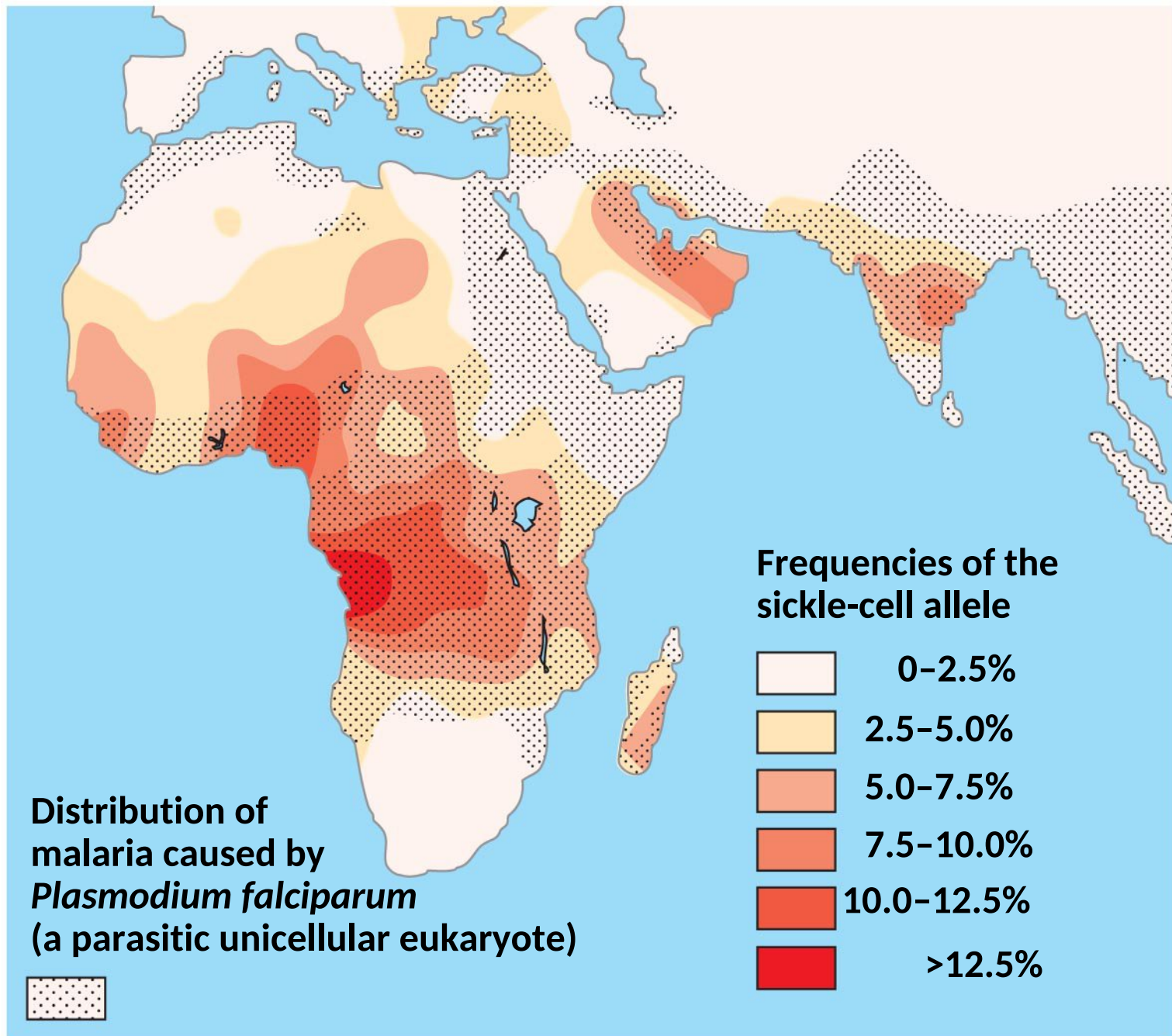
Balancing Selection

Balancing selection occurs when natural selection maintains stable frequencies of two or more phenotypic forms in a population

Heterozygote Advantage

- **Heterozygote advantage** occurs when heterozygotes have a higher fitness than do both homozygotes
- Natural selection will tend to maintain two or more alleles at that locus
- The sickle-cell allele causes mutations in hemoglobin but also confers malaria resistance

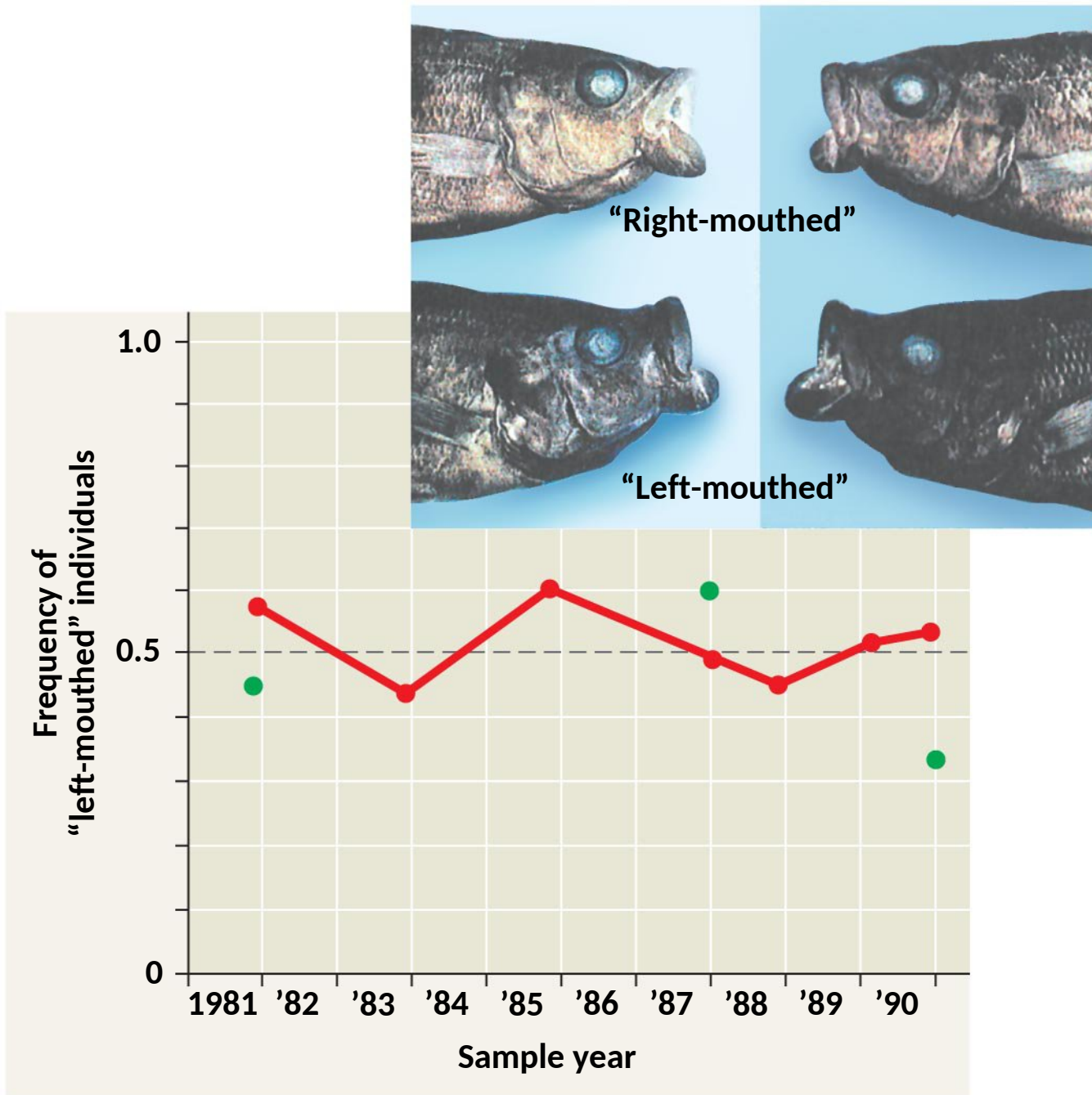
Fig. 23-17

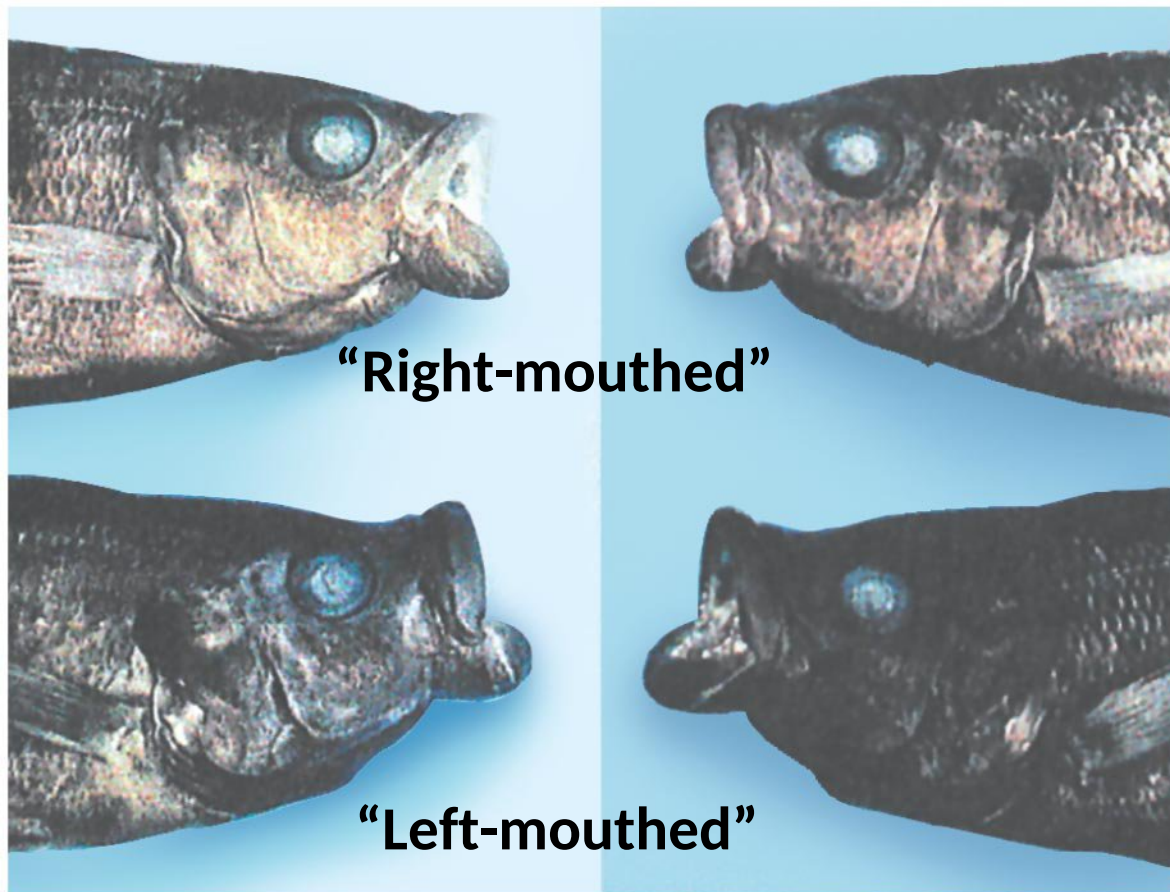


Frequency-Dependent Selection

- In **frequency-dependent selection**, the fitness of a phenotype declines if it becomes too common in the population
- Selection can favor whichever phenotype is less common in a population

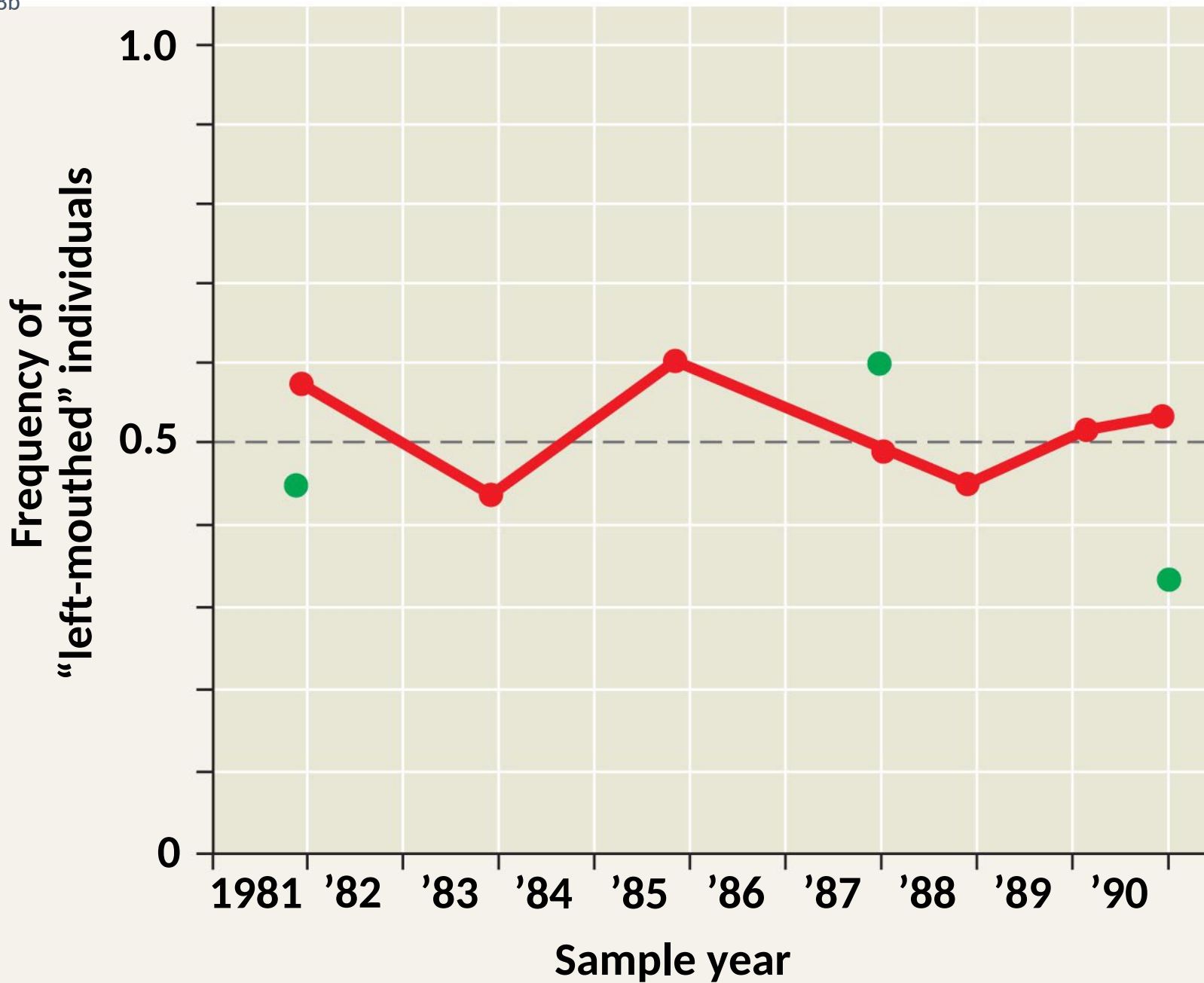
Fig. 23-18





Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

Fig. 23-18b



Neutral Variation

Neutral variation is genetic variation that appears to confer no selective advantage or disadvantage

For example,

- Variation in noncoding regions of DNA
- Variation in proteins that have little effect on protein function or reproductive fitness

Waarom geen perfecte soort?



Why Natural Selection Cannot Fashion Perfect Organisms

1. Selectie is alleen van invloed op bestaande genetische variaties.
2. Evolutie is historisch beperkt
3. Adaptaties zijn vaak compromissen
4. Kans, natuurlijke selectie en omgeving gaan vaak samen.



Samenvattend

Voor evolutie is genetische variatie nodig.

De Hardy-Weinberg vergelijking kan gebruikt worden allelfrequenties te voorspellen.

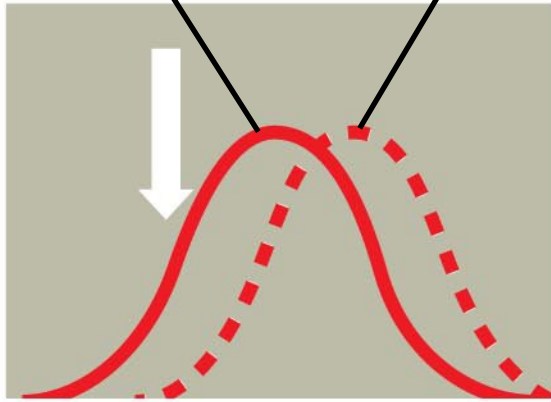
- $p^2 + 2pq + q^2 = 1$

Natuurlijke selectie, genetische drift en gene flow zijn van invloed op allelfrequenties.

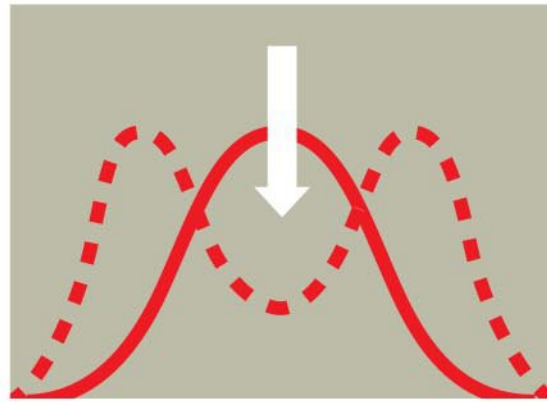
- Foundereffect en bottleneck effect zijn voorbeelden van genetisch drift.

Original population

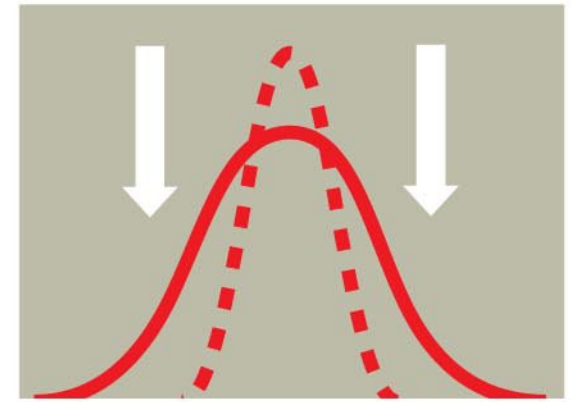
Evolved population



Directional selection



Disruptive selection



Stabilizing selection

Samenvattend

Seksuele selectie:

- Intraseksuele selectie; selectie binnen een geslacht.
- Interseksuele selectie; selectie tussen de geslachten.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

Fig. 23-UN2

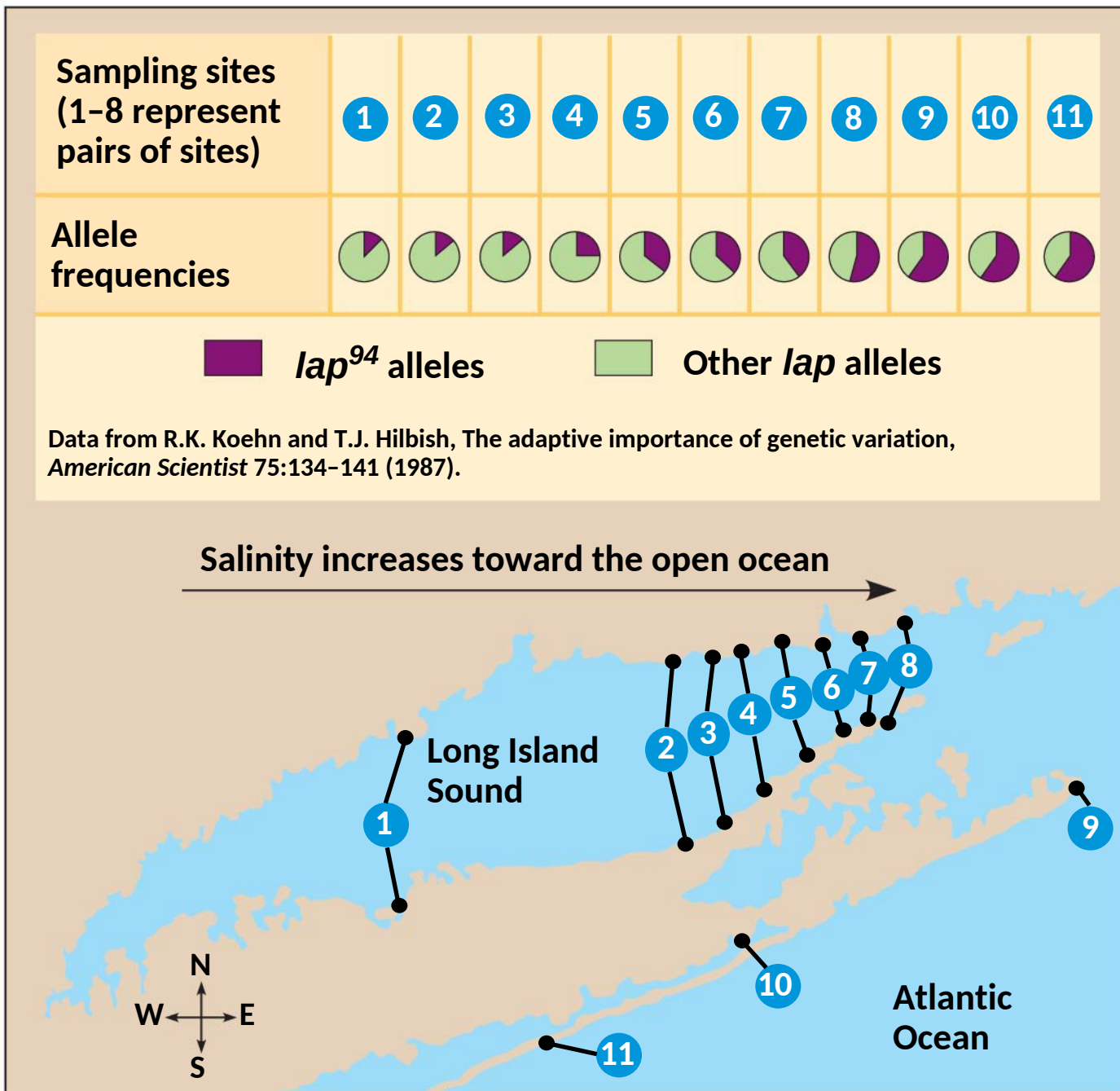
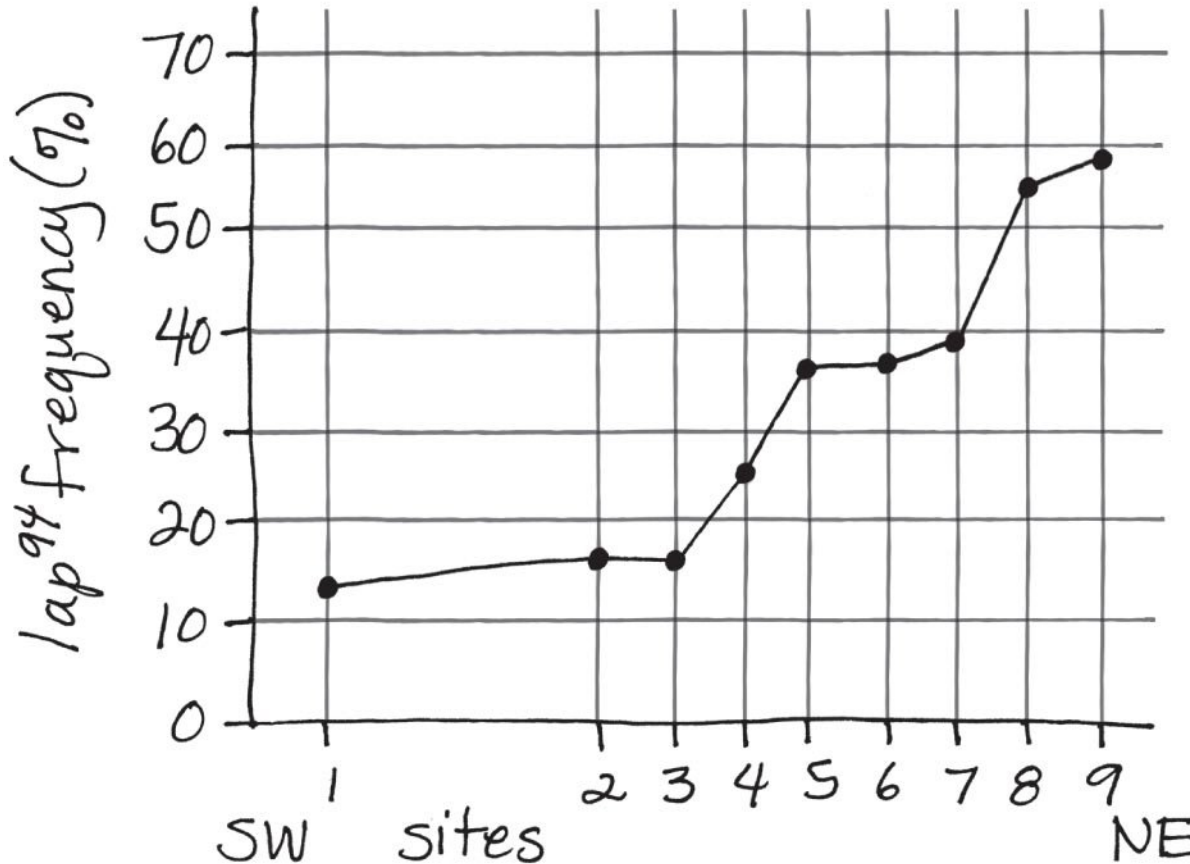


Fig. 23-UN3

Site	1	2	3	4	5	6
lap ⁹⁴ %	13	16	16	25	36	37

Site	7	8	9	10	11
lap ⁹⁴ %	39	55	59	59	59



You should now be able to:

1. Explain why the majority of point mutations are harmless
2. Explain how sexual recombination generates genetic variability
3. Define the terms population, species, gene pool, relative fitness, and neutral variation
4. List the five conditions of Hardy-Weinberg equilibrium

5. Apply the Hardy-Weinberg equation to a population genetics problem
6. Explain why natural selection is the only mechanism that consistently produces adaptive change
7. Explain the role of population size in genetic drift

8. Distinguish among the following sets of terms: directional, disruptive, and stabilizing selection; intrasexual and intersexual selection
9. List four reasons why natural selection cannot produce perfect organisms

Bronnen

Afbeeldingen afkomstig van

Campbell – Biology A global Approach. 10/11th edition,
Uitgever: Pearson

(Verplicht op de boekenlijst van de opleiding)

https://www.kijk-op-ongedierte.nl/files/Drosophila_repleta_lateral-800.jpg

<https://image.shutterstock.com/image-vector/silhouette-theory-evolution-man-human-260nw-1024476247.jpg>

<https://www.vgr.com/wp-content/uploads/2018/06/Its-Possible-That-Fallout-76-Could-Predate-Super-Mutants-600x300.jpg>

<https://cdn.24.co.za/files/Cms/General/d/3842/a027f9013a9c4a2a84a20a0edb02d6af.jpg>

http://www.biologiesite.nl/th3kl1_bestanden/celdeling.jpg

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f6/Mating_earthworms.jpg/800px-Mating_earthworms.jpg

<https://images-na.ssl-images->

amazon.com/images/I/51osYuVnBoL._SX425_.jpg

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/16/Phenylketonuria_testing.jpg/260px-Phenylketonuria_testing.jpg

<https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/images/interviews/naturalselection1.gif>

https://eenvandaag.avrotros.nl/fileadmin/poms_import/bosbrant.jpg

https://media.nu.nl/m/m1nx2saan6q8_wd640.jpeg

https://genetics-evolution.weebly.com/uploads/2/0/3/2/20323869/4186708_orig.jpg