



Πανεπιστήμιο  
Αιγαίου

Ανοικτά  
Ακαδημαϊκά  
Μαθήματα



## Προσαρμογή των πληθυσμών στις περιβαλλοντικές μεταβολές

Κώστας Θεοδώρου, Επίκουρος Καθηγητής  
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
ανάπτυξη στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



*Biston betularia*



## Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή

---

- Αγγλία 1848: Εμφάνιση μιας μελανής μορφής (*carbonaria*)

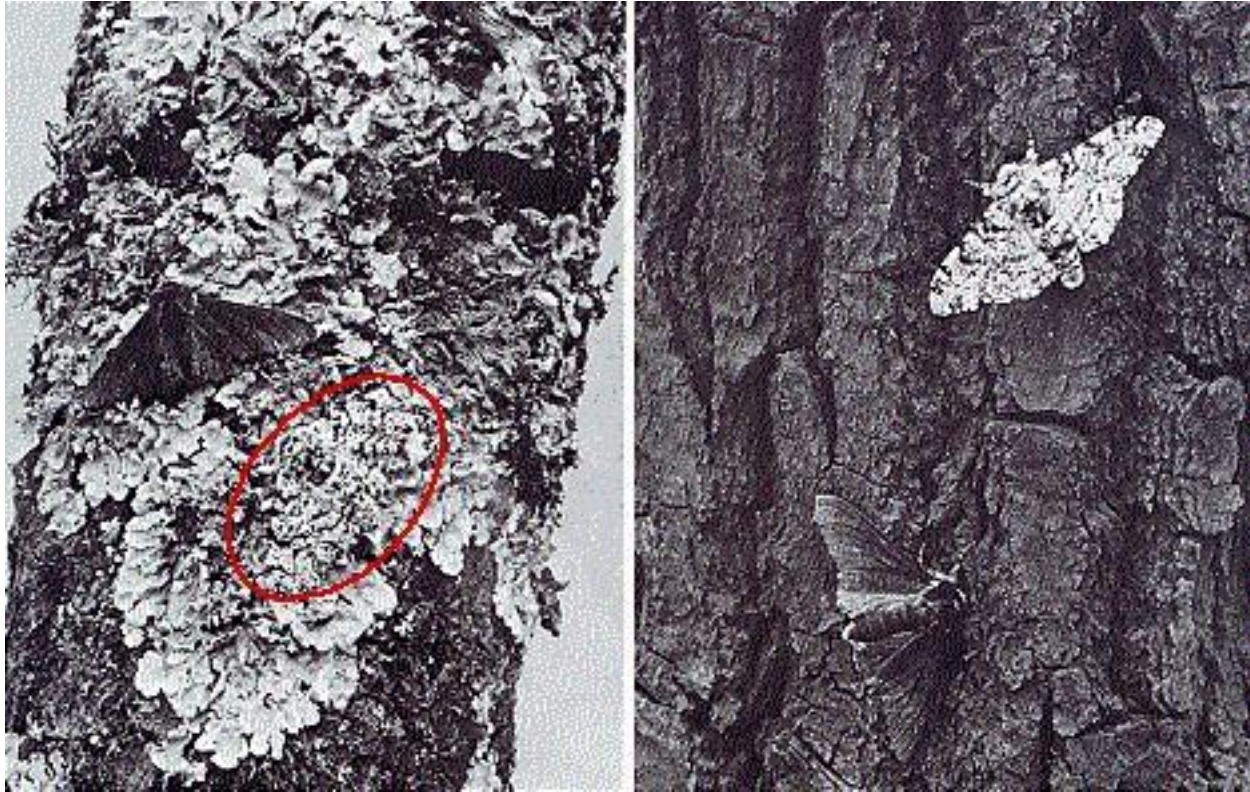


- Μάντσεστερ 1848: Συχνότητα της μελανής μορφής 1%
- Μάντσεστερ 1898: Συχνότητα της μελανής μορφής 98%



## Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή

---



Πλεονέκτημα της μελανής μορφής στις βιομηχανικές περιοχές λόγω ρύπανσης (βιομηχανικός μελανισμός)

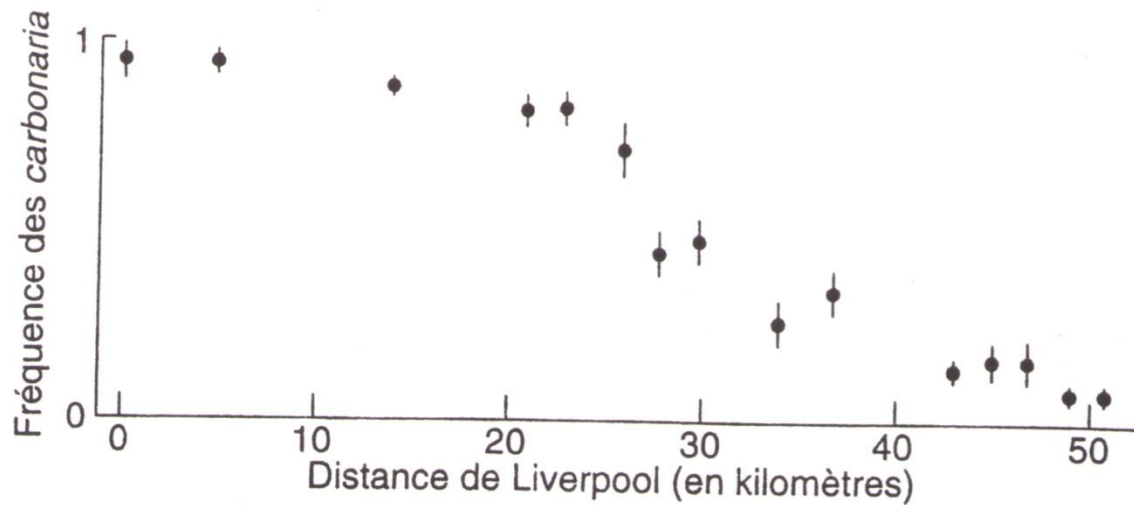
## Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή – Kettlewell 1950

- Γενετική : Carbonaria : CC, Cc  
Typica : cc
- Συλλήψεις – επανασυλλήψεις:

Φαινότυπος	Μπέρμπινχαμ			Ουαλία		
	Typica	Carbon	Σύνολο	Typica	Carbon	Σύνολο
σύλληψη	63 11%	528 89%	591	297 100%	0 0%	297
<b>1ο πείραμα</b>						
απελευθέρωση	63	154		496	473	
επανασύλληψη	16 25%	82 52%		62 12%	30 6%	
<b>2ο πείραμα</b>						
Θήρευση (για τον ίδιο αρ. πεταλούδων των 2 μορφών)	43 74%	15 26%	58	26 14%	164 86%	190

# Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή -Συνέχεια

1970: μελέτη στο Λίβερπουλ



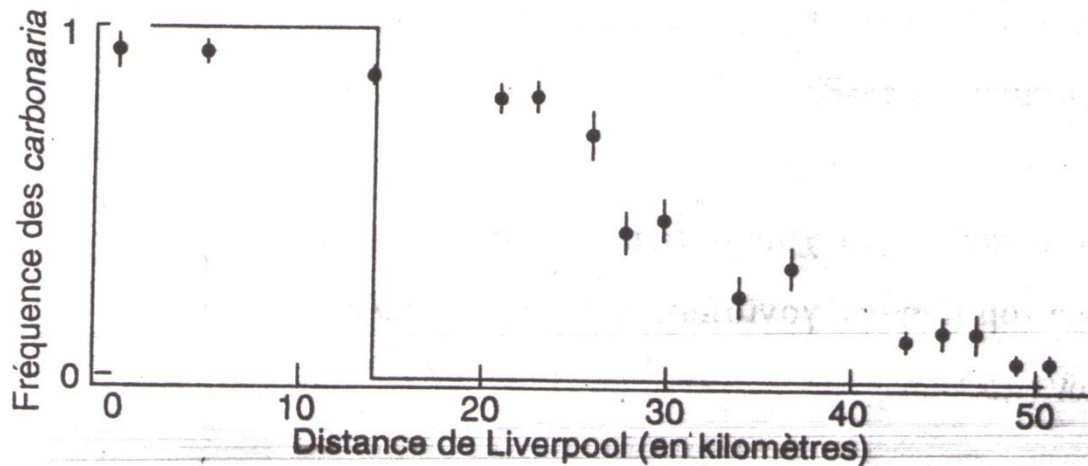
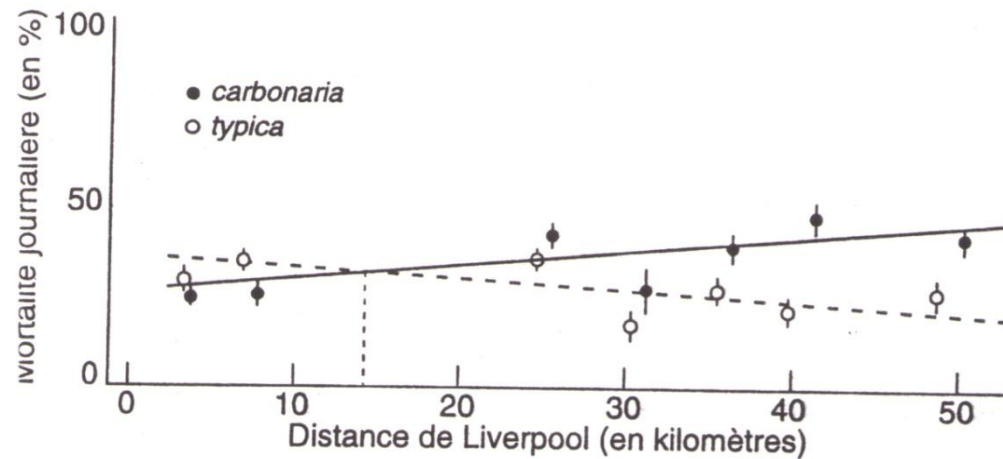
A

Συχνότητα της *Biston Betularia* σε σχέση με την απόσταση από το Λίβερπουλ



# Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή -Συνέχεια

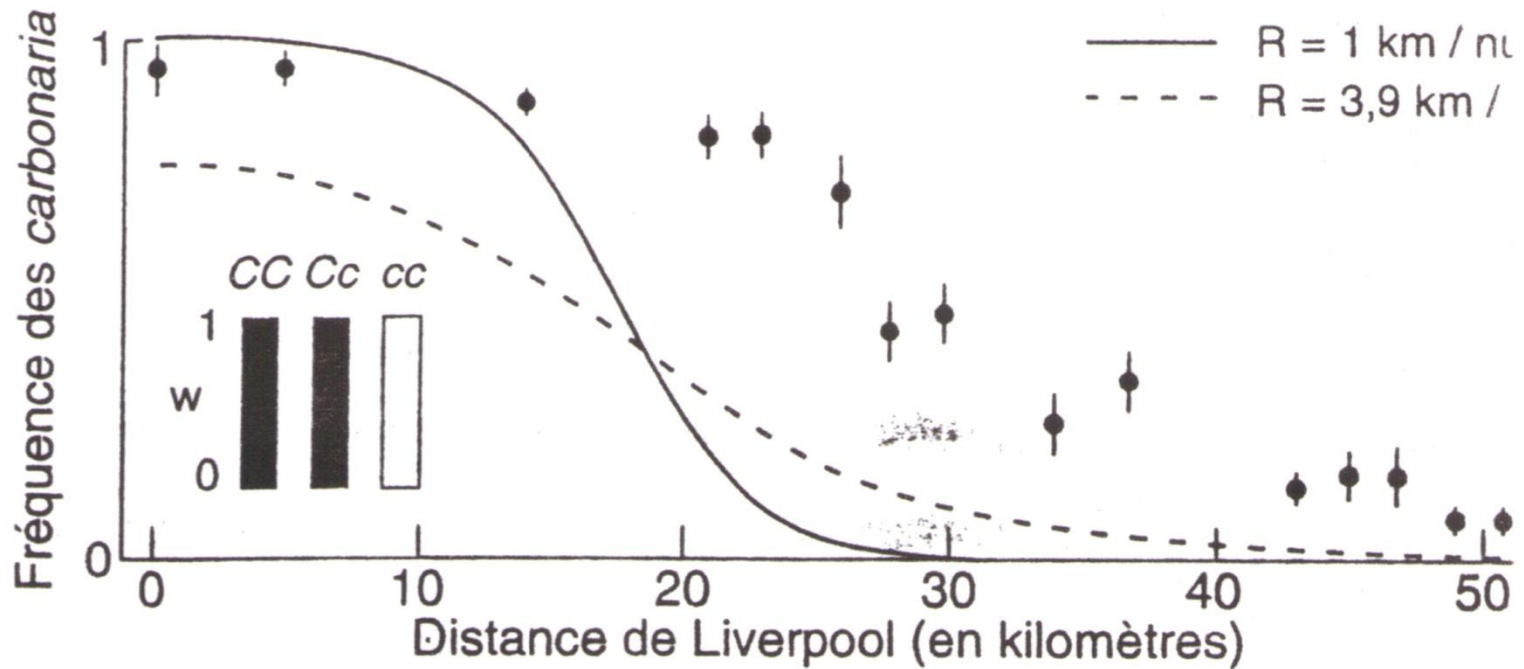
1970: μελέτη στο Λίβερπουλ



➔ Μόνο η θήρευση δεν αρκεί

## Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή -Συνέχεια

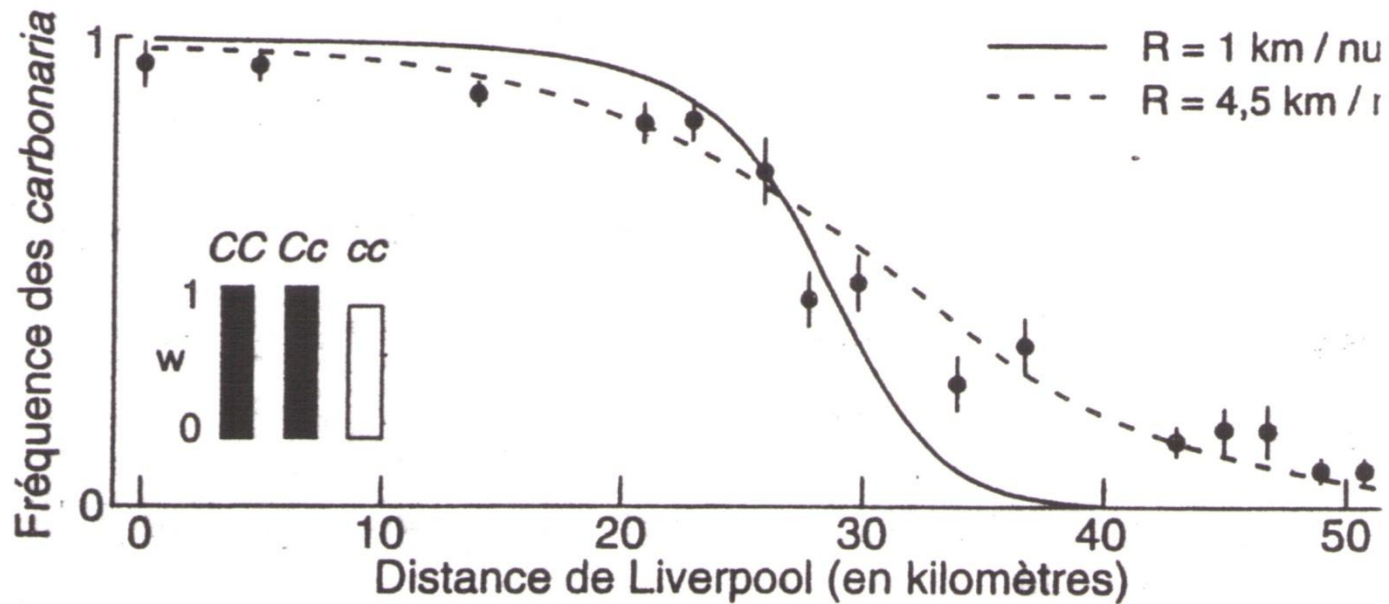
Εισαγωγή της μετανάστευσης:  
τα αρσενικά διασκορπίζονται κάθε βράδυ



Θήρευση και μετανάστευση δεν αρκούν

## Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή -Συνέχεια

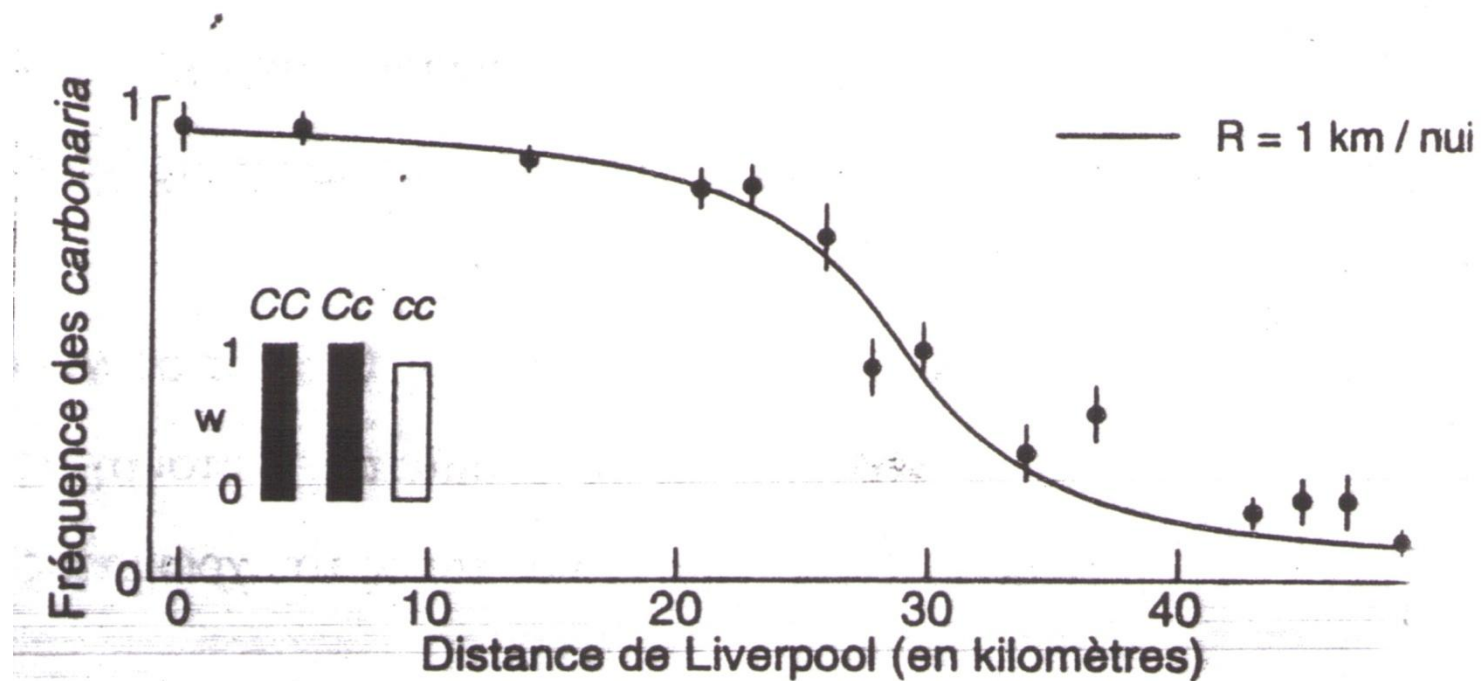
Εισαγωγή διαφοράς στην επιλογική τιμή  
ανεξαρτήτως της θήρευσης



Ακόμη μια μικρή προσπάθεια...

# Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή -Συνέχεια

Επιλογή εξαρτώμενη από τη συχνότητα



Τέλεια! Ισχύει όμως;

# Νυχτοπεταλούδες και Φυσική Επιλογή -Σήμερα

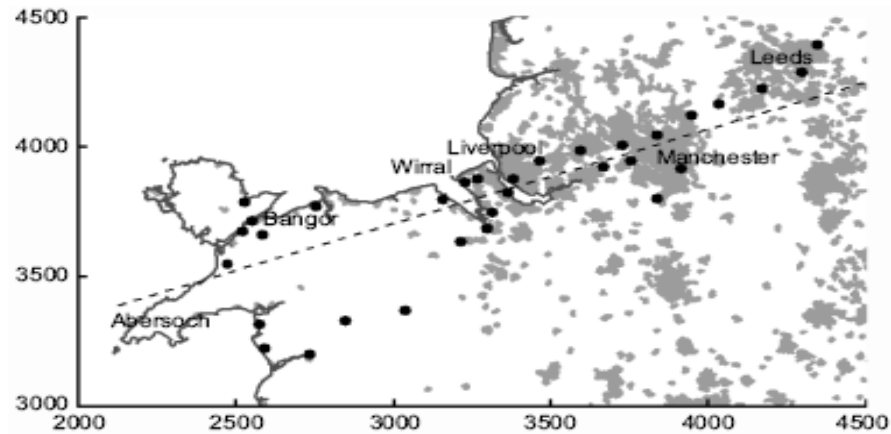


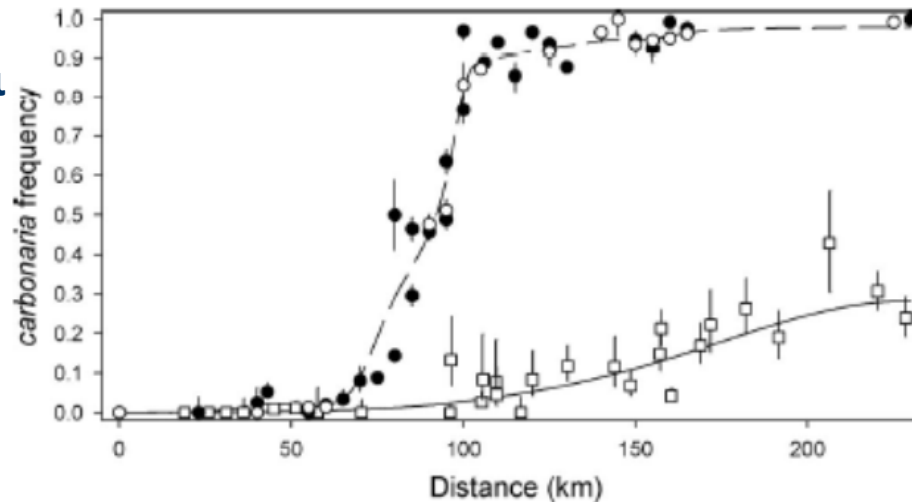
Fig. 1. Map of northwest England and north Wales, showing 2000–2006 sampling locations (circles) and urban areas (shaded areas). The axis along which the cline is analyzed is shown as a dashed straight line (see *Materials and Methods*). Axes follow the United Kingdom ordnance survey grid reference system (in units of 0.1 km).

## Συχνότητα της μελανής μορφής

1964-69: μαύροι κύκλοι

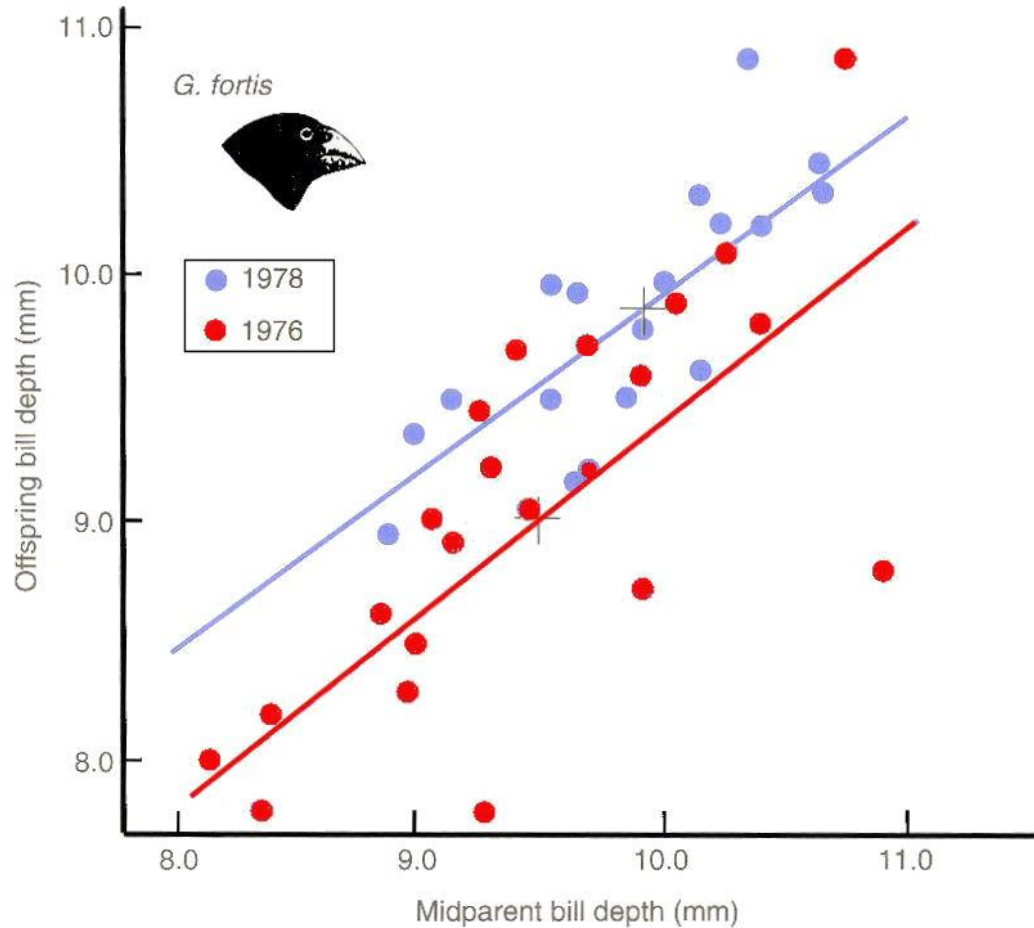
1970-75: λευκοί κύκλοι

2002: τετράγωνα

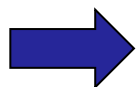


# Προσαρμογή στους σπίνους του Δαρβίνου

## Πάχος ράμφους στους απογόνους (mm)



Μέσος όρος πάχους ράμφους των γονέων (mm)



Το πάχος του ράμφους είναι ένα κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό

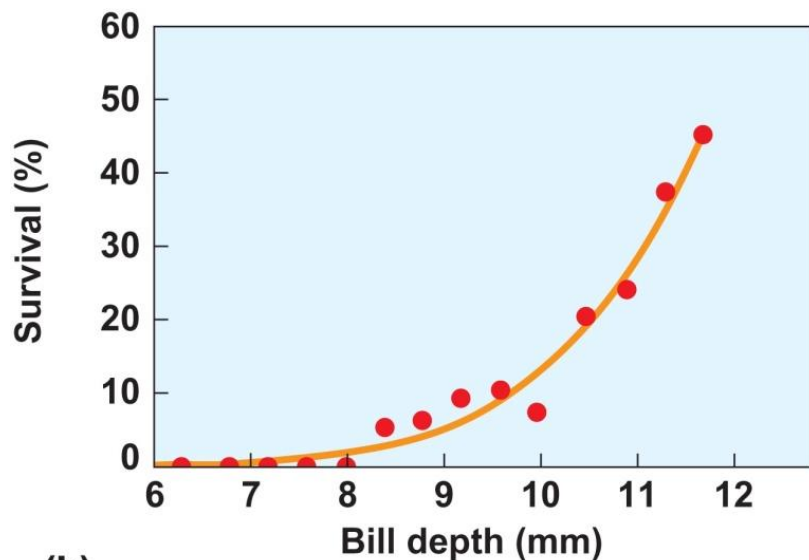


## Προσαρμογή στους σπίνους του Δαρβίνου

- 1977: 3mm βροχόπτωσης (μέση βροχόπτωση 130mm)
- Έντονη θνησιμότητα λόγω έλλειψης τροφής
- Κύρια πηγή τροφής κατά τη ξηρασία:  
οι σπόροι του *Tribulus cistoides*
- Απαιτείται μεγάλο ράμφος για να ανοιχτούν



### Επιβίωση (%)



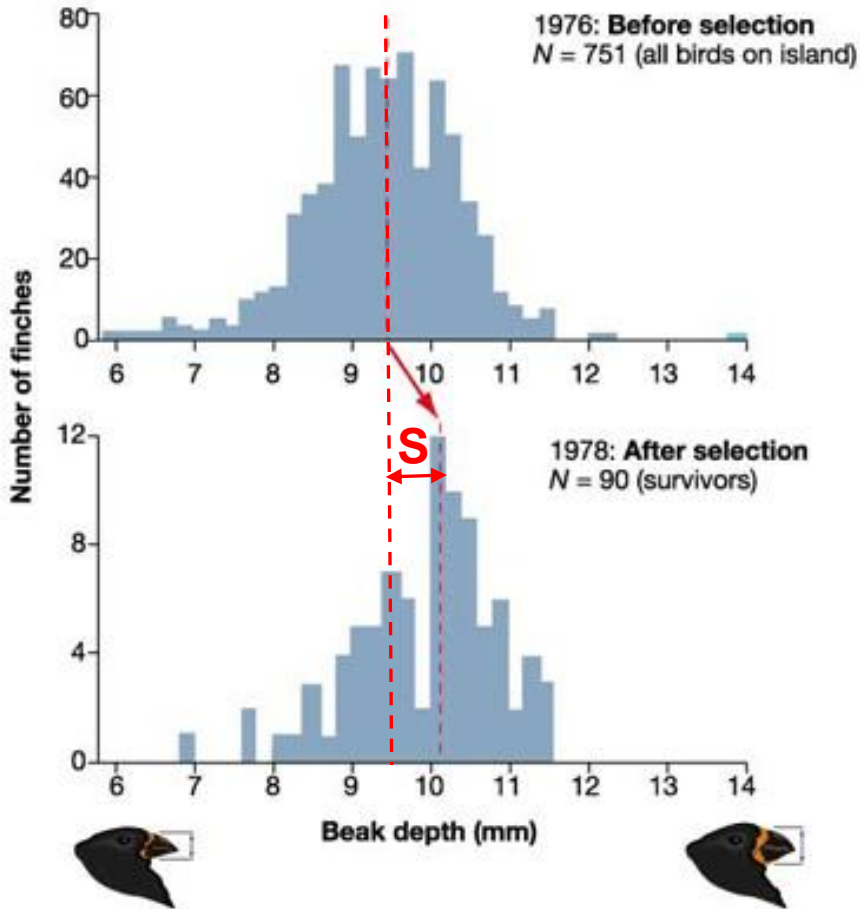
(b)

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Πάχος ράμφους

# Προσαρμογή στους σπίνους του Δαρβίνου

Natural selection during a drought



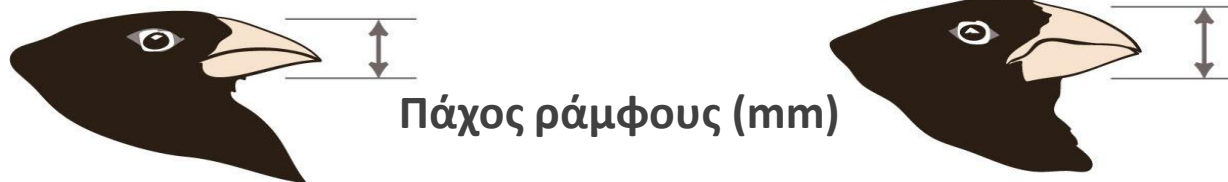
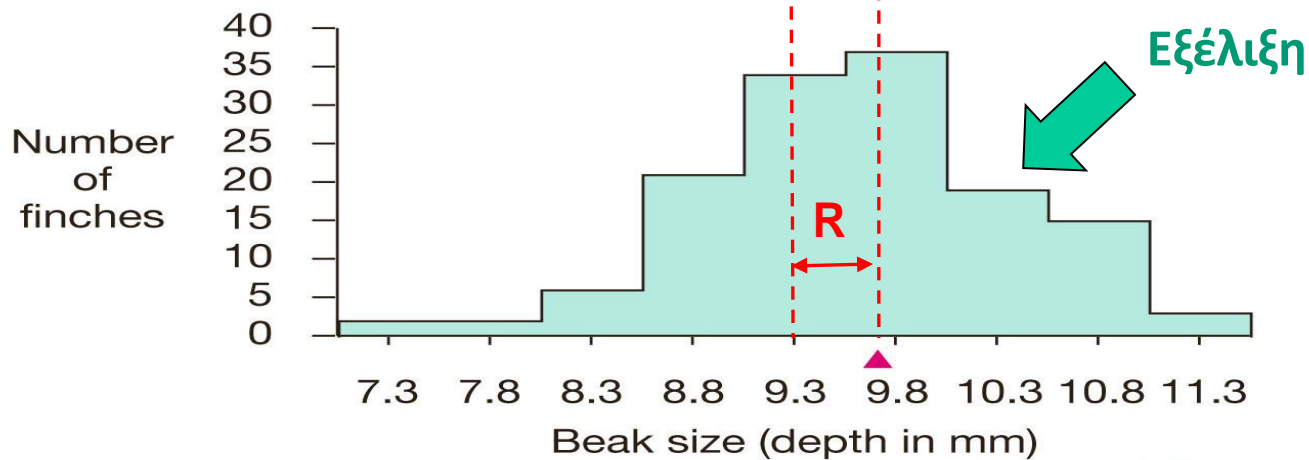
Κατανομή του πάχους του ράμφους πριν την επιλογή (μέσος όρος = 9.3)

Κατανομή του πάχους του ράμφους στους επιζώντες (μέσος όρος = 10.2)

# Προσαρμογή στους σπίνους του Δαρβίνου

## Σπίνοι γεννημένοι μετά τη ξηρασία

Finches hatched in 1978, the year after the drought



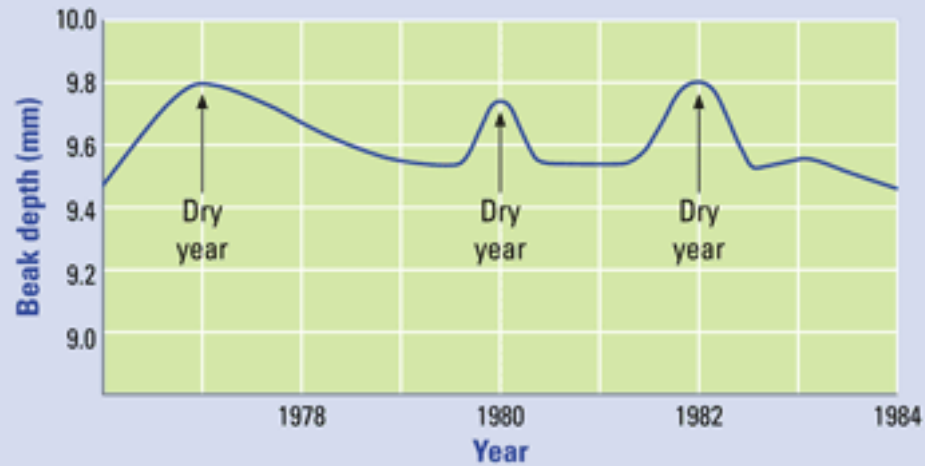
Copyright © 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.

**Ερώτηση: Ποιά είναι η κληρονομησιμότητα του πάχους του ράμφους;**

# Προσαρμογή στους σπίνους του Δαρβίνου



Patterns of Selection in Finch Beak Size



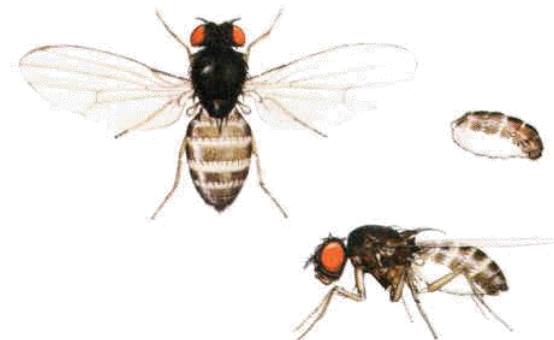
Πάχος ράμφους  
(mm)

Έτος

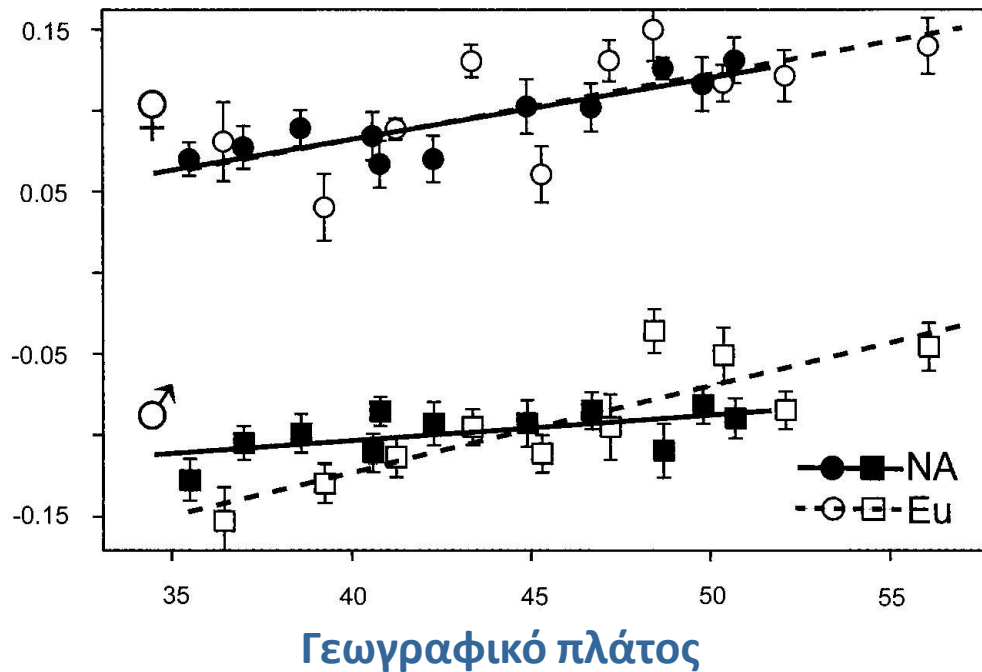
# Προσαρμογή στις τοπικές κλιματικές συνθήκες

## *Drosophila subobscura*

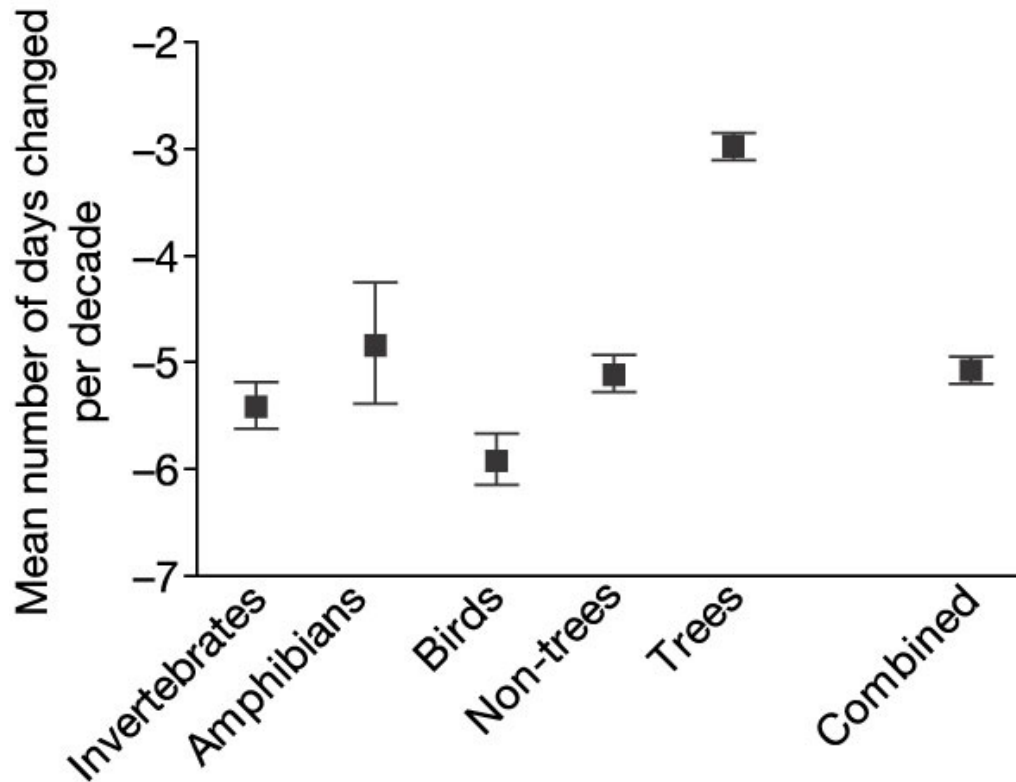
- Ευρέως διαδεδομένη στην Ευρώπη και τη Β.Αφρική
- Δεκαετία 1980: Εποίκηση της Β. Αμερικής (πιθανόν μέσω πλοίου)
- Εξάπλωση σε ένα μεγάλο εύρος γεωγραφικών πλατών



Μέγεθος φτερών



## Αλλαγή στην εαρινή φαινολογία τα τελευταία 50 χρόνια





## Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

---

Η περίπτωση του σκίουρου (*Tamiasciurus hudsonicus*) στον Καναδά

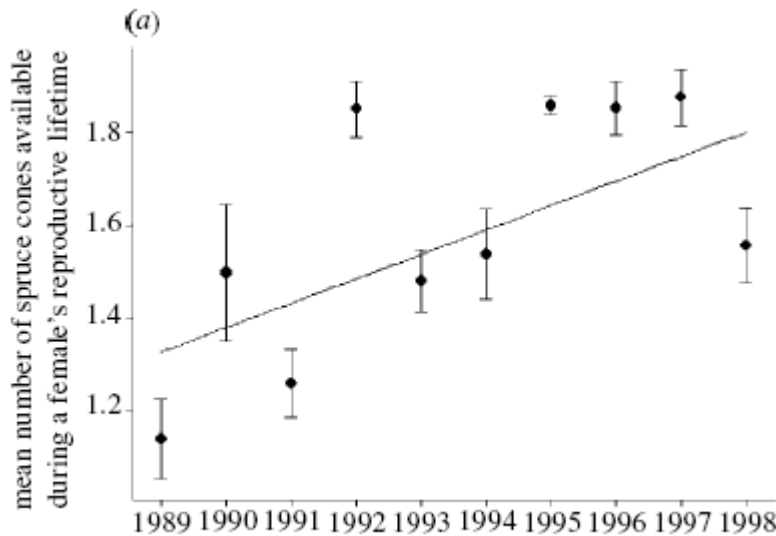


1989-1998: Η θερμοκρασία την άνοιξη αυξήθηκε κατά 2°C

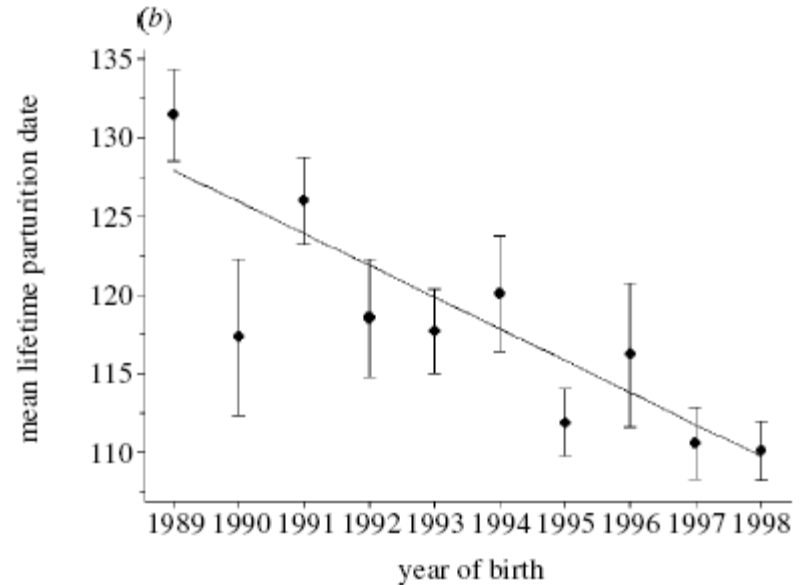
# Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

## Η περίπτωση του σκίουρου (*Tamiasciurus hudsonicus*) στον Καναδά

### Αφθονία των κώνων



### Ημερομηνία τοκετού



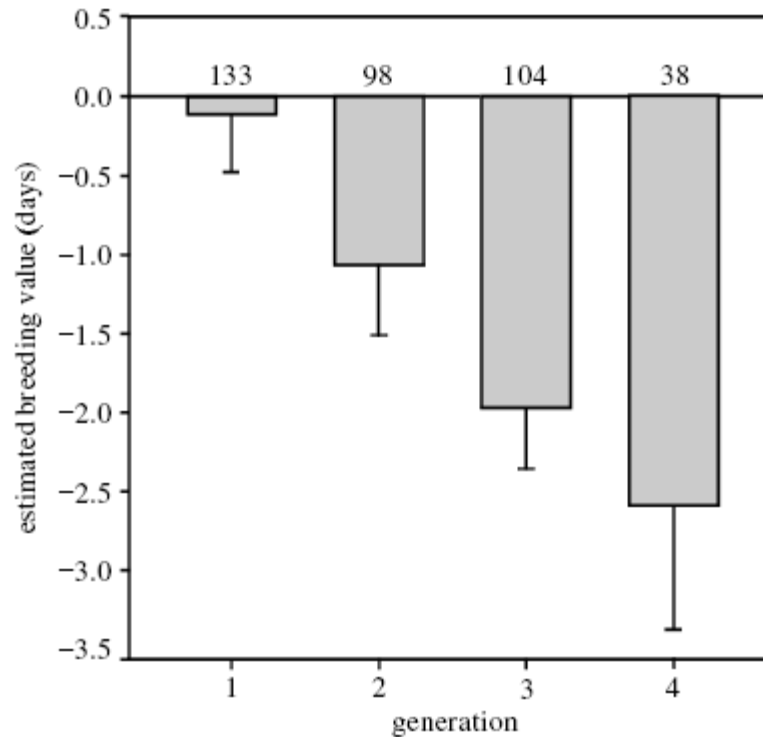
Γενετική προσαρμογή ή φαινοτυπική πλαστικότητα;

(δηλ., ο πρώιμος τοκετός είναι ένα κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό;)

## Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Η περίπτωση του σκίουρου (*Tamiasciurus hudsonicus*) στον Καναδά

Αλλαγή στην ημερομηνία τοκετού που μπορεί να αποδοθεί σε γενετική προσαρμογή



**Estimated breeding value:** Η συνδυασμένη δράση των γονιδίων ενός ατόμου για την έκφραση ενός χαρακτηριστικού.

## Προσαρμογή - Επιστημάνσεις

---

● Οι ανθρωπογενείς μεταβολές είναι πολύ γρήγορες → Λίγα είδη μπορούν να προσαρμοστούν (πριν εξαφανιστούν)

● Η προσαρμογή ενός είδους δεν αρκεί

Το ψάρι *Gambusia affinis* (Rio Grande, Texas)  
ανέπτυξε αντίσταση στα ζιζανιοκτόνα...

...Οι θηρευτές του (ψάρια, πουλιά), όμως, όχι

● Μικροί απειλούμενοι πληθυσμοί έχουν χαμηλότερη δυνατότητα προσαρμογής

# Γενετική Ποικιλότητα και Προσαρμογή

---

## 4 Πειραματικοί πληθυσμοί *Drosophila melanogaster* 500 ατόμων:

### Outbred :

- Ίδρυση από 500 άτομα - Τυχαίες διασταυρώσεις

### 1B :

- Ίδρυση από διασταύρωση ενός ζευγαριού
- Ακολούθησαν 18 γενιές τυχαίων διασταυρώσεων
- Αναμενόμενη μείωση της ετεροζυγωτίας σε σχέση με το μη ομομικτικό πληθυσμό : 25%

### 3B :

- Ίδρυση από διασταύρωση επί τρεις γενιές ενός ζευγαριού
- Ακολούθησαν 18 γενιές τυχαίων διασταυρώσεων
- Αναμενόμενη μείωση της ετεροζυγωτίας σε σχέση με το μη ομομικτικό πληθυσμό : 50%

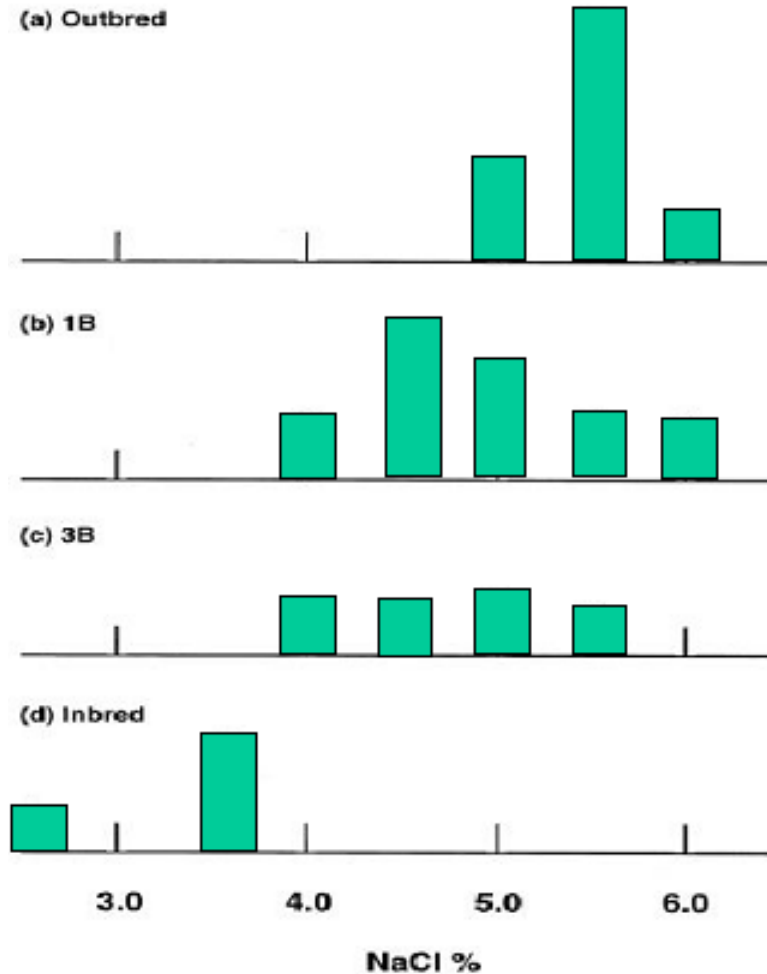
### Inbred :

- 35 γενιές διασταυρώσεις μεταξύ αδερφών
- Πρακτικά ομοζυγωτικός πληθυσμός

# Γενετική Ποικιλότητα και Προσαρμογή

- Τρέφονται με αυξανόμενες δόσεις NaCl

Αριθμός εξαφανίσεων



Συγκέντρωση NaCl