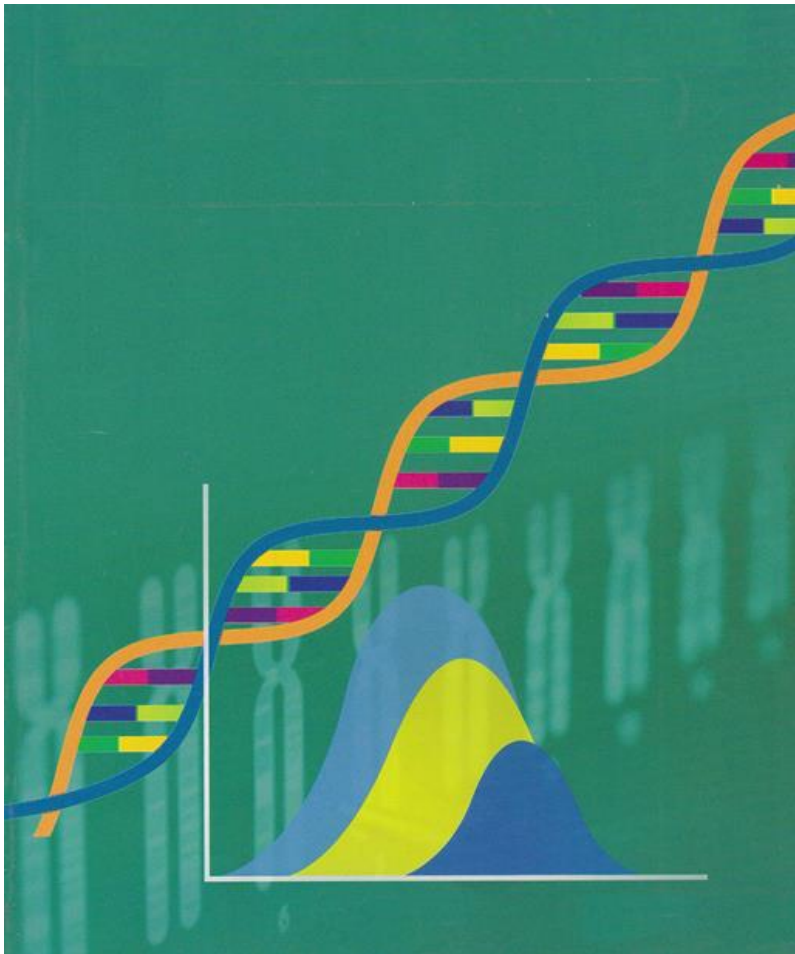


ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ & ΕΞΕΛΙΞΗ



Η εξέλιξη των ποσοτικών γνωρισμάτων

1

- Δυναμική εξέλιξης των π.γ.
- Τύποι εξέλιξης
- Ποσοτικοποίηση επιλογής

Ιωάννης Τοκατλίδης

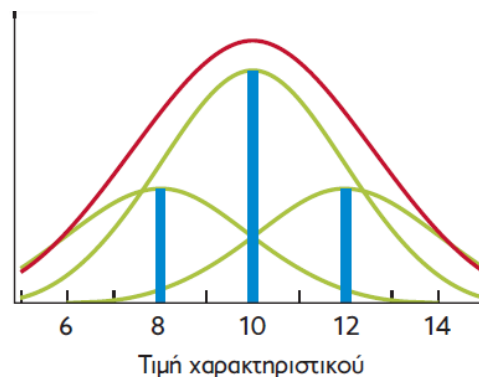
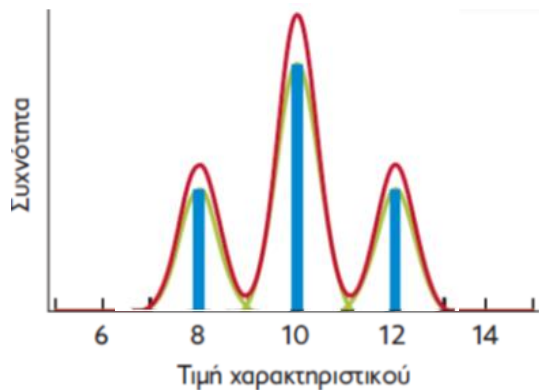


Η φύση των ποσοτικών γνωρισμάτων

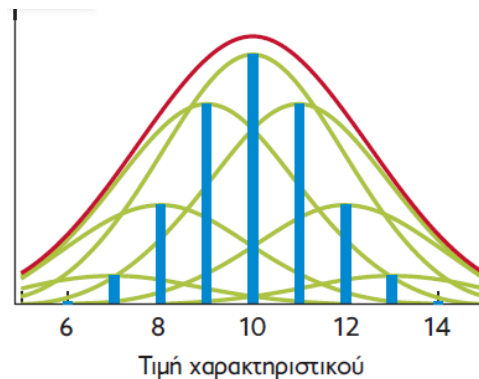
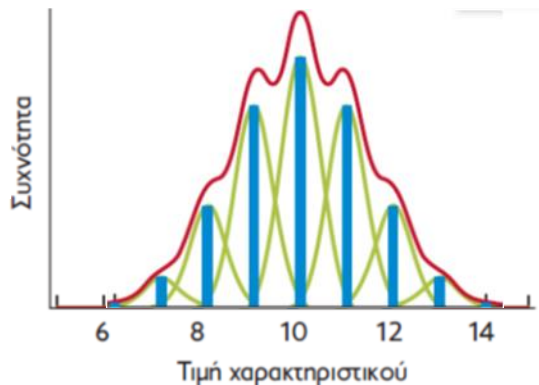
Ποιοτικά γνωρίσματα	Ποσοτικά γνωρίσματα
Μία γονιδιακή θέση	Πολλές γονιδιακές θέσεις
Μικρή γενετική ποικιλότητα	Μεγάλη γενετική ποικιλότητα
Λίγοι διακριτοί γονότυποι & φαινότυποι	Φάσμα γονοτύπων & φαινοτύπων
Μικρή επίδραση από περιβάλλον	Μεγάλη επίδραση από περιβάλλον
Ασυνεχή	Συνεχή
Γενετική ποικιλότητα	Γενετική & περιβαλλοντική ποικιλότητα
Απλή κληρονομικότητα – αρκεί η παρατήρηση	Πολύπλοκη κληρονομικότητα – αναγκαία στατιστικά εργαλεία
Μεγάλη κληρονομικότητα και ανταπόκριση στην επιλογή	Μικρή κληρονομικότητα και ανταπόκριση στην επιλογή
Κληρονομούνται ανεξάρτητα	Γενετική σύνδεση

Συνδυασμός γενετικού με περιβαλλοντικό παράγοντα

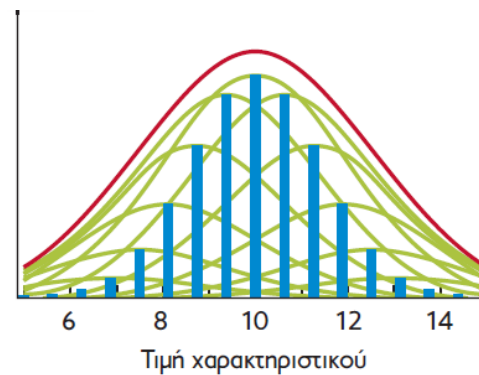
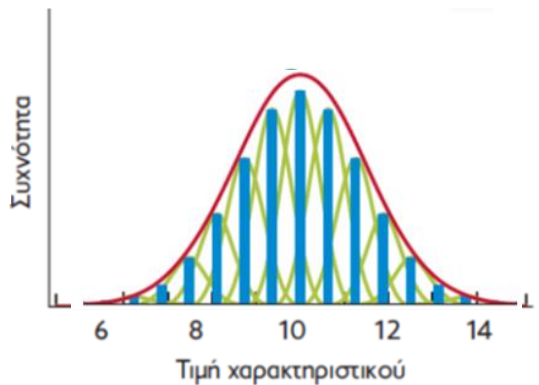
1 ΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ



3 ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ



6 ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ



Με αύξηση του αριθμού των γενετικών τύπων που ελέγχουν το γνώρισμα ή/και της επίδρασης του περιβάλλοντος το γνώρισμα καθίσταται μια συνεχής μεταβλητή

Εικόνα 6.3

Μεγαλύτερη περιβαλλοντική διακύμανση

ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ:

- Δυναμική εξέλιξης των ποσοτικών γνωρισμάτων
 - Πόσο δραστικά εξελίσσονται τα π.γ.;
- Τύποι επιλογής και αρμοστικότητα των π.γ.
 - Που οδηγεί η επιλογή και εξέλιξη;
- Ποσοτικοποίηση επιλογής & εξέλιξης
 - Κατά πόσο συμβάλλει η επιλογή στην εξέλιξη;
 - Συνέπεια εξέλιξης (αξιοπιστία επιλογής);

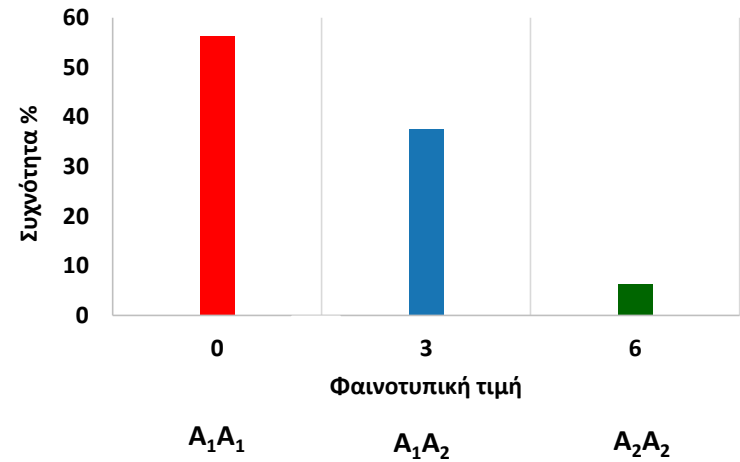
Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΩΝ

αλληλόμορφα	συχνότητα
A_1	$p = 0,75$
A_2	$q = 0,25$

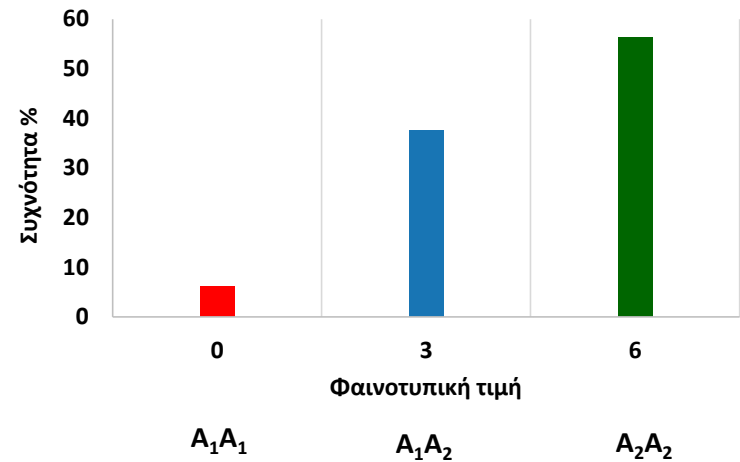
1 γενετικός τύπος ($\lambda=1$)

επιλογή

αλληλόμορφα	συχνότητα
A_1	$p = 0,25$
A_2	$q = 0,75$

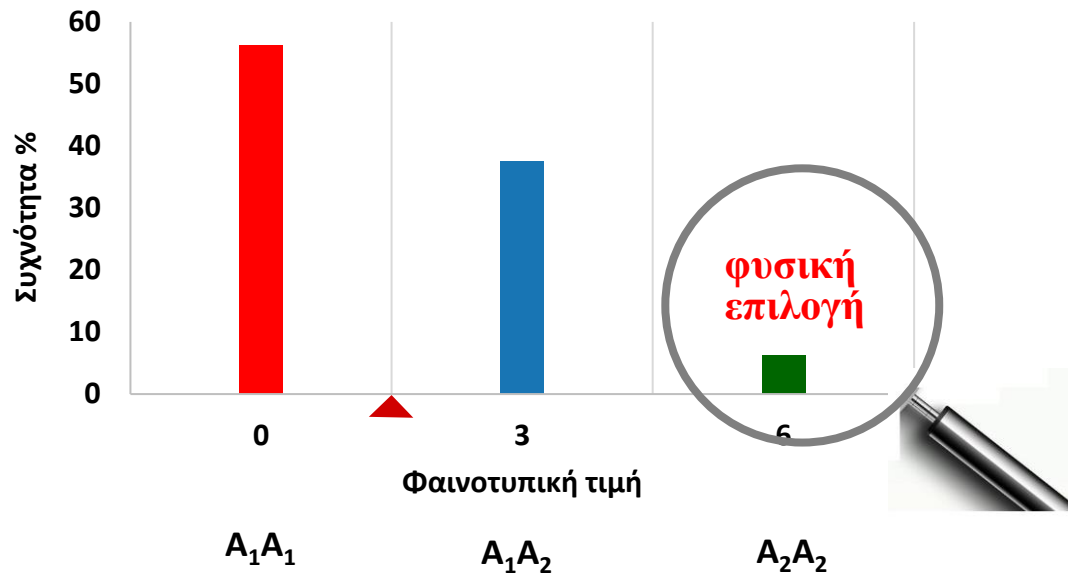


εξέλιξη



αλληλόμορφα	συχνότητα	φαιν. τιμή
A_1	$p = 0,75$	0
A_2	$q = 0,25$	3

γονότυποι	συχνότητα%	φαιν. τιμή	συμβολή
$A_1 A_1$	56,25 (p^2)	0	0
$A_1 A_2$	37,5 ($2pq$)	3	1,125
$A_2 A_2$	6,25 (q^2)	6	0,375
Πληθυσμός			1,5

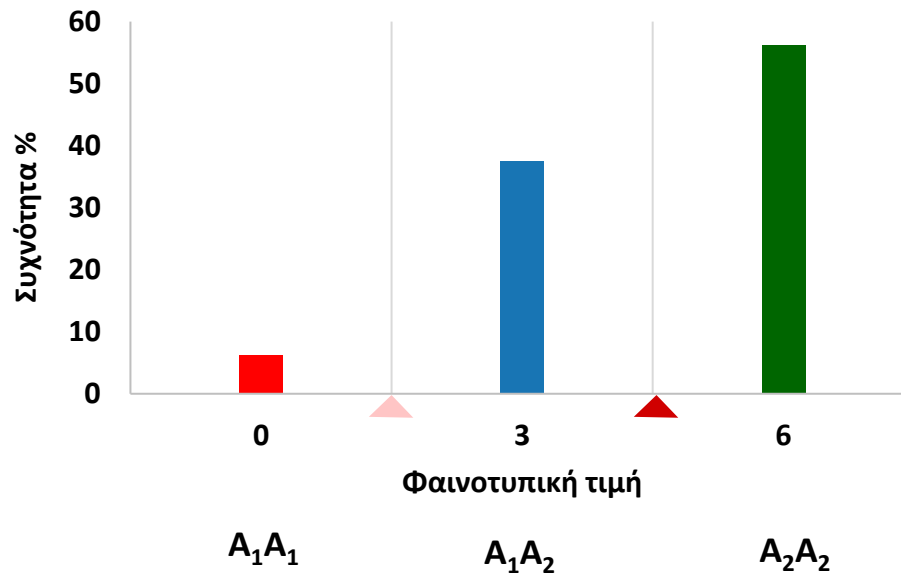


Η φυσική επιλογή θα εστιάσει στον **ευνοϊκό γονότυπο** (περιλαμβάνει μόνο επιθυμητά αλληλόμορφα)

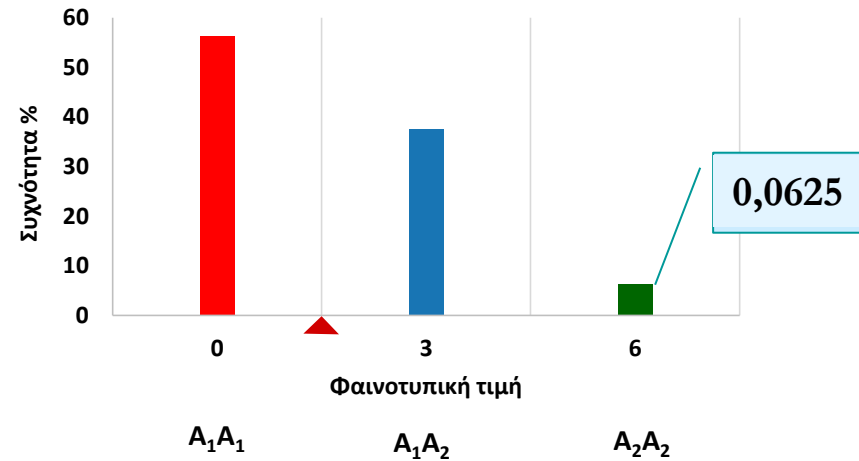
αλληλόμορφα	συχνότητα	φαιν. τιμή
A_1	$p = 0,25$	0
A_2	$q = 0,75$	3

Αύξηση της συχνότητας του ευνοϊκού αλληλόμορφου

γονότυποι	συχνότητα%	φαιν. τιμή	συμβολή
$A_1 A_1$	6,25 (p^2)	0	0
$A_1 A_2$	37,5 ($2pq$)	3	1,125
$A_2 A_2$	56,25 (q^2)	6	3,375
Πληθυσμός			4,5

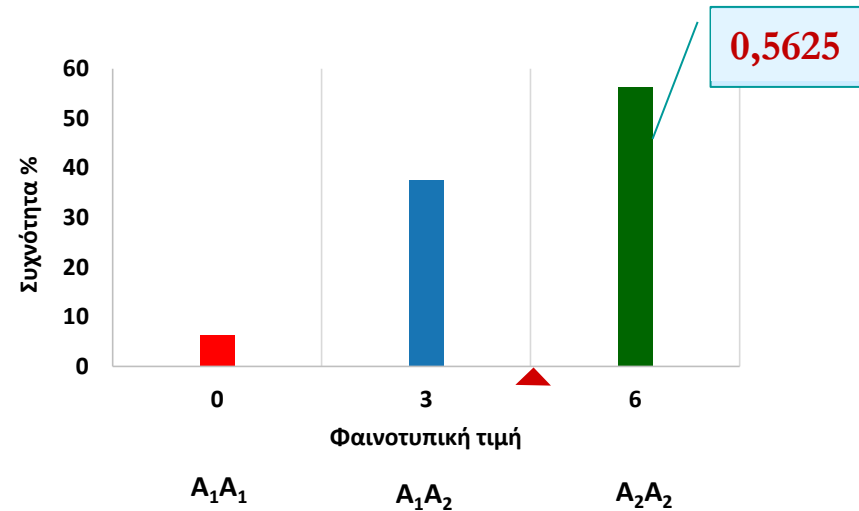


αλληλόμορφα	συχνότητα
A_1	$p = 0,75$
A_2	$q = 0,25$



1 γενετικός τύπος ($\lambda=1$)

αλληλόμορφα	συχνότητα
A_1	$p = 0,25$
A_2	$q = 0,75$



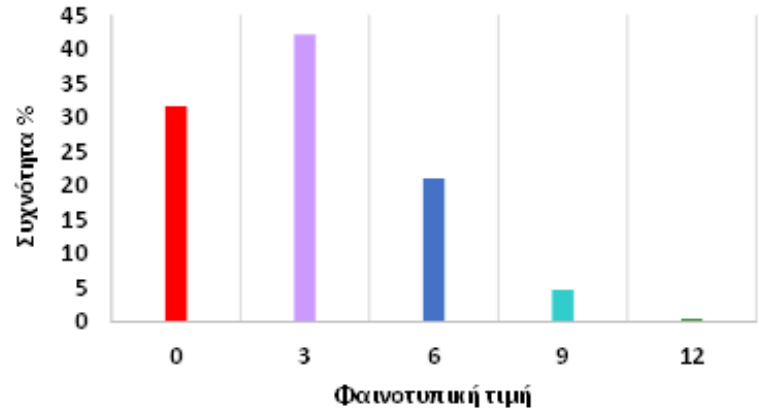
αύξηση της συχνότητας του ευνοϊκού αλληλομόρφου κατά 3 φορές αυξάνει τον ευνοϊκότερο γονότυπο κατά 9 φορές και τη μέση φαιν. τιμή στον πληθυσμό κατά 3 μον.

αλληλόμορφα		συχνότητα
A ₁	B ₁	p = 0,75
A ₂	B ₂	q = 0,25

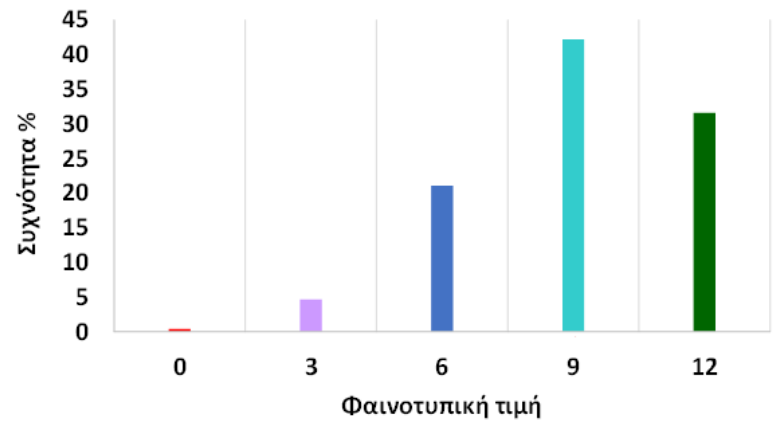
$\lambda = 2$

επιλογή

αλληλόμορφα		συχνότητα
A ₁	B ₁	p = 0,25
A ₂	B ₂	q = 0,75



εξέλιξη



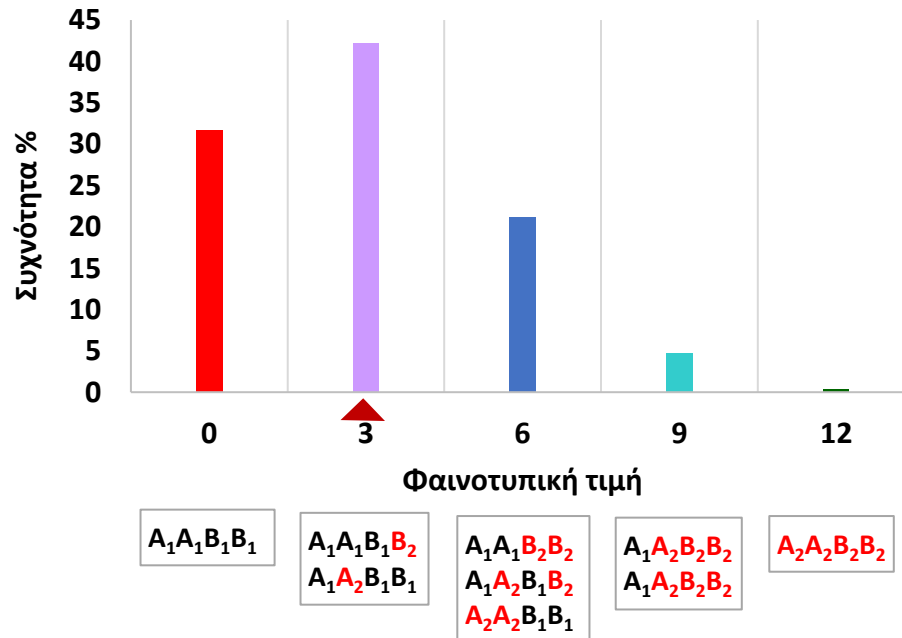
αλληλόμορφα		συχνότητα	φαιν. τιμή
A ₁	B ₁	p = 0,75	0
A ₂	B ₂	q = 0,25	3

42,18

21,1

42,18

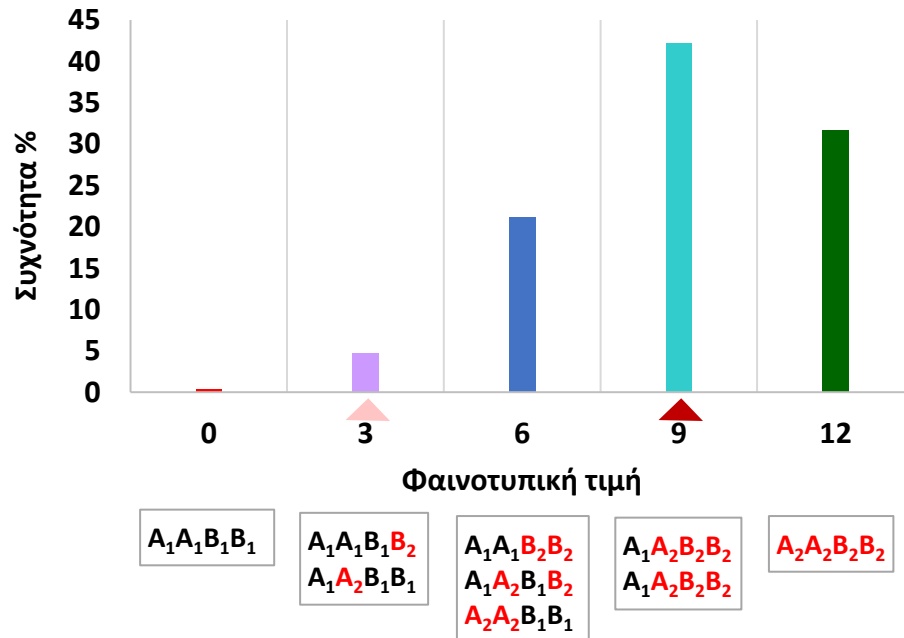
γονότυποι	συχνότητα%	φαιν. τιμή	συμβολή
A ₁ A ₁ B ₁ B ₁	31,64 (p ⁴)	0	0
A ₁ A ₁ B ₁ B ₂	21,09 (2p ³ q)	3	0,63
A ₁ A ₁ B ₂ B ₂	3,52 (p ² q ²)	6	0,21
A ₁ A ₂ B ₁ B ₁	21,09 (2p ³ q)	3	0,63
A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	14,06 (4p ² q ²)	6	0,84
A ₁ A ₂ B ₂ B ₂	2,34 (2pq ³)	9	0,21
A ₂ A ₂ B ₁ B ₁	3,52 (p ² q ²)	6	0,21
A ₂ A ₂ B ₁ B ₂	2,34 (2pq ³)	9	0,21
A ₂ A ₂ B ₂ B ₂	0,39 (q ⁴)	12	0,05
πληθυσμός			3



αλληλόμορφα		συχνότητα	φαιν. τιμή
A ₁	B ₁	p = 0,25	0
A ₂	B ₂	q = 0,75	3

Αύξηση της συχνότητας του ευνοϊκού αλληλόμορφου

γονότυποι	συχνότητα%	φαιν. τιμή	συμβολή
A ₁ A ₁ B ₁ B ₁	0,39 (p ⁴)	0	0
A ₁ A ₁ B ₁ B ₂	2,34 (2p ³ q)	3	0,07
A ₁ A ₁ B ₂ B ₂	3,52 (p ² q ²)	6	0,21
A ₁ A ₂ B ₁ B ₁	2,34 (2p ³ q)	3	0,07
A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	14,06 (4p ² q ²)	6	0,84
A ₁ A ₂ B ₂ B ₂	21,09 (2pq ³)	9	1,90
A ₂ A ₂ B ₁ B ₁	3,52 (p ² q ²)	6	0,21
A ₂ A ₂ B ₁ B ₂	21,09 (2pq ³)	9	1,90
A ₂ A ₂ B ₂ B ₂	31,64 (q ⁴)	12	3,80
πληθυσμός			9

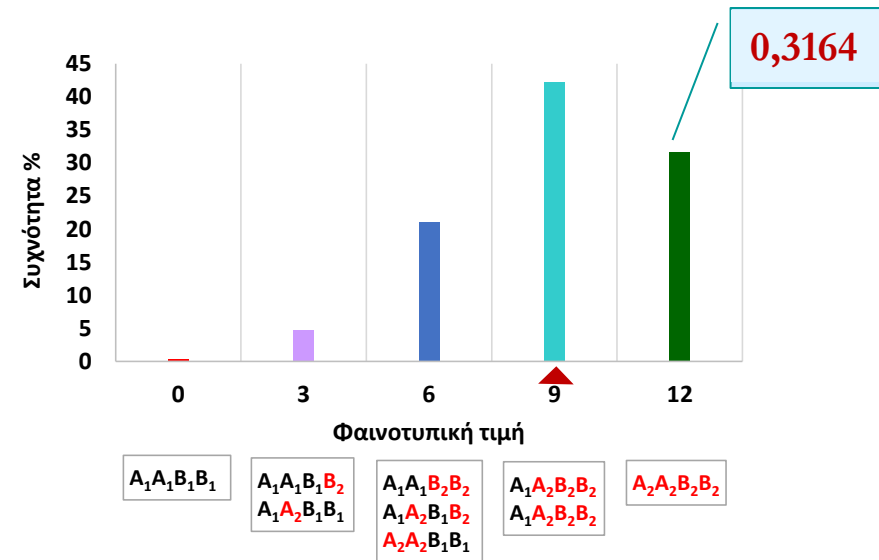
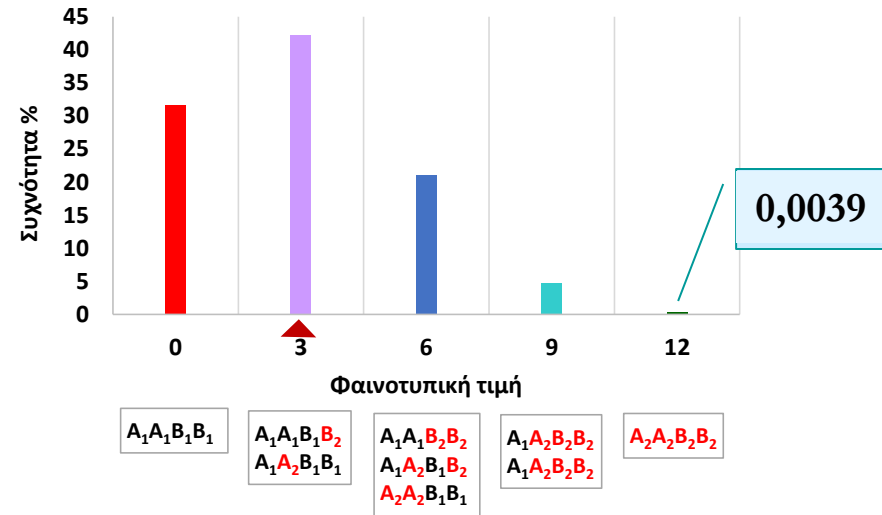


αλληλόμορφα		συχνότητα
A ₁	B ₁	p = 0,75
A ₂	B ₂	q = 0,25

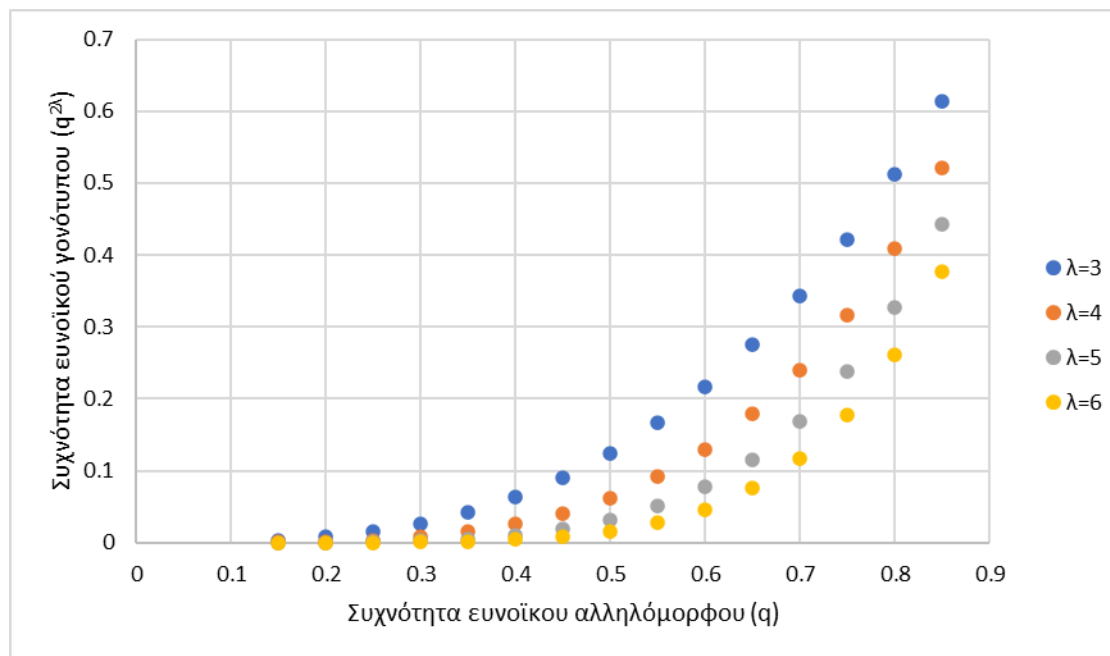
$$\lambda = 2$$

αλληλόμορφα		συχνότητα
A ₁	B ₁	p = 0,25
A ₂	B ₂	q = 0,75

αύξηση της συχνότητας των ευνοϊκών αλληλομόρφων κατά 3 φορές αυξάνει τον ευνοϊκότερο γονότυπο > 80 φορές και τη μέση φαιν. τιμή στον πληθυσμό κατά 6 μον.



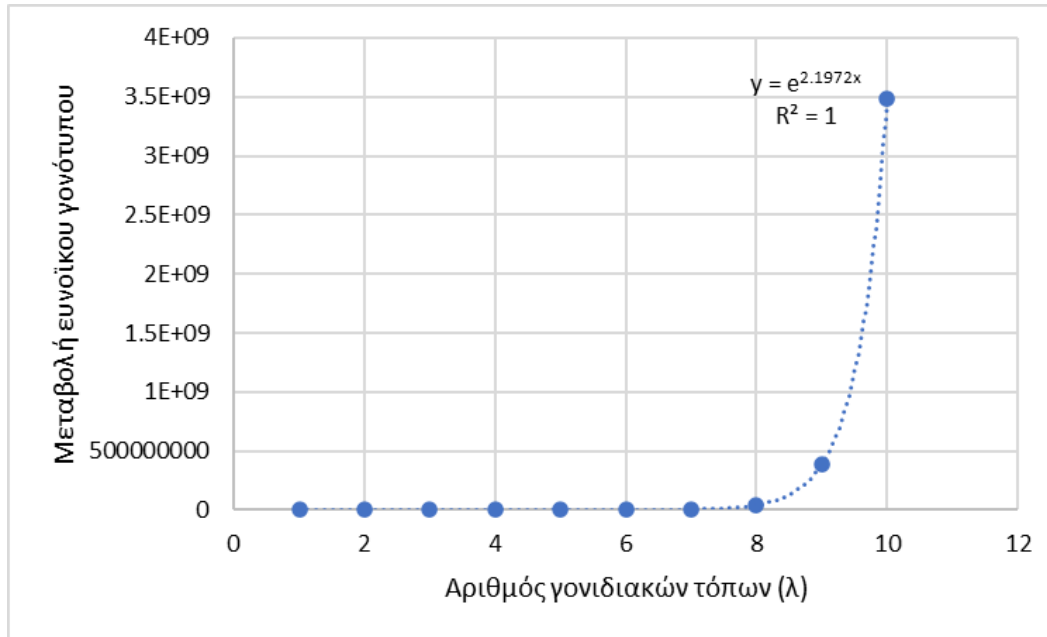
		ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΕΥΝΟΪΚΟΥ ΑΛΛΗΛΟΜΟΡΦΟΥ (q)														
λ		0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΥΝΟΪΚΟΥ ΓΟΝΟΤΥΠΟΥ (q ^{2λ})	λ=3	0.003375	0.008	0.015625	0.027	0.042875	0.064	0.091125	0.125	0.166375	0.216	0.274625	0.343	0.421875	0.512	0.614125



Τα ποσοτικά γνωρίσματα μπορούν να εξελιχθούν δραστηκιά μόνο με διαφοροποίηση της συχνότητας των αλληλομόρφων

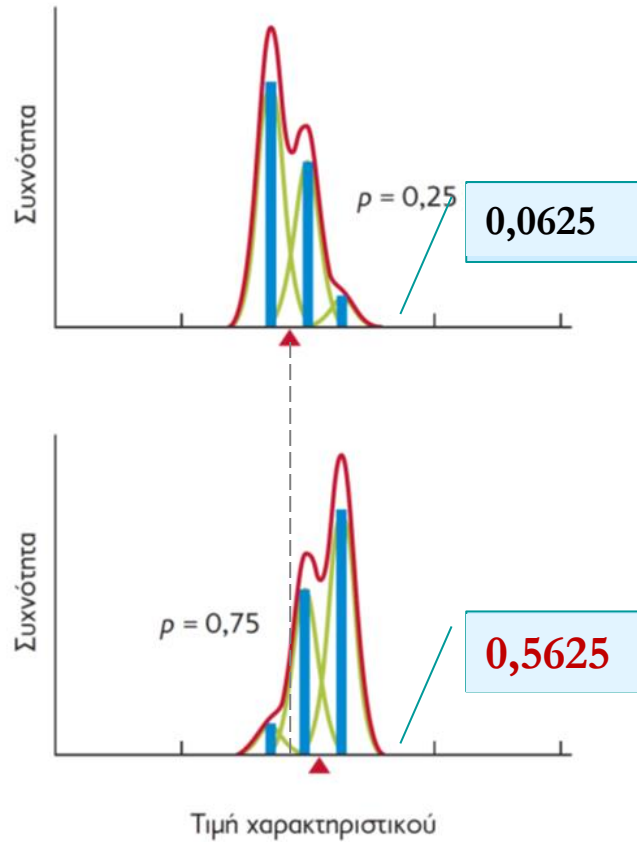
q: 0.25 → 0.75

	λ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2λ	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΥΝΟΪΚΟΥ ΓΟΝΟΤΥΠΟΥ	0.25 ^{2λ} (ΑΡΧΙΚΗ)	0.0625	0.003906	0.000244	1.53E-05	9.54E-07	5.96E-08	3.73E-09	2.33E-10	1.46E-11	9.09E-13
	0.75 ^{2λ} (ΤΕΛΙΚΗ)	0.5625	0.316406	0.177979	0.100113	0.056314	0.031676	0.017818	0.010023	0.005638	0.003171
	ΜΕΤΑΒΟΛΗ (ΤΕΛ/ΑΡΧ)	9	81	729	6561	59049	531441	4782969	43046721	3.87E+08	3.49E+09

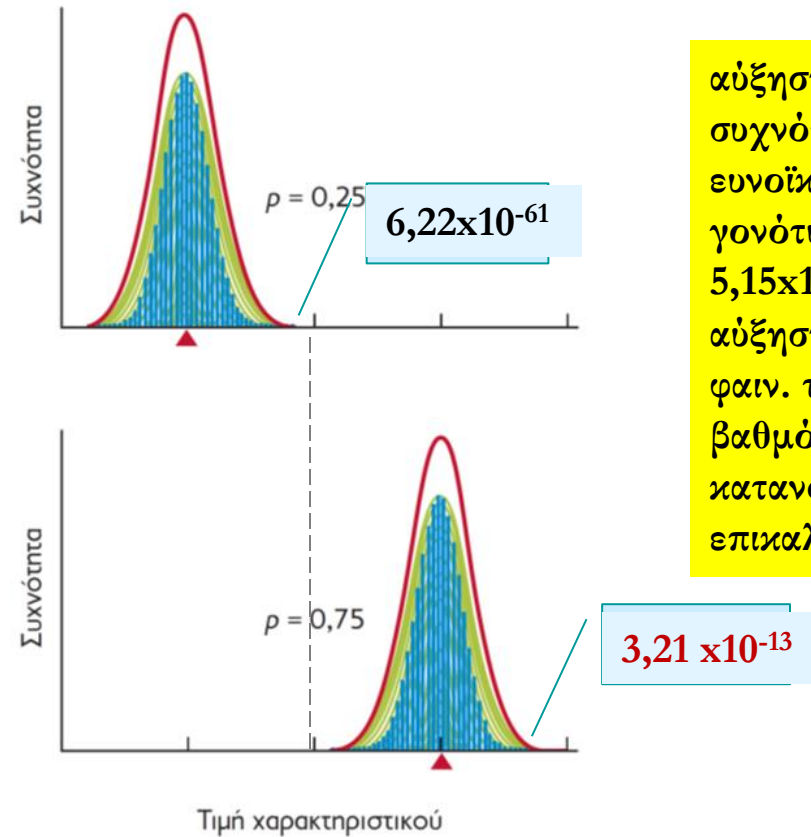


Τα ποσοτικά γνωρίσματα μπορούν να εξελιχθούν δραστηκά μόνο με διαφοροποίηση της συχνότητας των αλληλομόρφων

(A) 1 γενετικός τόπος



(B) 50 γενετικοί τόποι

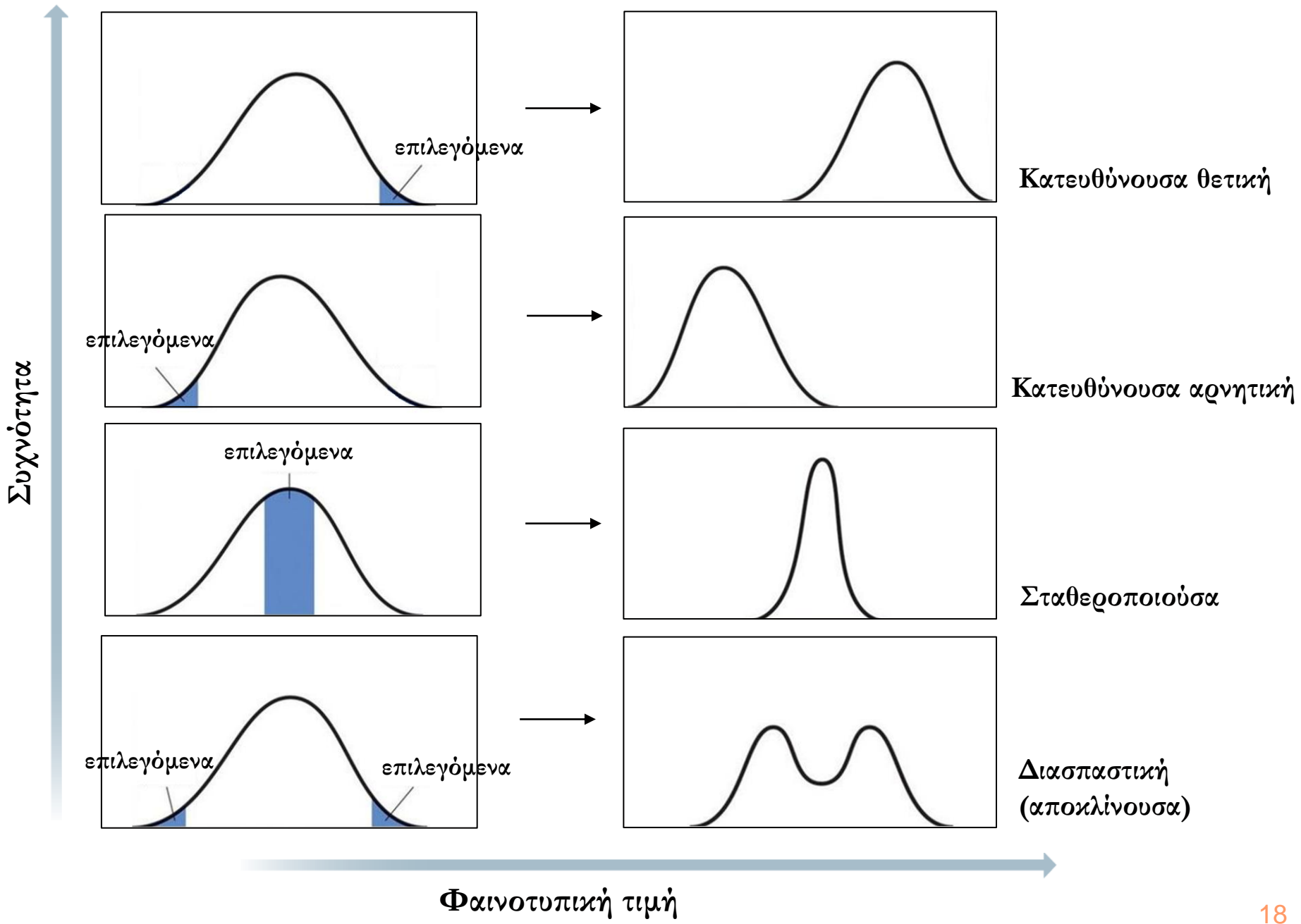


αύξηση της
συχνότητας του
ευνοϊκότερου
γονότυπου κατά
 $5,15 \times 10^{47}$ φορές και
αύξηση της μέσης
φαιν. τιμής σε
βαθμό που οι δυο
κατανομές δεν
επικαλύπτονται

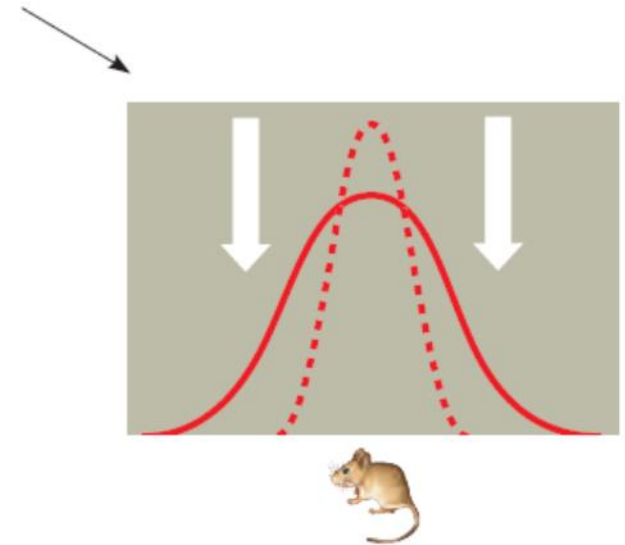
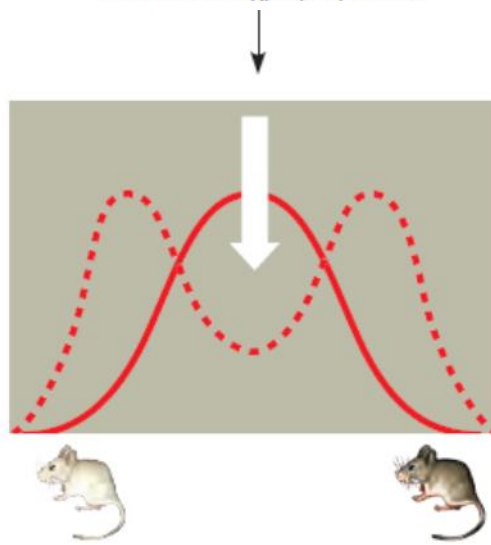
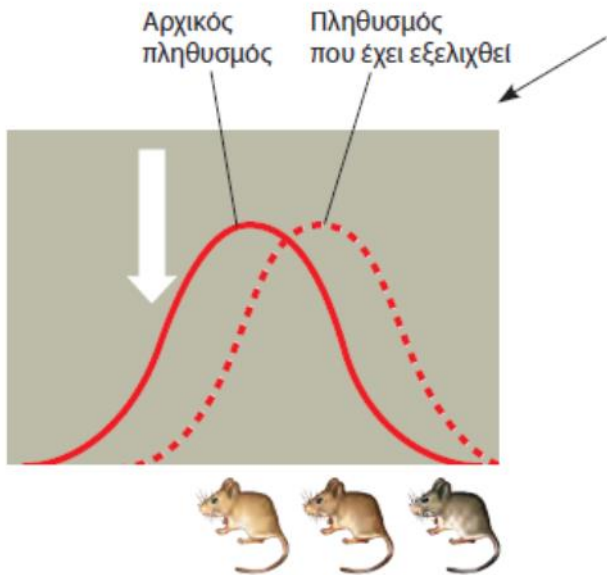
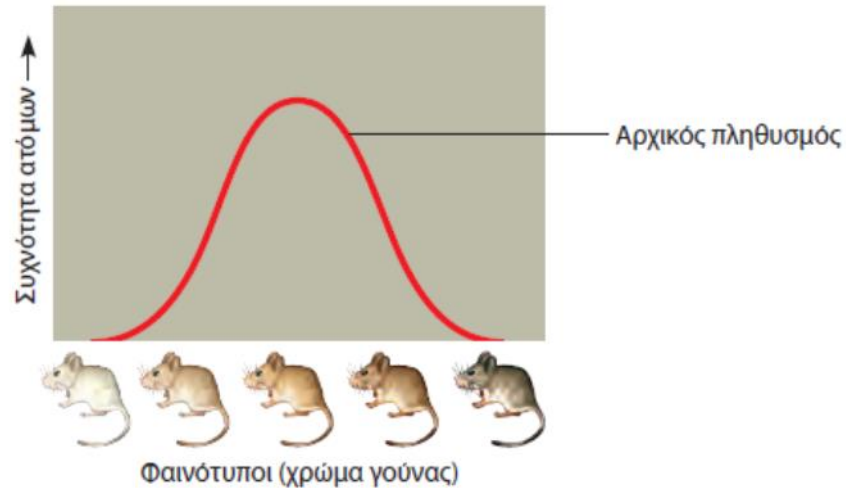
Τα ποσοτικά γνωρίσματα μπορούν να εξελιχθούν δραστηκά μόνο με διαφοροποίηση της συχνότητας των αλληλομόρφων

ΤΥΠΟΙ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

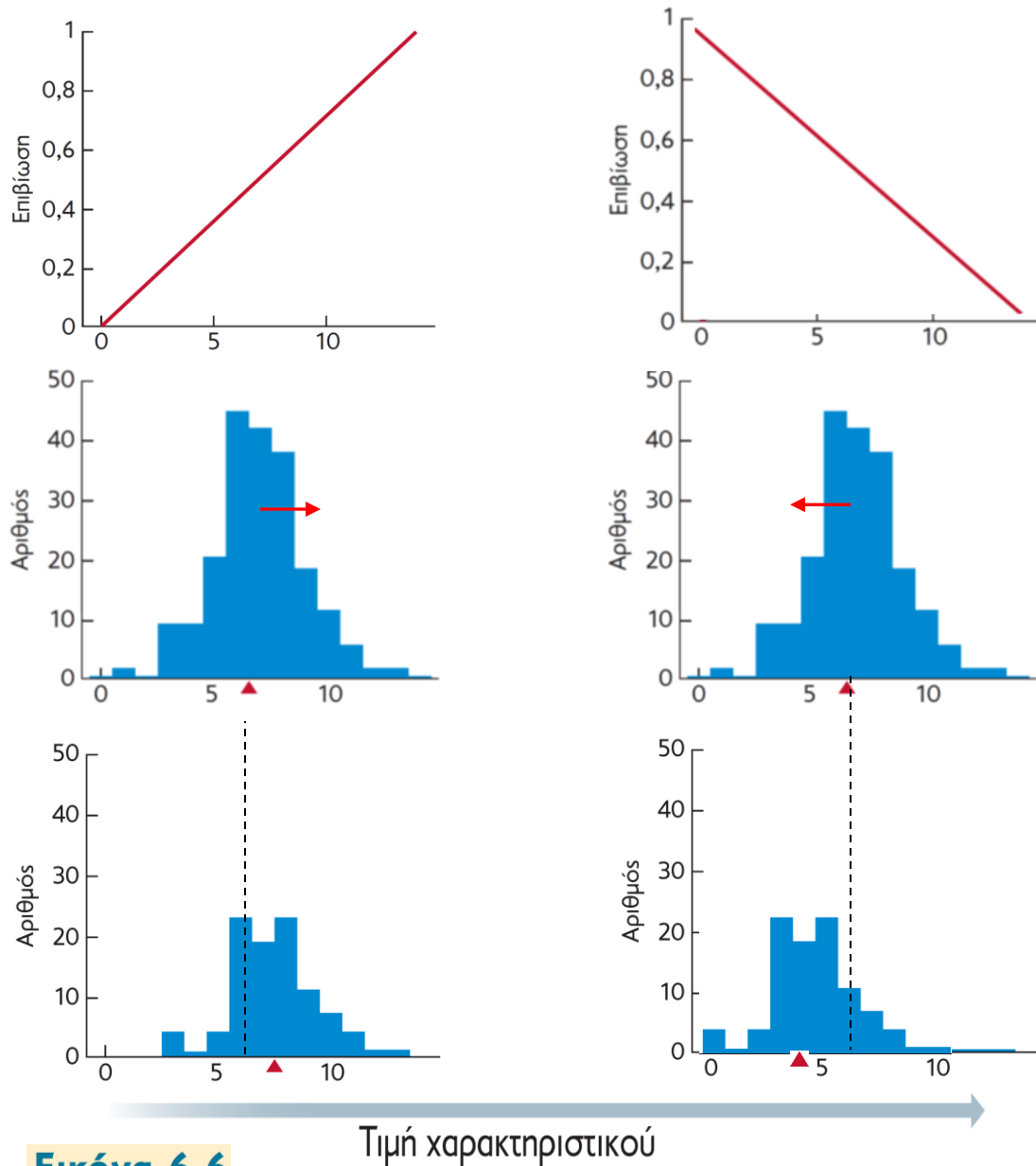
- Κατευθύνουσα (Directional)
- Σταθεροποιούσα (Stabilizing)
- Διασπαστική (Disruptive / Divergent)



Αρμοστικότητα: Η «σχετική αναπαραγωγική ικανότητα»



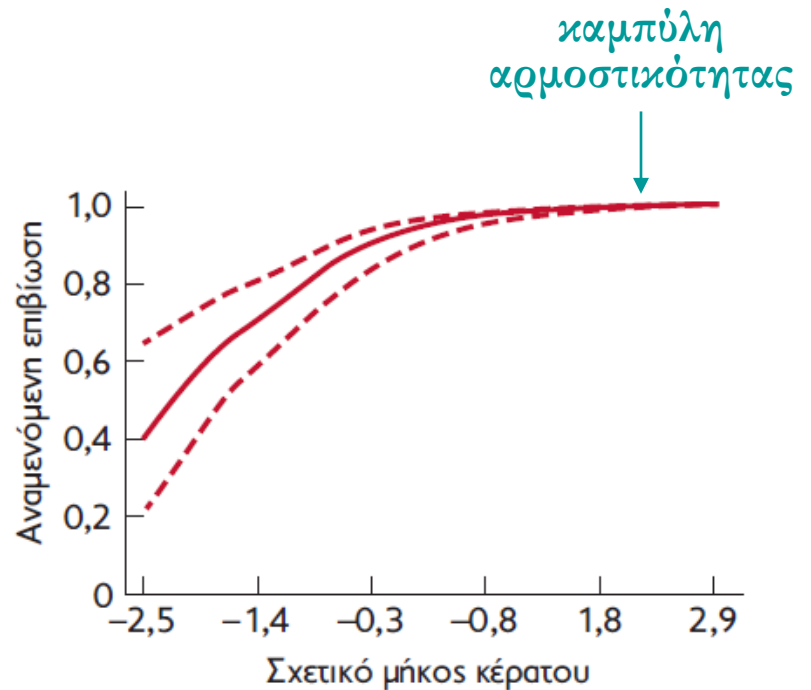
(A) Κατεύθυνση



Η καμπύλη αρμοστικότητας είναι φθίνουσα προς ακραίες τιμές μιας κατεύθυνσης και αυξάνονται οι συχνότητες προς την αντίθετη κατεύθυνση

Εικόνα 6.6

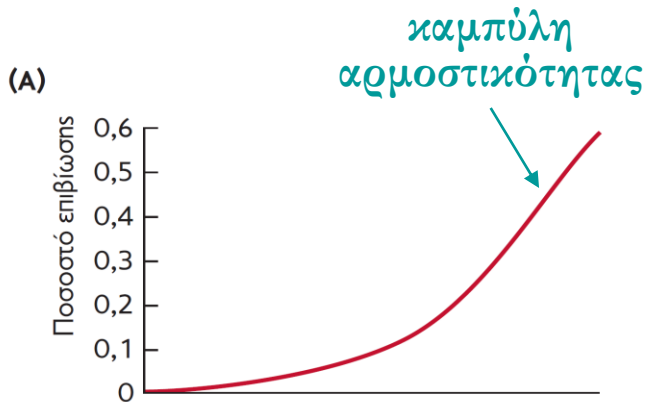
ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΥΣΑ ΕΠΙΛΟΓΗ



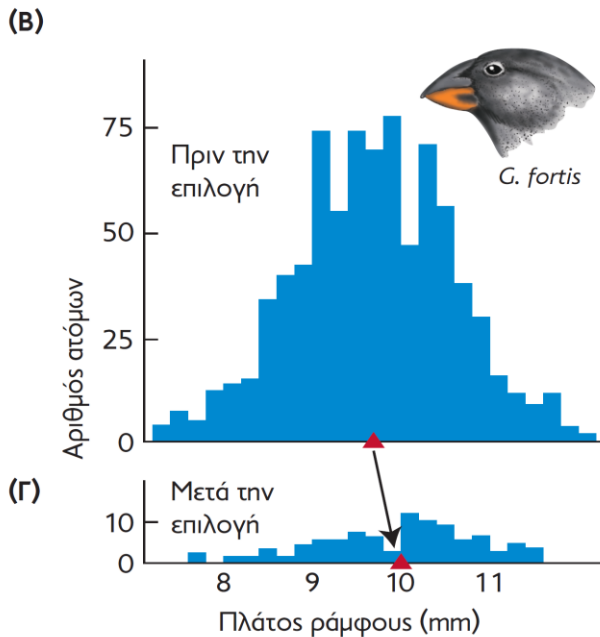
Εικόνα 6.5

Η αύξηση του μήκους του κέρατου στη σαύρα (*Phrynosoma mcalli*) συνδέεται με μεγαλύτερη επιβίωση έναντι του θηρευτή (*Lanius ludovicianus*). Η συνάρτηση αρμοστικότητας καταλήγει σε βέλτιστο φαινότυπο και σταθεροποιείται.

ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΥΣΑ ΕΠΙΛΟΓΗ



Το αυξημένο πλάτος του ράμφους στους σποροφάγους σπίνους των Galápagos (*Geospiza fortis*) συνδέεται με μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης σε χρονιά με ξηρασία



Συνάρτηση αρμοστικότητας που προέκυψε από δεδομένα της ίδιας γενεάς (επισφαλής?)

Το ενδεχόμενο εξέλιξης εξαρτάται από τη διαχρονική πίεση του κρίσιμου περιβαλλοντικού παράγοντα

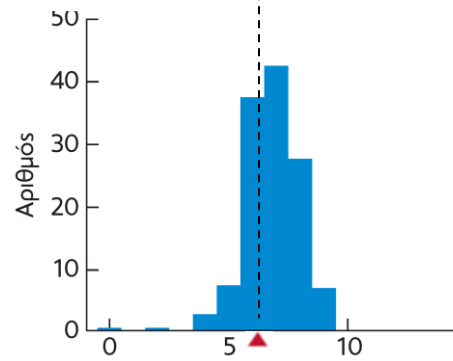
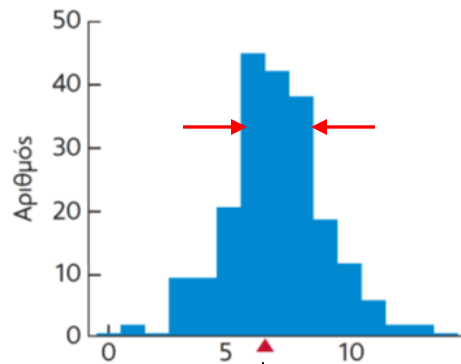
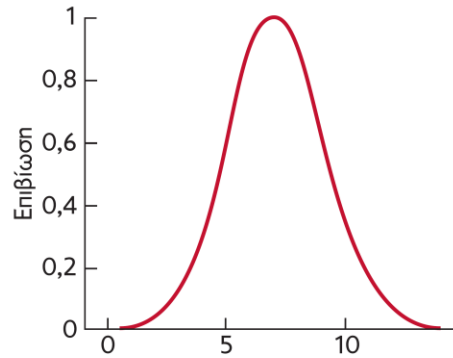
Εικόνα 6.7

ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΥΣΑ ΕΠΙΛΟΓΗ



Ανάγκη προσαρμογής του σιταριού σε ισχυρούς ανέμους και κατακρημνίσεις που το πλαγιάζουν κατευθύνει την επιλογή προς χαμηλότερα ύψη

(B) Σταθεροποιούσα

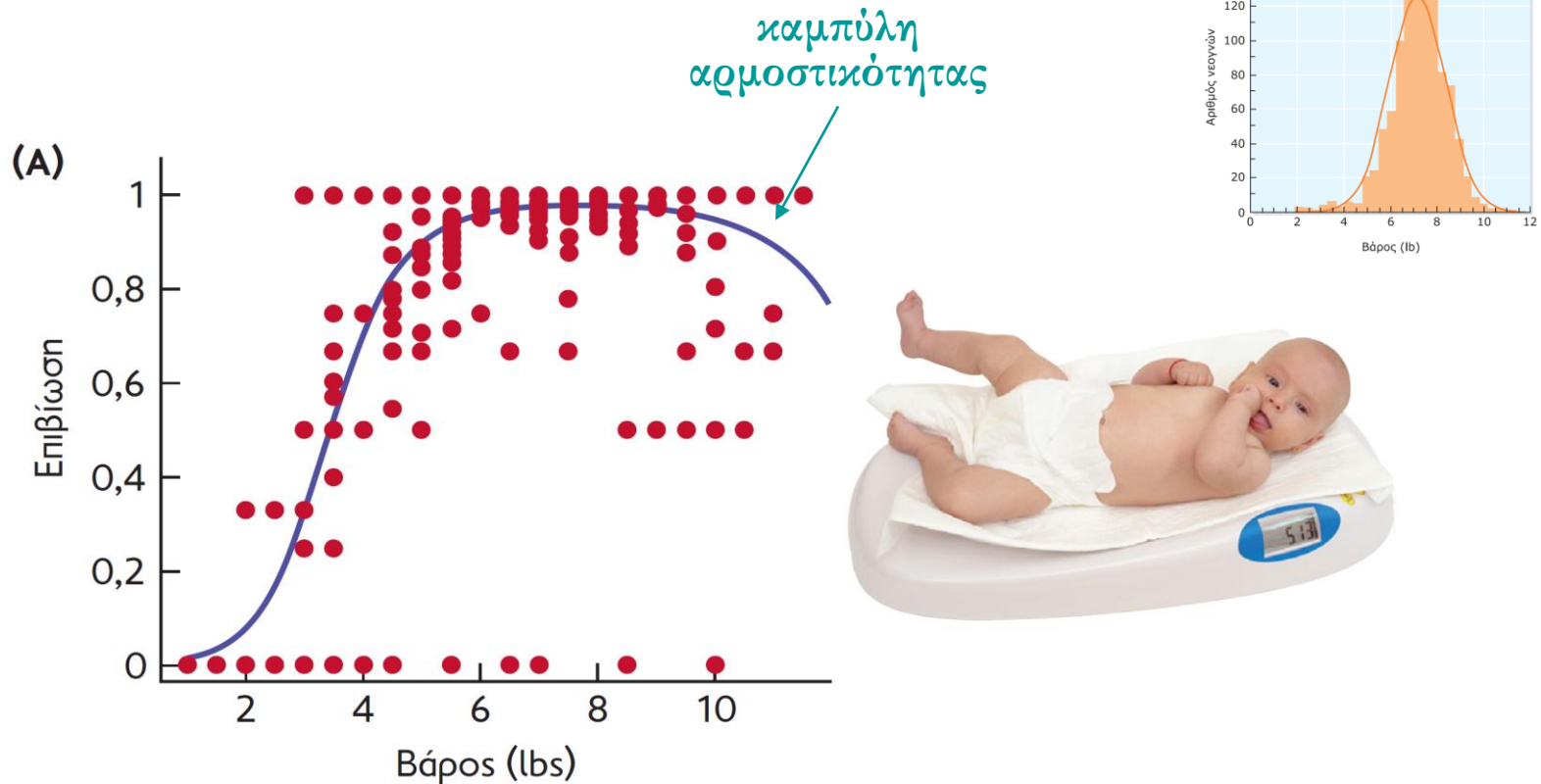


Η καμπύλη αρμοστικότητας είναι φθίνουσα προς ακραίες τιμές δύο κατευθύνσεων και αυξάνονται οι συχνότητες στις ενδιάμεσες τιμές

Εικόνα 6.6

Τιμή χαρακτηριστικού

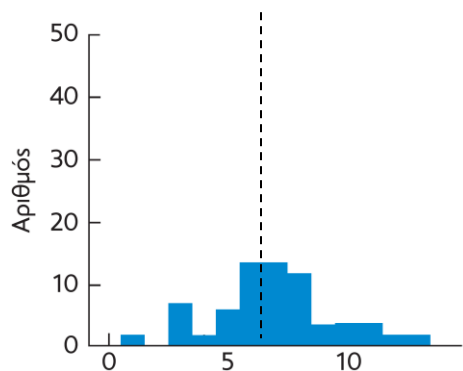
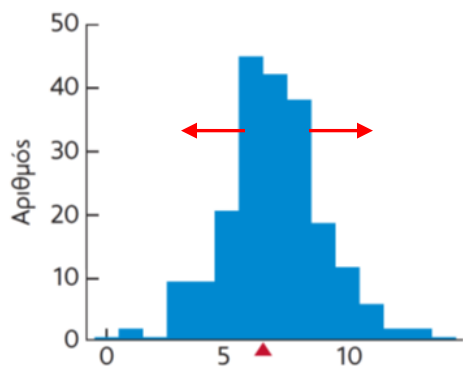
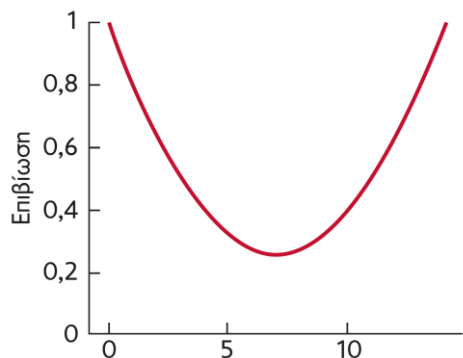
ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΟΥΣΑ ΕΠΙΛΟΓΗ



Εικόνα 6.8 (A)

Κατά τη γέννηση, τα μωρά με πολύ μικρότερο ή πολύ μεγαλύτερο βάρος έχουν μειωμένη πιθανότητα επιβίωσης. Η συνάρτηση αρμοστικότητας δείχνει ενδιάμεσους φαινότυπους ως βέλτιστους.

(Γ) Διασπαστική

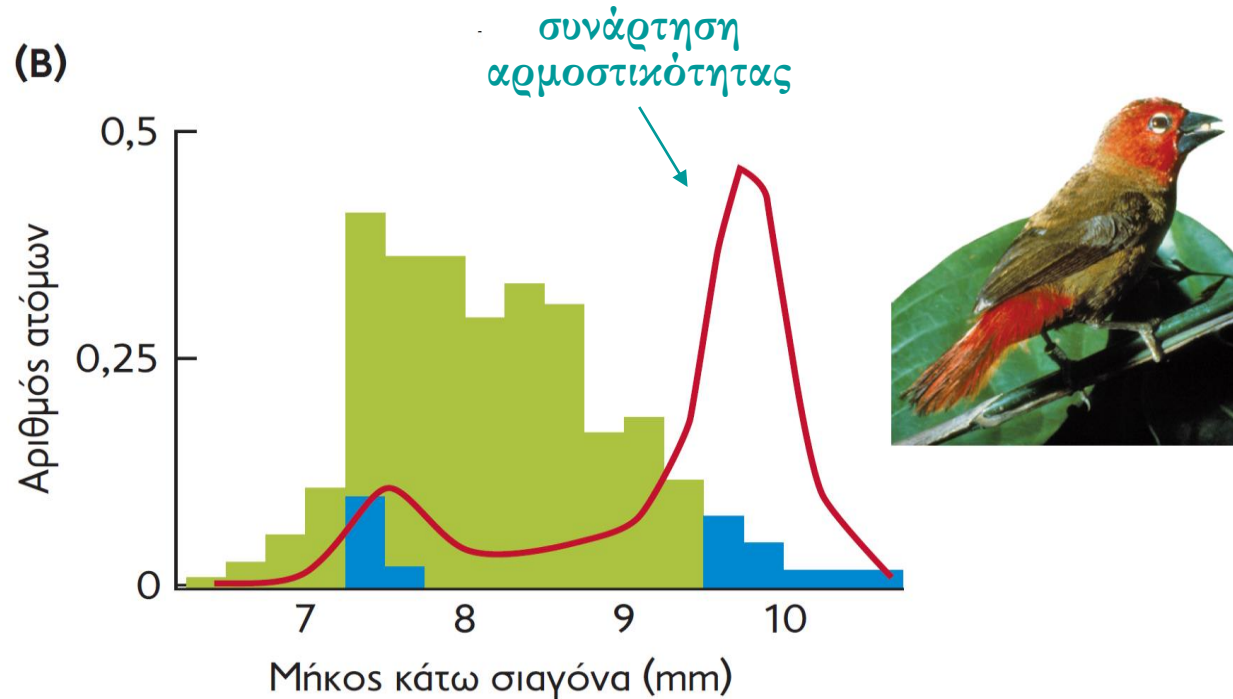


Τιμή χαρακτηριστικού

Η καμπύλη αρμοστικότητας είναι φθίνουσα στις μέσες τιμές και αυξάνονται οι συχνότητες προς τις ακραίες τιμές

Εικόνα 6.6

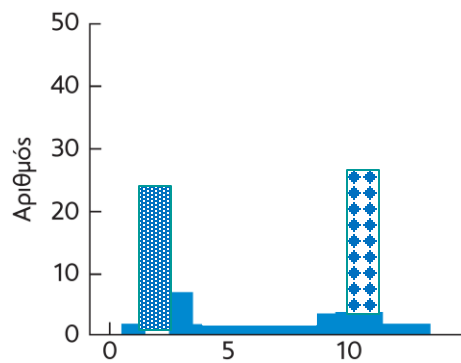
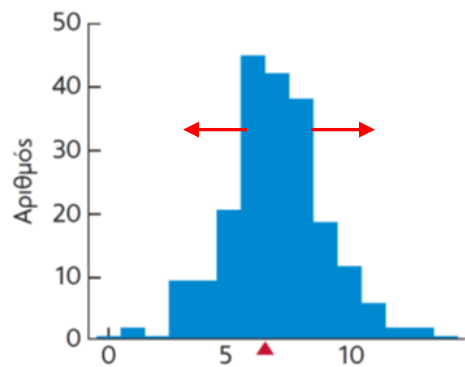
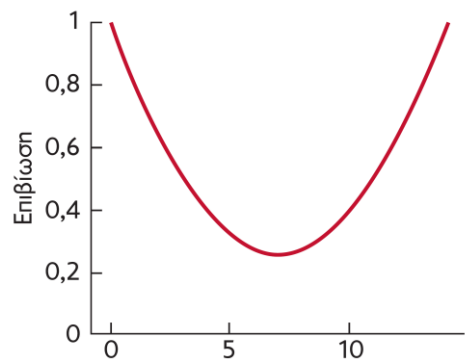
ΔΙΑΣΠΑΣΤΙΚΗ (ΑΠΟΚΛΙΝΟΥΣΑ) ΕΠΙΛΟΓΗ



Εικόνα 6.8 (B)

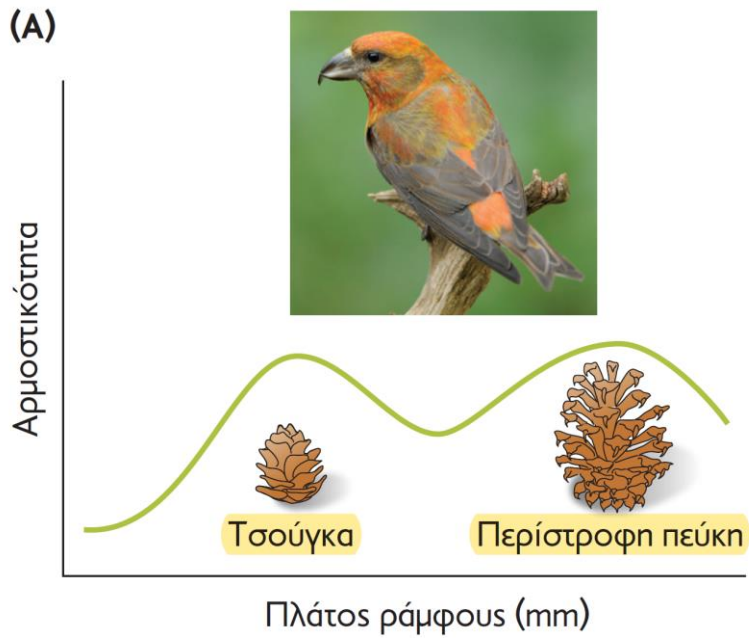
Η πιθανότητα επιβίωσης στον μαύρο σποροθραύστη (*Pyrenestes ostrinus*) είναι μικρότερη με ενδιάμεσο το μήκος της γνάθου (μεγαλύτερη αρμοστικότητα με μικρό ή μεγάλο μήκος)

(Γ) Διασπαστική



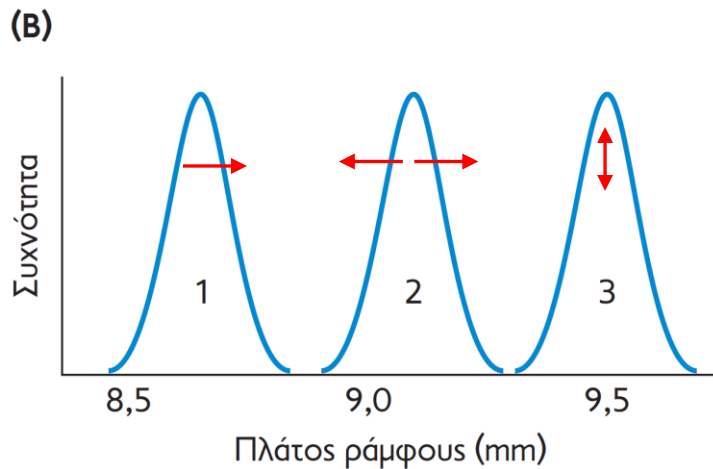
Τιμή χαρακτηριστικού

Εικόνα 6.6



Εικόνα 6.9

Ο σταυρομύκης (*Loxia curvirostra*) ειδικεύεται στην εξαγωγή σπερμάτων από κώνους κωνοφόρων και η συνάρτηση αρμοστικότητας εμφανίζει πολλαπλές κορυφές.



Με βάση την καμπύλη αρμοστικότητας (A), τρεις υποθετικοί πληθυσμοί θα επιδιώξουν επιλογή (1) κατευθύνουσα, (2) διασπαστική και (3) σταθεροποιητική

n τιμές (x_1, x_1, \dots, x_n) :

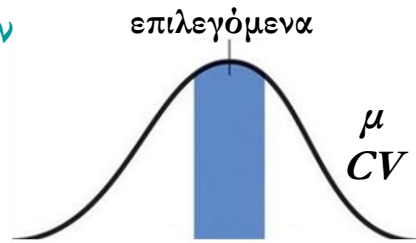
Μέση τιμή (μ):
$$\mu = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Διακύμανση (σ^2):
$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n - 1} = \frac{(x_1 - \mu)^2 + (x_2 - \mu)^2 + \dots + (x_n - \mu)^2}{n - 1}$$

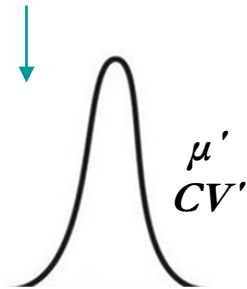
Τυπική απόκλιση (σ):
$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Συντελεστής παραλλακτικότητας (CV):
$$CV = \sigma / \mu$$

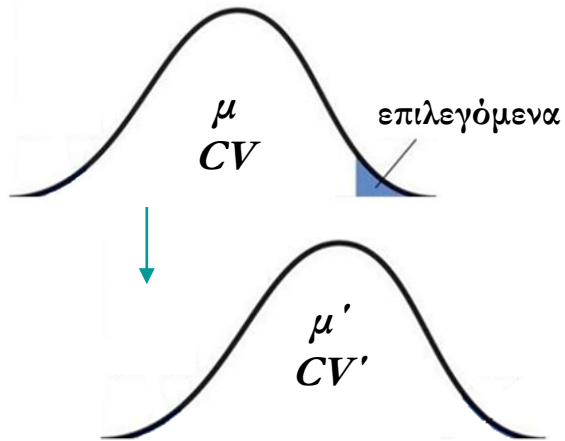
πληθυσμός πριν
την επιλογή



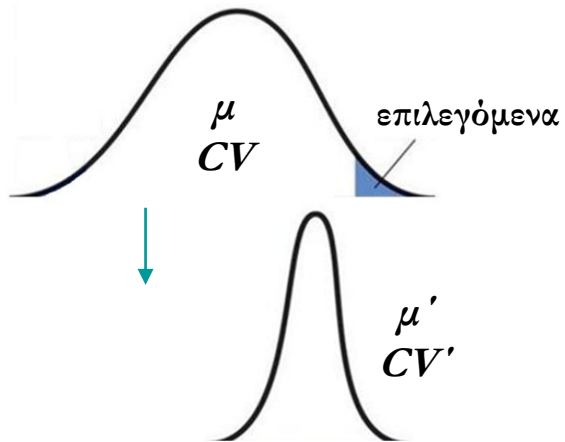
πληθυσμός μετά
την επιλογή



$$\left. \begin{array}{l} \mu' = \mu \\ CV' < CV \end{array} \right\} \text{ Σταθεροποιούσα}$$



$$\left. \begin{array}{l} \mu' > \mu \\ CV' = CV \end{array} \right\} \text{κατευθύνουσα}$$



$$\left. \begin{array}{l} \mu' > \mu \\ CV' < CV \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{κατευθύνουσα} \\ \text{σταθεροποιούσα} \end{array}$$

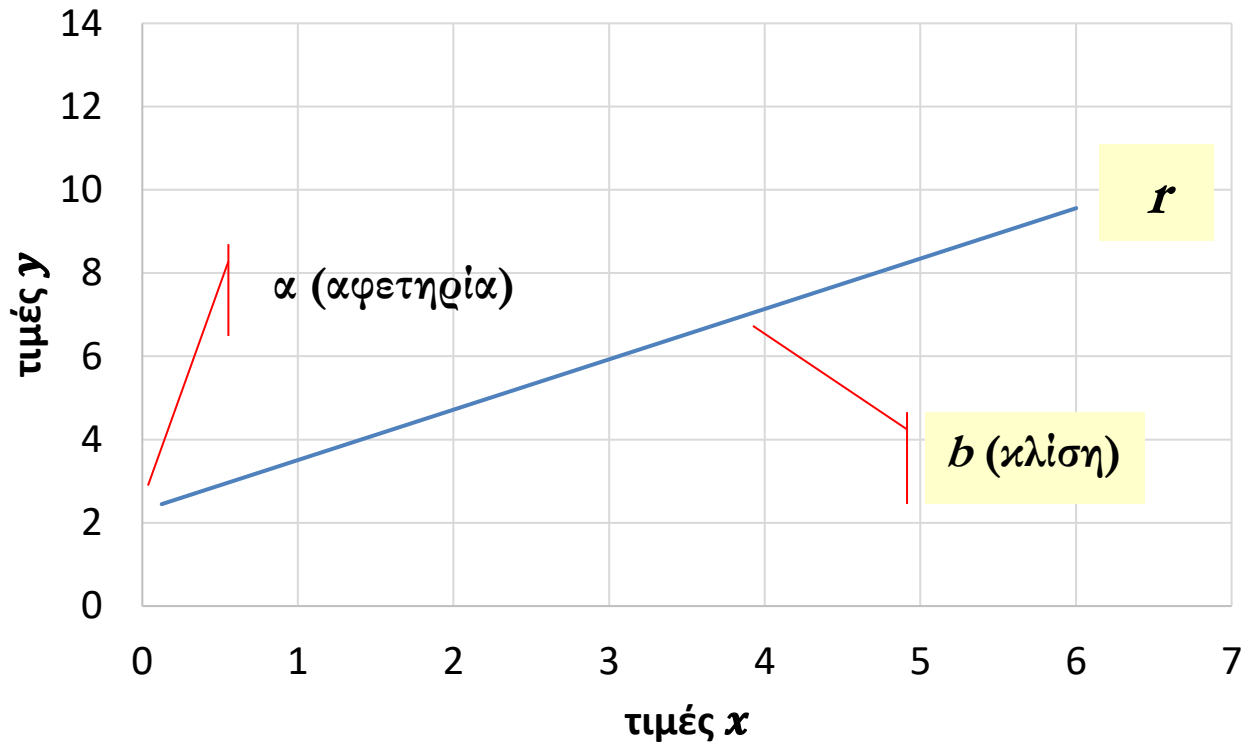
ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

- **Διαβάθμιση επιλογής**
- **Συντελεστής κληρονομικότητας**

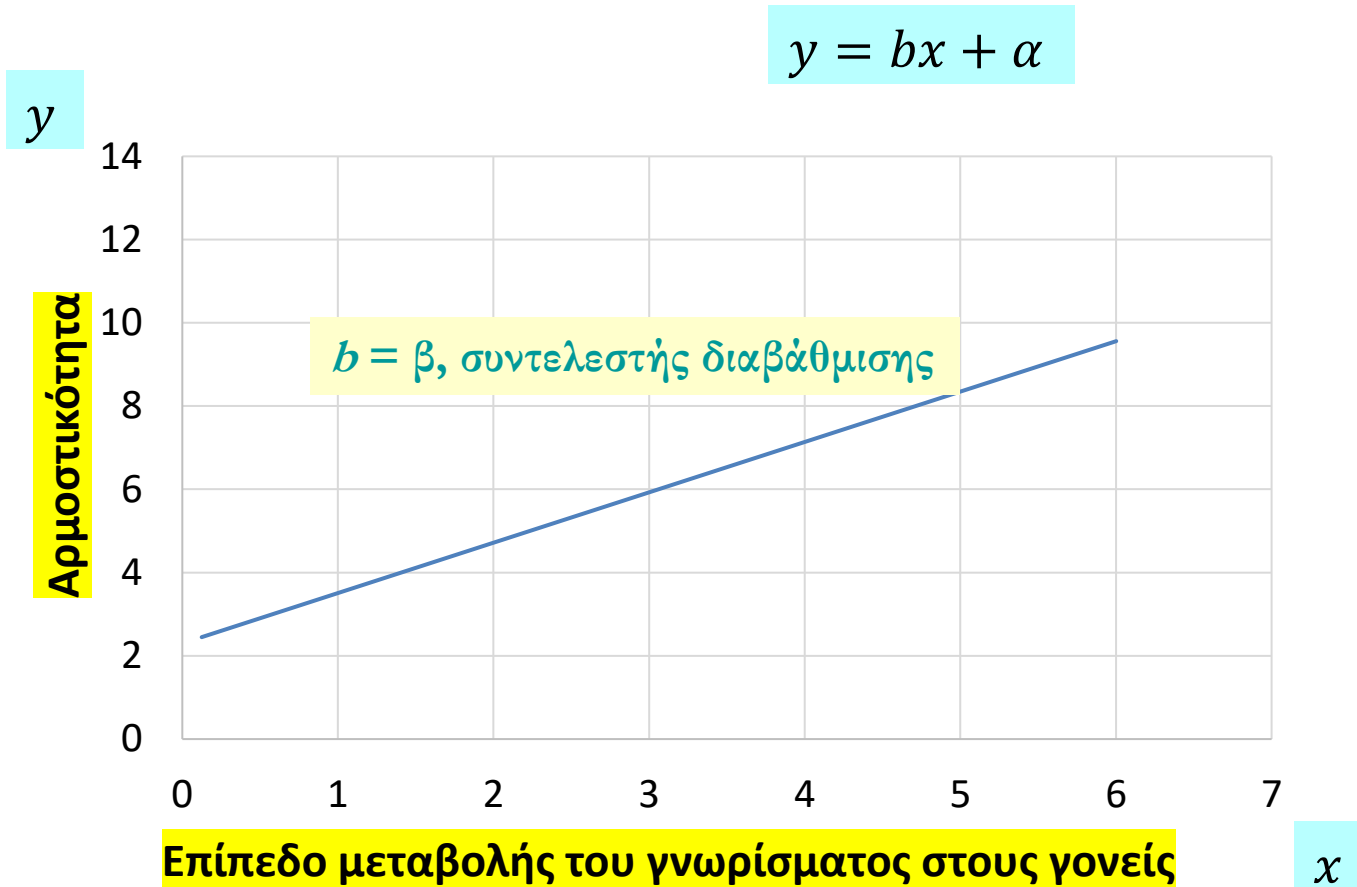
ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΑΒΟΛΗ

$$y = bx + a$$

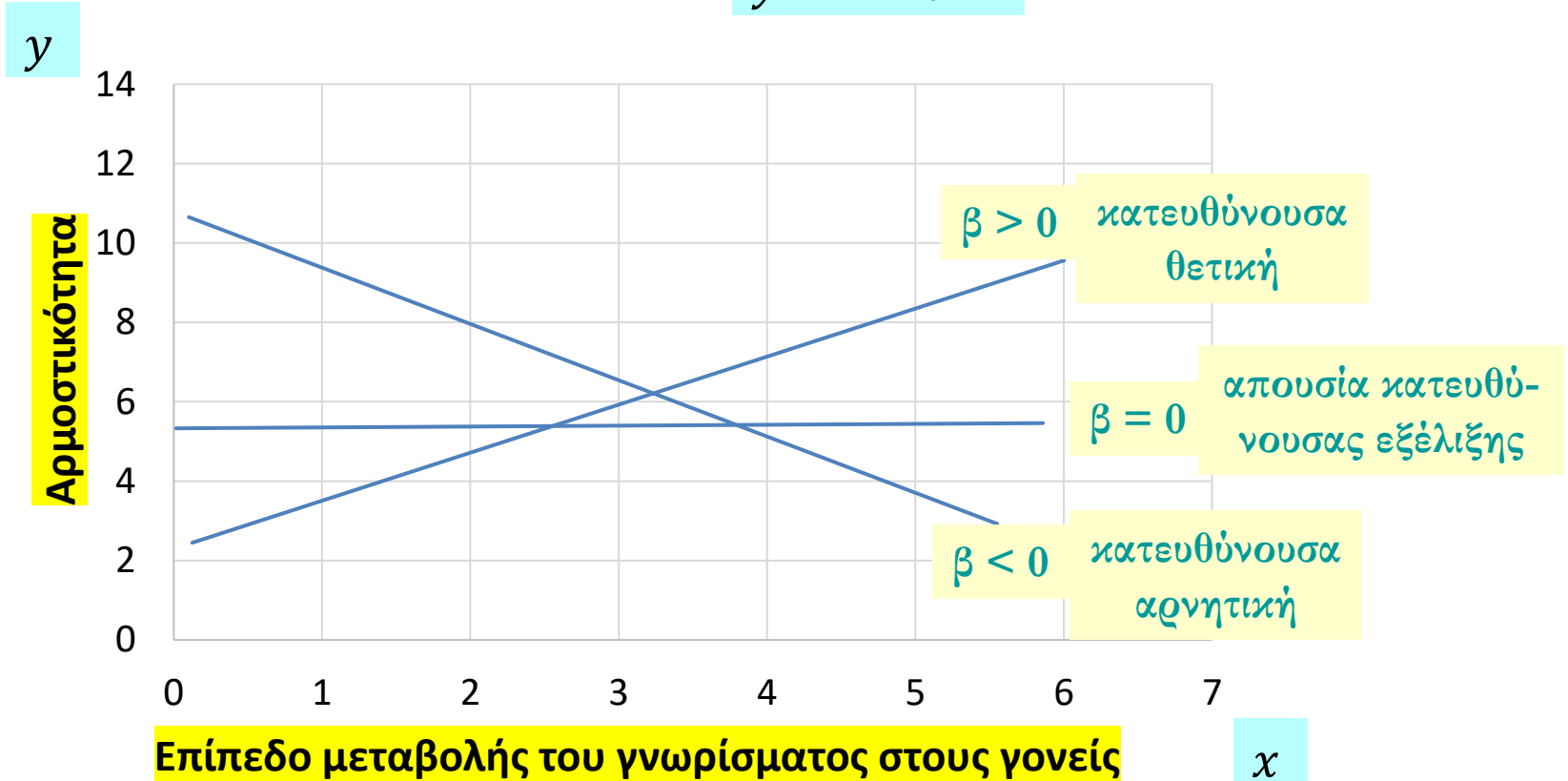


ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

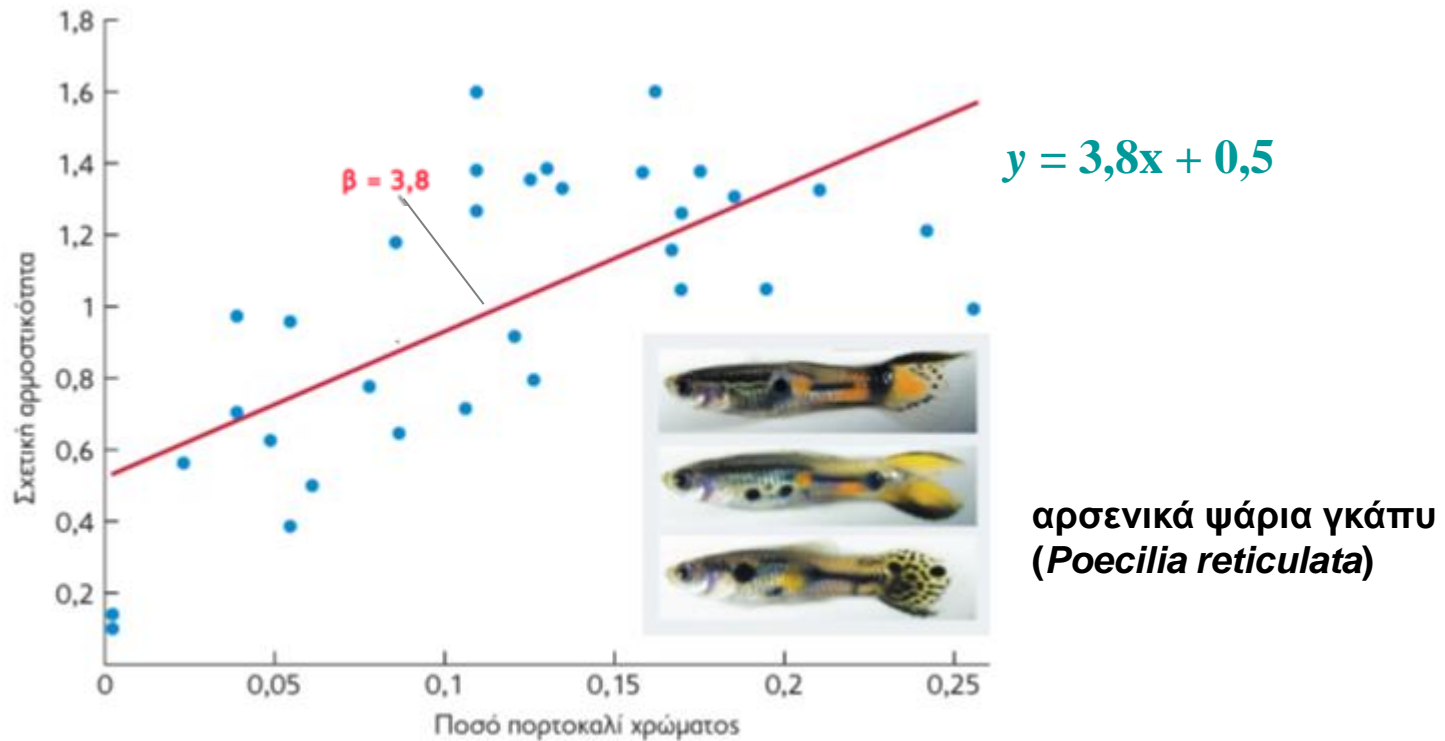


ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

$$y = bx + a$$



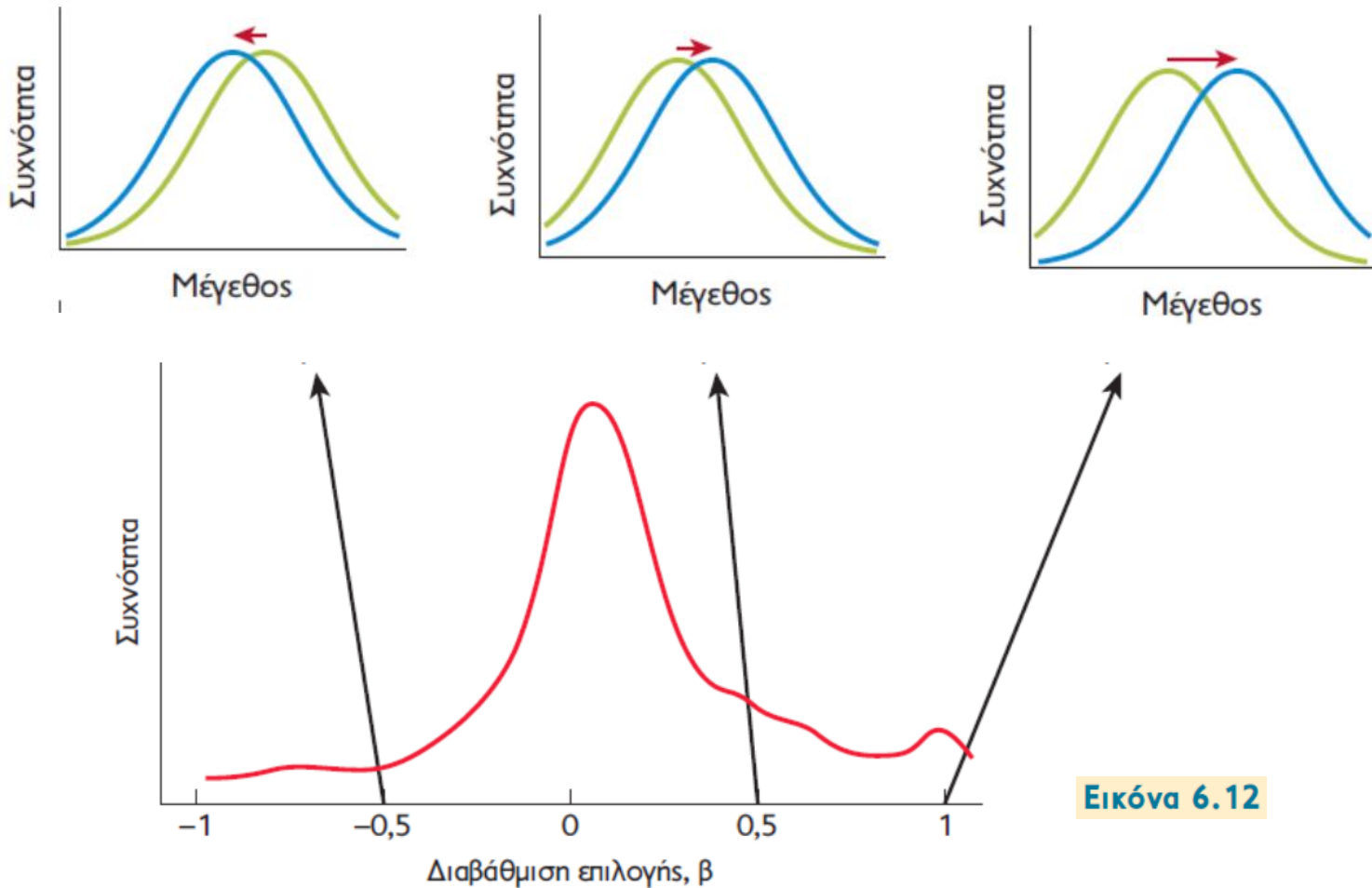
ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ



Εικόνα 6.11

Αν (θεωρητικά) το ποσοστό του πορτοκαλί χρώματος αυξηθεί από 0 σε 1, η ποσοστιαία συμμετοχή σε διασταυρώσεις θα αυξηθεί από 0,5 σε 4,3

ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΡΑΣΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΥΣΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ



Εικόνα 6.12

Κατευθύνουσα επιλογή με τιμές διαβάθμισης $-0,5$, 0 , $+0,5$, $+1$.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ (H^2)

$$P = G + E$$

P η συνολική φαινοτυπική διακύμανση

G η γενετική διακύμανση

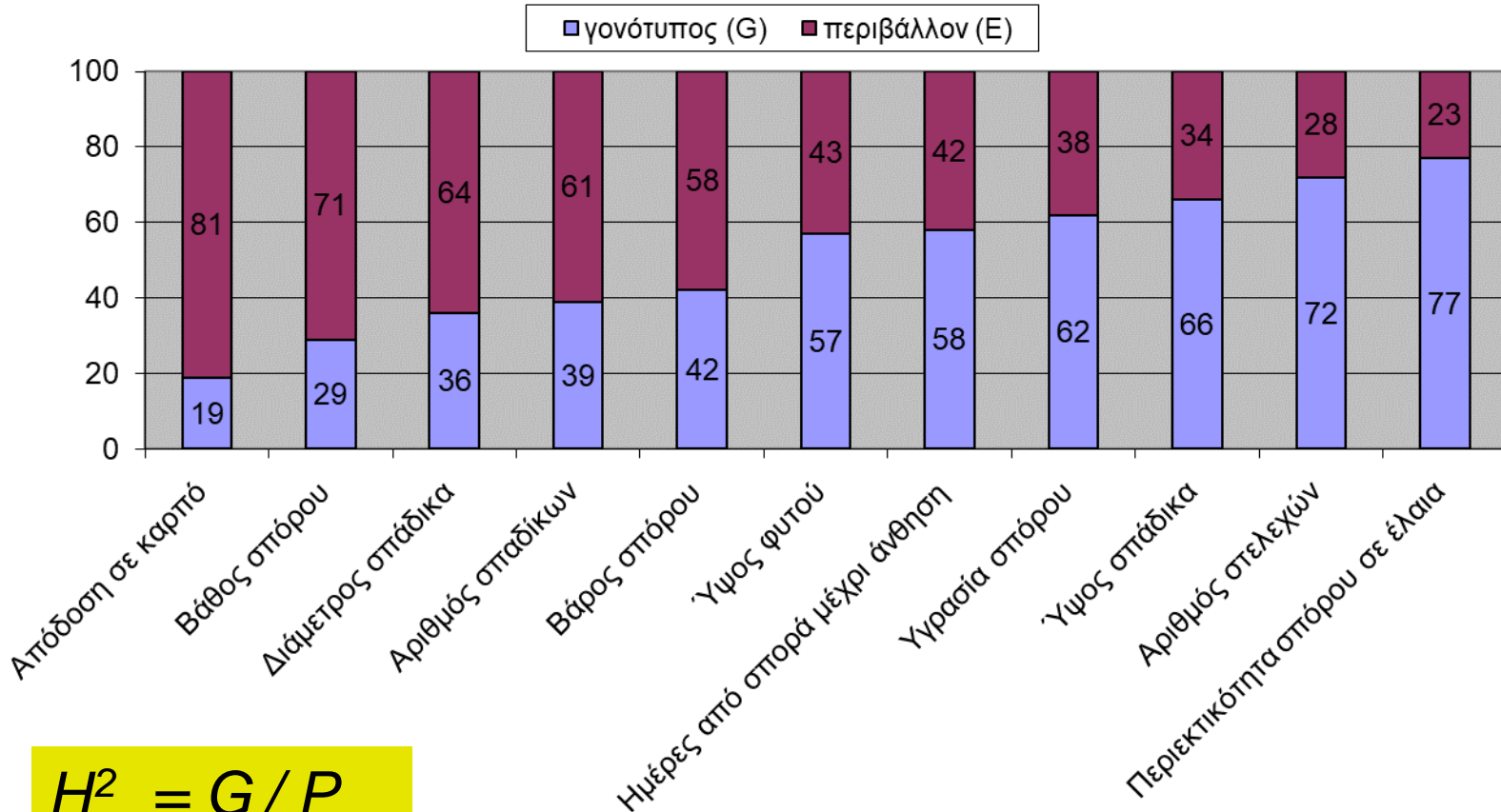
E η περιβαλλοντική διακύμανση

$$H^2 = G / P$$

H^2 ο συντελεστής κληρονομικότητας υπό
την ευρεία έννοια

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ (H^2)

Η επίδραση του γονότυπου και του περιβάλλοντος στην έκφραση ποσοτικών χαρακτήρων



$$H^2 = G / P$$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ (h^2)

$$P = G + E$$

P η συνολική φαινοτυπική διακύμανση

G η γενετική διακύμανση

E η περιβαλλοντική διακύμανση

$$G = G_{de} + G_a$$

G_{de} το μέρος της G που οφείλεται σε κυριαρχικές και επιστατικές αλληλεπιδράσεις

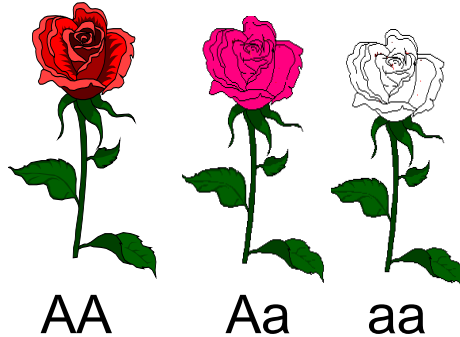
G_a το μέρος της G που οφείλεται σε αθροιστικές αλληλεπιδράσεις

$$h^2 = G_a / P$$

h^2 ο συντελεστής κληρονομικότητας υπό τη στενή έννοια

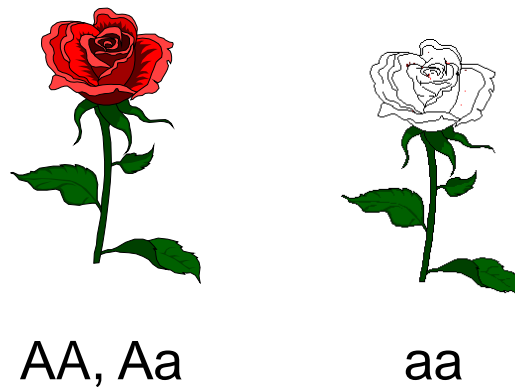
Χρώμα άνθους: $A \rightarrow$ κόκκινο, $a \rightarrow$ άσπρο

$A+a:$



Απόλυτα προβλέψιμο αποτέλεσμα σημαίνει απόλυτη κληρονόμηση του γνωρίσματος

$A>a:$



Μερικά προβλέψιμο αποτέλεσμα σημαίνει μερική κληρονόμηση του γνωρίσματος

αλληλόμορφα	συχνότητα	Ύψος φυτού
A_1	$p = 0,5$	10 μον.
A_2	$q = 0,5$	8 μον

1 ΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ

$A_1 + A_2$		
γενότυποι	συχνότητα	Ύψος φυτού
A_1A_1	0,25	20
A_2A_2	0,25	16
A_1A_2	0,50	18

επιλογή για μεγάλο ύψος

100% των απογόνων
με μεγάλο ύψος

$A_1A_2 > A_1A_1, A_2A_2$		
γενότυποι	συχνότητα	Ύψος φυτού
A_1A_1	0,25	20
A_2A_2	0,25	16
A_1A_2	0,50	>20

επιλογή για μεγάλο ύψος

50% των απογόνων
με μεγάλο ύψος

αλληλόμορφα		Ύψος φυτού
A ₁	B ₁	10 μον.
A ₂	B ₂	8 μον

2 ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

(A ₁ + A ₂) + (B ₁ + B ₂)		
γενότυποι	Συχνότητα	Ύψος φυτού
A ₁ A ₁ B ₁ B ₁	1/16	40
A ₁ A ₁ B ₁ B ₂	2/16	38
A ₁ A ₁ B ₂ B ₂	1/16	36
A ₁ A ₂ B ₁ B ₁	2/16	38
A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	4/16	36
A ₁ A ₂ B ₂ B ₂	2/16	34
A ₂ A ₂ B ₁ B ₁	1/16	36
A ₂ A ₂ B ₁ B ₂	2/16	34
A ₂ A ₂ B ₂ B ₂	1/16	32

επιλογή για μεγάλο ύψος

100% των απογόνων
με μεγάλο ύψος

αλληλόμορφα		Ύψος φυτού
A ₁	B ₁	10 μον.
A ₂	B ₂	8 μον

2 ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

A ₁ A ₂ > ..., B ₁ B ₂ > ...		
γενότυποι	Συχνότητα	Ύψος φυτού
A ₁ A ₁ B ₁ B ₁	1/16	40
A ₁ A ₁ B ₁ B ₂	2/16	>40
A ₁ A ₁ B ₂ B ₂	1/16	36
A ₁ A ₂ B ₁ B ₁	2/16	>40
A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	4/16	>>40
A ₁ A ₂ B ₂ B ₂	2/16	>40
A ₂ A ₂ B ₁ B ₁	1/16	36
A ₂ A ₂ B ₁ B ₂	2/16	>40
A ₂ A ₂ B ₂ B ₂	1/16	32

επιλογή για μεγάλο ύψος

25% των απογόνων
με μεγάλο ύψος

αλληλόμορφα				Ύψος φυτού
A ₁	B ₁	..	N ₁	10 μον.
A ₂	B ₂	..	N ₂	8 μον

n ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ ΤΌΠΟΙ

A₁A₂B₁B₂ ... N₁N₂

επιλογή για μεγάλο ύψος

$2^n/2^{2n}$ των
απογόνων με
μεγάλο ύψος

n = 5

επιλογή για μεγάλο ύψος

3,13%

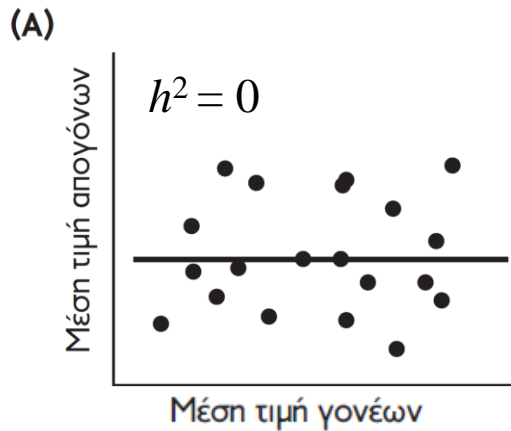
n = 10

επιλογή για μεγάλο ύψος

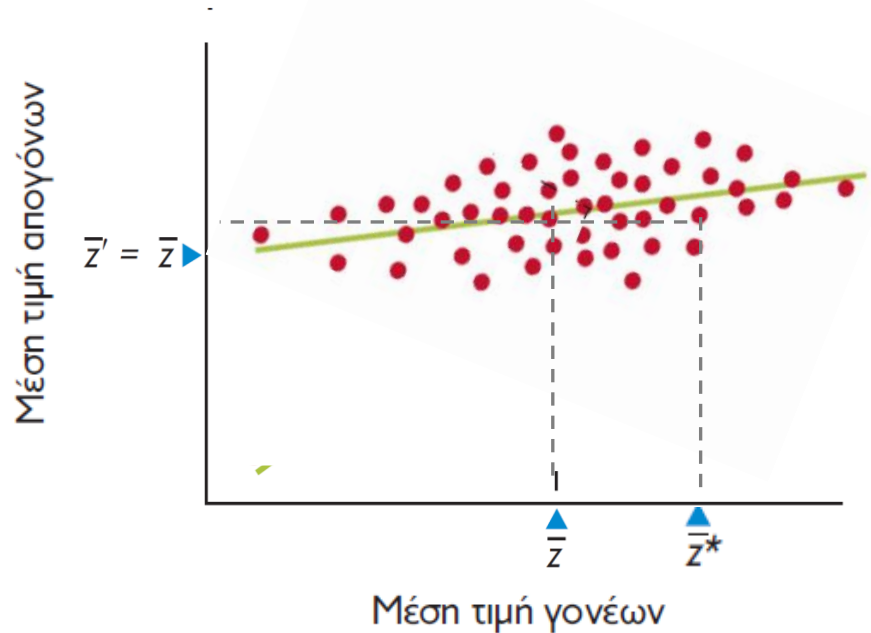
0,098%

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ (h^2)

h^2



Εικόνα 6.14

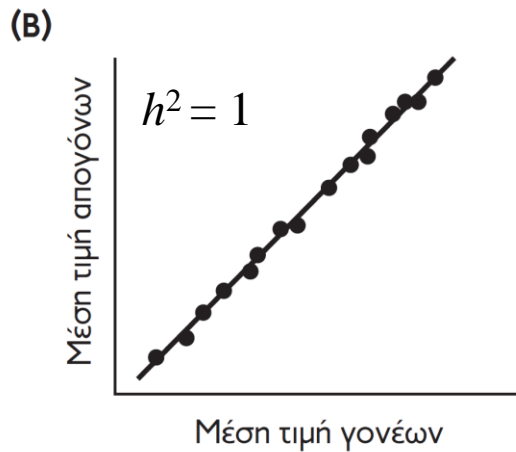


Η τιμή $h^2 = 0$ είναι θεωρητική

Σε γνωρίσματα με πολύ μικρή κληρονομικότητα το h^2 παίρνει τιμές λίγο μεγαλύτερες από το 0

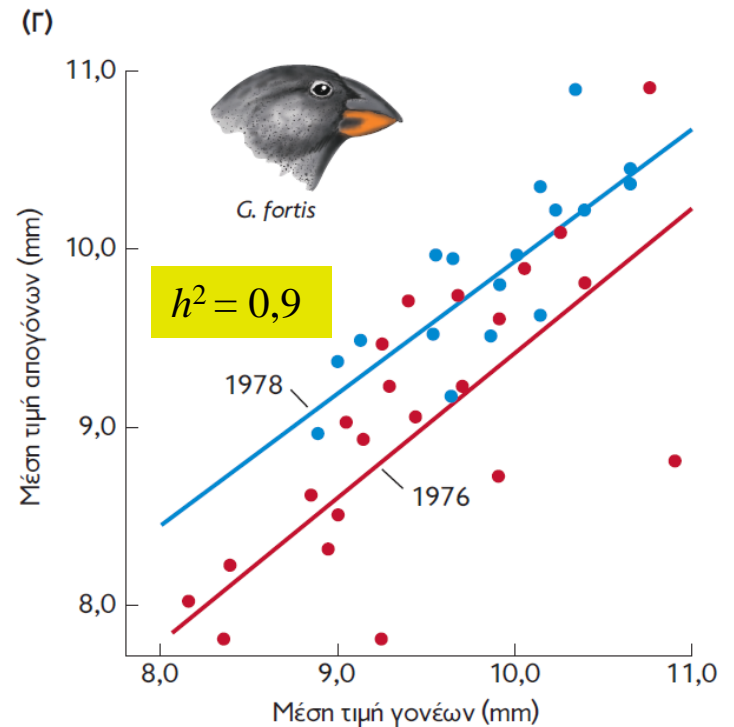
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ (h^2)

h^2



Εικόνα 6.14

Η τιμή $h^2 = 1$ είναι θεωρητική, σε ποιοτικά γνωρίσματα με μεγάλη κληρονομικότητα παίρνει τιμές που προσεγγίζουν το 1



Η τιμή $h^2 = 0,9$ για το πλάτος στο ράμφος των σπίνων *Geospiza fortis* είναι επισφαλής.

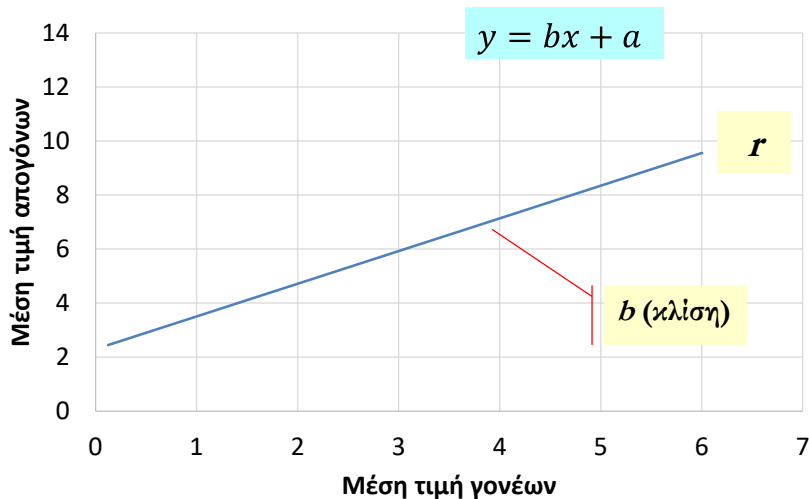
Οι συνήθεις τιμές του συντελεστή κληρονομικότητας σε ποσοτικά γνωρίσματα είναι 0,2 – 0,6

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ο συντελεστής κληρονομικότητας υποδηλώνει:

- Την πιθανότητα μεταβολής του γνωρίσματος στους απογόνους μετά από επιλογή στους γονείς και παίρνει τιμές 0 έως 1
- Σε ποιο βαθμό οι μέσες τιμές των απογόνων συγκλίνουν ή αποκλίνουν από τη γραμμή συμμεταβολής της συσχέτισής τους με τις μέσες τιμές των γονέων (το r προσεγγίζει την τιμή 1 με απόλυτη σύγκλιση και την τιμή 0 με μεγάλη απόκλιση)
- Σε ποιο βαθμό το γνώρισμα επηρεάζεται από το περιβάλλον (όσο μικρότερος τόσο μεγαλύτερη η επίδραση του περιβάλλοντος)

ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ vs ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ



$b = \beta =$ συντελεστής διαβάθμισης

$r = h^2 =$ συντελεστής κληρονομικότητας

Το β μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή (θετική ή αρνητική) και έχει μονάδες (μετράει τις μονάδες μεταβολής του γνωρίσματος στους απογόνους για κάθε μονάδα μεταβολής στους γονείς)

Το h^2 ΔΕΝ έχει μονάδες, παίρνει τιμές 0 έως +1 και εκτιμάει την συνέπεια μεταβολής του γνωρίσματος στους απογόνους όταν μεταβάλλεται στους γονείς (βαθμός ομοιότητας γονέων – απογόνων)

ΣΥΝΟΨΗ_1

- Τα ποσοτικά γνωρίσματα εξελίσσονται δραστικά ακόμη και απουσία μεταλλάξεων λόγω πολλών γενετικών τόπων. Αλλαγές στις συχνότητες των αλληλομόρφων διαφοροποιούν δραστικά τις συχνότητες των γονότυπων
- Το περιβάλλον ασκεί καταλυτική πίεση για επιλογή στα ποσοτικά γνωρίσματα του πληθυσμού
- Το ενδεχόμενο εξέλιξης εξαρτάται από τη διαχρονική πίεση του κρίσιμου περιβαλλοντικού παράγοντα που μπορεί να οδηγήσει σε **μόνιμη μεταβολή**
- Η κατευθύνουσα επιλογή συμβάλλει σε εξέλιξη όταν μεταβάλλεται η μέση τιμή του πληθυσμού είτε θετικά είτε αρνητικά
- Η σταθεροποιούσα επιλογή & εξέλιξη μειώνει τη διακύμανση του πληθυσμού χωρίς να μεταβάλλεται η μέση τιμή του
- Η πίεση επιλογής σε ποσοτικά γνωρίσματα ενδέχεται να συμβάλλει ταυτόχρονα σε κατευθύνουσα και σταθεροποιούσα εξέλιξη
- Η διασπαστική εξέλιξη είναι απόρροια αμφίδρομης κατευθύνουσας επιλογής που οδηγεί σε αποκλίνοντα peaks της συνάρτησης αρμοστικότητας
- Η πίεση επιλογής μπορεί να ασκείται ταυτόχρονα σε περισσότερα του ενός ποσοτικά γνωρίσματα και να συμβάλλει σε διαφορετικές κατευθύνσεις εξέλιξης

ΣΥΝΟΨΗ_2

- Ο συντελεστής της γραμμικής συσχέτισης (r) μεταξύ απογόνων και γονέων ως προς το γνώρισμα αποτελεί μέτρο του συντελεστή κληρονομικότητας (h^2) του γνωρίσματος
- Ο συντελεστής κληρονομικότητας (h^2) εκφράζει την πιθανότητα η επιλογή να οδηγήσει σε εξέλιξη (ο επιλεγόμενος γονότυπος να επικρατήσει στον πληθυσμό)
- Ο συντελεστής συμμεταβολής (b) της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ απογόνων και γονέων ως προς το γνώρισμα αποτελεί μέτρο του συντελεστή διαβάθμισης επιλογής (β) για το γνώρισμα
- Ο συντελεστής διαβάθμισης επιλογής (β) εκφράζει το μέσο ρυθμό μεταβολής του γνωρίσματος σε σχέση με την πίεση επιλογής (\approx μονάδες μεταβολής στους απογόνους ανά μονάδα μεταβολής στους γονείς)

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Σε ένα πληθυσμό η συχνότητα των αλληλομόρφων είναι 0,3 για το A_1 και 0,7 για το A_2 . Η φαινοτυπική τους τιμή είναι 2 για το A_1 και 1 για το A_2 . Μετά από επιλεκτική πίεση υπέρ του αλληλομόρφου A_1 , η συχνότητά του γίνεται 0,9. Να βρεθεί η φαινοτυπική τιμή στον πληθυσμό πριν και μετά τη εξέλιξη
2. Στον πληθυσμό της άσκησης 1, εκτός από τα αλληλόμορφα τα αλληλόμορφα A_1 και A_2 στο γνώρισμα εμπλέκονται και τα αλληλόμορφα B_1 και B_2 , με φαινοτυπική τιμή 0 και 3, αντίστοιχα. Αν η συχνότητα τους αρχικά είναι 0,8 και 0,2, ενώ μετά την εξέλιξη μεταβάλλεται σε 0,4 και 0,6, να βρεθεί η φαινοτυπική τιμή στον πληθυσμό πριν και μετά τη εξέλιξη
3. Η συνολική γενετική διακύμανση για ένα γνώρισμα είναι 50 gr^2 , ο συντελεστής κληρονομικότητας υπό την ευρεία έννοια είναι $H^2=0,5$ και υπό τη στενή έννοια $h^2=0,4$, ποια είναι η συνολική φαινοτυπική διακύμανση και ποια τα συστατικά της; Σε ποια επίπεδα θεωρητικά κυμαίνεται η κληρονομικότητα του γνωρίσματος;
4. Το φυτικό είδος *Achillea millefolium* spp φύτεται σε διάφορα υψόμετρα μετά από προσαρμογή στο ύψος του φυτού. Σε πληθυσμό σε ενδιάμεσο υψόμετρο εκτιμήθηκε το μέσο ύψος 30 cm με τυπική απόκλιση 10,5 cm. α) Μετακινήθηκε σε μεγαλύτερο υψόμετρο και το ύψος του φυτού μετρήθηκε 20 cm με διακύμανση 49 cm^2 . β) Μετακινήθηκε και σε μικρότερο υψόμετρο και το ύψος φυτού διαφοροποιήθηκε σε 40 cm με διακύμανση 64 cm^2 . Τι είδους εξέλιξη/προσαρμογή παρατηρήθηκε;