

Μεθοδολογία Ασκήσεων ΚΕΦ. 5ο

Θα πρέπει να γνωρίζετε τα ακόλουθα:

Γαμέτες.

- Κάθε γαμέτης περιέχει **μόνο το ένα** αλληλόμορφο από κάθε ζευγάρι γονιδίων.
- Όταν τα γονίδια βρίσκονται σε **διαφορετικά ζεύγη** ομόλογων χρωμοσωμάτων, ο αριθμός των **διαφορετικών γαμετών** που μπορεί να παράγει ένα άτομο δίνεται από τον τύπο 2^k , όπου **k ο αριθμός των ετερόζυγων ζευγών** γονιδίων που έχει το άτομο αυτό.

Παράδειγμα:

Άτομο με γονότυπο AaBb έχει 2 ετερόζυγα ζεύγη γονιδίων και παράγει $2^2=4$ διαφορετικούς γαμέτες, ενώ άτομο με γονότυπο AABb έχει 1 ζεύγος ετερόζυγων γονιδίων και παράγει $2^1=2$ διαφορετικούς γαμέτες.

Γονίδια.

Κατηγορίες γονιδίων.

Διακρίνονται:

1. Ανάλογα με τις μεταξύ τους σχέσεις σε:
 - Επικρατή
 - Υπολειπόμενα
 - Ατελώς επικρατή
 - Συνεπικρατή
 - Πολλαπλά αλληλόμορφα
 - Θνησιγόνα
2. Ανάλογα με το είδος του χρωμοσώματος στο οποίο βρίσκονται σε:
 - Αυτοσωμικά
 - Φυλοσύνδετα

Συμβολισμός γονιδίων.

➤ Αυτοσωμικά γονίδια με σχέση επικρατούς-υπολειπόμενου: Το **επικρατές** συμβολίζεται με **κεφαλαίο γράμμα** το οποίο συνήθως είναι το 1^ο γράμμα του χαρακτηριστικού (π.χ. K για το κίτρινο χρώμα σπέρματος στο μωσχομπίζελο) και το **υπολειπόμενο** με το αντίστοιχο **μικρό γράμμα** (π.χ. k για το πράσινο χρώμα σπέρματος στο μωσχομπίζελο).

➤ Φυλοσύνδετα γονίδια με σχέση επικρατούς-υπολειπόμενου: Το επικρατές συμβολίζεται με το **γράμμα X «υψωμένο» σε έναν εκθέτη, ένα κεφαλαίο γράμμα** το οποίο συνήθως είναι το 1^ο γράμμα του χαρακτηριστικού, ασθένειας (π.χ. X^A για την κανονική πήξη του αίματος) και το υπολειπόμενο συμβολίζεται με το **γράμμα X «υψωμένο» σε έναν εκθέτη που είναι το αντίστοιχο μικρό γράμμα** (π.χ. X^a για την αιμορροφιλία).

➤ Αυτοσωμικά γονίδια με σχέση ατελώς επικρατή/συνεπικρατή:

Στα ατελώς επικρατή συνήθως συμβολίζεται ως **K¹** το γονίδιο που ευθύνεται για τον **έναν γονότυπο** και **K²** το γονίδιο που ευθύνεται για τον **άλλο γονότυπο** (στα συνεπικρατή **K** το ένα γονίδιο και **L** το άλλο). Στην περίπτωση που υπάρχει και 2^ο ζεύγος γονιδίων που είναι ατελώς επικρατή ή συνεπικρατή τότε συνήθως τα γονίδια του 2^{ου} ζεύγους συμβολίζονται ως **A¹** και **A²** (στα συνεπικρατή **A** το ένα γονίδιο και **M** το άλλο). Τα γονίδια των ομάδων αίματος συμβολίζονται I^A, I^B και i.

➤ Πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια: Ονομάζονται τα αλληλόμορφα όταν είναι **περισσότερα από δύο** για μια γενετική θέση και βρίσκονται στα **αυτοσωμικά χρωμοσώματα**. Πρώτα καθορίζεται η **σχέση** μεταξύ τους (επικρατή-υπολειπόμενα-ατελώς επικρατή-συνεπικρατή) και στη συνέχεια γίνεται ο συμβολισμός τους (όπως παραπάνω).

➤ Θνησιγόνα γονίδια: Μπορεί να βρίσκονται στα **αυτοσωμικά** ή **φυλετικά** χρωμοσώματα. Μπορούν να συμβολιστούν με **οποιοδήποτε** γράμμα ενώ τα **ομόζυγα άτομα** ως προς το θνησιγόνο γονίδιο **πεθαίνουν**. Κάποια θνησιγόνα σε ετερόζυγη κατάσταση έχουν διαφορετικό φαινότυπο από τον φυσιολογικό.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Είναι δυνατό να συμβολιστούν τα γονίδια με όποιο γράμμα επιθυμούμε (στα φυλοσύνδετα πάντα θα υπάρχει η μορφή X^α) αρκεί η αντιστοίχιση να αναφερθεί από την αρχή της λύσης.
- Για τα γονίδια που αναφέρονται στο βιβλίο χρησιμοποιείται ο συμβολισμός που αυτό δίνει.
- Όταν στην άσκηση συμβολίζονται τα γονίδια χρησιμοποιούνται μόνο αυτά τα σύμβολα.

Γονίδια βιβλίου.

Μοσχομπίζελο	1. Λείο σχήμα σπέρματος (Λ) ρυτιδωμένο σχήμα σπέρματος (λ)	$\Lambda > \lambda$	Αυτοσωμικά (επικρατή)
	2. Ιώδες χρώμα άνθους (I) λευκό χρώμα άνθους (i)	$I > i$	
	3. Κίτρινο χρώμα σπέρματος (K) πράσινο χρώμα σπέρματος (κ)	$K > \kappa$	
	4. Πράσινο χρώμα καρπού (Π) κίτρινο χρώμα καρπού (π)	$\Pi > \pi$	
	5. Ψηλό φυτό (Ψ) κοντό φυτό (ψ)	$\Psi > \psi$	
	6. Αξονική θέση ανθέων (A) ακραία θέση ανθέων (α)	$A > \alpha$	
	7. Κανονικό σχήμα καρπού (K) περισφιγμένο σχήμα καρπού (κ)	$K > \kappa$	
Φυτό Antirrhinum (σκυλάκι)	K ¹ : κόκκινα άνθη K ² : λευκά άνθη	$K^1 = K^2$	(Ατελώς επικρατή)
Ομάδες Αίματος	I ^A , I ^B , i	$I^A = I^B > i$	(Συνεπικρατή)
Άνθρωπος	B: φυσιολογική β-αλυσίδα β: παθολογικό γονίδιο για τη β-θαλασσαιμία	$B > \beta$	Αυτοσωμικό
	A: φυσιολογική α-αλυσίδα α: παθολογικό γονίδιο για την α-θαλασσαιμία	$A > \alpha$	Αυτοσωμικό
	B: φυσιολογική β-αλυσίδα β ^s : τροποποιημένη β-αλυσίδα δρεπανοκυτταρικής αναιμίας	$B > \beta^s$	Αυτοσωμικό
	K: φυσιολογικό κ: κυστική ίνωση	$K > \kappa$	Αυτοσωμικό
	Φ: φυσιολογικό φ: φαινυλκετονουρία (PKU)	$\Phi > \phi$	Αυτοσωμικό
	A: φυσιολογικό α: Αλφισμός	$A > \alpha$	Αυτοσωμικό
	A: φυσιολογικό α: γονίδιο για την έλλειψη της απαμινάσης της αδενοσίνης (ADA)	$A > \alpha$	Αυτοσωμικό
	Υ: οικογενής υπερχοληστερολαιμία υ: φυσιολογικό	$Y > y$	Αυτοσωμικό
	E: ελεύθεροι λοβοί ε: προσκολλημένοι λοβοί	$E > \epsilon$	Αυτοσωμικό
	Γ: γραμμή τριχοφυΐας με κορυφή γ: γραμμή τριχοφυΐας χωρίς κορυφή	$\Gamma > \gamma$	Αυτοσωμικό
	Δ: διπλή σειρά βλεφαρίδων δ: φυσιολογικές βλεφαρίδες	$\Delta > \delta$	Αυτοσωμικό
	X ^A : κανονική πήξη αίματος X ^a : αιμορροφιλία	$X^A > X^a$	Φυλοσύνδετο
	X ^Δ : κανονική όραση X ^δ : δαλτωνισμός (μερική αχρωματοψία στο πράσινο και κόκκινο)	$X^\Delta > X^\delta$	Φυλοσύνδετο

Άσκησης μονοϋβριδισμού με αυτοσωμικά γονίδια.

- Γίνεται η μελέτη **μιας ιδιότητας** που ελέγχεται από ένα ζεύγος γονιδίων.
- Εάν δεν αναφέρεται διαφορετική φαινοτυπική αναλογία μεταξύ αρσενικών και θηλυκών απογόνων το γονίδιο θεωρείται αυτοσωμικό.
- Προσδιορίζεται η **σχέση** μεταξύ των γονιδίων. Αυτό μπορεί να γίνει:
 - i. Από την **εκφώνηση** της άσκησης που μπορεί να καθορίζει τη σχέση των γονιδίων.
 - ii. Εάν το γονίδιο **αναφέρεται** στο σχολικό βιβλίο.
 - iii. Από τους **φαινότυπους** και τις **φαινοτυπικές αναλογίες** των ατόμων.
- Εάν για έναν χαρακτήρα εμφανίζονται το **πολύ 2 φαινότυποι** τότε η σχέση των γονιδίων είναι επικρατούς-υπολειπόμενου, ενώ εάν **εμφανίζονται 3 φαινότυποι** τότε:
 - i. Τα γονίδια είναι ατελώς επικρατή ή συνεπικρατή όταν οι **2** από τους **3** φαινότυπους είναι **ακραίοι** και **ομόζυγοι** (π.χ K^1K^1 και K^2K^2). Στα ατελώς επικρατή και στα συνεπικρατή οι **γονοτυπικές** και **φαινοτυπικές αναλογίες ταυτίζονται**.
 - ii. Όταν τα γονίδια **δεν εξηγούνται** με ενδιάμεση κληρονομικότητα τότε εξετάζεται η περίπτωση των **πολλαπλών αλληλόμορφων**.
- Εάν για έναν χαρακτήρα εμφανίζονται **περισσότεροι από 3 φαινότυποι** τότε εξετάζεται η περίπτωση των πολλαπλών αλληλόμορφων.
- Εάν οι γονότυποι της πατρικής γενιάς (P) είναι **γνωστοί** και ζητείται η γονοτυπική και φαινοτυπική αναλογία της F_1 ή της F_2 γενιάς τότε «**δείχνουμε**» τις διασταυρώσεις.
 - i. Η διασταύρωση είναι η **ένωση όλων των γαμετών** των γονικών ατόμων με **όλους τους πιθανούς** συνδυασμούς.
 - ii. **Κάτω** από τους γονότυπους των γονέων γράφουμε τους **γαμέτες**.
 - iii. Τα άτομα της F_2 γενιάς προκύπτουν από όλους τους **δυνατούς συνδυασμούς διασταυρώσεων** των ατόμων της F_1 γενιάς.
 - iv. Όταν ζητείται η γονοτυπική και φαινοτυπική αναλογία της F_2 τότε τα **άτομα** της πατρικής γενιάς (P) είναι **αμιγή** (διαφορετικά θα υπήρχε μεγάλος αριθμός δυνατών περιπτώσεων).
- Εάν οι γονότυποι **μιας γενιάς** (π.χ P-πατρικής γενιάς) **δεν προσδιορίζονται** αλλά **δίνονται** οι φαινοτυπικές αναλογίες της **αμέσως επόμενης γενιάς** (F_1), τότε οι **πιθανοί γονότυποι της πατρικής γενιάς** (P) προκύπτουν με βάση τα παρακάτω:

Γονότυπος ατόμων (P)	Σχέση γονιδίων	Φαινοτυπική αναλογία (F_1)	Γονοτυπική αναλογία (F_1)
Aa x AA	Επικρατές-υπολειπόμενο	100% όμοια άτομα	Αναλογία 1:1
aa x aa			100% όμοια
AA x AA			
AA x aa			
K^1K^1 x K^1K^1	Ατελώς επικρατή	100% όμοια άτομα	100% όμοια
K^2K^2 x K^2K^2			
K^1K^1 x K^2K^2			
KK x KK	Συνεπικρατή	100% όμοια άτομα	100% όμοια
ΛΛ x ΛΛ			
ΚΚ x ΛΛ			
Aa x aa	Επικρατές-υπολειπόμενο	Αναλογία 1:1	Αναλογία 1:1
K^1K^1 x K^1K^2	Ατελώς επικρατή		
K^1K^2 x K^2K^2	Συνεπικρατή		
ΚΚ x ΚΛ			
ΛΛ x ΚΛ	Συνεπικρατή		
Aa x Aa	Επικρατές-υπολειπόμενο	Αναλογία 3:1	Αναλογία 1:2:1
K^1K^2 x K^1K^2	Ατελώς επικρατή	Αναλογία 1:2:1	Αναλογία 1:2:1
ΚΛ x ΚΛ	Συνεπικρατή		
Aa x Aa	Θνησιγόνο	Αναλογία 1:2 Μη αναμενόμενη	Αναλογία 1:2 Μη αναμενόμενη
K^1K^2 x K^1K^2			
ΚΛ x ΚΛ			

- Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται φανερό ότι εάν οι **φαινοτυπικές αναλογίες διαφέρουν από τις αναμενόμενες** τότε υπάρχει **θνησιγόνο γονίδιο**.

- Εάν **δεν είναι γνωστός** ο γονότυπος του ατόμου που έχει τον **επικρατή φαινότυπο**, τότε εξετάζεται η περίπτωση να είναι **ομόζυγος** (AA), αλλά και η περίπτωση να είναι **ετερόζυγος** (Aa).
- Στις ασκήσεις μονοϋβριδισμού αιτιολόγηση είναι η διατύπωση του **1^{ου}** νόμου του Mendel.

Ασκήσεις Διϋβριδισμού με αυτοσωμικά γονίδια.

- Γίνεται η μελέτη **δύο ιδιοτήτων** που ελέγχονται από **δύο ζεύγη** γονιδίων που βρίσκονται σε διαφορετικά χρωμοσώματα.
- Εάν δεν αναφέρεται διαφορετική φαινοτυπική αναλογία μεταξύ αρσενικών και θηλυκών απογόνων τα γονίδια θεωρούνται αυτοσωμικά.
- Στις ασκήσεις διϋβριδισμού είναι δυνατόν:
 - Να **«δουλεύουμε»** το κάθε ζεύγος γονιδίων **χωριστά** (δηλαδή σαν να λύνουμε 2 ασκήσεις μονοϋβριδισμού).
 - Να **«δουλεύουμε»** και τα δύο ζεύγη γονιδίων **μαζί**, χρησιμοποιώντας το τετράγωνο του Punnett.
- Προσδιορίζεται η **σχέση** μεταξύ των γονιδίων. Αυτό μπορεί να γίνει:
 - Από την **εκφώνηση** της άσκησης που μπορεί να καθορίζει τη σχέση των γονιδίων.
 - Εάν τα γονίδια **αναφέρονται** στο σχολικό **βιβλίο**.
 - Από τους **φαινότυπους** και τις **φαινοτυπικές αναλογίες** των ατόμων.
- Εάν για κάθε χαρακτήρα εμφανίζονται το **πολύ 2 φαινότυποι**, τότε η σχέση μεταξύ των γονιδίων του ζεύγους που ελέγχει τον χαρακτήρα, είναι επικρατούς-υπολειπόμενου, ενώ εάν **εμφανίζονται 3 φαινότυποι** τότε:
 - τα γονίδια είναι ατελώς επικρατή ή συνεπικρατή όταν οι **2** από τους **3** φαινότυπους είναι **ακραίοι** και **ομόζυγοι** (π.χ K^1K^1 και K^2K^2). Όταν **και τα δύο** ζεύγη γονιδίων είναι **ατελώς επικρατή ή συνεπικρατή** τότε οι **γονοτυπικές** και οι **φαινοτυπικές αναλογίες ταυτίζονται**.
 - Όταν τα γονίδια **δεν εξηγούνται** με ενδιάμεση κληρονομικότητα τότε εξετάζεται η περίπτωση των **πολλαπλών αλληλόμορφων**.
- Εάν για έναν χαρακτήρα εμφανίζονται **περισσότεροι από 3 φαινότυποι** τότε εξετάζεται η περίπτωση των **πολλαπλών αλληλόμορφων**.
- Εάν οι γονότυποι της πατρικής γενιάς (P) είναι **γνωστοί** και ζητείται η γονοτυπική και φαινοτυπική αναλογία της F_1 ή της F_2 γενιάς τότε **«δείχνουμε»** τις διασταυρώσεις.
 - Η διασταύρωση είναι η **ένωση όλων των γαμετών** των γονικών ατόμων με **όλους τους πιθανούς** συνδυασμούς.
 - Κάτω** από τους γονότυπους των γονέων γράφουμε τους **γαμέτες**.
 - Τα άτομα της F_2 προκύπτουν από όλους τους **δυνατούς συνδυασμούς διασταυρώσεων** των ατόμων της F_1 γενιάς.
 - Όταν ζητείται η γονοτυπική και φαινοτυπική αναλογία της F_2 τότε τα **άτομα** της πατρικής γενιάς (**P**) είναι **αμιγή** (διαφορετικά θα υπήρχε μεγάλος αριθμός δυνατών περιπτώσεων).
- Εάν οι γονότυποι **μιας γενιάς** (π.χ **P-πατρικής γενιάς**) **δεν προσδιορίζονται** αλλά **δίνονται** οι φαινοτυπικές αναλογίες της **αμέσως επόμενης γενιάς** (F_1), τότε οι **πιθανοί γονότυποι της πατρικής γενιάς** (P) προκύπτουν με βάση τα παρακάτω:

Γονότυπος ατόμων (P)	Σχέση γονιδίων	Φαινοτυπική αναλογία (F ₁)	Γονοτυπική Αναλογία (F ₁)
AABB x	Επικρατή-υπολειπόμενα	100% όμοια άτομα	Εξαρτάται από τον γονότυπο του 2 ^{ου} ατόμου.
ΑΑββ x ααΒΒ			Όλα τα άτομα ίδιο γονότυπο
AABβ x ΑΑββ	Επικρατή-υπολειπόμενα	Αναλογία 1:1	Αναλογία 1:1
ΑαΒΒ x ααΒΒ			
ΑαΒβ x ΑαΒΒ	Επικρατή-υπολειπόμενα	Αναλογία 3:1	Αναλογία 2:2:1:1:1:1
ΑΑΒβ x ΑαΒβ			
ΑαΒβ x ααββ	Επικρατή-υπολειπόμενα	Αναλογία 1:1:1:1	Αναλογία 1:1:1:1
Ααββ x ααΒβ			
ΑαΒβ x ΑαΒβ	Επικρατή-υπολειπόμενα	Αναλογία 9:3:3:1	Αναλογία 4:2:2:2:2:1:1:1:1
ΑαΚ ¹ Κ ² x ΑαΚ ¹ Κ ²	1 ζεύγος Επικρατή 1 ζεύγος ατελώς επικρατή	Αναλογία 6:3:3:2:1:1	Αναλογία 4:2:2:2:2:1:1:1:1
ΑαΚΛ x ΑαΚΛ	1 ζεύγος Επικρατή 1 ζεύγος συνεπικρατή	Αναλογία 6:3:3:2:1:1	Αναλογία 4:2:2:2:2:1:1:1:1
ΑαΙ ^Α Ι ^Β x ΑαΙ ^Α Ι ^Β			
Κ ¹ Κ ² Α ¹ Α ² x Κ ¹ Κ ² Α ¹ Α ²	2 ζεύγη ατελώς επικρατή	Αναλογία 4:2:2:2:2:1:1:1:1	Αναλογία 4:2:2:2:2:1:1:1:1
ΚΛΑΜ x ΚΛΑΜ	2 ζεύγη συνεπικρατή	Αναλογία 4:2:2:2:2:1:1:1:1	Αναλογία 4:2:2:2:2:1:1:1:1
ΑαΒβ x ΑαΒβ	Επικρατή-υπολειπόμενα	Αναλογία 9:3	Αναλογία 4:2:2:2:1:1 1 θνησιγόνο
ΑαΒβ x ΑαΒβ	Επικρατή-υπολειπόμενα	100% όμοια άτομα	Αναλογία 4:2:2:1 2 θνησιγόνα
ΑαΚ ¹ Κ ² x ΑαΚ ¹ Κ ²	1 ζεύγος Επικρατή 1 ζεύγος ατελώς επικρατή ή 1 ζεύγος Επικρατή 1 ζεύγος συνεπικρατή	Αναλογία 6:3:2:1	Αναλογία 4:2:2:2:1:1 1 θνησιγόνο ατελώς επικρατή
ΑαΚΛ x ΑαΚΛ			
ΑαΚ ¹ Κ ² x ΑαΚ ¹ Κ ²	1 ζεύγος Επικρατή 1 ζεύγος ατελώς επικρατή ή 1 ζεύγος Επικρατή 1 ζεύγος συνεπικρατή	Αναλογία 6:3	Αναλογία 4:2:2:1 2 θνησιγόνα
ΑαΚΛ x ΑαΚΛ			
Κ ¹ Κ ² Α ¹ Α ² x Κ ¹ Κ ² Α ¹ Α ²	2 ζεύγη ατελώς επικρατή ή 2 ζεύγη συνεπικρατή	Αναλογία 4:2:2:2:1:1	Αναλογία 4:2:2:2:1:1 1 θνησιγόνο
ΚΛΑΜ x ΚΛΑΜ			
Κ ¹ Κ ² Α ¹ Α ² x Κ ¹ Κ ² Α ¹ Α ²	2 ζεύγη ατελώς επικρατή ή 2 ζεύγη συνεπικρατή	Αναλογία 4:2:2:1	Αναλογία 4:2:2:1 2 θνησιγόνα
ΚΛΑΜ x ΚΛΑΜ			

- Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται φανερό ότι εάν οι **φαινοτυπικές αναλογίες διαφέρουν από τις αναμενόμενες** τότε υπάρχει **θνησιγόνο** ή **θνησιγόνα** γονίδια.
- Εάν **δεν είναι γνωστός** ο γονότυπος του ατόμου που έχει τον **επικρατή φαινότυπο** για έναν χαρακτήρα, τότε εξετάζεται η περίπτωση να είναι **ομόζυγος** (AA), αλλά και η περίπτωση να είναι **ετερόζυγος** (Aa).
- Στις ασκήσεις διύβριδισμού **αιτιολόγηση** είναι η διατύπωση του 1^{ου} και 2^{ου} νόμου του Mendel.

Ασκήσεις με φυλοσύνδετα γονίδια.

- Γονίδια που βρίσκονται στην **περιοχή του X** που **δεν έχει** αντίστοιχη στο Y ονομάζονται **φυλοσύνδετα**.
- Ένα γονίδιο είναι φυλοσύνδετο όταν:
 - Αναφέρεται** στο σχολικό βιβλίο.
 - Αναφέρεται** στην εκφώνηση της άσκησης.

iii. Προκύπτουν **διαφορετικές** φαινοτυπικές αναλογίες μεταξύ **θηλυκών και αρσενικών απογόνων**.

iv. Όταν από τη διασταύρωση **αμιγών ατόμων** οι **απόγονοι δεν είναι ομοιόμορφοι** όπως συμβαίνει στα αυτοσωμικά γονίδια.

- Στις ασκήσεις είναι δυνατόν να μελετάται ένα **φυλοσύνδετο** γνώρισμα είτε **μόνο του** (μονοϋβριδισμός), είτε **ταυτόχρονα** (διϋβριδισμός) με **κάποιο άλλο** (φυλοσύνδετο ή αυτοσωμικό)
- Στα φυλοσύνδετα γονίδια **δεν ισχύουν** οι γνωστές αναλογίες του **μονοϋβριδισμού** και του **διϋβριδισμού**.
- Για ένα φυλοσύνδετο γνώρισμα ισχύουν τα ακόλουθα:

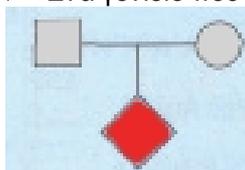
Διασταύρωση	Απόγονοι
$X^A X^a \times X^A Y$	Όλοι οι θηλυκοί εμφανίζουν το επικρατές χαρακτηριστικό. Οι μισοί αρσενικοί εμφανίζουν το επικρατές χαρακτηριστικό.
$X^A X^a \times X^a Y$	Οι μισοί θηλυκοί εμφανίζουν το επικρατές χαρακτηριστικό. Οι μισοί αρσενικοί εμφανίζουν το επικρατές χαρακτηριστικό.
$X^a X^a \times X^A Y$	Όλοι οι θηλυκοί εμφανίζουν το επικρατές χαρακτηριστικό. Όλοι οι αρσενικοί εμφανίζουν το υπολειπόμενο χαρακτηριστικό.
$X^a X^a \times X^a Y$	Όλοι οι απόγονοι εμφανίζουν το υπολειπόμενο χαρακτηριστικό.
$X^A X^A \times X^A Y$	Όλοι οι απόγονοι εμφανίζουν το επικρατές χαρακτηριστικό.
$X^A X^A \times X^a Y$	Όλοι οι απόγονοι εμφανίζουν το επικρατές χαρακτηριστικό.

- Ένα φυλοσύνδετο θνησιγόνο γονίδιο μειώνει τον αριθμό των αρσενικών (αν είναι XY) ή των θηλυκών απογόνων (όταν είναι XY) στο μισό.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Είναι δυνατό **φυλοσύνδετα** γονίδια να έχουν σχέση **ατελώς επικρατή ή συνεπικρατή**. Στην περίπτωση αυτή στα **αρσενικά** άτομα μπορούν να εμφανιστούν **μόνο 2 φαινότυποι**, ενώ στα **θηλυκά** άτομα μπορούν να εμφανιστούν **3 φαινότυποι**.

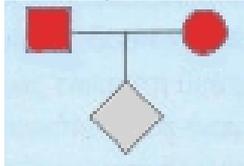
Ασκήσεις με γενεαλογικά δένδρα.

- Υπάρχουν **3 κατηγορίες** ασκήσεων:
 - i. Δίνονται **ορισμένα στοιχεία** για τα άτομα μιας οικογένειας και ζητείται η **κατασκευή του γενεαλογικού δένδρου**.
 - ii. Δίνεται το **γενεαλογικό δένδρο** και ζητείται ο **τύπος κληρονομικότητας**.
 - iii. Δίνεται το **γενεαλογικό δένδρο** και ο **τύπος κληρονομικότητας** (σε ορισμένες ασκήσεις **δεν δίνεται, αλλά ζητείται**) και ζητούνται **οι γονότυποι** των ατόμων και ο υπολογισμός **μιας ή περισσότερων πιθανοτήτων**.
- Όταν εξετάζονται **δύο χαρακτηριστικά** σχεδιάζονται **χωριστά γενεαλογικά δένδρα**.
- **Δεν βγαίνουν συμπεράσματα** από τις **αριθμητικές αναλογίες** του δένδρου αφού δεν αποτελούν επαρκές στατιστικό δείγμα.
- **Αρκεί μια διασταύρωση** του δένδρου για να **απορριφθεί** μια υπόθεση, αλλά χρειάζονται **όλες για την επαλήθευσή της**.
- Ένα γενεαλογικό δένδρο **μπορεί να ερμηνευτεί** με διαφορετικές κατηγορίες γονιδίων. Πραγματοποιούνται **όλες οι διασταυρώσεις** του δένδρου με τις οποίες **επαληθεύονται ή απορρίπτονται** οι υποθέσεις.
- Ένα γονίδιο μπορεί να είναι **αυτοσωμικό ή φυλοσύνδετο, επικρατές ή υπολειπόμενο**.
- Ένα γονίδιο που ελέγχει μια ιδιότητα είναι **υπολειπόμενο** όταν:



Γονείς που **δεν φέρουν την ιδιότητα** έχουν απόγονο **με την ιδιότητα** αυτή.

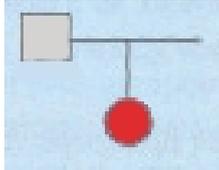
- Ένα γονίδιο που ελέγχει μια ιδιότητα είναι **επικρατές** όταν:



Γονείς που **φέρουν την ιδιότητα** έχουν απόγονο **χωρίς την ιδιότητα** αυτή.

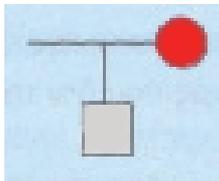
- Ένα **υπολειπόμενο** γονίδιο δεν είναι **φυλοσύνδετο** όταν:

i.



Η **κόρη έχει** το χαρακτηριστικό και **δεν το έχει ο πατέρας** της.

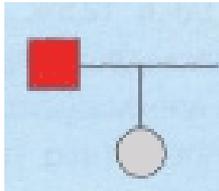
ii.



Η **μητέρα έχει** το χαρακτηριστικό και **δεν το έχει ο γιος** της.

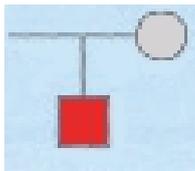
- Ένα **επικρατές** γονίδιο δεν είναι **φυλοσύνδετο** όταν:

i.



Ο **πατέρας έχει** το χαρακτηριστικό και **δεν το έχει η κόρη** του.

ii.



Ο **γιος έχει** το χαρακτηριστικό και **δεν το έχει η μητέρα** του.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Συνήθως ισχύει:

- Ένα χαρακτηριστικό οφείλεται σε **αυτοσωμικό επικρατές γονίδιο** όταν:
- Εμφανίζεται σε ένα **μεγάλο αριθμό** απογόνων.
 - Εμφανίζεται με την **ίδια περίπτωση αναλογία** σε αρσενικά και θηλυκά.
 - Εμφανίζεται **σε κάθε γενιά**.
 - Κάθε άτομο που πάσχει έχει **τουλάχιστον το ένα γονέα** που φέρει το ίδιο **χαρακτηριστικό**.
 - Από διασταύρωση **ατόμων που δεν φέρουν το χαρακτηριστικό (αα) δεν εμφανίζονται** απόγονοι με το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.
- Ένα χαρακτηριστικό οφείλεται σε **αυτοσωμικό υπολειπόμενο γονίδιο** όταν:
- Εμφανίζεται σε ένα **μικρό αριθμό** απογόνων.
 - Εμφανίζεται με την **ίδια περίπτωση αναλογία** σε αρσενικά και θηλυκά.
 - Δεν εμφανίζεται** σε κάθε γενιά.

- iv. Από διασταύρωση ατόμων που φέρουν το χαρακτηριστικό (αα) εμφανίζονται μόνο απόγονοι με το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Οι φυσιολογικοί γονείς ατόμου που πάσχει είναι πάντα ετερόζυγοι.

- Για ένα χαρακτηριστικό που οφείλεται σε **φυλοσύνδετο επικρατές γονίδιο**:
 - i. Το χαρακτηριστικό **ποτέ** δεν περνάει από τον **πατέρα** στον **γιο**.
 - ii. **Συνήθως περισσότερα θηλυκά εμφανίζονται** με το χαρακτηριστικό συγκριτικά με τα αρσενικά.
 - iii. **Όλοι οι θηλυκοί απόγονοι ενός αρσενικού που έχει το χαρακτηριστικό φέρουν το ίδιο γνώρισμα.**
- Για ένα χαρακτηριστικό που οφείλεται σε **φυλοσύνδετο υπολειπόμενο γονίδιο**:
 - i. Το χαρακτηριστικό **ποτέ** δεν περνάει από τον **πατέρα** στον **γιο**.
 - ii. **Συνήθως περισσότερα αρσενικά εμφανίζονται** με το χαρακτηριστικό συγκριτικά με τα θηλυκά.
 - iii. Το πιο συνηθισμένο «**πρότυπο**» της ασθένειας είναι να **μεταβιβάζεται** από τον **παππού** (τον πατέρα της μητέρας) **στα μισά εγγόνια του** (αρσενικοί απόγονοι).
- Αν το χαρακτηριστικό μεταβιβάζεται από τη μητέρα σε θηλυκούς και αρσενικούς απογόνους τότε πρόκειται για μιτοχονδριακή κληρονομικότητα.
- Ξαφνική εμφάνιση χαρακτηριστικού που δεν δικαιολογείται, οφείλεται σε μετάλλαξη.

Πιθανότητες

- **Δύο** γεγονότα είναι **ανεξάρτητα** όταν η πραγματοποίηση του ενός **δεν εμποδίζει** την πραγματοποίηση του άλλου. Η **ολική πιθανότητα** να συμβούν 2 ανεξάρτητα γεγονότα (A και B) δίνεται από το **γινόμενο των επιμέρους πιθανοτήτων**, δηλαδή $P_{ολ} = P_A \times P_B$.
- **Δύο** γεγονότα είναι **ασυμβίβαστα** όταν η πραγματοποίηση του ενός **εμποδίζει** την πραγματοποίηση του άλλου, με συνέπεια να **συμβαίνει μόνο το ένα από τα δύο**. Η **ολική πιθανότητα** να συμβούν 2 ασυμβίβαστα γεγονότα (A και B) δίνεται από το **άθροισμα των επιμέρους πιθανοτήτων**, δηλαδή $P_{ολ} = P_A + P_B$.
- Όταν ζητείται η πιθανότητα να γεννηθεί **αγόρι ή κορίτσι** με το χαρακτηριστικό ή τα χαρακτηριστικά τότε **πολλαπλασιάζονται** οι πιθανότητες που βρέθηκαν με το **1/2** (κάθε κύηση είναι ανεξάρτητο γεγονός).
- Όταν όμως ζητείται η πιθανότητα το **1^ο αγόρι ή το 1^ο κορίτσι** που θα γεννηθεί να φέρει το χαρακτηριστικό ή τα χαρακτηριστικά τότε **δεν πολλαπλασιάζονται** οι πιθανότητες που βρέθηκαν με το **1/2**.

Διασταυρώσεις ελέγχου

	Πατρική γενιά (P)	Θυγατρική γενιά (F ₁)
Μονοϋβριδισμός		
	AA x αα	100% Αα
	Αα x αα	50% Αα 50%αα
Διϋβριδισμός		
	AABB x ααββ	100% ΑαΒβ
	ΑαΒβ x ααββ	25% ΑαΒβ 25% ααΒβ 25% Ααββ 25% ααββ
	ΑαBB x ααββ	50% ΑαΒβ 50% ααΒβ
	AABβ x ααββ	50% ΑαΒβ 50% Ααββ

- Η διασταύρωση ελέγχου **δεν είναι απαραίτητη**:
 - i. Όταν τα άτομα είναι **ομόζυγα** ως προς το **υπολειπόμενο γονίδιο**.
 - ii. Στα **ατελώς επικρατή** και στα **συνεπικρατή**.
 - iii. Στα **αρσενικά (XY) άτομα**, όταν μελετάται ιδιότητα που οφείλεται σε **φυλοσύνδετο γονίδιο**.