

ΤΑΞΗ: Γ' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ημερομηνία: Τετάρτη 4 Απριλίου 2018
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α:

A1. γ,

A2. γ, (76 αυτοσωμικά + 2 φυλετικά = 78 χρωμοσώματα. Το κάθε θυγατρικό κύτταρο της 1^{ης} μειωτικής διαίρεσης παίρνει το μισό αριθμό διπλασιασμένων χρωμοσωμάτων άρα 39 επί 2 μόρια DNA το καθένα = 78 μόρια DNA)

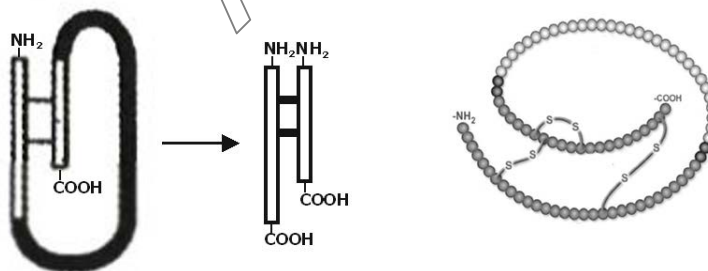
A3. α, (σελ. 128 σχολικού βιβλίου, λεζάντα Εικόνας 8.5)

A4. β, (Γονοτυπική αναλογία απογόνων ετερόζυγων ατόμων 1AA:2Aa:1aa → 2/3 ετερόζυγα στα φυσιολογικά άτομα)

A5. α. (1 του φυτού, 2 των χλωροπλαστών, 3 των μιτοχονδρίων, 4 του *Bacillus thuringiensis*, 5 του *Agrobacterium tumefaciens*)

ΘΕΜΑ Β:

B1.



Οι πολυπεπτιδικές αλυσίδες αποτελούνται από αμινοξέα που ενώνονται με πεπτιδικό δεσμό. Ανεξάρτητα από τον αριθμό των αμινοξέων που υπάρχουν σε μια πολυπεπτιδική αλυσίδα το ένα άκρο θα έχει ελεύθερη μια αμινομάδα και το

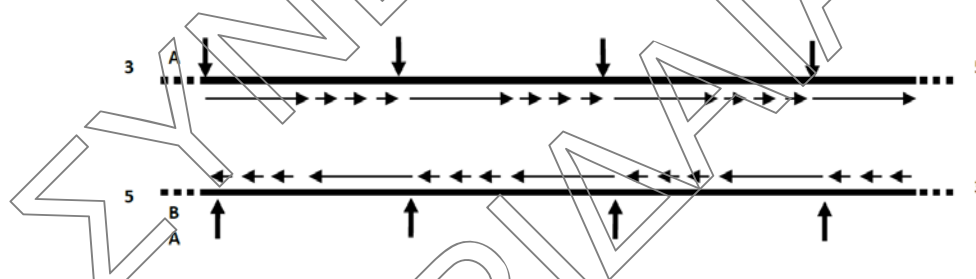
άλλο μια καρβοξυλομάδα. Η ινσουλίνη είναι μια πρωτεϊνική ορμόνη η οποία προκύπτει στα παγκρεατικά κύτταρα ύστερα από μεταμεταφραστική τροποποίηση της προϊνσουλίνης, μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας που παράγεται κατά την μετάφραση του αντίστοιχου γονιδίου. Κατά την τροποποίηση αυτή απομακρύνεται ένα ενδιάμεσο πεπτίδιο οπότε προκύπτει η ινσουλίνη που αποτελείται από 2 πεπτιδικές αλυσίδες ενωμένες με ομοιοπολικούς δεσμούς (δισουλφιδικοί δεσμοί).

Η προϊνσουλίνη επομένως είναι ένα ενιαίο μόριο όπου στο ένα άκρο υπάρχει $-NH_2$ και στο άλλο $-COOH$. Όταν απομακρύνεται το ενδιάμεσο τμήμα τότε προκύπτουν δύο πεπτιδικές αλυσίδες με άκρα:

A= $-NH_2$, B= $-NH_2$, Γ= $-COOH$ και Δ= $-COOH$.

B2.

- α. Παρατηρούμε ότι τα συνεχή βέλη συναντούν διακεκομμένα τα οποία αντιστοιχούν στις περιοχές της αλυσίδας που συντίθενται ασυνεχώς. Βλέπουμε ότι υπάρχουν 4 τέτοια συνεχή βέλη τα οποία αντιστοιχούν σε 4 Θ.Ε.Α. οι οποίες αντιστοιχούν και στην αλυσίδα Β.



- β. Ο οργανισμός *E.coli* είναι βακτήριο και το κυρίως γενετικό υλικό του είναι δίκλωνο κυκλικό μόριο DNA. Γνωρίζουμε ότι τα κυκλικά μόρια DNA των προκαρυωτικών οργανισμών έχουν μια Θ.Ε.Α., οπότε το παραπάνω τμήμα DNA επειδή έχει πολλές Θ.Ε.Α. δεν μπορεί να ανήκει σε βακτήριο.
- γ. Οι DNA πολυμεράσες λειτουργούν μόνο προς καθορισμένη κατεύθυνση και τοποθετούν τα νουκλεοτίδια στο ελεύθερο 3' άκρο της δεοξυριβόζης του τελευταίου νουκλεοτιδίου κάθε αναπτυσσόμενης αλυσίδας. Έτσι, λέμε ότι η αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5'→3'. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5'→3' ενώ η μητρική αλυσίδα αντιγράφεται από το 3' προς το 5' άκρο της. Έτσι, σε κάθε διπλή έλικα που παράγεται, οι δύο αλυσίδες θα είναι αντιπαράλληλες. Για να ακολουθηθεί αυτός ο κανόνας σε κάθε τμήμα DNA που γίνεται η αντιγραφή, η σύνθεση του DNA είναι συνεχής στη μια αλυσίδα και ασυνεχής στην άλλη.

B3.

Γνωρίζουμε ότι η C και η G συνδέονται με 3 δεσμούς υδρογόνου και η A και η T με 2 δεσμούς υδρογόνου. Ένα μόριο DNA όσο περισσότερα ζεύγη G-C περιέχει τόσο περισσότερους δεσμούς υδρογόνου έχει και επομένως τόσο πιο σταθερή είναι η δευτεροταγής δομή του. Οπότε η αποδιάταξη ενός τέτοιου μορίου θα χρειάζεται και μεγαλύτερη θερμοκρασία.

- α. Είναι λογικό λοιπόν πως, αφού το στο βακτήριο B το ποσοστό G+C είναι μεγαλύτερο από το βακτήριο A, το DNA του θα είναι πιο ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες οπότε αυτό είναι και το πιο πιθανό να ζει σε θερμοπηγές.
- β. Τα βακτήρια ανάλογα με την θερμοκρασία στην οποία αναπτύσσονται διακρίνονται σε ψυχρόφιλα, μεσόφιλα, θερμόφιλα και υπερθερμόφιλα.

ΘΕΜΑ Γ:**Γ1.**

- α. Στο μοσχομπίζελο τα άνθη φέρουν στήμονες, στους οποίους υπάρχουν οι ανθήρες, όπου βρίσκονται οι γυρεόκοκκοι, που περιέχουν τους αρσενικούς γαμέτες του φυτού. Στο ίδιο άνθος (τέλειο άνθος) υπάρχει επίσης ο ύπερος, ο οποίος περιέχει την ωθήκη, όπου βρίσκονται τα ωάρια, οι θηλυκοί δηλαδή γαμέτες του φυτού. Με την επικονίαση οι γυρεόκοκκοι προσκολλώνται στο στίγμα του ύπερου, εισέρχονται οι γαμέτες στην ωθήκη και γονιμοποιούν τα ωάρια, από τα οποία προκύπτουν τα σπέρματα και από αυτά τα νέα φυτά. Στην τεχνητή γονιμοποίηση, προκειμένου να αποφύγουμε την αυτογονιμοποίηση, κόβουμε από το ένα φυτό, που διασταυρώνουμε, τους στήμονες και μεταφέρουμε τη γύρη από τους στήμονες του άλλου φυτού με ειδικό εργαλείο στον ύπερο του πρώτου, έτσι ώστε να επιτευχθεί το είδος της γονιμοποίησης που επιθυμούμε π.χ. φυτό που φέρει ιώδη άνθη με φυτό που φέρει λευκά άνθη.
- β. Γνωρίζουμε ότι στο μοσχομπίζελο το χρώμα σπέρματος είναι μονογονιδιακός χαρακτήρας και υπάρχουν δύο αλληλόμορφα με σχέση επικράτειας, όπου το επικρατές ελέγχει το κίτρινο χρώμα (συμβολίζω A) και το υπολειπόμενο ελέγχει το πράσινο χρώμα (συμβολίζω α). Επίσης το σχήμα σπέρματος είναι μονογονιδιακός χαρακτήρας και υπάρχουν δύο αλληλόμορφα με σχέση επικράτειας, όπου το επικρατές ελέγχει τα λεία σπέρματα (συμβολίζω B) και το υπολειπόμενο ελέγχει τα ρυτιδωμένα (συμβολίζω β). Επίσης γνωρίζουμε ότι ζευγάρια γονιδίων, που ελέγχουν

τους δύο αυτούς γενετικούς χαρακτήρες, εδράζονται σε διαφορετικά ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων όποτε ισχύουν οι αρχές του διϋβριδισμού. Τα φυτά που διαθέτει ο γενετιστής είναι αμιγή στελέχη οπότε και ομόζυγα για τα αντίστοιχα ζεύγη γονιδίων. Το φυτό που παράγει κίτρινα και λεία σπέρματα θα έχει γονότυπο AABB ενώ το φυτό με πράσινα και ρυτιδωμένα θα έχει γονότυπο ααββ. Αρχικά ο γενετιστής θα διασταυρώσει αυτά τα φυτά μεταξύ τους να πάρει την F1 γενιά και μετά τα άτομα της F1 γενιάς θα τα αφήσει να αυτογονιμοποιηθούν ώστε να πάρει τα άτομα της F2 γενιάς:

P:

Φαινότυποι: Κίτρινα-Λεία × Πράσινα-Ρυτιδωμένα

Γονότυποι : AABB × ααββ

Γαμέτες : AB × αβ

F1:

Γονότυποι : AaBb

Φαινότυποι : Κίτρινα-Λεία

F1×F1:

Φαινότυποι : Κίτρινα-Λεία × Κίτρινα-Λεία

Γονότυποι : AaBb × AaBb

Γαμέτες : AB, Ab, aB, ab × AB, Ab, aB, ab

Τετράγωνο του Punnett:

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB Κίτρινα-Λεία	AABb Κίτρινα-Λεία	AaBB Κίτρινα-Λεία	AaBb Κίτρινα-Λεία
Ab	AABb Κίτρινα-Λεία	AAbb Κίτρινα-Ρυτιδ.	AaBb Κίτρινα-Λεία	Aabb Κίτρινα-Ρυτιδ.
aB	AaBB Κίτρινα-Λεία	AaBb Κίτρινα-Λεία	aaBB Πράσινα-Λεία	aaBb Πράσινα-Λεία
ab	AaBb Κίτρινα-Λεία	Aabb Κίτρινα-Ρυτιδ.	aaBb Πράσινα-Λεία	aabb Πράσινα-Ρυτιδ.

Παρατηρούμε ότι προκύπτουν 3 στα 16 φυτά με τον επιθυμητό φαινότυπο Πράσινα-Λεία σπέρματα αλλά τα 2 από αυτά έχουν γονότυπο ααBb και 1 τον γονότυπο ααBB. Ο γενετιστής θέλει αμιγές στέλεχος που να παράγει Πράσινα-Λεία σπέρματα, δηλαδή να έχει γονότυπο ααBB. Επειδή ο γενετιστής δεν βλέπει γονοτύπους αλλά φαινοτύπους, προκειμένου να διαχωρίσει το φυτό με τον επιθυμητό γονότυπο και φαινότυπο θα κάνει διασταυρώσεις ελέγχου. Θα διασταυρώσει τα φυτά που παράγουν Πράσινα-Λεία σπέρματα με το πατρικό φυτό με τους υπολειπόμενους φαινοτύπους «Πράσινα-Ρυτιδωμένα».

Διασταύρωση Ελέγχου 1:

Φαινότυποι :	Πράσινα-Λεία	×	Πράσινα-Ρυτιδωμένα
Γονότυποι :	ααBB	×	ααββ
Γαμέτες :	αB	×	αβ
Απόγονοι :			
Γονότυποι :		↓	ααBβ
Φαινότυποι :	100% Πράσινα – Λεία		

Διασταύρωση Ελέγχου 2:

Φαινότυποι :	Πράσινα-Λεία	×	Πράσινα-Ρυτιδωμένα
Γονότυποι :	ααBβ	×	ααββ
Γαμέτες :	αB, αβ	×	αβ
Απόγονοι :			
Γονότυποι :	1 ααBβ	:	1 ααββ
Φαινότυποι :	1 Πράσινα – Λεία	:	1 Πράσινα-Ρυτιδωμένα

Παρατηρούμε ότι το φυτό με τον επιθυμητό φαινότυπο και γονότυπο ααBB θα δώσει ομοιόμορφους απογόνους στην διασταύρωση ελέγχου, 100% φυτά που παράγουν πράσινα και λεία σπέρματα.

Εναλλακτικά ο γενετιστής μπορεί επίσης να αφήσει τα φυτά με τον επιθυμητό φαινότυπο να αυτογονιμοποιηθούν και να ελέγξει τους φαινοτύπους των απογόνων.

Διασταύρωση 1:

Φαινότυποι :	Πράσινα-Λεία	×	Πράσινα-Λεία
Γονότυποι :	ααBB	×	ααBB
Γαμέτες :	αB	×	αB
Απόγονοι :			
Γονότυποι :		↓	ααBB
Φαινότυποι :	100% Πράσινα – Λεία		

Διασταύρωση 2:

Φαινότυποι :	Πράσινα-Λεία	×	Πράσινα-Λεία
Γονότυποι :	ααBβ	×	ααBβ
Γαμέτες :	αB, αβ	×	αB, αβ
Απόγονοι :			
Γονότυποι :	1 ααBB	:	2 ααBβ : 1 ααββ
Φαινότυποι :	3 Πράσινα – Λεία	:	1 Πράσινα-Ρυτιδωμένα

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2018**
Β' ΦΑΣΗ**E_3.Βλ3Θ(α)**

Παρατηρούμε ότι προκύπτει διαφορετική φαινοτυπική αναλογία απογόνων από την αυτογονιμοποίηση των φυτών με διαφορετικό γονότυπο.

Επομένως αφού ο γενετιστής πάρει τα άτομα της F2 γενιάς, θα ξεχωρίσει τα φυτά που παράγουν πράσινα και λεία σπέρματα και μετά θα πραγματοποιήσει διασταυρώσεις ελέγχου ή αυτογονιμοποιήσεις, προκειμένου να διαχωρίσει τα αμιγή στελέχη ααBB.

Γ2.

- α.** Παρατηρούμε ότι έχει γίνει στο 18^ο νουκλεοτίδιο από το 5' άκρο, αντικατάσταση του νουκλεοτιδίου που έχει αζωτούχο βάση G με νουκλεοτίδιο που έχει αζωτούχο βάση A.

Υγιές άτομο:

5'.....GGACUACAUCGAAUUUU **G** GGGGCGCACGUCG.....3'

Άτομο που ασθενεί:

5'.....GGACUACAUCGAAUUUU **A** GGGGCGCACGUCG.....3'

Επειδή δεν μας δίδεται η αλληλουχία των κωδικονίων ούτε η θέση του μηνύματος έναρξης ή λήξης και αφού δεν έχουμε το πλήρες ώριμο mRNA αλλά τμήμα του, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν η πρώτη βάση του τμήματος αυτού θα είναι η 1^η ή 2^η ή 3^η βάση του αντίστοιχου κωδικονίου στο οποίο θα ανήκει. Έτσι έχουμε 3 περιπτώσεις (ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, μη επικαλυπτόμενος):

- i.** Η πρώτη βάση είναι η πρώτη βάση του αντίστοιχου κωδικονίου, οπότε τα κωδικόνια έχουν ως εξής:

Υγιές άτομο:

5'.....GGA-CUA-CAU-**CGA**-AUU-**UUG**-GGG-GCG-CAC-GUC-G.....3'

Άτομο που ασθενεί:

5'.....GGA-CUA-CAU-**CGA**-AUU-**UUA**-GGG-GCG-CAC-GUC-G.....3'

Το κανονικό mRNA έχει το 5'-UUG-3' που κωδικοποιεί την Λευκίνη και προκύπτει συνώνυμο κωδικόνιο 5'-UUA-3', οπότε δεν έχουμε αλλαγή αμινοξέος στην πολυπεπτιδική αλυσίδα. Η περίπτωση αυτή απορρίπτεται διότι προκύπτει κανονικό ένζυμο.

- ii.** Η πρώτη βάση είναι η δεύτερη βάση του αντίστοιχου κωδικονίου, οπότε τα κωδικόνια έχουν ως εξής:

Υγιές άτομο:

5'.....GG-ACU-ACA-UCG-AAU-UUU-**GGG**-GGC-GCA-CGU-CG.....3'

Άτομο που ασθενεί:

5'.....GG-ACU-ACA-UCG-AAU-UUU-AGG-GGC-GCA-CGU-CG.....3'

Στην περίπτωση αυτή έχουμε αλλαγή ενός αμινοξέος στην πολυπεπτιδική αλυσίδα, της γλυκίνης με αργινίνη. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της λειτουργίας του ενζύμου η όχι (ουδέτερη μετάλλαξη), αλλά δεν οδηγεί σε μη παραγωγή του.

- iii. Η πρώτη βάση είναι η τρίτη βάση του αντίστοιχου κωδικονίου, οπότε τα κωδικόνια έχουν ως εξής:

Υγιές άτομο:

5'.....G-GAC-UAC-AUC-GAA-UUU-UGG-GGG-CGC-ACG-UCG.....3'

Άτομο που ασθενεί:

5'.....G-GAC-UAC-AUC-GAA-UUU-UAG-GGG-CGC-ACG-UCG.....3'

Στην περίπτωση αυτή προκύπτει μήνυμα λήξης και έχουμε πρόωρη λήξη της μετάφρασης και δεν παίρνουμε το ένζυμο ADA, γεγονός που παρατηρούμε στα ασθενή άτομα, οπότε αποτελεί την πιο πιθανή περίπτωση για την παραπάνω ασθένεια.

- β. Η παραπάνω ασθένεια, που οφείλεται στην έλλειψη του ενζύμου απαμινάση της αδενοσίνης (ADA), η οποία παίρνει μέρος στον μεταβολισμό των πουρινών στα κύτταρα του μυελού των οστών, μπορεί να αντιμετωπιστεί με γονιδιακή θεραπεία.

Η διαδικασία που ακολουθείται στη γονιδιακή θεραπεία της παραπάνω ασθένειας είναι η εξής:

- Λεμφοκύτταρα του παιδιού παραλαμβάνονται και πολλαπλασιάζονται σε κυτταροκαλλιέργειες.
- Το φυσιολογικό γονίδιο της απαμινάσης της αδενοσίνης ενσωματώνεται σε έναν ιό-φορέα (ο οποίος έχει καταστεί αβλαβής) με τις τεχνικές του ανασυδρασμένου DNA.
- Ο γενετικά τροποποιημένος ιός εισάγεται στα λεμφοκύτταρα.
- Το DNA του ιού που περιέχει το φυσιολογικό αλληλόμορφο ενσωματώνεται στο γονιδίωμα του κυττάρου.
- Καλλιέργεια των σωματικών κυττάρων που περιέχουν το φυσιολογικό γονίδιο.
- Τα γενετικά τροποποιημένα λεμφοκύτταρα εισάγονται με ενδοφλέβια ένεση στο παιδί και παράγουν το ένζυμο ADA.

Βέβαια τα τροποποιημένα λεμφοκύτταρα δε ζουν για πάντα μέσα στον οργανισμό -δηλαδή η θεραπεία δεν είναι μόνιμη- και χρειάζεται συνεχής έγχυση τέτοιων κυττάρων.

ΘΕΜΑ Δ:

Δ1.

Εφόσον η πάθηση δεν ελέγχεται από αυτοσωμικό γονίδιο, θα εξεταστούν οι περιπτώσεις να ελέγχεται από φυλοσύνδετο επικρατές ή υπολειπόμενο γονίδιο.

α. Επικρατές Φυλοσύνδετο γονίδιο: Συμβολίζουμε με X^B το αλληλόμορφο που ελέγχει την πάθηση και με X^b το αλληλόμορφο που δίνει φυσιολογικά άτομα. Ο άνδρας I4 πάσχει και αφού φέρει μια φορά το X χρωμόσωμα θα είναι ημίζυγος με γονότυπο $X^B Y$. Οι κόρες του II5 και II7 κληρονομούν το X^B από τον πατέρα τους, οπότε ανεξαρτήτως τι κληρονομούν από την μητέρα τους, θα έπρεπε να πάσχουν ενώ είναι υγιείς. Καταλήγουμε σε άτοπο, επομένως η πάθηση δεν ελέγχεται από επικρατές φυλοσύνδετο γονίδιο.

β. Υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο: Συμβολίζουμε με X^a το αλληλόμορφο που ελέγχει την πάθηση και με X^A το αλληλόμορφο που δίνει φυσιολογικά άτομα. Ο άνδρας II1 δεν πάσχει και αφού φέρει μια φορά το X χρωμόσωμα θα είναι ημίζυγος με γονότυπο $X^A Y$. Η γυναίκα του II2 πάσχει, άρα θα είναι ομόζυγη με γονότυπο $X^a X^a$.

Διασταύρωση:	$II1 \times II2$
Φαινότυποι :	$\text{♂ Υγιής} \times \text{♀ Ασθενής}$
Γονότυποι :	$X^A Y \times X^a X^a$
Γαμέτες :	$X^A, Y \times X^a$
Απόγονοι :	\downarrow
Γονότυποι :	$1 X^A X^a : 1 X^a Y$
Φαινότυποι :	$1 \text{♀ Υγιής} : 1 \text{♂ Ασθενής}$

Παρατηρούμε ότι το ζευγάρι δεν μπορεί να αποκτήσει κόρη που να πάσχει βάσει της υπόθεσής μας, ενώ έχει αποκτήσει την III2 που είναι ασθενής. Καταλήγουμε πάλι σε άτοπο άρα η πάθηση δεν ελέγχεται από φυλοσύνδετο υπολειπόμενο γονίδιο.

Παρατηρούμε ότι όλοι οι απόγονοι των γυναικών II1, II2 και III5 που έχουν την πάθηση πάσχουν, ενώ οι απόγονοι των ανδρών I4 και II4 δεν κληρονομούν τη πάθηση. Αφού έχουν αποκλειστεί όλες οι άλλες περιπτώσεις, καταλήγουμε πως πρόκειται για μιτοχονδριακή ασθένεια η οποία, όπως γνωρίζουμε, κληρονομείται μόνο από τη μητέρα σε όλα της τα παιδιά.

Δ2.

1. Το σύνδρομο φωνή της γάτας (cri-du-chat) οφείλεται στην έλλειψη ενός τμήματος από το χρωμόσωμα 5. Το σύνδρομο ονομάζεται έτσι, γιατί το κλάμα των νεογέννητων, που πάσχουν, μοιάζει με το κλάμα της γάτας (cri-du-chat). Τα άτομα που πάσχουν από το συγκεκριμένο σύνδρομο εμφανίζουν διανοητική καθυστέρηση.
2. Στην γυναίκα παρόλο που παρουσιάζεται μετατόπιση τμήματος του 5 χρωμοσώματος στο 10, αυτή εμφανίζει φυσιολογικό φαινότυπο διότι στην ίδια δεν παρατηρείται απώλεια γενετικού υλικού.
3. Συμβολίζουμε με A το φυσιολογικό 5 χρωμόσωμα και με a το 5 χρωμόσωμα στο οποίο λείπει το τμήμα που έχει μετατοπιστεί στο 10, με B το φυσιολογικό 10 χρωμόσωμα και με β το 10 χρωμόσωμα που φέρει το τμήμα του 5 χρωμοσώματος. Η μητέρα λοιπόν θα έχει καρυότυπο AaBb ενώ ο πατέρας AABb.

Διασταύρωση:

Πατρικά άτομα	:	♀ AaBb	×	♂ AABb
Γαμέτες	:	♀ AB, Ab, aB, ab	×	♂ AB
Απόγονοι	:			
Καρυότυποι	:	1 AABb, 1 AABb,		1 AaBb, 1 AaBb
Φαινότυποι	:	1 Φυσιολ., 1 μη Φυσιολ.,		1 cri-du-chat, 1 Φυσιολ.

Παρατηρούμε ότι μπορεί να προκύψει παιδί με σύνδρομο «φωνής της γάτας» από το παραπάνω ζευγάρι εάν γονιμοποιηθεί ωάριο της μητέρας aB με φυσιολογικό γαμέτη του πατέρα.

Δ3.

- a. Στις διασταυρώσεις διϋβριδισμού και βάσει του 2^{ου} νόμου του Μέντελ, τα άτομα της P γενιάς θα είναι ομόζυγα και ως προς τα δύο ζεύγη γονιδίων, ενώ τα άτομα της F1 γενιάς θα είναι ετερόζυγα και όλα ομοιόμορφα. Επομένως στην P γενιά η διασταύρωση θα γίνει μεταξύ των ατόμων που θα έχουν τους εξής γονοτύπους:
 - α. AABb (χρώμα 3) x aaBb (χρώμα 1) είτε
 - β. AaBb (χρώμα 2) x aaBb (χρώμα 1).

Σε κάθε περίπτωση ο γονότυπος της F1 γενιάς θα είναι ετερόζυγα φυτά AaBb (χρώμα 3). Από τα δεδομένα έχουμε ότι το χρώμα των ατόμων της

F1 γενιάς (χρώμα 3) διαφέρει από τα χρώματα των ατόμων της πατρικής γενιάς. Επομένως οι γονότυποι της πατρικής γενιάς θα είναι τελικά ααBB (χρώμα 1) και ΑΑββ (χρώμα 2).

Διασταύρωση μεταξύ των ατόμων της F1 γενιάς θα δώσει τα εξής γονοτυπικά και φαινοτυπικά αποτελέσματα στην F2 γενιά:

F1 × F1:

Φαινότυποι : Χρώμα 3 × Χρώμα 3
 Γονότυποι : ΑαBβ × ΑαBβ
 Γαμέτες : ΑB, Αβ, αB, αβ × ΑB, Αβ, αB, αβ

F2:

Τετράγωνο του Punnett:

	ΑB	Αβ	αB	αβ
ΑB	ΑΑBB Χρώμα 3	ΑΑBβ Χρώμα 3	ΑαBB Χρώμα 3	ΑαBβ Χρώμα 3
Αβ	ΑΑBβ Χρώμα 3	ΑΑββ Χρώμα 2	ΑαBβ Χρώμα 3	Ααββ Χρώμα 2
αB	ΑαBB Χρώμα 3	ΑαBβ Χρώμα 3	ααBB Χρώμα 1	ααBβ Χρώμα 1
αβ	ΑαBβ Χρώμα 3	Ααββ Χρώμα 2	ααBβ Χρώμα 1	ααββ Χρώμα 1

Φαινότυποι: 9 χρώμα 3 : 4 χρώμα 1 : 3 χρώμα 2

Με βάση τα δεδομένα μας όπου προέκυψαν φυτά 920 με πορτοκαλί άνθη, 408 με άσπρα άνθη και 305 με κίτρινα άνθη ή φαινοτυπική αναλογία 9 πορτοκαλί φυτά : 4 άσπρα φυτά : 3 κίτρινα φυτά, συμπεραίνουμε πως, το χρώμα 3 αντιστοιχεί στο πορτοκαλί, το χρώμα 1 στο άσπρο και το χρώμα 2 στο κίτρινο.

β. Επομένως η μεταβολική οδός είναι :

